

BULLETIN N° 161
ACADÉMIE EUROPEENNE
INTERDISCIPLINAIRE
DES SCIENCES



Séance du mardi 10 janvier 2012
Conférence du Pr François RAULIN
Président de la Société Française d'Exobiologie
Pr Université Paris Est Créteil et Université Paris Diderot
« L'exobiologie : une jeune thématique interdisciplinaire exemplaire »

Prochaine séance : mardi 14 février 2012 à 18heures Maison de l'AX:
Conférence du Pr Marie-Christine MAUREL
UPMC Paris 6
"Origines de la vie: concepts et résultats récents".

ACADEMIE EUROPEENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES

FONDATION DE LA MAISON DES SCIENCES DE L'HOMME

PRESIDENT : Pr Victor MASTRANGELO
VICE PRESIDENT : Pr Jean-Pierre FRANÇOISE
SECRETAIRE GENERAL : Irène HERPE-LITWIN
TRESORIER GENERAL : Claude ELBAZ

MEMBRES CONSULTATIFS DU CA :
 Gilbert BELAUBRE
 François BEGON
 Bruno BLONDEL
 Patrice CROSSA-REYNAUD
 Michel GONDRAN

SECTION DE NICE :
PRESIDENT : Doyen René DARS

PRESIDENT FONDATEUR : Dr. Lucien LEVY (†)
PRESIDENT D'HONNEUR : Gilbert BELAUBRE
SECRETAIRE GENERAL D'HONNEUR : Pr. P. LIACOPOULOS (†)

CONSEILLERS SCIENTIFIQUES :
SCIENCES DE LA MATIERE : Pr. Gilles COHEN-TANNOUJJI
SCIENCES DE LA VIE ET BIOTECHNIQUES : Pr Brigitte DEBUIRE

SECTION DE NANCY :
PRESIDENT : Pr Pierre NABET

Janvier 2012

N°161

TABLE DES MATIERES

- P. 03 Compte-rendu de la séance du mardi 10 janvier 2012
- P. 07 Compte -rendu de la séance de la Section Nice-Côte d'Azur du 15 décembre 2011
- P. 12 Annonces
- P. 14 Documents

Prochaine séance: mardi 14 février 2012 à 18h- Maison de l'AX
Conférence du Pr Marie-Christine MAUREL

UPMC Paris 6

"Origines de la vie: concepts et résultats récents".

**ACADEMIE EUROPEENNE INTERDISCIPLINAIRE
DES SCIENCES**

Fondation de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris.

**Séance du
Mardi 10 janvier 2012**

Maison de l'AX 18h.

La séance est ouverte à 17 h. 30 sous la Présidence de Victor MASTRANGELO et en la présence de nos collègues Gilbert BELAUBRE, Claude ELBAZ , Robert FRANCK, Jean -Pierre FRANCOISE , Michel GONDRAN, Irène HERPE-LITWIN, Marie-Louise LABAT, Gérard LEVY, Pierre MARCHAIS, Pierre PESQUIES.,

Étaient excusés François BEGON, Bruno BLONDEL, Michel CABANAC, Alain CARDON, Gilles COHEN-TANNOUDJI, Françoise DUTHEIL, Walter GONZALEZ, Saadi LAHLOU, Jacques LEVY, Emmanuel NUNEZ, Alain STAHL

Avant la conférence du Pr RAULIN, est abordé le choix du sujet d'un futur colloque. Notre Président d'Honneur, Gilbert BELAUBRE avait proposé un premier titre; "*Apparition des éléments lourds, des planètes et de la vie*". C'est dans le cadre de ce premier sujet, qu'ont été planifiées les interventions de François RAULIN Professeur à l'Université DIDEROT Paris VII, Président de la Société Française d'Exobiologie (janvier 2012) , de Marie-Christine MAUREL, Professeur à l'Université Pierre et Marie Curie Paris VI, spécialiste des interactions entre acides nucléiques et de biophotonique (février 2012) et d'André BRAHIC astrophysicien, Professeur à l'Université Paris VII, Directeur du Laboratoire Gamma-gravitation.

Une prochaine séance sera dédiée à l'étude des diverses propositions de thèmes de colloque .

I) Le premier point à l'ordre du jour appelle la conférence du Pr François RAULIN :
« *L'exobiologie : une jeune thématique interdisciplinaire exemplaire* »

A) Présentation du Conférencier

Notre Président, Victor MASTRANGELO, nous présente le Pr François RAULIN. Ancien directeur du Laboratoire interuniversitaire des systèmes atmosphériques du CNRS, François RAULIN y est responsable du groupe de physico-chimie organique spatiale. Il est aussi le fondateur du GDR Exobio, une fédération de laboratoires du CNRS travaillant dans le domaine de l'exobiologie. Par ailleurs, il participe aux missions, en cours ou en préparation, d'exploration de la planète Mars, des comètes et du système solaire externe (Europe, Titan et Encelade). Il est également Président de la Société Française d'Exobiologie. Ses travaux ont porté sur la chimie organique dans des environnements autres que celui de notre planète et sur la détection de composés organiques extra-

terrestres. Il s'est particulièrement intéressé à l'évolution chimique de l'environnement primitif terrestre¹.

B) Conférence

Introduction: Le Pr François RAULIN entend dans cette conférence nous donner l'historique de l'Exobiologie, suivie des problématiques abordées.

1) Historique²:

L'Exobiologie désigne originellement la vie extraterrestre. Elle a commencé à intéresser le monde scientifique à partir des premières missions de la NASA sur la lune. Les scientifiques d'alors se sont préoccupés des risques biologiques liés à la première collecte d'échantillons lunaires en 1969. Ont particulièrement participé à ces réflexions:

- Josua LEDERBERG
- Carl SAGAN.

L'exobiologie, désigne actuellement l'étude de la vie dans l'Univers en recherchant ses caractéristiques:

- origine
- distribution
- structures chimiques
- structures environnementales liées à la vie

Elle a été précédée dès le début des années 1980 par des recherches en Bioastronomie et les recherches du SETI (Search for Extra Terrestrial Intelligence). La NASA introduit le concept d'astrobiologie dès les années 1960. Tout ceci implique les recherches suivantes:

- Etude des matériaux organiques extraterrestres
- Etude de l'origine de la vie et de sa diversité
- Recherche de vie ou de signatures biologiques hors système solaire

Situation internationale:

Plusieurs organismes internationaux ont été créés après le lancement du premier satellite par les soviétiques en 1957 parmi lesquels:

- **ISSOL** (International Society Study of Life and Astrobiology) fondée en 1973 à l'initiative de chercheurs tels que Alexandre OPARINE et sa femme, Sydney FOX et Cyril PONNAMPERUMA à la suite de la première conférence sur l'Origine de la vie ICOL (International Conference of the Origin of Life) qui s'était tenue en 1957 à Moscou. (voir présentation dans documents page 21;)

- **COSPAR** (Committee on Space Research) hébergé à Paris par le CNES (COSPAR Secrétariat, c/o CNES 2 place Maurice Quentin 75039 Paris Cedex 01, France) fondé par un groupement de scientifiques internationaux en 1958. (voir présentation dans documents page 19;)

¹ (Pour plus d'informations il vous suffit de vous référer à l'article "*ACTIVITES DE RECHERCHE PHYSICO-CHIMIE ORGANIQUE DANS DES ENVIRONNEMENTS PLANETAIRES*" retranscrit en page 19 du précédent bulletin (bulletin N°160-décembre 2011)

² Pour une information détaillée consulter le document situé en page 27 du bulletin précédent n° 160 (décembre 2011)

- **NAI** (Nasa Astrobiology Institute) fondée en 1998 par la NASA (voir présentation dans documents page 15)

Situation en France et en Europe:

Dès la fin des années 70 le CNES s'intéresse à l'exobiologie. En 1997 a lieu le premier colloque national d'exobiologie et en 1999 la création par le CNRS d'un Groupement de recherche en exobiologie (**GDR Exobio**) qui sera dirigé jusqu'en 2006 par F. RAULIN

En 2001 est créé **EANA** (European Astrobiology Network Association), un réseau associatif européen d'astrobiologie auquel ont participé André BRACK et Frances WESTALL du Centre de Biophysique Moléculaire CNRS d'Orléans .

Activités en France:

Dès les années 1970 travaillent des équipes sur les origines de la vie (BIVET, SADRON, ORGEL, PULLMAN...). La thématique Exobiologie est reconnue par le CNES d'où les Colloques suivants:

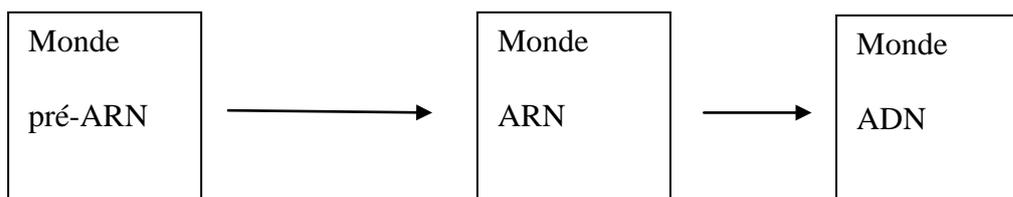
- 1997 premier colloque d'exobiologie avec l'appui du CNRS et du CNES. Le contrat a été renouvelé jusqu'en 2008 .

Depuis 2004, le CNES a créé un groupe d'Exo-astrobiologie et depuis 2007 le CNRS a initié un programme "Origine des Planètes et de la Vie".

En raison de restrictions financières au niveau du CNRS, en mai 2009 a été prise l'initiative de créer une société savante nommée SFE (Société Française d'Exobiologie) sous la Présidence du Pr RAULIN. On peut avoir de nombreux renseignements sur la SFE en allant sur le site: <http://www.exobiologie.fr/> .

2) Problématiques abordées

La vie terrestre qui implique la présence d'eau et de carbone est prise comme référence. Il faut donc étudier la chimie prébiotique ou monde pré ARN



Il faut étudier la terre primitive, les conditions limites de l'existence de la vie. Il faut également enquêter sur le contexte géologique, climatique, atmosphérique.

Le problème de l'origine des molécules organiques crée une division entre partisans d'une origine endogène et d'une origine exogène de la vie terrestre:

- Les partisans de l'origine endogène lient l'apparition de la vie à la présence d'une atmosphère, de sources hydrothermales sous-marines par exemple

- les partisans d'une origine exogène s'intéressent à la chimie du milieu interstellaire, aux comètes, aux météorites. Ils s'intéressent aux flux considérables de météorites (20 000 tonnes par an actuellement et 40 000fois plus importants il y a 4 milliards d'année) qui comportent d'importantes quantités d'éléments carbonés. Se pose la question de savoir d'où sont issus ces dérivés carbonés (hors système solaire? ou chimie des comètes?).

Par ailleurs la chimie des origines de la vie telle qu'elle nous sera présentée par le Pr Marie-Christine MAUREL dérive d'un monde pré-ARN évoluant vers une monde ARN capable de reproduction qui, lui-

même évoluera vers le monde ADN. Dans la chimie prébiotique se sont mis en place des systèmes autocatalytiques avec une sélection de molécules à présentant une homochiralité (les acides aminés sont pratiquement tous lévogyres).

Les traces de vie les plus anciennes datent d'il y a environ 3,5 milliards d'années. Il s'agissait probablement d'une forme anaérobie. Mais malheureusement on dispose de très peu d'échantillons de cette époque lointaine (destruction de la croûte terrestre...).

La recherche de biosignatures se poursuit sur d'autres planètes du système solaire: Mars, Europe (satellite de Jupiter), Titan (satellite de Saturne), Encelade. Par ailleurs on s'intéresse également aux exoplanètes. Dans le système solaire, on cherche l'eau et le carbone. Des traces aqueuses ont été retrouvées sur Mars. On étudie également les températures, les traces atmosphériques (Mars possédait jadis une atmosphère proche de celle de la Terre). Un projet de la NASA, ESA-NASA a été lancé en 2008 en vue de la collecte d'échantillons sur Mars. Par ailleurs, la planète Titan semble assez intéressante car elle possède beaucoup de propriétés communes avec la Terre.

Hors système solaire on a découvert 716 exoplanètes....Mais comment y repérer des traces de vie?

Après cet exposé très complet, quelques questions surgissent:

- En dehors du carbone, quels sont les éléments lourds nécessaires à la vie? Comme apparaissent-ils dans l'Univers?

- Quel est le rôle des apports extraterrestres?

En conclusion, notre Conférencier nous informe de la tenue d'un **Colloque à Marseille sur l'Exobiologie fin 2012** qui pourrait nous donner les dernières avancées de la Recherche en la matière.

II) Le second point à l'Ordre du Jour appelle:

1°) l'examen de la candidature d'un nouveau membre, Daniel COURGEAU

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique et titulaire d'un doctorat en démographie il a été Directeur de Recherche à l'INED (Institut National d'Etudes Démographiques) de 1988 à 2001. Depuis 2002, il est Directeur de Recherche émérite. Spécialiste en Démographie, en Sciences Sociales et en Philosophie des Sciences, il coédite avec notre nouveau Collègue Robert FRANCK la Collection Methodos Series chez SPRINGER.

Il a également présenté lors de notre précédent colloque "une intervention: *Démographie: Paradigmes et modèles*".

Soumise au vote, la candidature est acceptée à la majorité des votants. Nous nous réjouissons tous de l'intégration de ce nouveau membre de l'Académie.

2°) Une discussion pratique sur les horaires de nos séances.

Il s'avère que nombre de nos Collègues ainsi que l'administration de l'AX apprécieraient que nos séances commencent à 17h30 et se terminent à 19h30. A priori, il en sera ainsi de mars à juin 2012.

Après avoir abordé ce dernier problème pratique, notre séance prend fin,

Très amicalement,

Irène HERPE-LITWIN

Compte-rendu de la section Nice-Côte d'Azur

Comme le seul moyen de participer à la création d'un monde plus stable est d'en avoir une idée, le chaos des idées est encore plus redoutable que celui des choses.

Th. Delpech - 2011

Compte rendu de la séance du 15 décembre 2011 (154^{ème} séance)

Présents :

Richard Beaud, Patrice Crossa-Raynaud, François Cuzin, Guy Darcourt, René Dars, Yves Ignazy, Jacques Lebraty.

Excusés :

Jean Aubouin, René Blanchet, Sonia Chakhoff, Jean-Pierre Delmont, François Demard, Michel Lazdunski, , Maurice Papo, Jean-Marie Rainaud.

1- Approbation du compte rendu de la 153^{ème} séance.

Le compte rendu est approuvé à l'unanimité des présents.

2- Prochaines conférences.

En janvier, nous avons un conférencier, notre confrère Jean-Marie Rainaud, qui nous parlera de « Justice et diversité / diversité et justice ».

M. Boulanger, éditeur, nous parlera de : « Diversité des paradoxes » en février.

Nous avons contacté Michel Lazdunski sur « Diversité des venins et leur utilisation en médecine ».

Il faudrait contacter M. Morbidelli de l'Observatoire de la Côte d'Azur qui nous parlerait de l'instabilité du système solaire.

Notre confrère François Demard nous parlera de « La voix et la diversité humaine ».

D'autres conférences sont en projet pour l'automne, notamment « La diversité des économies notamment européennes » qui pourrait être assurée par Jean-François Mattéi.

3- La crise (suite).

Patrice Crossa-Raynaud : Alain Gérard Slama, dans un article du Figaro, revient sur « les conséquences néfastes du principe de précaution » en faisant remarquer « qu'il introduit une confusion dangereuse entre l'irréversible et l'irréparable. L'exemple le plus saisissant est celui de l'accident nucléaire de Fukushima dont les conséquences sur place sont certainement irréversibles mais il ne s'ensuit pas que les défaillances des techniques soient pour autant irréparables ... Les erreurs étaient évitables ... En revanche, la décision allemande d'abandonner le nucléaire risque, pour le coup, d'être irréparable. »

Ce qui semble irréversible à un moment donné peut être réparé ensuite.

Il propose d'étendre cette notion dans la mise en place de l'euro.

« Une grande part du gâchis actuel aurait pu être évitée si les principaux artisans de la construction européenne avaient eu une volonté à la hauteur de leur lucidité : ils savaient ce qu'il fallait faire. L'idée de créer avec l'euro une zone monétaire optimale était incompatible avec le laxisme budgétaire à l'intérieur de l'Europe où l'Allemagne a fait cavalier seul.

Les souverainistes n'ont pas tort d'estimer que l'irréversibilité doit être prise en compte mais, à la différence des conclusions qu'ils en tirent, ce doit être pour éviter un échec de l'Europe qui serait, lui, irréparable. »

L'irréparable fait surtout référence au passé qui ne peut pas être changé.

Patrice Crossa-Raynaud : M. Courtillot, dans sa conférence au MAMAC, a montré qu'au Permien, 99 % des espèces existant alors avaient disparu. Le 1 % restant a cependant permis à la vie de continuer. Cette extinction en masse a été irréversible mais pas irréparable.

Yves Ignazi : ce sont deux domaines différents. Ce qui est *irréversible* est lié à la notion de décision alors que *dommageable* c'est plus lié aux conséquences d'une décision.

Qui dit réparer s'adresse à un objet au sens large alors qu'irréversible est le fruit d'une décision. Par exemple la décision de produire du pétrole à Bakou a été irréversible mais les conséquences sont réparables.

François Cuzin : *réversible* veut dire que l'on revient sur la même voie que l'on avait momentanément interrompue, alors que réparable fait penser que l'on aurait pu faire autre chose.

Jacques Lebraty : j'aimerais vous faire part d'une réunion récente à Nice d'une quarantaine de chefs d'entreprises avec pour invité M. Michel Rocard, qui traitait du sujet : « Ambitions économiques et décisions politiques ». Quelques réflexions notées au passage d'un très intéressant exposé.

- La décision prise de la Grande Bretagne, lors de la dernière réunion de Bruxelles, de ne pas adhérer aux décisions de disciplines budgétaires et donc le projet de conclusion d'accords intergouvernementaux à 26. Pour M. Rocard, cette situation est d'une importance capitale. Il est avéré que depuis 1972, l'Angleterre a souvent contrecarré la dynamique d'union européenne. N'y a-t-il donc pas là une occasion unique d'en tirer les conséquences sans blesser la susceptibilité des britanniques puisqu'ils ont volontairement décidé eux-mêmes de se mettre hors du jeu européen ?
- M. Rocard a souligné qu'il y a, depuis des années en Europe, une dégradation progressive dans la répartition des revenus entre la part accordée aux salaires et la part accordée aux revenus du capital au profit de ces derniers. Cela a eu pour conséquence une compression progressive et continue du pouvoir d'achat compensée par l'ouverture des vannes du crédit, au moins dans les pays où les gouvernements cherchaient à entretenir la croissance économique via la consommation des ménages. La financiarisation de l'économie qui en est résultée a été accélérée par une tendance aux utilisations spéculatives des revenus du capital.

- Troisième idée, notée au fil des analyses de M. Rocard, il va falloir s'habituer dans nos pays européens, au moins pendant quelques années, à des taux faibles de croissance ne serait-ce que parce qu'il faudra bien résorber les déficits et l'endettement publics. Ceux qui, en campagne électorale, basent leurs prévisions sur des croissances de 2 à 3% ne disent pas la vérité aux électeurs.

François Cuzin : pourtant, les économistes souhaitent la croissance la plus élevée possible. Pour un biologiste, la croissance est très difficile à analyser car elle doit être très strictement contrôlée. Je pose souvent à mes étudiants la question suivante : un colibacille qui mesure quelques microns peut se diviser toutes les vingt minutes. Combien faudrait-il à cette bactérie pour atteindre la taille de la Terre. La réponse est : moins de trente heures. La croissance indéfinie est donc complètement mythique car la bactérie s'arrêtera inévitablement de se multiplier avant car il y a une limitation due aux ressources du milieu.

Notre propre croissance est limitée assez tôt dans le temps. Heureusement pour nous car la croissance indéfinie c'est la tumeur mortelle.

Lorsqu'on écoute les économistes, on observe qu'ils font des comparaisons biologiques. Est-ce que cette notion d'une croissance qui pourrait être poursuivie indéfiniment n'est pas limitée par les ressources ?

Jacques Lebraty : certains économistes dans l'histoire de la Pensée ont tenu compte de l'impossibilité d'une croissance infinie. C'est le cas de Stuart Mill et du concept qu'il a avancé « d'état stationnaire ». Par ailleurs, le corps social est-il assimilable à un organisme biologique ? Kenneth Boulding, un autre économiste, nous a mis en garde contre le raisonnement analogique. Il expliquait l'existence de deux types d'analogies : à but pédagogique ou à prétention explicative (la seconde relevant pour Boulding de la tautologie). Comparer, par exemple, le corps humain au corps social ne peut être fait que dans un but pédagogique sinon il aurait fallu admettre a priori l'identité des lois régissant les deux corps !

Une analogie ne peut le plus souvent n'être que métaphorique. Ne nous servons donc pas sans grandes précautions des lois biologiques pour expliquer les lois sociales.

Ceci dit, les économistes ont beaucoup travaillé sur des modèles visant à définir hypothétiquement quelles étaient les conditions de la croissance économique globale et quelles étaient ses limites. Ils visaient par ces travaux à déterminer comment une économie pouvait sortir du sous-développement. Certains ont insisté notamment sur le rôle de la démographie. Des taux d'accroissement trop élevé de la population rendant à un certain niveau tout développement très difficile. C'était l'hypothèse malthusienne. Chacun a donc essayé de déterminer le cocktail magique des variables (accumulation du capital, taux d'épargne, consommation, investissements, etc.) nécessaire pour parvenir à un développement auto-entretenu. Une fois le décollage opéré, la croissance peut-elle être indéfinie ? Les opinions restent partagées sur ce point.

Le Club de Rome (1972), avait conclu à la nécessité d'un arrêt de la croissance faute de quoi on irait à l'épuisement des ressources de toutes sortes extraites de notre planète. Un tel raisonnement a été repris par une partie des écologistes d'aujourd'hui mettant en garde contre la destruction de nos ressources naturelles. Mais certains opposants à cette conception du nécessaire arrêt de la croissance notent que la population mondiale est en voie de stabilisation et que l'explosion démographique est derrière nous. C'est pourquoi le débat sur l'arrêt ou pas de la croissance a changé de perspective et se déplace aujourd'hui sur le terrain du débat croissance quantitative versus croissance qualitative. Les tenants d'une croissance qualitative prônent alors un changement de nos méthodes d'appréciation de la croissance ; celle-ci ne doit plus être évaluée à la seule aune du sacro-saint PIB (Produit Intérieur Brut) mais doit être complétée par d'autres indicateurs comme par exemple :

« le Bonheur Intérieur Brut »
(J. Stiglitz).

La difficulté dans ce débat est que tous les peuples n'en sont pas au même stade de développement et que certains qui ne sont pas encore des pays riches et qui se trouvent parfois dans un profond dénuement (Bangladesh) se contenteraient bien d'un PIB des plus traditionnels !

Faut-il alors opposer les nantis qui ont les moyens de se poser des problèmes de qualité, comme la culture bio, la taxe carbone, etc. (que certains qualifient de problèmes de riches) et d'autres peuples qui voudraient bien connaître ce dont les riches d'aujourd'hui ont bénéficié en leur temps ? Une telle vision à l'évidence trop manichéenne mérite d'être nuancée. Notamment il paraît évident à beaucoup que les modèles de consommation à tout crin ne constituent pas en eux-mêmes un idéal. Hans Weizman nous faisait remarquer que lorsque l'on donne à nos propres enfants tout ce qu'ils nous demandent ils n'en sont pas pour autant plus heureux !

François Cuzin : combien de temps faudra-t-il pour homogénéiser nos sociétés ?

Jacques Lebraty : elles sont déjà en route et cela ira beaucoup plus vite qu'on ne pense : voir la Chine ou l'Inde. On sait aujourd'hui que le progrès technique n'a pas de limites discernables. Par contre, on ignore le type de société qu'il générera. Je vous conseille de visionner l'extraordinaire reportage sur l'entreprise Samsung pour vous en persuader :

<http://www.youtube.com/watch?v=OO39mCdWNvM>

Ce style de vie vous tente-t-il ?

Guy Darcourt : depuis 40 ans, les psycho-sociologues avaient émis cette règle, avec des psychologues, que lorsqu'un désir a été satisfait, cela crée un autre désir et lorsqu'il y a une soustraction, cela diminue le désir.

Une personne qui, actuellement, ne dispose pas des instruments ménagers modernes est considérée comme étant au seuil de pauvreté, ce qui n'était pas le cas jadis. Ce sont ceux qui sont privés de tout et qui se sentent heureux qui sont aliénés alors que si l'on applique la règle de diminuer ses désirs on est satisfait. Le mécanisme psychologique n'a pas alors de valeur morale.

Ceux qui sont très pauvres dans les cultures traditionnelles ne se sentent pas malheureux en vertu d'une application de la psychologie humaine générale.

Jacques Lebraty : l'aliénation ne peut se concevoir qu'avec l'exploitation. On peut se sentir heureux démuné de tout mais à partir du moment où on a le sentiment d'être exploité et qu'on en a conscience, ce n'est plus la même chose. Les moines qui ne se sentent pas exploités peuvent connaître le vrai bonheur.

Richard Beaud : les sociétés croissent puis, inévitablement, à un certain moment, elles décroissent.

Jacques Lebraty : c'est ici l'idée de régulation qui est évoquée. Cette idée était présente chez Malthus qui montrait qu'une population qui augmentait de manière géométrique avec des subsistances croissant de manière arithmétique était régulée par les guerres, famines et autres calamités. Actuellement si les principes de Malthus concernent encore certaines populations très malheureuses, d'autres régulateurs sont apparus dans les pays développés. Ainsi, Alfred Sauvy a développé les théories de la capillarité sociale montrant qu'à mesure que le niveau de vie augmente, le taux de natalité a tendance à diminuer. La vie sociale est remplie de ces régulateurs. Ainsi il existe des stabilisateurs fiscaux automatiques. En période d'inflation, par exemple, la progressivité de l'impôt joue ce rôle. Mais il y a des périodes où les développements deviennent anarchiques, où les régulateurs ne fonctionnent plus. Seul l'Etat est alors en mesure d'agir.

François Cuzin : il y a des analogies biologiques où des populations bactériennes ne peuvent pas se développer puis disparaissent. Il existe un état stationnaire en économie d'énergie.

Jacques Lebraty : à nouveau je dirai que l'analogie n'est pas explication et qu'il y a certainement dans les deux domaines (biologie, économie) des mécanismes de nature différente. Par contre, ce que l'on peut admettre est que dans les deux domaines existent des phénomènes de régulation.

Annances

I) CHANTIERS DE FOUILLES PREHISTORIQUES EN FRANCE 2012

Dossier envoyé par le Pr Henry de Lumley

CAUNE DE L'ARAGO

Fouilles dans la grotte de l'Arago, à Tautavel: Industries du Paléolithique inférieur, faunes, restes humains anténéandertaliens, structures d'habitat, remplissage pléistocène moyen déposé entre 690 00 et 90 000ans.

Centre Européen de Recherches Préhistoriques

Avenue Léon-Jean Grégory

66 720 Tautavel

☎: 04 68 29 47 40- ☎: 04 68 29 47 66

Site web: <http://tautavel.univ-perp.fr> - Courriel: perrenoud@mnhn.fr

GROTTE DU LAZARET

Fouilles dans la grotte du Lazaret, à Nice: industries acheuléennes, faunes, restes humains anténéandertaliens, structures d'habitat, remplissage pléistocène moyen 330 000- 120 000ans

Laboratoire départemental de Préhistoire du Lazaret

33bis boulevard Franck Pilatte

06 300 Nice

☎: 04 92 00 17 37- ☎: 04 92 00 17 39

site web: <http://www.lazaret.unice.fr> - Courriel: secretariat@lazaret.iunice.fr

MONT BEGO

Relevés et moulages de gravures protohistoriques et historiques dans la région du Mont Bego, à Tende (Vallée des Merveilles, Vallée de Fontalba).

Laboratoire départemental de Préhistoire du Lazaret

33bis boulevard Franck Pilatte

06 300Nice

☎: 04 92 00 17 037- ☎: 04 92 11 17 39

Site web: <http://www.lazaret.unice.fr> - Courriel: secretariat@lazaret-unice.fr

Pour des renseignements sur les différents sites, s'adresser à:

Institut de Paléontologie Humaine

1 rue René Panhard

75013Paris

☎: 01 43 31 62 91- ☎: 01 43 31 22 79- Courriel: iph@mnhn.fr

Site web: <http://www.fondationiph.org>

(<http://www.fondationiph.org/spip.php?rubrique6>)

MASTER
Sciences de l'Homme et Humanités
Spécialité:
PREHISTOIRE ET PALEOENVIRONNEMENTS QUATERNAIRES

La mention de ce master, Préhistoire et paléoenvironnements quaternaires, est orientée vers l'étude de la stratigraphie du Quaternaire, les paléoenvironnements de l'Homme fossile, la paléontologie et l'archéozoologie des faunes quaternaires, la paléoanthropologie et l'étude technologique et typologique des outillages préhistoriques, avec une démarche interdisciplinaire.

Pour tout renseignement s'adresser à:

Mme Sophie GREGOIRE

Centre Européen de Recherches Préhistoriques de Tautavel

Avenue Léon-Jean Gégory

66700TAUTAVEL

☎: 04 68 29 47 40 - 📠: 04 68 39 47 66- Courriel: sgregoire@tautavel-univ-perp.fr

II) A l'occasion de la sortie du livre de Jean-Pascal Capp "Un nouveau regard sur le cancer" (Editions Belin/Pour la Science,), Jean Jacques KUPIEC, Chercheur à l'ENS, nous fait part de :

**Conférence mercredi 15 février, 13H30-15H30,
 Salle de conférence, ENS, 46 rue d'Ulm**

"Le rôle de l'expression stochastique des gènes dans le cancer"
 Jean-Pascal Capp, LISBP (UMR CNRS 5504 ; UMR INRA 792), INSA/Université de Toulouse

Les recherches menées sur le cancer au cours du XXème siècle ont abouti à la théorie de l'origine génétique des cancers. Les thèmes de recherche actuels (séquençage de génomes cancéreux entiers, épigénétique, cellules souches cancéreuses, microenvironnement tumoral...) fournissent des résultats qui sont le plus souvent intégrés au modèle dominant, sans qu'il soit questionné. Or l'approche de la maladie basée sur l'étude d'oncogènes et de gènes suppresseurs de tumeurs montre actuellement ses limites. Après avoir mentionné certaines des contradictions qui apparaissent au sein du modèle génétique, je présenterai un modèle de cancérogenèse alternatif reconnaissant le rôle des altérations génétiques dans la progression de la maladie, mais en situant l'origine du cancer dans la perturbation des interactions entre cellules et sa force motrice dans l'expression stochastique des gènes.

« Nouveau regard sur le cancer », Editions Belin/Pour la Science, 2012, sortie le 24 février.

« Stochastic gene expression stabilization as a new therapeutic strategy for cancer », BioEssays Vol.34(3), 2012.

« Stochastic gene expression, disruption of tissue averaging effects and cancer as a disease of development », BioEssays Vol.27(12), 2005.

Documents

Pour illustrer la conférence du Pr RAULIN concernant les organismes de recherche en exobiologie, nous vous proposons les présentations de quelques organismes de recherche en exobiologie :

P. 15 : Une présentation de l'organisme NAI (Nasa Astrobiology Institute) tiré du site <http://astrobiology.nasa.gov/nai/about/>

P. 19 : Une présentation du COSPAR (Committee on space Research) issu du site <http://cosparhq.cnes.fr/About/about.htm>

P. 21 Une présentation de l'ISSOL (International Society Study of Life and Astrobiology) issu du site <http://issol.org/about/history/>

P.22 : Définitions de la vie , le point de vue du physico-chimiste , André BRACK, issu du site <http://www.insu.cnrs.fr/co/actions-sur.../origines-des-planetes-et-de-la-vie>

Pour donner un aperçu de la future conférence du Pr Marie-Christine MAUREL « *Origines de la vie: concepts et résultats récents* » nous vous proposons :

P.26 : « Quand les ARN peuplaient le monde » par le Pr Christine MAUREL, paru dans *les dossiers de La Recherche* » n°19 (mai 2005)

ASTROBIOLOGY

LIFE IN THE UNIVERSE

<http://astrobiology.nasa.gov/nai/about/>

About NAI

Introduction and Overview

Astrobiology is the study of the origins, evolution, distribution, and future of life in the universe. This interdisciplinary field requires a comprehensive, integrated understanding of biological, planetary, and cosmic phenomena. Astrobiology encompasses the search for habitable environments in our Solar System and on planets around other stars; the search for evidence of prebiotic chemistry or life on Solar System bodies such as Mars, Jupiter's moon Europa, and Saturn's moon Titan; and research into the origin, early evolution, and diversity of life on Earth. Astrobiologists address three fundamental questions: How does life begin and evolve? Is there life elsewhere in the universe? What is the future of life on Earth and beyond?

As part of a concerted effort to address this challenge, the National Aeronautics and Space Administration (NASA) established the [NASA Astrobiology Institute](#) in 1998 as an innovative way to develop the field of astrobiology and provide a scientific framework for flight missions. NAI is a virtual, distributed organization of [competitively-selected teams](#) that integrate astrobiology research and training programs in concert with the national and international science communities.

As of January 2011, the NAI has 14 teams including ~700 researchers distributed across ~150 institutions. It also has 6 international partner organizations. The [Director](#) and a small staff at "NAI Central," located at NASA Ames Research Center in Mountain View, California, administer the Institute. Each team's Principal Investigator, together with the NAI Director and Deputy Director, comprise the [Executive Council](#). Its role is to consider matters of Institute-wide research, space mission activities, technological development, and external partnerships. A [history](#) of the NAI outlines the unique path through which it arose and developed.

The NAI is one of four elements in the NASA Astrobiology Program. The others are the [Exobiology and Evolutionary Biology Program](#), established in 1965 to support research on pathways leading to and from the origin of life with a focus on determining the potential for life to exist elsewhere in the Universe; the [Astrobiology Science and Technology Instrument Development \(ASTID\) Program](#), established in 1998 to support prototype instrument development for astrobiology flight investigations; and the [Astrobiology Science and Technology for Exploring Planets \(ASTEP\) Program](#), established in 2001 to support science-driven field campaigns to extreme environments aimed at developing techniques for the astrobiological exploration of other worlds in our Solar System. The scope of the NASA Astrobiology Program is defined by the [Astrobiology Roadmap](#), most recently updated in 2008.

NAI's [mission](#) outlines an integrated, holistic approach to establishing a new field of scientific inquiry, and it charts the course for exploring some of life's most compelling questions. NAI's mission is to:

- carry out, support and catalyze collaborative, interdisciplinary research;
- train the next generation of astrobiology researchers;
- provide scientific and technical leadership on astrobiology investigations for current and future space missions;

- explore new approaches using modern information technology to conduct interdisciplinary and collaborative research amongst widely-distributed investigators;
- and support outreach by providing scientific content for K-12 education programs, teaching undergraduate classes, and communicating directly with the public.

NAI's teams are supported through cooperative agreements between NASA and the teams' institutions; these agreements involve substantial contributions from both NASA and the team. The executive summaries from each team's latest [annual report](#) describe their recent contributions to astrobiology research. NAI's online [Research Archive](#) highlights top scientific discoveries and advances.

Community and collaboration are essential to achieving NAI's mission and effectively addressing the questions of astrobiology. Beyond providing funds, NAI incorporates numerous elements toward these goals. For example, the [Director's Seminar Series](#) brings the community together monthly via videoconference to share scientific progress; the [Focus Groups](#) mobilize expertise across the community on relevant topics; and the [Newsletter](#) provides the latest news about activities and opportunities. NAI also organizes Institute-wide workshops to facilitate collective discussion and planning for astrobiology research, and offers the [Director's Discretionary Fund](#) to support collaborative projects. A special focus on the next generation of astrobiologists, exemplified by the [NAI's Postdoctoral Fellowship Program](#) and the [Lewis and Clark Fund](#), has contributed to a vibrant, forward-thinking community.

During its first decade, NAI had many significant research accomplishments, as well as contributions to NASA missions. NAI was influential in defining the landing sites for the [Mars Exploration Rovers](#), which ultimately provided evidence of past liquid water on the Martian surface. NAI scientists detected [methane gas in the Martian atmosphere](#), implying that the planet is at least geologically alive, if not biologically as well. Here on Earth, NAI scientists have discovered an entire ecosystem of microorganisms 3km beneath the Earth's surface, existing completely [independently of the Sun](#). And NAI scientists have begun to characterize planets around other stars, detecting both water vapor and [carbon dioxide](#) in their atmospheres.

As NAI enters its second decade, its scientists continue to explore the limits of life on Earth, develop new ways to search for life elsewhere in the Universe, and advance our understanding of how life itself originated on our own planet.

NAI Mission

The mission of astrobiology is to study the origin, evolution, distribution, and future of life on Earth and in the Universe.

Astrobiology shares with other space related science programs a broad range of research interests. Astrobiology encompasses the understanding of biology as a planetary phenomenon. This includes how planetary processes give rise to life, how they sustain or inhibit life, and how life can emerge as an important planetary process; how astrophysical processes give rise to planets elsewhere, what the actual distribution of planets is, and whether there are habitable planets outside of our solar system; a determination of whether life exists elsewhere and how to search for and identify it; what the ultimate environmental limits of life are, whether Earth's biota represent only a subset of the full diversity of life, and the future of Earth's biota in space.

The mission of the NASA Astrobiology Institute is to further our understanding of these profound questions by:

- carrying out, supporting and catalyzing collaborative, interdisciplinary research;
- training the next generation of astrobiology researchers;

- providing scientific and technical leadership on astrobiology investigations for current and future space missions;
- exploring new approaches using modern information technology to conduct interdisciplinary and collaborative research amongst widely-distributed investigators;
- supporting outreach by providing scientific content for K-12 education programs, teaching undergraduate classes, and communicating directly with the public

The Institute's Director

Dr. Carl Pilcher, Director 2006-



Dr. Carl B. Pilcher has had careers in both academia and NASA management. He came to Ames from NASA Headquarters where he was the Senior Scientist for Astrobiology with overall management responsibility for NASA's astrobiology program. His career began with bachelors and doctorate degrees in chemistry from the Polytechnic Institute of Brooklyn and the Massachusetts Institute of Technology, respectively. While still a graduate student, he led scientific teams that discovered water ice in Saturn's rings and on three of Jupiter's Galilean satellites including Europa, now a high priority astrobiology exploration target because of its subsurface liquid water ocean. Upon receiving his Ph.D., he joined the Institute for Astronomy (and later the Department of Physics and Astronomy) faculty at the University of Hawaii, where he discovered and analyzed "weather" on Neptune and participated in the discovery of methane ice on Pluto. He also conducted research on Jupiter's plasma torus and served as a member of the imaging team of NASA's Galileo mission to Jupiter.

Dr. Pilcher made the transition from academia to government through a master's degree from the Woodrow Wilson School of Public and International Affairs at Princeton University. His NASA management career began as Science Director in the Office of Exploration, established at NASA Headquarters by astronaut Sally Ride following the loss of the space shuttle Challenger. When President George H.W. Bush announced plans to return humans to the Moon and then go on to Mars, he moved to NASA's Office of Space Science and Applications to lead scientific development for the new program. He subsequently assumed management responsibility for developing new solar system exploration robotic missions. In this capacity, he organized the science team for the Clementine lunar mission, NASA's contribution to this Department of Defense/Ballistic Missile Defense Organization project. He also led the development of the competitive Discovery Program of small solar system exploration missions and played a pivotal role in one of the first Discovery missions, Mars Pathfinder, by developing the science-technology partnership that led to the inclusion of the Sojourner rover.

Dr. Pilcher subsequently held a series of NASA Headquarters management positions with responsibility, sequentially, for continued planning for human and robotic solar system exploration; strategic planning and developing international partnerships for the space science program; and scientific direction of the solar system exploration program. He has received the NASA Exceptional Achievement Medal, numerous Group Achievement Awards, and an Ames Honor Award.

His transition to astrobiology was inspired by announcements, in 1995-96, of the first discoveries of planets around other stars and possible evidence of biological activity in the Martian meteorite ALH 84001. With training in microbiology from the Marine Biological Laboratory at Woods Hole, Massachusetts, he assumed responsibility for astronomy-related astrobiology programs, including serving as Program Scientist for NASA's Kepler mission to discover Earth-size planets around other stars and NASA's participation in

the Keck Observatory on Mauna Kea. He moved from these responsibilities to overall management responsibility for the astrobiology program in early 2005, and to his current position as NAI Director in September 2006.

Dr. Edward Goolish, Deputy Director 2006-

Dr. Edward Goolish has been Deputy Director of the NASA Astrobiology Institute since October of 2006. Prior to that Ed served the NAI in various capacities for six years, most recently as its Assistant Director for Research. Ed came to NASA Ames Research Center in 1994 to conduct research on the adaptation of aquatic vertebrate models to the microgravity environment of space. At the same time, he contributed to the design and development of biological research facilities for the International Space Station, and was involved in several life-science space missions including Neurolab and two flights of CEBAS, the Closed Equilibrated Biological Aquatic System.



Prior to coming to Ames, Ed held postdoctoral positions at the University of Pennsylvania and Scripps Institution of Oceanography. He was the recipient of research fellowships from the National Science Foundation and the National Research Council for his work on the adaptation of organisms to the extreme environment of the deep-sea, and on the mechanisms involved in the scaling of metabolism in animals. The author of more than 30 peer-reviewed publications in the area of physiological ecology and astrobiology, Ed was himself first introduced to NASA while at the University of Michigan through a NASA Research Fellowship investigating the response of aquatic models to a simulated microgravity.

Wendy Dolci, Associate Director for Operations 2007-



Wendy Dolci has been the NAI's Associate Director for Operations since 2007 and was NAI Operations Manager then Assistant Director from 2000-2004. She is responsible for the Institute's technology infrastructure, including web and collaborative tools, and for management of projects and technical staff at the NAI Central office located at Ames Research Center.

Wendy was previously a Mission Director for NASA's Kuiper Airborne Observatory (KAO). She began work at Ames Research Center in 1987 as a computer specialist for the KAO, and served as Assistant Chief of the Airborne Astronomy Missions Branch from 1993 to 1995. Wendy was Operations Manager for the Stratospheric Observatory for Infrared Astronomy (SOFIA) project from 1996-2000. She has managed numerous airborne science missions for NASA's KAO, DC-8 and ER-2 airborne laboratories, including the KAO Comet Shoemaker-Levy 9 expedition, and Live from the Stratosphere an in-flight television broadcast that aired live on PBS.

Before coming to Ames, Wendy was a Sr. Programmer Analyst for ITT, and led the development of training software for the U.S. Air Force. Prior to working for ITT, she flew as a data analyst aboard the Air Force Geophysics Laboratory's KC-135 Airborne Ionospheric Observatory. Wendy holds a B.S. degree in Physics and Astronomy from the University of Massachusetts at Amherst.

COMMITTEE ON SPACE RESEARCH (COSPAR)

<http://cosparhq.cnes.fr/About/about.htm>

About COSPAR
Scientific Structure
Meetings
Publications
Awards
Associated Supporters
Associates
Links

ORIGIN

After the USSR launched its first Earth Satellite in 1957 and thereby opened the space age, the International Council of Scientific Unions (ICSU), now the International Council for Science, established its Committee on Space Research (COSPAR) during an international meeting in London in 1958. COSPAR's first Space Science Symposium was organized in Nice in January 1960.

PURPOSE

COSPAR's objectives are to promote on an international level scientific research in space, with emphasis on the exchange of results, information and opinions, and to provide a forum, open to all scientists, for the discussion of problems that may affect scientific space research. These objectives are achieved through the organization of Scientific Assemblies, publications and other means.

ROLE

In its first years of existence COSPAR, as an entity that ignores political considerations and views all questions solely from the scientific standpoint, played an important role as an open bridge between East and West for cooperation in space. When this role became less prominent with the decline in rivalry between the two blocs, COSPAR, as an interdisciplinary scientific organization, focused its objectives on the progress of all kinds of research carried out with the use of space means (including balloons).

COSPAR acts mainly as an entity which:

is responsible for organizing biennial Scientific Assemblies with strong contributions from most countries engaged in space research. These meetings allow the presentation of the latest scientific results, the exchange of knowledge and also the discussion of space research problems. Over several decades providing this service has brought recognition to the COSPAR Scientific Assembly as the premier forum for presenting the most important results in space research in all disciplines and as the focal point for truly international space science. In this regard it should be observed that COSPAR has played a central role in the development of new space disciplines such as life sciences or fundamental physics, by facilitating the interaction between scientists in emergent space fields and senior space researchers,

provides the means for rapid publication of results in its journal *Advances in Space Research*,

strives to promote the use of space science for the benefit of mankind and for its adoption by developing countries and new space-faring nations, in particular through a series of Capacity Building Workshops which teach very practical skills enabling researchers to participate in international space research programs,

organizes, on a regional scale, scientific exchange and public outreach on specific research topics, in the framework of Colloquia and Symposia,

advises, as required, the UN and other intergovernmental organizations on space research matters or on the assessment of scientific issues in which space can play a role, for example the Group on Earth Observations (GEO), in which COSPAR is a Participating Organization and co-chair of its Scientific and Technology Committee,

prepares scientific and technical standards related to space research,

promotes, on an international level, research in space, much of which has grown into large international collaborative programs in the mainstream of scientific research.

COSPAR Charter and Bylaws

COSPAR COUNCIL AND BUREAU

COSPAR's highest body is the Council. The Council is comprised of the Committee's President, Representatives of Member National Scientific Institutions and International Scientific Unions, the Chairs of COSPAR Scientific Commissions, and the Chair of the Finance Committee. The Council meets at the Committee's biennial Scientific Assembly. Between Assemblies it is the Bureau which runs COSPAR on a day-to-day basis (see the COSPAR Charter and By-Laws for further details). The Bureau for the 2010 - 2014 term is composed as follows:

<p>COSPAR President: Prof. G. Bignami (Italy) Vice-Presidents: Prof. R. Lin (USA) Prof. J. Wu (China)</p>	<p>Members: Dr. I.S. Batista (Brazil) Prof. K.-H. Glassmeier (Germany) Prof. A. Jayaraman (India) Dr. S. Sasaki (Japan) Prof. J.-P. St.-Maurice (Canada) Prof. L. Zelenyi* (Russia)</p>	<p>COSPAR FINANCE COMMITTEE Chair: Prof. W. Hermsen (Netherlands) Members: Prof. I. Cairns (Australia) Dr. M.E. Machado (Argentina)</p>
<p>OTHER COSPAR COMMITTEES Awards Committee COSPAR Scientific Advisory Committee (CSAC) Editorial Board (Advances in Space Research) Editorial Board (Space Research Today) Nomination Committee Program Committee Publications Committee</p>	<p>COSPAR SECRETARIAT Executive Director: Dr. J.-L. Fellous Associate Director: Mr. A. Janofsky Administrative Assistant: Ms. Leigh Fergus Swan Financial Services: Ms. A. Stepniak</p>	<p>COSPAR Secretariat c/o CNES 2 place Maurice Quentin 75039 Paris Cedex 01, France Tel.: +33 1 44 76 75 10 (outside France), 01 44 76 75 10 (inside France) Fax: +33 1 44 76 74 37 (outside France), 01 44 76 74 37 (inside France) cospar - at - cosparhq.cnes.fr http://cosparhq.cnes.fr</p>

ISSOL

History

<http://issol.org/about/history/>

In 1957, the first International Conference of the Origin of Life (ICOL) met in Moscow, following with two more meetings, in 1963 in Wakulla Springs and in 1970 in Pont-à-Mousson. During a meeting in 1967 of the Radiation Research Society in Cortina d'Ampezzo, **Alexander Oparin** and his wife, Sidney Fox, Cyril Ponnampereuma and others discussed the possibility of gathering together those researchers who were studying origin of life initiatives using varied approaches, specifically with the intent of fostering interactions among the international community ^[2] as an official society. Their idea was to gather together the various disciplines under one banner – ISSOL. In 1973, the Society was officially formed and had their first meeting in Barcelona, Spain. The society's beginning marked a confluence of scientific thought that made considering investigating the origin of life as more than speculative: Alexander Oparin's work on the primordial soup, Sidney Fox's efforts to understand autotynthesis of protocells; Cyril Ponnampereuma's ideas of chemical evolution, and Stanley Miller's and Harold Urey's test of early earth conditions ability to produce organic compounds.

The society grew to sponsor international meetings on a three year cycle, varying the locales to enable fair access to all international partners. International participation in spaceflight programs in the 60's provided an impetus to the growing origin of life community and specifically in the United States and the society through financial support from **NASA**. Dick Young, the first head of NASA's **Exobiology** program, and the program itself was instrumental in providing direction and funding over the next several decades, which supported ISSOL and its members ^[3]. As manned and unmanned space travel matured, the origin of life research initiatives and the interdisciplinary approaches needed became important to the space community. Real possibilities of detecting life on other bodies in our solar system became an attractive goal. The origin of life field became increasingly interdisciplinary, augmenting its membership with geologists, paleoatmosphere chemists, and astronomers and the society began reaching out to the wider community, providing a more astrobiological context to its meetings.

The term **Astrobiology**, though once outside the mainstream of scientific inquiry, was a formalized field of study as early as 1960, and in 1998 NASA established the Astrobiology Institute to perform research in astrobiology. Astrobiology became a global endeavor with international partners in Europe, Australia, Spain and England. In 2005 at the ISSOL meeting in Beijing, ISSOL determined that developments in interdisciplinary approaches of origin of life projects and the maturing Astrobiology discipline, provided an overlap in interest that needed to be reflected by ISSOL. The society voted and adopted a change to the name, as the ISSOL The International Astrobiology Society.

Définitions de la vie d'un point de vue physico-chimique selon André BRACK

Extrait du site:

www.insu.cnrs.fr/co/actions-sur.../origines-des-planetes-et-de-la-vie

Est considéré comme vivant tout système ouvert capable d'auto-reproduction et d'évolution

Le poids des mots:

- Système ouvert : reçoit énergie et matière première
- Reproduction: faire plus de soi-même
- Autonomie : faire plus de soi-même par soi-même
- Évolution : pour permettre l'adaptation et la biodiversité

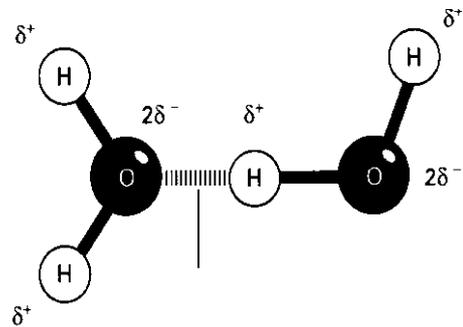
N'ont pas droit à l'appellation contrôlée « vivant » :

Les virus contemporains

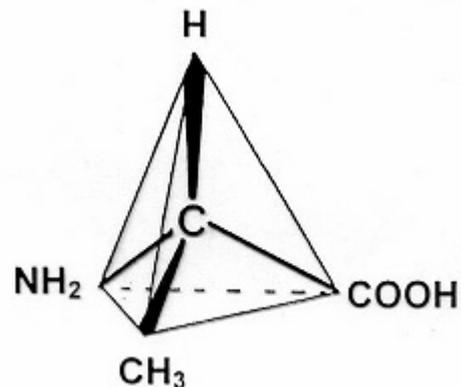
Les cristaux

S'inspirer de la vie terrestre:

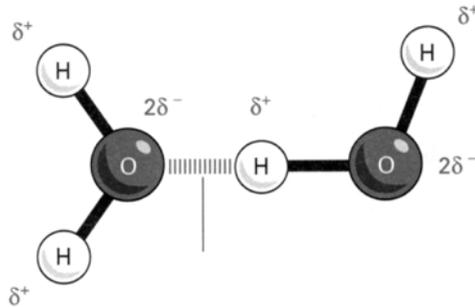
L'eau



Le carbone

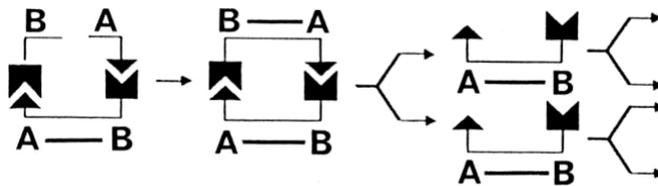


Les Vertus de l'Eau



La tétravalence du carbone permet l'élaboration de molécules de plus en plus complexes présentant une information chimique de séquence (le « mot » biologique) de plus en plus grande.

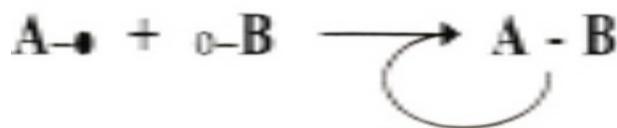
Faire plus de soi-même par soi-même n'est autre que de l'autocatalyse.
 Nombreux exemples d'autocatalyse d'éléments monofonctionnels:



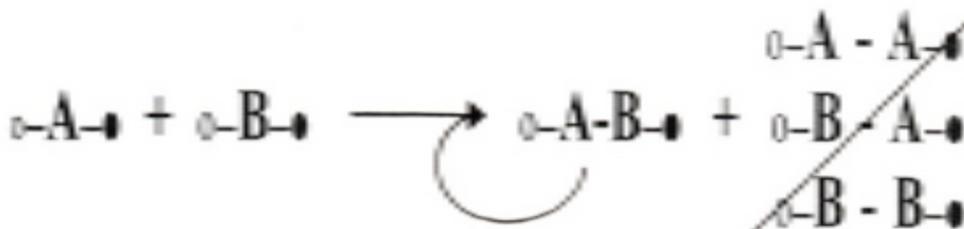
Mais... l'information chimique se limite à des « mots » à deux lettres et ne permet pas au système d'évoluer

Ⓒ

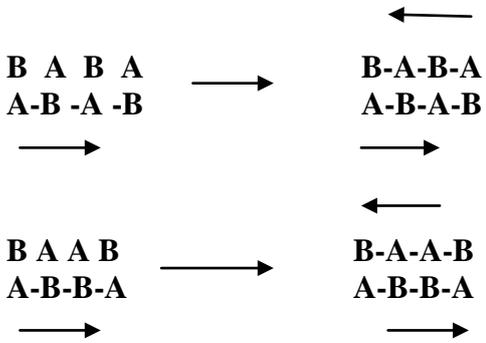
Autocatalyse:



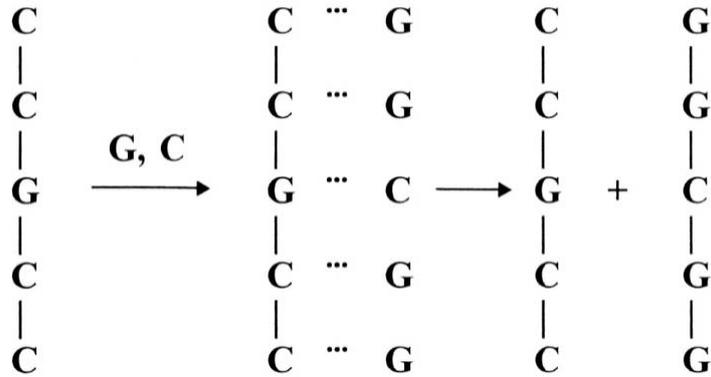
Vie = autocatalyse d'éléments bifonctionnels + sélection



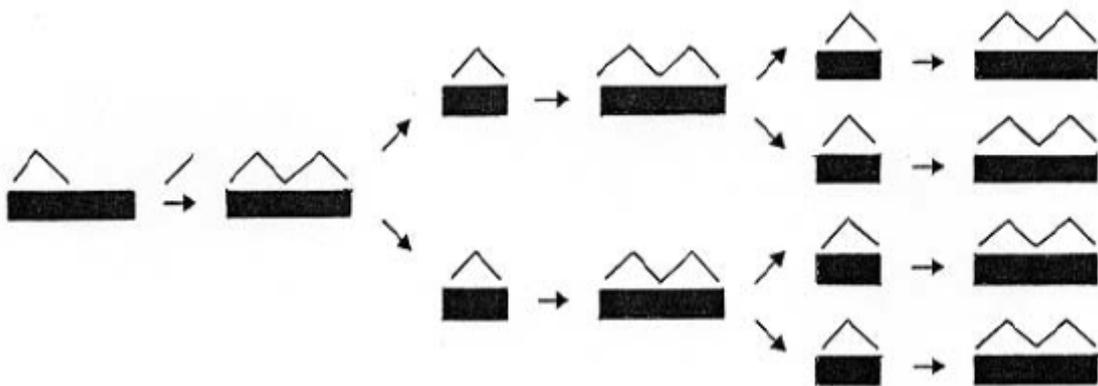
Auto-reproduction par copie conforme ou par réplication?



Auto-réplication, certes, **mais** on comprend mal la formation prébiotique de CCGCC, ni même celle de C,



Auto-reproduction par copies conformes assistée par surface minérales



Les vertus de la chimie sur surfaces minérales

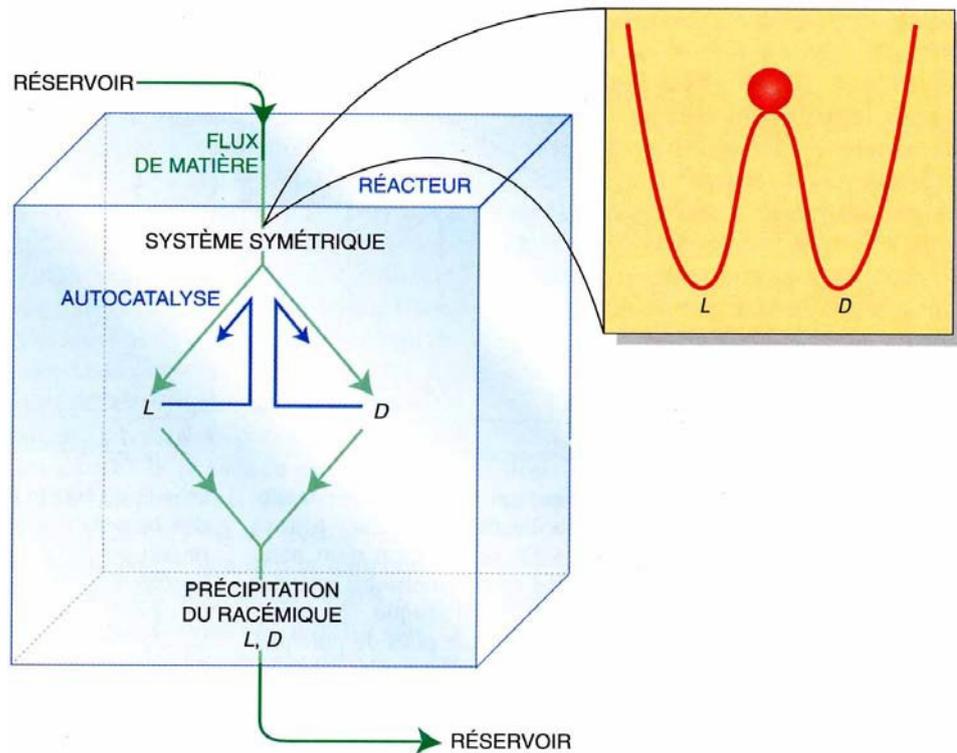
- adsorption sélective
- interactions ioniques
- mobilité réduite
- hydrolyse réduite

Polymérisation d'un acide aminé en présence d'argile (illite par ajouts successifs d'agent activant, **mais....**

Croissance autocatalytique de micelles, **mais....** pas d'information de séquence permettant l'évolution
Autocatalyse, certes, **mais....** le choix porte sur des peptides préformés, pas sur des éléments bifonctionnels

Les vertus du carbone:- son asymétrie

Des modèles cinétiques simples montrent que, dans certaines conditions, le système autocatalytique ne produit qu'un seul énantiomère à partir d'un léger excès en cet énantiomère



L'HISTOIRE DE LA VIE

ORIGINES

« La vie semble être un comportement ordonné et réglementé de la matière, comportement non basé exclusivement sur sa tendance de passer de l'ordre au désordre, mais en partie sur un ordre qui se maintient. »

Erwin Schrödinger, *Qu'est-ce que la vie ?*, 1944.

Quand les ARN peuplaient le monde

LES DOSSIERS DE LA RECHERCHE N° 19 | MAI 2005 |

Marie-Christine Maurel

Professeur à l'Université Pierre-et- Marie Curie, Paris VI,

Chercheur à l'Institut Jacques-Monod à Paris.

maurel@ijm.jussieu.fr

Elles sont ubiquistes dans les trois domaines du vivant et leur diversité fonctionnelle ne cesse d'étonner les chercheurs : les molécules d'acide ribonucléique ou ARNs pourraient avoir présidé le métabolisme des toutes premières étapes de la vie. L'hypothèse d'un « monde ARN originel » arrive aujourd'hui en tête dans les scénarios de l'évolution.



**A L E X A N D R E
OPARIN propose
en 1924 sa théorie
de la « soupe
prébiotique ».**
©NOVOSTI/SPL/COSMOS

Parmi les différentes hypothèses sur les origines de la vie, on a longtemps privilégié celle proposée en 1924 par le biologiste soviétique Alexandre Oparin. On pourrait la résumer ainsi : des molécules formées dans l'atmosphère de la Terre primitive se seraient déposées dans l'eau des océans et auraient constitué une « soupe prébiotique » contenant une grande variété de substances organiques, à partir desquelles la vie cellulaire se serait organisée.

Depuis les années 1950, ce scénario extraordinaire a donné lieu à de multiples expériences dont la plus célèbre est celle de Stanley Miller qui, en 1953, a réalisé la synthèse de quatre acides aminés, en tout point semblables aux acides aminés de nos protéines actuelles, en faisant réagir des molécules gazeuses simples (méthane CH₄, hydrogène H₂, ammoniac NH₃, eau H₂O) soumises à une décharge électrique de 60 kilovolts [1]. Des acides aminés se retrouvant dans une solution aqueuse formée en fin de réaction, cela ressemblait beaucoup à la soupe prébiotique d'Oparin ! Mais cette hypothèse, même « confirmée » expérimentalement, a rencontré de sérieuses oppositions. On a notamment fait remarquer que l'assemblage des petites molécules, que l'on appelle les briques élémentaires du vivant, en macromolécules fonctionnelles, nécessite toujours l'élimination de molécules d'eau, et qu'il est difficile de réaliser une telle réaction de condensation...dans l'eau !

Matrice originelle Des scénarios alternatifs se sont alors développés, privilégiant le rôle de surfaces minérales telles que les argiles ou les pyrites [III]. La controverse a stimulé l'expérimentation et il faut reconnaître qu'aujourd'hui les sources de molécules nécessaires à la vie ne constituent plus un très grand mystère. La biomasse présente sur la Terre primitive, qu'elle soit d'origine endogène ou venue de l'espace (théorie dite de l'impact), est quantifiable par les géochimistes. La plupart de ces événements passés sont aujourd'hui reconstitués en laboratoire, où l'on produit aisément molécules et fragments de la chaîne métabolique, dans des conditions dites « prébiotiques » [1,2]. À ce stade, nous devons nous interroger sur la pérennité, la transmission et l'évolution de ces processus. En terme biologique, il est en effet important de savoir jusqu'à quel point une séquence de réactions (un métabolisme) est capable de se développer indépendamment d'un système génétique. Autrement dit, la vie a-t-elle pu s'installer à partir d'un chaos initial de molécules synthétisées dans un océan primitif ? Ne faut-il pas plutôt imaginer l'existence d'une matrice originelle capable d'informer, au sens étymologique du terme *informare*, donner une forme, c'est-à-dire de façonner et de supporter les processus naissants ?

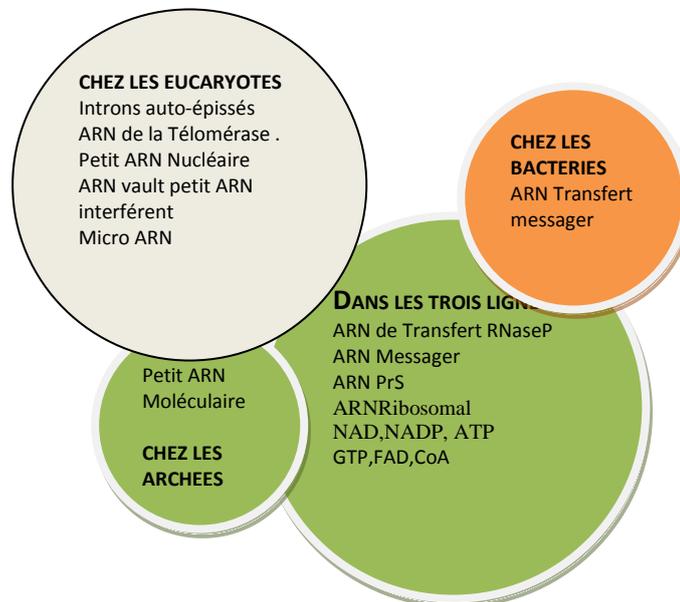


Fig 1 : LES ARNs SONT PARTOUT DANS LES TROIS LIGNÉES DU VIVANT, eucaryotes, bactéries et archées, comme le montre cette répartition (en rouge : les composants ribonucléotidiques). Nombre de ces ARNs accomplissent plusieurs actes métaboliques.

De fait, le métabolisme contemporain met en jeu, au sein de toute cellule vivante, deux grandes catégories de molécules aux structures très différentes, les acides nucléiques et les protéines. Les acides nucléiques, ADN (acide désoxyribonucléique) et ARN (acide ribonucléique) sont composés par l'alternance régulière de quatre motifs, A, T (ou U pour l'ARN), G et C, alors que les protéines sont constituées de 20 acides aminés qui ont tous une personnalité chimique différente. Il est aujourd'hui bien connu que les acides nucléiques portent dans leurs séquences une « information génétique ». Ils servent de matrice lors de la transmission de ces séquences à des molécules-filles (ce que l'on appelle la réplication) ou à des molécules d'ARN (on parle alors de transcription). Les protéines, quant à elles, sont les actrices qui mettent en oeuvre la matière vivante.

S'il est délicat d'imaginer l'émergence spontanée et simultanée de ces deux classes de macromolécules si différentes, il est encore plus difficile de concevoir l'émergence spontanée et simultanée d'une relation de codage entre elles. Or, cette relation de codage préside à la synthèse des protéines qui sont

les catalyseurs des réactions biochimiques du vivant. Autrement dit, les protéines expriment le « message » que les fragments d'acides nucléiques – les gènes – portent dans leurs séquences.

Un pouvoir catalytique

Comment dès lors envisager la question des origines ? Dans les années 1980, la découverte d'ARN à pouvoir catalytique a ouvert de nouveaux horizons. Ces ARNs catalyseurs, appelés également ribozymes – c'est ainsi qu'ils furent nommés par contraction du ribose contenu dans l'ARN, et du suffixe « zyme », qui signifie ferment –, sont non seulement capables de véhiculer une information génétique, mais également d'exercer une activité catalytique, à l'instar des protéines. Dès 1986, Walter Gilbert signait, dans la revue *Nature*, un petit article qui rassemblait l'ensemble des observations et des faits conduisant à ce qu'il baptisa le « *RNA world* » [3].

Comme on peut l'imaginer, l'hypothèse du « monde ARN » est fondée sur l'idée qu'à une certaine étape de l'évolution le métabolisme a reposé essentiellement sur l'activité des molécules d'ARN. Au cours d'une étape précoce, la continuité génétique était alors assurée par la réplication de molécules d'ARN, par le jeu d'interactions faibles et sans intervention d'enzymes protéiques. La catalyse, quant à elle, était assurée par les ribozymes, accompagnés éventuellement par l'activité de petits peptides [4]. Ce scénario s'appuie sur un certain nombre d'observations du métabolisme contemporain interprétées comme étant des traces fossiles de l'activité passée du monde ARN.

Par ailleurs, il suffit d'examiner la distribution phylogénétique des acides ribonucléiques dans les trois domaines du vivant, eucaryotes, bactéries et archées [fig. 1], pour se rendre compte à la fois de leur ubiquité, de leur grand nombre et de leur diversité fonctionnelle. On trouve, à côté des ARNs messenger*, des ARNs de transfert* et des ARNs ribosomiaux*, de multiples petits ARNs et des cofacteurs de même nature qui accomplissent chacun plusieurs actes métaboliques : des catalyses, des régulations, des contrôles, des rôles dans la défense antivirale, des extinctions de gènes ou des restaurations de génomes ancestraux,... d'autres ARNs sont multi-spécifiques, c'est le cas des ARNm bactériens qui sont à la fois ARN de transfert et ARN messenger...

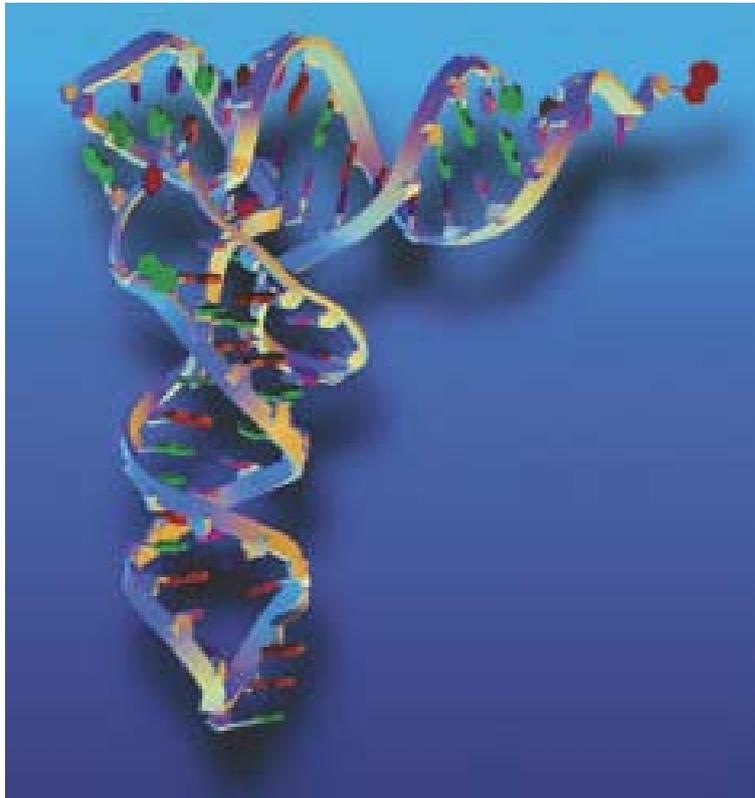
La découverte la plus spectaculaire fut publiée dans la revue *Science* en l'an 2000. Paul Nissen et ses collaborateurs de l'université Yale, dans le Connecticut, y révélaient les bases structurales de l'activité de l'ARN ribosomal capable de former la liaison peptidique entre deux acides aminés. Le ribosome, gros complexe composé d'ARN dit ribosomal et de protéines, est le lieu où se déroule la synthèse des protéines. Le ribosome est un ribozyme, cela signifie que l'ARN ribosomal est seul responsable de la synthèse des protéines ; ce qui constitue évidemment un argument de poids en faveur de l'idée d'un monde ARN originel.

Attardons-nous quelques instants sur un autre ARN, l'ARN de transfert, ou ARNt, qui joue également un rôle crucial lors de la synthèse des protéines. L'ARNt transporte en effet un acide aminé en un site particulier du ribosome afin que s'établisse la liaison avec un autre acide aminé. Le choix de l'ARNt spécifique de l'acide aminé transporté est guidé par le fait qu'il possède trois nucléotides* (anticodons) qui « reconnaissent » trois autres nucléotides (codons) portés par l'ARN messenger. L'ARNt fonctionne donc comme un adaptateur – il y a en effet autant d'ARNt dans la cellule que d'acides aminés –, et tout permet de penser que ce type de molécule est apparu très tôt dans l'évolution. Certains spécialistes considèrent même que ce sont des fossiles moléculaires d'un ancien monde ARN. En effet, au sein de la petite molécule d'ARN de transfert (100 nucléotides de long au maximum), que l'on représente souvent sous forme de feuilles de trèfle, constituée de quatre tiges surmontées de quatre boucles, on trouve de très nombreux nucléotides « exotiques » à qui l'on prête une lointaine origine prébiotique. Cette particularité n'est pas anodine, puisque ces nucléotides modifiés sont communs aux trois domaines du vivant et prennent une part décisive dans les interactions avec les protéines et dans la fidélité de la traduction du « message » génétique.

Enfin, il est fréquent de rencontrer des virus*, dits virus à ARN, (par exemple, le rétrovirus VIH) ou des viroïdes* portant des motifs qui ressemblent à de l'ARNt [fig. 2a, 2b]. Nancy Maizels et Alan Weiner

de Yale University, dans le Connecticut, ont décrit récemment le cas de nombreux virus bactériens ou de plantes qui seraient des fossiles moléculaires d'un monde ARN. Leurs chromosomes étaient à l'origine constitués de simples brins d'ARN et furent par la suite « rétro-transcrit » en génome à ADN (lire l'interview de Patrick Forterre, p. 39). La présence obligatoire d'ARN pour amorcer la synthèse d'ADN dans toutes les cellules vivantes pourrait d'ailleurs être un vestige de ces premiers génomes à ARN et de leur transcription vers l'ADN. L'initiation de la réplication de tout l'ADN cellulaire pourrait dans ce cadre n'être qu'une transcription détournée et l'ADN ne serait plus alors qu'un ARN modifié.

Dans leur structure, certains virus à ARN présentent de nombreux motifs d'ARNs catalytiques actifs au cours de la réplication virale. Ces motifs viraux dits en « tête de marteau » ou en « épingle à cheveux » en raison de leur forme, ou le virus de l'hépatite Delta, s'autocoupent de manière réversible et façonnent ainsi le génome viral. Il est tentant de considérer ces virus à ARN comme les « starters » du monde vivant. Pour prolonger cette hypothèse, il nous reste encore à découvrir d'autres activités démontrant les réelles capacités métaboliques des ribozymes.



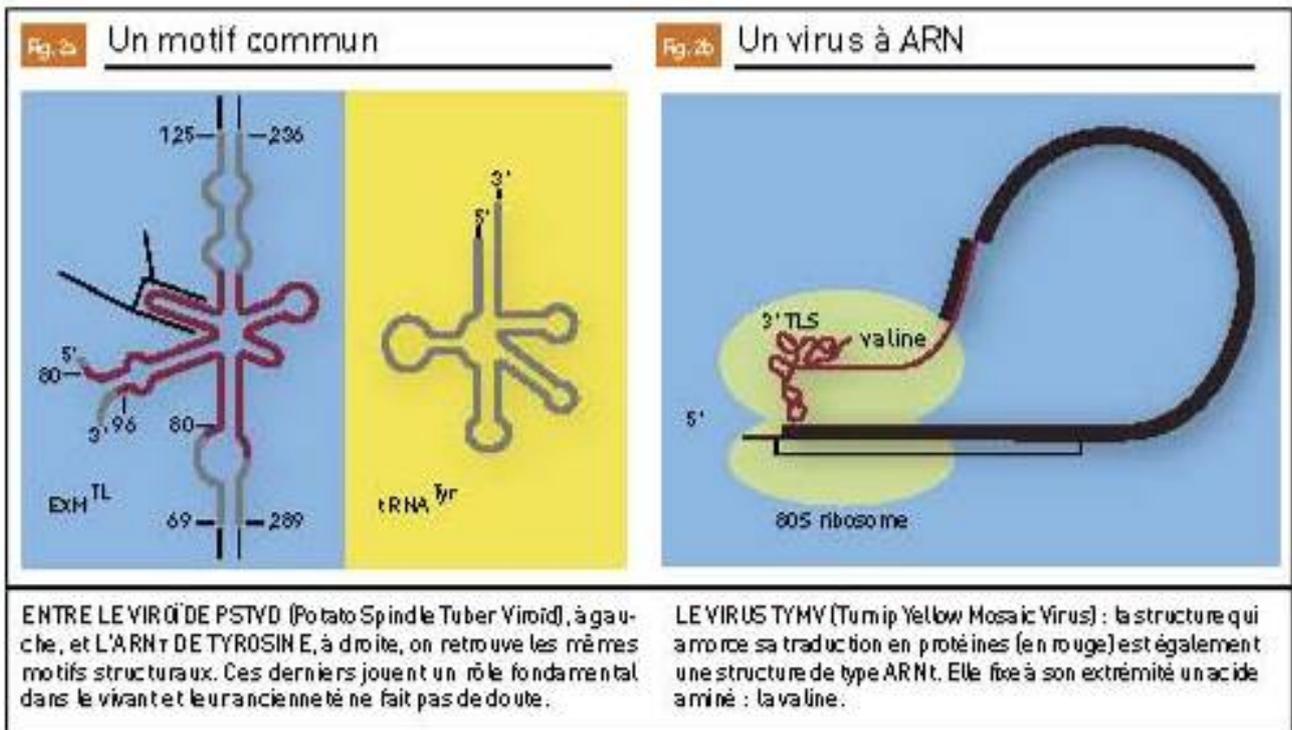
STRUCTURE TRIDIMENSIONNELLE D'UN ARN DE TRANSFERT.

Cette molécule joue un rôle crucial dans la synthèse des protéines, et tout laisse penser qu'elle est apparue très tôt dans l'évolution. © ALFRED PASIEKA/SPLCOSMOS

Darwin *in vitro*

Un premier pas en ce sens a été franchi *in vitro*, puisque l'on peut d'ores et déjà orienter l'activité de molécules d'ARN au cours d'expériences d'évolution dirigée. La méthode, mise au point dans les années 1990 par Larry Gold de SomaLogics-Boulder dans le Colorado et Jack Szostak au Massachusetts General Hospital à Boston, consiste à sélectionner à partir d'une grande population de molécules d'ARN toutes différentes, les quelques rares ARNs capables de réaliser un acte catalytique imposé par l'expérimentateur. Il s'agit d'une sélection non naturelle mimant parfaitement les étapes clés (amplification, mutation,

sélection) d'un processus darwinien. Dans ces expériences, des ribozymes capables de lier des nucléotides les uns aux autres, de lier des acides aminés à des ARNs de manière spécifique, d'accomplir des réactions d'oxydoréductions ou de se lier eux-mêmes à des composants membranaires ont été obtenus avec succès... Reste à comprendre comment sont apparus les premiers nucléotides. D'autres expériences sont en cours, mimant différents milieux prébiotiques et mettant en oeuvre des systèmes génétiques alternatifs, agencés de manière aléatoire, autrement dit des molécules très semblables aux acides nucléiques et présentant les mêmes propriétés dans le transfert d'information.



Ce qui est réalisable *in vitro* dans nos laboratoires a-t-il pu se produire il y a 3,8 milliards d'années ? Personne ne peut encore l'affirmer, mais il est clair qu'à partir de toutes ces données, on peut aujourd'hui dessiner le contour d'un hypothétique scénario de ce que furent les étapes clés de l'histoire naturelle du vivant. Des viroïdes, ou leurs proches ancêtres, qui ressemblent à des ARNs catalytiques libres et porteurs d'informations, ont été encapsulés dans un environnement spécial, lipidique, membranaire ou cristallin, et c'est ainsi qu'un monde nouveau, compartimenté, a pu émerger à partir de ces structures. Cet ensemble archaïque rassemblait probablement toutes formes de protovirus puis de protocellules capables de mettre en oeuvre les débuts d'un métabolisme et de se confronter à une sélection darwinienne. De nouvelles populations évoluèrent vers des cellules à ARN complexes, des ribocytes, capables de déployer une large gamme d'activité préparant la transition vers le monde à ADN moderne [5,6].

Un rôle dans l'hérédité

Étape clé des travaux sur les origines de la vie, le monde de l'ARN constitue-t-il également une étape précoce de l'histoire du vivant ? Les ARNs contemporains sont-ils les fossiles d'anciennes molécules ? Les voies métaboliques primordiales ont-elles été guidées par de petits ARNs ? Le message de dizaines d'années de recherche est maintenant bien clair. Dans nos laboratoires, l'ARN a changé de statut : de simple molécule au rôle transitoire permettant de bâtir des objets plus complexes, il est devenu, au fil des découvertes, une molécule aux multiples fonctions métaboliques. Et contrairement à ce que l'on a longtemps cru, l'hérédité ne repose pas uniquement sur la molécule d'ADN. L'étude des mécanismes épigénétiques* montre que l'ARN intervient lors de la transmission de l'activité des gènes, donc au cours de l'hérédité. Comme le soulignait Axel Kahn dans un article publié le 15 août 2002 dans *Le Monde*, nous

venons d'entrer dans une ère nouvelle de la biologie moléculaire. On venait en effet de découvrir des petits ARN dits « *interférents* », au mécanisme d'action qualifié d'universel. Ces petits ARNs (21-25 nucléotides de long) ont de multiples fonctions : dans la défense antivirale, la régulation de l'expression des gènes, les réarrangements génétiques ou l'inhibition de la synthèse des protéines. « *Une découverte génétique qui révolutionne la science* », titrait en une *Le Monde* ! Ce que nous observons à ce jour de l'activité des ARNs pourrait bien n'être que le sommet d'un immense iceberg... ■

- *Les **ARNs messager** véhiculent l'information génétique de l'ADN du noyau vers le cytoplasme
- *Les **ARNs de transfert** participent à la traduction de l'information génétique en tant que lien entre acides nucléiques et protéines
- *Les **ARNs ribosomiaux** sont les constituants structuraux et fonctionnels des ribosomes
- *Les **nucléotides** sont les briques élémentaires des acides nucléiques. Ils sont formés par l'association d'une base azotée, d'un sucre (ribose pour l'ARN, ou désoxyribose pour l'ADN) et d'un acide phosphorique. Associés les uns aux autres, les nucléotides constituent la séquence de l'acide nucléique.
- *Un **virus** est un parasite pathogène qui ne contient qu'une seule molécule d'ARN ou d'ADN (jamais les deux) entourée d'une enveloppe protéique. Le VIH (virus de l'immunodéficience humaine), le virus de l'influenza, le poliovirus sont tous des virus à ARN.
- *Les **viroïdes** sont les plus petits agents pathogènes des plantes. Ils sont constitués d'un ARN circulaire en simple brin et ne comportent pas d'enveloppe.
- ***L'hérédité épigénétique** n'est pas liée exclusivement à l'ADN ; elle s'opère par des réactions biochimiques réversibles et sensibles aux effets environnementaux

Références :

- [1] M.-C. Maurel et L.E. Orgel, *Origins of Life and Evolution of the Biosphere*, 30, 423, 2000.
- [2] L. Lemman, L.E. Orgel, M.R. Ghadiri, *Science*, 306, 283, 2004.
- [3] W. Gilbert, *Nature*, 319, 618, 1986.
- [4] M.-C. Maurel et A.L. Haenni, *Lectures in Astrobiology*, Springer Verlag, 2005.
- [5] P. Forterre, *Current Opinion in Microbiology*, 5, 525, 2002.
- [6] M. Yarus, *Annu. Rev. Genet.*, 36, 125, 2002.

La Recherche a publié

- [I] Entretien avec Stanley Miller, « L'apparition de la vie était inévitable », novembre 2003, n° 369, p. 67.
- [II] Entretien avec Günter Washtershäuser, « La première étincelle de vie », novembre 2000, n° 336, p. 25.

POUR EN SAVOIR PLUS

- 3M.-C. Maurel, *La Naissance de la vie : de l'évolution prébiotique à l'évolution biologique*, 3e édition revue et augmentée. Dunod, 2003.
- 3M.-C. Maurel, *Les Origines de la vie*, Syros, 1994.
- 3R. F. Gesteland *et al*, *The RNA World*, 2e édition, Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1999.
- 3www.larecherche.fr