

**BULLETIN N° 176**  
**ACADÉMIE EUROPEENNE**  
**INTERDISCIPLINAIRE**  
**DES SCIENCES**



**lundi 3 juin à 17h Maison de l'AX 5 rue Descartes 75005 Paris**

**Conférence:**

**Physique de deux infinis: du Big-Bang aux particules**

*(Conférence AEIS-Nancy du 23 février)*

**Victor Mastrangelo (AEIS)**

Professeur honoraire de Physique, CNAM-Paris et Université Paris-Sud/IPN-Orsay

**Prochaine séance :**

**lundi 2 septembre à 17h Maison de l'AX 5 rue Descartes 75005 Paris**

**Conférence :**

**Eau et Sel: Premières molécules de la Vie**

**par J. Zaccai (Directeur de Recherche, CNRS)**

CEA/CNRS/Université Joseph Fourier/UMR5075 Institut de biologie structurale (IBS)  
 et Institut Laue-Langevin (ILL) Grenoble

# 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-TANNOUDJI  
**SCIENCES DE LA VIE ET BIOTECHNIQUES** : Pr Brigitte DEBUIRE

**CONSEILLERS SPECIAUX**:  
**EDITION**: Pr Robert FRANCK  
**AFFAIRES EUROPEENNES** : Pr Jean SCHMETS

**SECTION DE NANCY** :  
**PRESIDENT** : Pr Pierre NABET

juin 2013

**N°176**

### TABLE DES MATIERES

- p.03 Compte-rendu de la séance du lundi 3 juin 2013
- p.16 Comptes-rendus de la section Nice Côte d'Azur du 16 mai 2013 et du 20 juin 2013
- p. 24 Annonces
- P. 32 Documents

**ACADEMIE EUROPEENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES**  
**Fondation de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris.**

**Séance du**

**Lundi 3 juin 2013**

**Maison de l'AX 17h**

La séance est ouverte à 17h sous la Présidence de Victor MASTRANGELO et en la présence de nos collègues Gilbert BELAUBRE, Alain CORDIER, Françoise DUTHEIL, Claude ELBAZ, Michel GONDRAN, Irène HERPE-LITWIN, Gérard LEVY, Pierre MARCHAIS, Pierre PESQUIES, Jean SCHMETS.

Etaient excusés François BEGON, Bruno BLONDEL, Michel CABANAC, Alain CARDON, Daniel COURGEAU, Gilles COHEN-TANNOUDJI, Jean -Pierre FRANCOISE, Robert FRANCK, Walter GONZALEZ, Saadi LAHLOU, Jacques LEVY, Valérie LEFEVRE-SEGUIN, Emmanuel NUNEZ, Alain STAHL, Jean VERDETTI.

## **I. Problématiques internes AEIS**

### **A. Démarches en vue d'un financement de Colloques par la Mairie de Paris**

Michel GONDRAN nous fait part de l'avancement de ses démarches:

- Le dépôt des papiers avec les quelques modifications (changement de statuts) ont bien été enregistrés.
- L'inscription sur le site SIMPA (*Système d'Information Multi-services des Partenaires Associatifs*) est presque achevée

La Ville de Paris peut subventionner:

- Des Colloques Internationaux qui se tiennent dans Paris Intra Muros (Les subventions ne peuvent représenter que 25% du coût du Colloque)
- des locations ou des prêts de salle

Autres points:

- Le Conseil de la Ville de Paris apprécie notamment l'impact, l'ouverture aux jeunes chercheurs.
- Les appels d'offre doivent être soumis avant le fin du mois de mars pour l'année 2014, or nous n'étions pas prêts.
- Une nouvelle opportunité se présentera peut-être en septembre 2013.
- Il importera également de bien vérifier le site de l'AEIS à ce sujet.
- Pour compléter le financement de 25% par la Ville de Paris, il faudrait explorer les possibilités de la Région IDF....sachant néanmoins que, si les fonds de la Ville de Paris sont débloqués avant consommation, ceux de la région ne le sont qu'après...

Parmi les questions posées:

- Existe-t-il un Conseil Scientifique de la Ville de Paris?

## B. Subventions pour des activités autres que des Colloques

Ces activités d'intérêt général concernent le fonctionnement, l'équipement, des ouvrages...

## C. Editions des Comptes-rendus des Colloques

Cette problématique nous renvoie au compte-rendu très complet fourni par notre Collègue Robert FRANCK lors de notre précédente séance où il relatait les ouvertures possibles avec l'éditeur EDP. Il peut également être intéressant de solliciter la Mairie e Paris, le Réseau de la Francophonie...

## D. Secrétariat de l'AEIS

Notre Collègue Irène HERPE-LITWIN qui détient depuis plus de 10 ans le poste de Secrétaire générale, souhaiterait être quelque peu déchargée de certaines contraintes. Notamment , elle souhaiterait que la synthèse des conférences ne lui incombe plus nécessairement et que selon la matière impliquée ( Physique fondamentale, modélisation mathématique, biologie ....) un Collègue spécialiste du domaine en réalise la synthèse. Notre Collègue Jean Pierre FRANÇOISE s'est proposé pour aider notre Collègue Secrétaire pour résoudre ces problèmes.

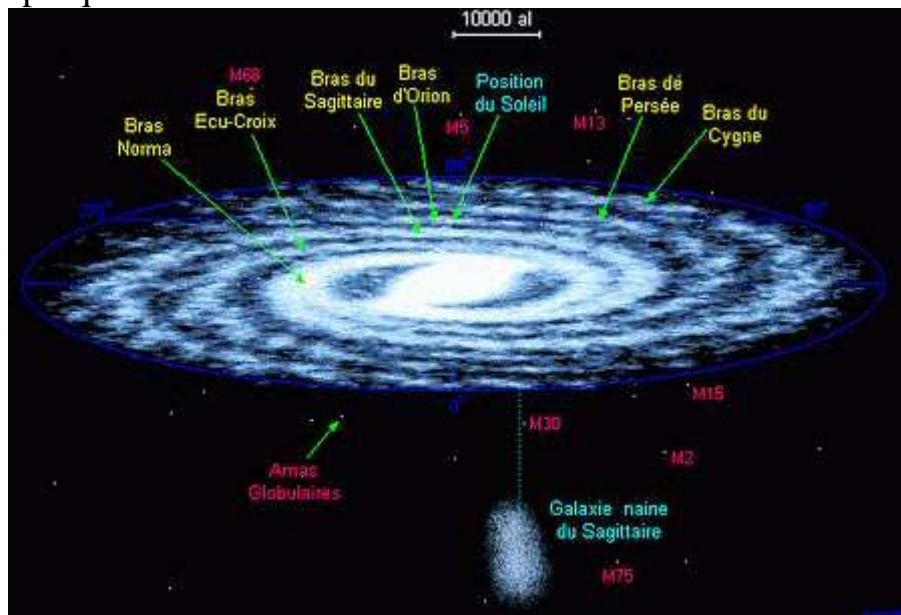
## II. Conférence de notre Collègue Victor MASTRANGELO:

Notre Président nous expose sa présentation au séminaire de l'AEIS-Nancy du 23 /02/ 2013:

### La PHYSIQUE DES DEUX INFINIS

*Très intéressée par le thème, notre Collègue **Françoise DUTHEIL**, s'est proposée pour nous en écrire la synthèse que nous vous présentons ci-dessous:*

Du Big-bang aux particules élémentaires, les progrès des connaissances sur les origines de l'Univers à grande échelle, permettent de mieux comprendre la structure de la matière à petite échelle et réciproquement.



Vers l'infiniment grand : en levant les yeux, on peut voir une infinité de points lumineux tapissant la voûte céleste : ce sont les étoiles de la Voie Lactée, galaxie spirale particulièrement petite et légère, relativement isolée, ce qui a sans doute permis d'éviter les collisions et donc *d'engendrer la Vie*.



la galaxie d'Andromède

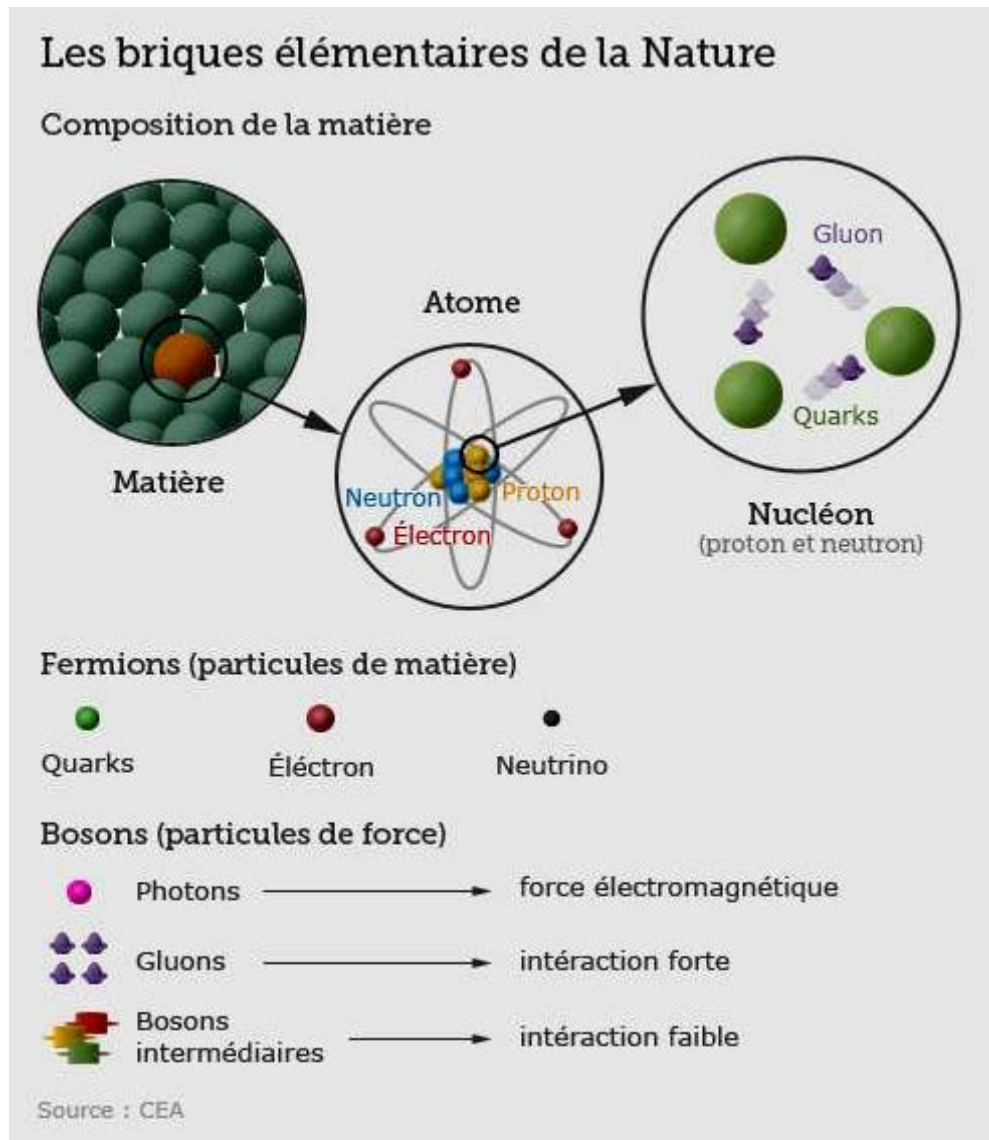
En s'éloignant, on distingue d'autres galaxies semblables à la nôtre. Celles-ci, composées chacune de plusieurs dizaines de milliards d'étoiles, se regroupent par l'action de la *Gravité* pour former des ensembles de plusieurs milliers, puis de millions d'unités, tissant une gigantesque toile au niveau de l'Univers à grande échelle.

Les instruments actuels permettent d'observer jusqu'à *la première lumière de l'Univers*, émise 380 000 ans après le Big-Bang, nous renseignant sur l'histoire de l'Univers, commencé il y a 13,7 milliards d'années. Ils nous ouvrent de nouvelles fenêtres dans le domaine du visible mais aussi dans d'autres domaines du spectre invisible électromagnétique : gamma, rayons X, l'ultraviolet, l'infrarouge, micro-onde, radio...

La lumière visible n'est en effet qu'une toute petite partie de ce spectre ; c'est tout un monde qui se révèle à nous, celui des phénomènes les plus violents de l'Univers : Supernovae par exemple, rayons cosmiques, ondes gravitationnelles, neutrinos, trous noirs, *Univers primordial*.

### Vers l'infiniment petit : jusqu'où peut-on aller?

Dès l'Antiquité, les philosophes (Leucippe, Démocrite, Lucrèce...) se sont penchés sur cette question. Ils eurent l'intuition que tout était formé de grains de matière : *les atomes*. Cette théorie sera vérifiée expérimentalement deux millénaires plus tard, validée mais complétée car on découvrira par la suite que les atomes ont une structure : un *noyau* autour duquel gravitent des *électrons*. On découvrira aussi que le noyau est constitué de *protons* et de *neutrons*, eux-mêmes formés de *quarks*.



Le « modèle standard » de la physique des particules est la théorie qui décrit la structure ultime des particules élémentaires de la matière ; elle a été élaborée dans les années 1960-70, et propose la meilleure description que l'on connaisse pour l'instant des constituants élémentaires de la matière et des forces qui s'exercent entre eux.

Pourtant les théories actuelles ne permettent pas de tout comprendre ou de tout expliquer, **une pièce essentielle du modèle standard restant à confirmer, le boson dit de Higgs**, sans que cela nous donne pour autant la moindre certitude sur le fait que ce que nous appelons « particules élémentaires » le soient vraiment.

Dans ce modèle, les particules élémentaires se classent :

- en particules de matière, aussi appelées fermions,
- et en *particules médiatrices des forces, les bosons, particules qui transmettent les interactions.*

## **Les quatre interactions fondamentales actuellement connues sont:**

- la **gravitation**: la force d'attraction entre les grands corps (terre et lune par exemple);
- l'**interaction électromagnétique**: la force d'attraction entre les particules chargées électriquement;
- l'**interaction forte**: l'interaction entre les quarks, sous-particules du proton et du neutron;
- l'**interaction faible**: interaction concernée par la radioactivité.

Ces quatre interactions fondamentales sont à la base du modèle standard, *véhiculées par leurs bosons "intermédiaires"* :

- le photon pour l'interaction électromagnétique,
- les gluons pour l'interaction nucléaire forte,
- les W et Z pour l'interaction nucléaire faible.

La *gravitation* est véhiculée par le graviton (*non encore observé*), mais ne peut être décrite dans le formalisme quantique actuel.

### Matière et antimatière

Toutes les particules de matière ont également un équivalent en antimatière, une forme de matière en quelque sorte « inversée », qui a des caractéristiques, comme la charge, inversées. Chaque constituant élémentaire possède ainsi son antiparticule, de même masse et de nombres quantiques algébriques (comme la charge électrique) de signe inverse. Mais où est passée l'antimatière ?

### Une théorie quantique de la gravitation ?

**Pourra-t-on unifier ces 4 forces fondamentales et les faire cohabiter au sein d'un même formalisme?**

Cette cohabitation est réussie pour les 3 forces du monde microscopique, le modèle standard de la physique des particules, mais il reste encore des questions ouvertes...**La reconstruction théorique de l'Univers est donc inévitable.**

**La physique des particules contribue à répondre à certaines de ces questions.**

L'Univers visible n'est pas tout l'Univers ! Nous n'en connaissons qu'une partie limitée en temps et en espace, ainsi qu'en messagers (par exemple lumière, neutrinos).

### Le modèle standard de la cosmologie

#### Idées théoriques :

- **L'espace-temps** a une structure métrique déterminée par le contenu matériel de l'Univers via l'équation d'Einstein de la relativité générale.

- *La gravitation est considérée en première approximation comme la seule force intervenant à l'échelle cosmique.*

- L'Univers est homogène et isotrope (c'est-à-dire le même dans toutes les directions) en première approximation.

Ces idées ont **conduit à un Univers en évolution**, dont la partie spatiale peut être soit en expansion (i.e. la distance entre les galaxies augmente avec le temps) soit en contraction.

Par extrapolation vers le passé, on en déduit l'**existence d'une phase très dense et chaude, le Big-Bang** : c'est ce qu'a connu l'Univers voici 13,7 milliards d'années.

- L'Univers primordial était alors très chaud (plus de  $10^{12}$  K) et très dense (plus de  $10^8$  g/cm<sup>3</sup>).

Ensuite entré en expansion, il s'est refroidi et dilué progressivement.

- Quelques fractions de secondes après le Big Bang, les réactions de *matérialisation* (transformation d'énergie en matière :  $E=mc^2$ ) conduisent à *la formation des premières particules*.

- Au moment où la température atteint  $10^{10}$  K, l'Univers est formé de nucléons (neutrons, protons) et de leptons (tels les électrons, positons et neutrinos).

- Au bout de 2 à 3 minutes lorsque la température a décliné à  $10^9$  K,

#### *la nucléosynthèse primordiale commence*

C'est au cours de ce laps de temps que tout l'hydrogène et une grande partie de l'hélium présents dans l'Univers se sont formés.

**Aujourd'hui, environ 90% des atomes observés dans l'Univers sont des atomes d'hydrogène (soit 75% de la masse visible) et 10% sont des atomes d'hélium (soit environ 24% de la masse). Les éléments plus lourds sont en proportion infime du nombre total des atomes (moins de 2% de la masse visible).**

- après environ 15 minutes, la poursuite de l'expansion et la baisse de température qui en résulte stoppent la nucléosynthèse primordiale. Les noyaux présents dans l'Univers sont des noyaux **d'Hélium et d'Hydrogène 4**. Quelques noyaux légers produits par les réactions intermédiaires (**deutérium, hélium 3 lithium 7**) sont à l'état de traces

*C'est plus tard que tout se condense pour donner des étoiles et que par nucléosynthèse stellaire, on pourra obtenir l'ensemble des éléments jusqu'au Fer.*

*Par piégeage des électrons par les noyaux pour former des atomes, la matière se forme.*  
Le code des couleurs est le suivant :

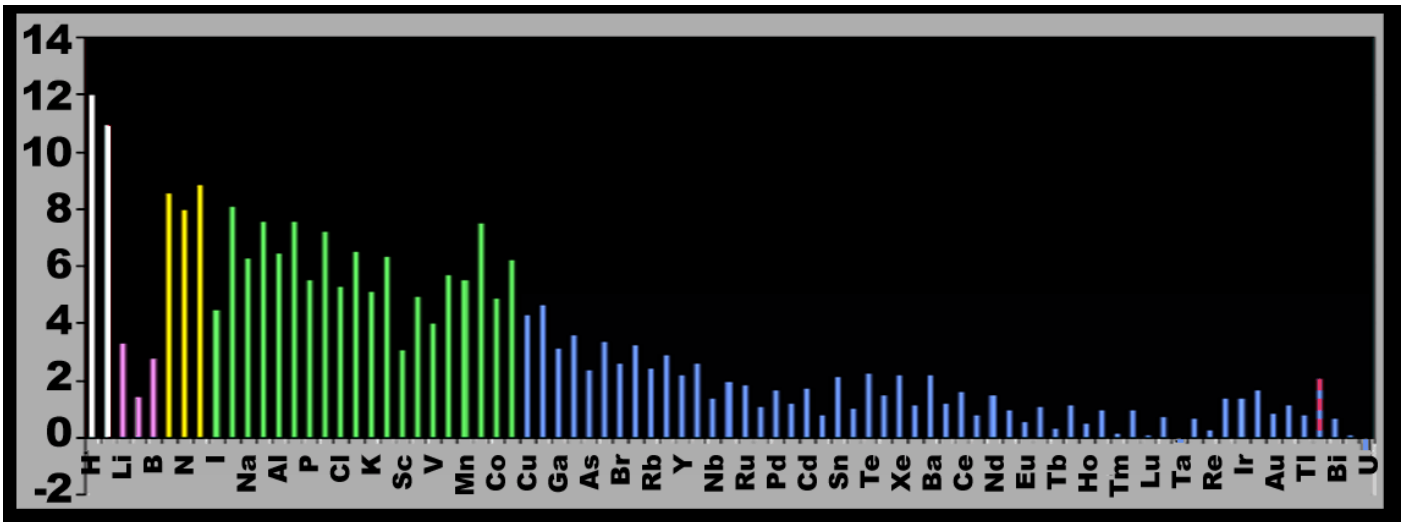
- blanc (formés par la nucléosynthèse primordiale)

- rose (formés par bombardement du milieu interstellaire par le rayonnement cosmique)

- jaune et vert (formés respectivement dans les étoiles de petite et de grande masse),

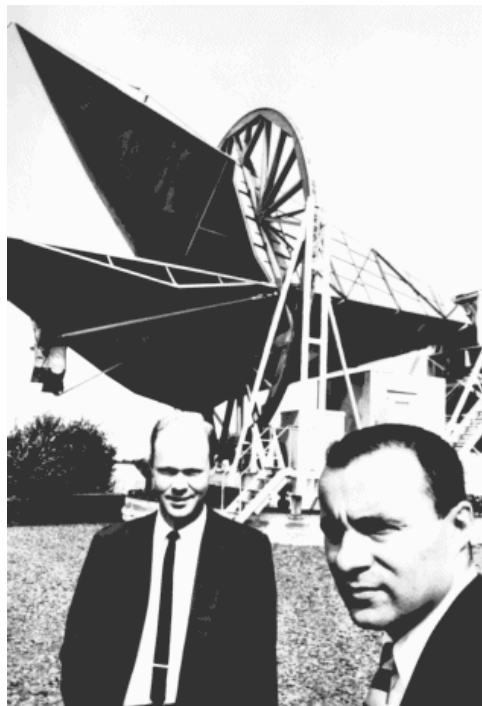
- bleu (formés lors de l'explosion de supernovae)





Crédit: IAP Paris

En 1965, Arno PENZIAS et Robert WILSON sont les premiers à repérer ce rayonnement de fond cosmologique qualifié par LEMAITRE de « pâle écho lumineux du Big Bang ».



L'Univers devient transparent pour les photons alors présents, qui ne sont plus absorbés et peuvent voyager jusqu'à nous aujourd'hui : ils forment le **fond de rayonnement** à 2,725 K.

*L'Univers primordial (380 000 ans) n'est déjà plus homogène.*

C'est le *découplage matière-rayonnement*. Emis environ 380 000 ans après l'inflation, le rayonnement de fond cosmologique se propage sans entrave depuis.

Mais la chose sans doute la plus surprenante est qu'il est désormais possible de prédire avec précision la quantité de noyaux – essentiellement de l'hélium, un peu de deutérium et une pincée de lithium – qui ont été produits au cours des premières minutes de la naissance de l'Univers.

Et le *diagnostic est accablant pour la matière ordinaire*: elle ne représente que 4 % de la densité totale de l'Univers. Ainsi donc, *la matière cachée est en majeure partie de la matière «extra-ordinaire», très différente de celle qui nous compose.*

**C'est le plus troublant des paradoxes. Une entêtante énigme : plus de 95% du contenu du cosmos manque à l'appel !  
La matière ordinaire incarnerait moins de 5%.**

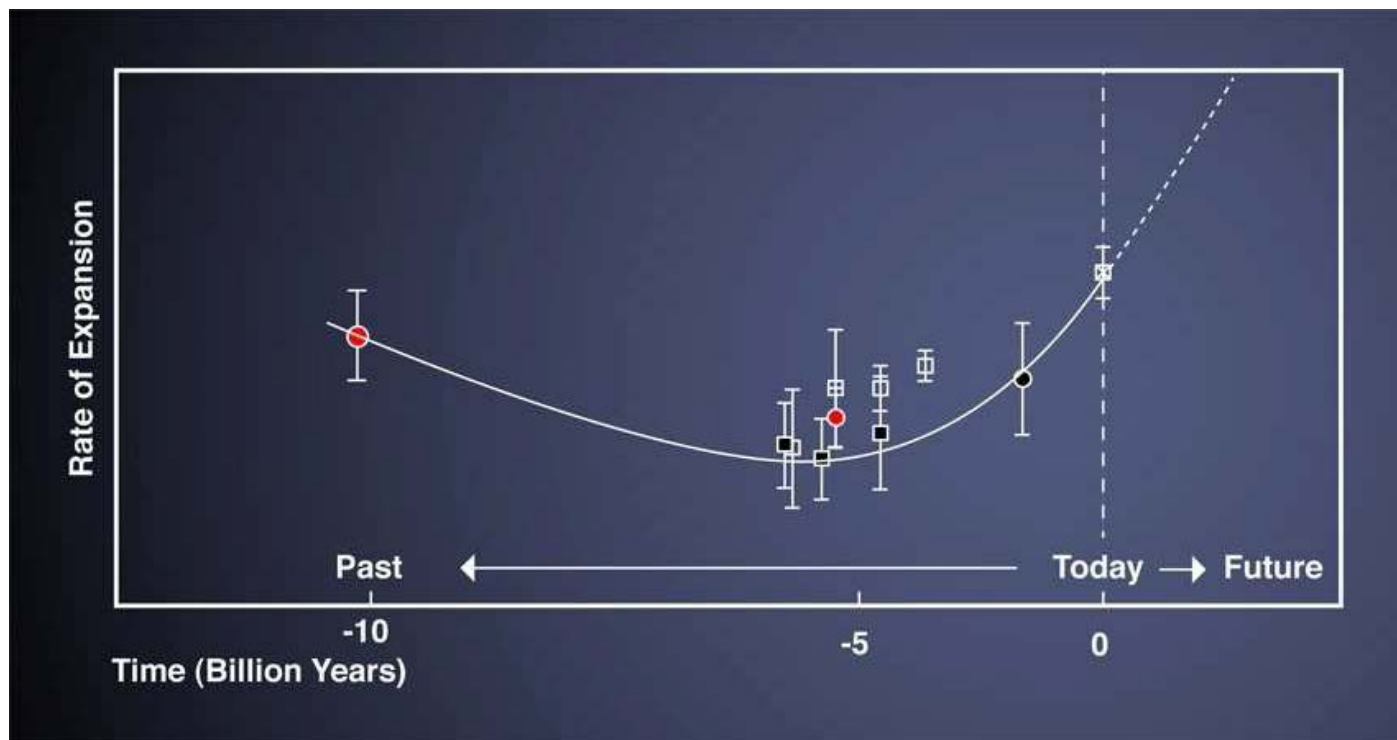
### **MATIERE NOIRE et ENERGIE NOIRE**

**A côté, près de 25% se composerait d'une matière sombre exotique...  
Les astrophysiciens invoquent ici une "énergie noire", (environ 70%) dont nous ne connaissons ni la nature ni les propriétés! , répulsive du vide. Cette sorte d'antigravité serait le moteur de l'expansion.  
Matière et énergie noires forgent le destin de l'Univers.**

On suppose l'existence d'une **matière inconnue, massive et non baryonique** (non décrite par le Modèle Standard de la physique des particules) **n'ayant que des interactions faibles** pour ne pas se coupler aux photons.

L'énergie noire se comporterait comme une force gravitationnelle répulsive.

Du fait de cette nature répulsive, l'énergie noire a tendance à accélérer l'expansion de l'Univers, plutôt que la ralentir comme le fait la matière normale par effet attractif gravitationnel.



Crédit; Télescope BOSS

**Pour que la forme de l'Univers soit plate (une possibilité), la densité d'énergie (matière) de l'Univers doit être égale à une certaine densité critique.**

(La densité critique est par définition la densité pour laquelle l'expansion de l'Univers est annulée par la force de gravitation.)

Cette densité critique d'énergie pour un Univers plat implique une limite quant à la quantité de matière baryonique et matière noire présentes dans l'Univers.

Pour un Univers plat, la matière (baryonique+noire) ne peut constituer qu'au maximum 30% de la densité critique totale de l'Univers.

Cela implique l'existence d'une forme d'énergie additionnelle qui constituerait environ les 70% restants de la densité critique totale de l'Univers

**L'énergie noire pourrait-elle être induite par l'existence de particules inconnues ?**

On attend toujours avec perplexité que la matière noire se montre au LHC.

La physique des particules cherche à répondre à deux questions fondamentales :

- Quels sont les constituants ultimes de la matière?
- Quelles sont les forces fondamentales qui régissent le comportement de ces particules élémentaires?

## Le LHC et les grandes questions de la physique des particules

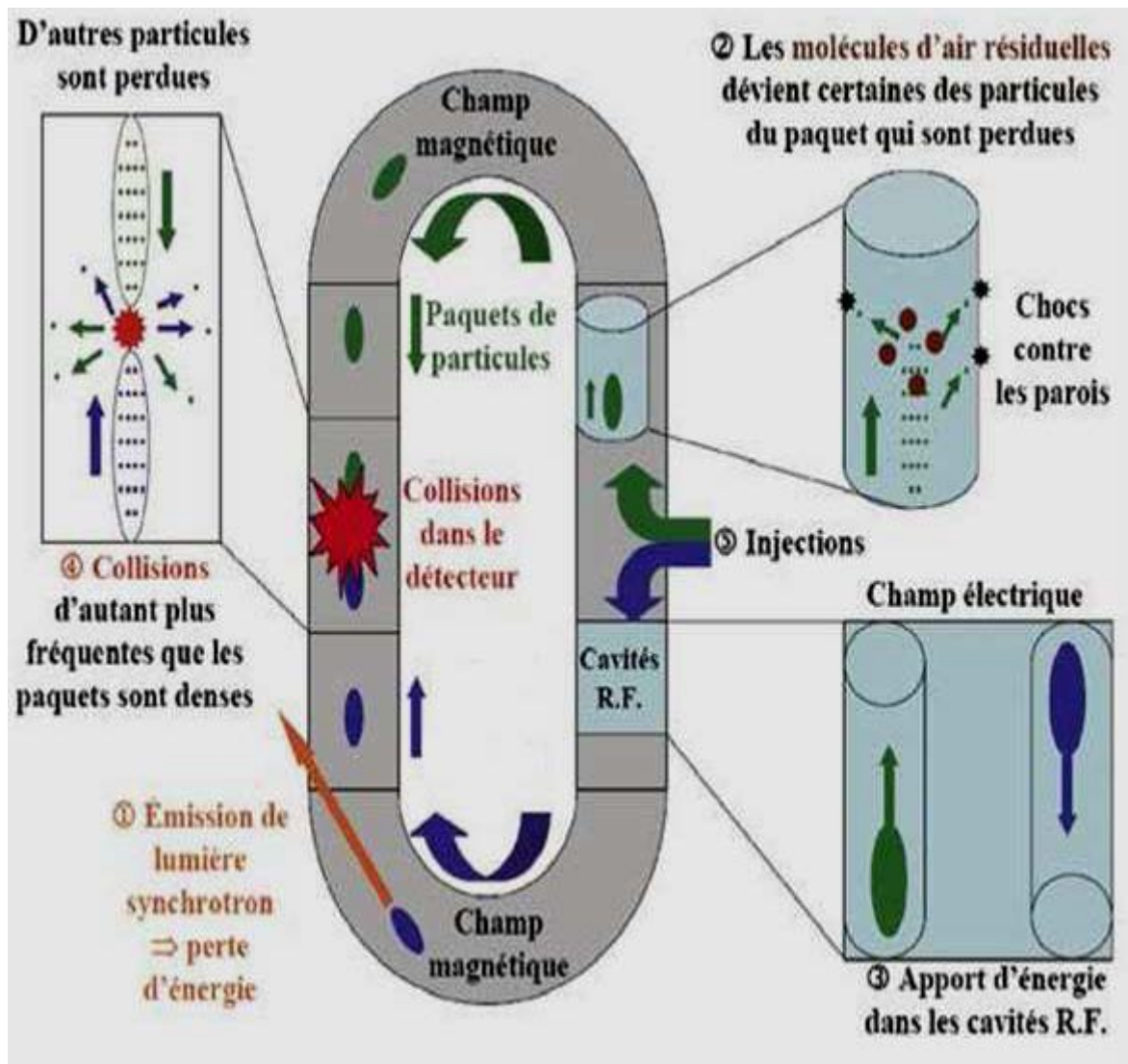


Schéma de principe d'un collisionneur

Un des moyens de trouver ces réponses est de se diriger vers **un accélérateur de particules et notamment vers le plus puissant actuellement au monde, le LHC (Large Hadron Collider) ou encore « grand collisionneur de Hadrons ».**

Les hadrons ne sont pas des particules fondamentales, mais plutôt des états liés de quarks. On en observe plus de 200. Ils peuvent être classés en deux groupes : les baryons, (du grec barus, lourd) auxquels on associe un nombre quantique spécial (le nombre baryonique) essentiellement constitués de 3 quarks, et les mésons, (du grec mesos, «moyen») responsables des interactions fortes résiduelles entre hadrons, et auxquels on donne le nombre baryonique 0, car ils sont composés d'un quark et d'un antiquark.

Ce collisionneur est non seulement un super microscope pour l'infiniment petit mais aussi une formidable machine à remonter le temps pour essayer de comprendre les tout premiers instants de l'Univers.

### - Quelle est l'origine de la masse ?

Le modèle standard possède un **mécanisme dit « de brisure de symétrie »** qui donne la masse aux particules élémentaires que nous connaissons. Ce mécanisme fait apparaître une particule appelée **boson de Higgs**, la « clé de voute » du modèle standard.

### - Qu'est-ce que la super-symétrie ?

La super symétrie est une symétrie supplémentaire à la symétrie particule/antiparticule de l'antimatière. Il y a donc en plus de la particule et de son antiparticule, le partenaire super symétrique de la particule et celui de l'antiparticule

#### - Pourquoi l'antimatière est-elle si rare ?

Au début du Big-Bang, matière et antimatière étaient en quantités égales mais aujourd'hui l'antimatière semble être très rare. C'est en étudiant des processus particuliers dans les collisions des particules du LHC que l'on aura une compréhension plus fine du processus par lequel ce déséquilibre a dû se produire.

### - Peut-on comprendre la soupe primordiale de l'Univers ?

Aux premiers instants de l'Univers la température était très élevée et les densités très fortes. Le LHC est capable de recréer ces conditions où les particules élémentaires (quarks et gluons) ne sont pas confinées mais se propagent librement dans un nouvel état de la matière que l'on appelle un « plasma de quarks et de gluons ».

### - Les particules super symétriques existent-elles ?

A des énergies bien plus grandes que celle que pourra atteindre le collisionneur, les interactions fortes et les interactions électrofaibles pourraient ne constituer qu'une interaction unique...

Actuellement les théories supersymétriques qui prévoient une symétrie entre les particules élémentaires constituant la matière et les médiateurs des interactions, appelés « supersymétrie », pourraient conduire à cette unification. Dans ce cas, il devrait exister des « particules supersymétriques » partenaires des particules élémentaires actuellement connues, et les plus légères d'entre-elles devraient alors apparaître dans les collisions de protons du LHC.

## Masse et Energie

La masse est une caractéristique fondamentale de la matière, qui mesure la capacité d'un système à résister lorsqu'on essaye de modifier son mouvement. Par ailleurs, Albert Einstein a proposé que la masse ne soit qu'une forme particulière d'une grandeur plus générale : **l'énergie**. L'énergie peut aussi exister sous forme d'énergie cinétique (masses en mouvement) ou sous diverses autres formes.

Conformément à cette idée, de l'énergie peut être transformée en masse ou vice-versa. Il n'y a donc pas conservation de la masse dans les réactions entre particules.

Ainsi, lorsqu'une particule accélérée va heurter une autre particule, on peut dans certaines conditions créer de nouvelles particules (donc de la masse) à partir de l'énergie cinétique qu'on a fournie au projectile.

Ce point est illustré par un cliché de chambre à bulles montrant une collision entre un neutrino et un proton, qui produit finalement plus de dix particules.

En revanche, l'énergie est conservée dans toutes les théories échafaudées jusqu'ici.

### Génération de la masse des bosons



**Le mécanisme B-E-H (il s'agit des 3 physiciens Robert Brout, François Englert et Peter Higgs) rend compte des masses des bosons intermédiaires. Ce mécanisme implique l'existence d'une particule supplémentaire: le boson de Higgs, à laquelle est associée un champ quantique, le champ de Higgs**

Dans les instants reculés du Big-Bang, à l'époque où l'Univers était très chaud, les forces ne faisaient qu'un, et c'est le refroidissement de l'Univers qui les a fait se dissocier. On prédit, par exemple, qu'à des énergies de l'ordre de  $10^{16}$  GeV, les interactions électromagnétique faible et forte, ne formeraient qu'une seule et unique interaction. Le modèle théorique permettant de décrire cette interaction s'appelle **GUT pour Grand Unified Theory**.

**Avant la transition de phase, toutes les particules ont une masse nulle et une grande énergie.** L'Univers évolue dans le temps et, à l'instant de la transition, un champ de Higgs apparaît, emplissant tout l'espace. Plongées dans ce champ, les particules interagissent avec lui, ce qui les ralentit. Avant l'apparition du champ, elles se déplaçaient à la vitesse de la lumière; après, leur vitesse est moindre: elles ont acquis une masse! L'effet du champ de Higgs est l'équivalent d'une sorte de viscosité du vide pour les particules qui le traversent.

**Le mécanisme de Higgs est indéniablement responsable de la masse dans le cadre du modèle standard mais ne s'applique qu'à la masse des particules fondamentales: leptons, quarks et bosons de l'interaction faible.**

**Le 4 juillet 2012, les scientifiques travaillant sur CMS et ATLAS, les deux détecteurs du LHC dédiés à la recherche du boson de Higgs, ont annoncé qu'ils avaient confirmé la détection d'une nouvelle particule de masse  $125,3 \pm 0.6$  Giga électron volt (GeV).**

Le point saillant était bien sûr la découverte de ce qui ressemblait de plus en plus au **boson dit de Higgs**, découverte qui ne fait aujourd'hui plus de doute.

Après cette très riche séance, celle-ci prend fin,

Bien à vous

Irène HERPE-LITWIN

# Comptes-rendus de la section

## Nice-Côte d'Azur

*Les mathématiques ne sont pas seulement une discipline en soi, mais aussi la langue dans laquelle la Nature est écrite.*  
Alain Connes.

### Compte rendu de la séance du 16 mai 2013

(170<sup>ème</sup> séance)

#### Présents :

Richard Beaud, Pierre Bourgeot, Patrice Crossa-Raynaud, Guy Darcourt, René Dars, Jacques Lebraty, Maurice Lethurgez, Claude Nigoul.

#### Excusés :

Jean Aubouin, René Blanchet, François Cuzin, Pierre Gouirand, Yves Ignazi, Maurice Papo, Jean-Marie Rainaud.

#### 1- Approbation du compte rendu de la 169<sup>ème</sup> séance.

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

#### 2- Le transhumanisme (Pierre Bourgeot) .

Des industriels gravitent autour des nouvelles technologies et des nouvelles techniques, notamment les nanotechnologies, la biologie, l'informatique et les sciences cognitives, ils prônent une forme de pensée sur le « droit des humains » à partir des travaux de Ray Kurzweil qui a déjà une longue expérience sur l'intelligence artificielle et qui prévoit un « *point de singularité* » des quatre techniques NBIC. Il vient d'être engagé par Google comme directeur scientifique pour l'évolution du célèbre moteur de recherche (leader du marché) pour créer la première intelligence artificielle mondiale.

Il est intéressant de voir comment l'industriel Google est devenu l'un des principaux architectes de la révolution NBIC et soutient activement le transhumanisme, notamment en parrainant la « Singularity University » qui forme les spécialistes des NBIC. Le terme « Singularity » désigne le moment où l'esprit humain sera dépassé par l'intelligence artificielle. Ray Kurzweil, le "pape" du transhumanisme, dirige en personne cette université.

Jacques Lebraty : les problèmes complexes ne sont pas sécables et donc ne relèvent pas directement d'une « méthodologie » cartésienne. Leur résolution suppose une approche holistique. C'est dans ce sens que j'ai



été amené à rencontrer la théorie de la convergence qui m'est apparue, du point de vue épistémologique, comme une façon cohérente d'aborder la complexité.

Patrice Crossa-Raynaud : on parle d' «intelligence» artificielle. Je pense que c'est plutôt, actuellement, du dressage. La bonne image, c'est celle du chien de berger qui agit parfaitement suivant ses instructions, dans des conditions différentes.

Pierre Bourgeot : il y a des résultats qui montrent qu'aujourd'hui, on est au-delà du dressage. On en est au stade de l'auto-finalisation, c'est-à-dire qu'à un moment donné, la machine détermine son action. Le bon exemple est donné dans le film de Kubrick, « 2001, L'odyssée de l'espace », où la machine interdit à un des voyageurs qu'elle croit menaçant de revenir dans le vaisseau. Elle a décidé de faire une chose qui n'avait pas été programmée.

Les robots que l'on a envoyés sur Mars sont ainsi capables de contourner des obstacles que l'opérateur sur Terre ne voit que trop tard.

On travaille actuellement sur les exosquelettes pour les handicapés qui sont directement connecté sur les impulsions du cerveau.

Claude Nigoul : les tenants du theilhardisme n'ont rien contre une humanisation des robots.

Richard Beaud : ces robots très compliqués qui sont programmés pour agir pour éviter des obstacles ne sont, en fait, que des « bras » de l'Homme. Est-ce que nous aurions là une analogie de l'intelligence qui, dans son évolution, en est arrivée jusqu'à l'Homme ? Parce que, nous-mêmes, ne sommes finalement que des copies perfectionnées de modèles nous ayant précédés.

Pierre Bourgeot : cette question nous ramène à notre sujet de départ : le transhumanisme, qui est aussi la possibilité de remplacer un organe défaillant par une prothèse plus efficace. On peut ainsi aboutir à un humain qui n'aura plus beaucoup d'humain en lui. Il aura un cœur, un bras, un œil, etc. artificiels. Certains de ces éléments sont déjà sur le marché.

### **3- La démocratie des crédules (Jacques Lebraty).**

Cet ouvrage de Gérald Bronner nous a été recommandé par Maurice Papo et je l'en remercie. Le livre est effectivement très intéressant et je le recommande à mon tour. Ce qui m'a, entre autres, frappé est par exemple que :

- la démocratie est un régime impliquant la confiance. Lorsque celle-ci est atteinte, la démocratie l'est aussi.
- les réseaux sociaux et plus largement Internet véhiculent plus des croyances que de la connaissance. Or l'Homme a tendance à écouter plus volontiers celui qui émet des croyances que celui qui apporte des connaissances.

Comment a-t-on pu faire croire à certains, notamment dans les pays arabes, que l'attentat des tours du World Trade Center était le fait de la CIA et non des terroristes de Ben Laden ? La croyance repose sur toute une série de petits faits dont pour chacun on peut facilement démontrer la fausseté mais dont l'ensemble se tient, exprimant une cohérence, ce qui rend la réfutation difficile.

Le scientifique n'a ni le temps ni le goût de démolir des opinions qui lui paraissent stupides. Il préfère se consacrer à ses protocoles expérimentaux qui absorbent toute son énergie. Devant les affirmations d'un gourou, il se trouve désarçonné. En fait, les croyances se basent sur des faits qui ne sont pas prouvés mais la charge de la preuve en revient à ceux qui les contestent.

### **4- Pour l'organisation de réflexions interdisciplinaires dans nos réunions (Claude Nigoul).**

Il serait intéressant que nous puissions organiser nos séances mensuelles autour d'un thème annuel. Il propose celui de « la Méditerranée » et se chargera de l'animer. Il nous a envoyé pour cela un projet via Internet.

Ceci pourrait commencer en septembre prochain.

Richard Beaud propose, de la même manière, d'aborder ensuite le thème de « la conscience ».

**5- Cotisation.**

Il est rappelé à chacun de s'acquitter de la cotisation annuelle de 60 € pour 2013

\*\*\*\*\*

Prochaine réunion  
le jeudi 20 juin 2013 à 17 heures  
au siège : Palais Marie Christine - 20 rue de France  
06000 NICE

Prochaine conférence à la Bibliothèque Nucéra  
Parking Promenade des Arts  
le mercredi 26 juin 2013 de 17 à 19 heures  
Robert Feger  
Professeur honoraire de psychopathologie, Université du Québec à Montréal  
« *De l'image au langage. Les univers de l'enfant à travers son expression  
graphique et picturale.* »

## **Compte rendu de la séance du 20 juin 2013** (171ème séance)

*Craindre le risque c'est sortir du monde.*  
Henri de Castries

### **Présents :**

Richard Beaud, Pierre Bourgeot, Patrice Crossa-Raynaud, Guy Darcourt, René Dars, Jean-Pierre Delmont, Pierre Gouirand, Jacques Lebraty, Claude Nigoul.

### **Excusés :**

René Blanchet, Yves Ignazi, Maurice Lethurgez, Maurice Papo, Jean-Marie Rainaud.

### **1- Approbation du compte rendu de la 170ème séance.**

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

### **2- Le mois écoulé (Guy Darcourt).**

Deux sujets psychiatriques ont été évoqués par la grande presse ces dernières semaines : la nouvelle classification américaine des maladies mentales (Le Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux – 5ème édition : DSM-5) et la polémique sur la place de la psychanalyse dans le traitement de l'autisme.

En ce qui concerne le DSM-5, *Le Monde* a publié une double page sous le titre : « DSM-5, le manuel qui rend fou ». Pour comprendre la polémique, il faut revenir en arrière. Au XIXème siècle on a décrit les psychoses (surtout l'école française), puis Janet et Freud ont décrit les névroses et les psychiatres utilisaient ces références mais avec des critères d'appréciation assez variables. Depuis les années 50, trois classifications étaient les plus utilisées, l'américaine (1ère édition en 1952 le DSM-I, 2ème édition en 1968 le DSM-2), celle de l'OMS (la Classification Internationale des Maladies CIM dont la neuvième édition est apparue en 1977) et la française publiée par l'INSERM en 1968. Elles n'étaient pas concordantes, si bien que, par exemple, on dénombrait aux Etats Unis 2 à 3 fois plus de schizophrénies qu'en Europe. De plus certaines écoles psychiatriques refusaient d'admettre l'existence des névroses pour la raison qu'elles ne reconnaissaient pas la notion d'inconscient freudienne.

En 1980, la parution de la troisième édition de la classification américaine (DSM-III) fait l'effet d'un coup de tonnerre. Elle propose de ne retenir comme critère de classification que des faits objectifs (donc écarte toute interprétation de type psychanalytique) et elle impose des critères de gravité : on ne peut parler de maladie que (1) s'il existe un nombre suffisant de symptômes (fixé pour chaque maladie) et (2) si « les symptômes entraînent une souffrance cliniquement significative ou une altération du fonctionnement social, professionnel ou dans d'autres domaines importants ». Toutes les formes incomplètes ou moins graves sont à classer dans la catégorie « non spécifié ». On voit que ce système aboutit à une sélection des cas typiques. Cela ne permet pas de classer tous les troubles que rencontrent et prennent en charge les psychiatres mais cela permet un langage commun à tous les psychiatres quelle que soient leurs orientations théoriques et leurs cultures. Grâce à cela, on trouve la même fréquence de la schizophrénie dans tous les pays et lorsqu'un auteur publie une recherche sur telle ou telle maladie, tout le monde comprend de quoi il parle. Le DSM-III

a été suivi du DSM-IV en 1995 (qui restait dans le même esprit avec quelques ajustements), puis cette année du DSM-5 qui n'est pas encore traduit en français.

Deux grandes critiques ont été faites à cette classification : celle d'être trop « objective » et celle d'appeler maladie des choses qui n'en sont pas. Etre trop « objective », cela tient au fait que les critères de diagnostic sont seulement des critères observables. Ce qui est souvent considéré comme un appauvrissement, et ce n'est pas faux mais seulement si on en reste là, alors que ce repérage diagnostique n'est qu'une première étape. Ce « Manuel » n'est pas un traité de psychiatrie, c'est un instrument de communication entre toutes les écoles de psychiatrie pour arriver à un langage commun au moins sur les pathologies typiques. Cela a le mérite de fournir un langage commun à tous quelle que soient les théories de référence de chacun. En pratique, poser un diagnostic à partir de ces critères n'est pas suffisant pour comprendre le cas d'un patient, il faut aussi étudier son histoire, sa personnalité, le retentissement de ses troubles dans sa vie..., et l'analyser à l'aide des concepts théoriques auxquels on se réfère. D'autre part les cas « non spécifiés » (donc exclus de la classification) sont nombreux et ils ont autant besoin de soins.

La deuxième critique, que reprend *Le Monde* en écrivant « le manuel qui rend fou » est inadaptée. Elle signifie que cette catégorisation va faire mettre sur tel ou tel comportement original ou atypique l'étiquette de maladie, or c'est l'inverse qui se produit : les critères de gravité font qu'on ne retient pas comme pathologiques des troubles authentiques mais plus modérés. Cela a permis un grand progrès dans la communication scientifique internationale. Toutefois cette question vient de rebondir avec la sortie du DSM-5, car pour quelques affections les critères de gravité ont été allégés. C'est certes regrettable mais je ne crois pas que cela ait beaucoup d'importance car cet allègement est très limité à quelques situations mais cette erreur a été une aubaine pour tous ceux qui étaient déjà réticents à l'esprit de cette classification et qui ont trouvé là un vice rédhibitoire.

Jacques Lebraty : le choix des critères, leur pondération pour soigner sont subjectifs mais conditionnent les soins.

Guy Darcourt : la première étape est effectivement de déterminer le trouble mais ensuite, il convient de connaître l'histoire du sujet, les signes associés, etc. Le DSM n'est pas un traité de psychiatrie mais simplement une tentative de classification pour avoir un langage international.

Jacques Lebraty : *quid* de la culture ? Est-ce que les maladies sont les mêmes dans des cultures différentes ?

Guy Darcourt : l'expression des maladies est effectivement changée par la culture. Au Japon, tout le monde sourit, même si l'on est déprimé. En Chine, les déprimés ont froid. En Afrique un des signes de dépression est que la personne ne marchande plus. A part ces spécificités d'expression du ressenti par les patients, les maladies mentales sont les mêmes partout. Il y a aussi des différences de terminologies : dans certaines cultures, un même terme correspond à plusieurs maladies et inversement il y a plusieurs termes pour décrire chaque variété d'une même maladie.

Le deuxième sujet d'actualité est la controverse sur les liens entre l'autisme et la psychanalyse. L'autisme est un drame pour les familles. Dans les années 60-70, on pensait que cette maladie était due à un trouble des relations entre l'enfant et les parents et que son traitement était la psychothérapie. La psychanalyse n'était pas la seule à le penser (il y avait aussi l'antipsychiatrie, la thérapie systémique ...) mais elle était la plus en vue. Cette conception a eu pour conséquence de rendre les parents responsables, au point qu'ils en étaient culpabilisés. Ce fut une erreur grave qui a laissé des rancœurs. Depuis, les méthodes pédagogiques ont évolué et obtiennent des résultats. Il y a encore une place pour la psychanalyse car il y a aussi des troubles affectifs pour lesquels elle peut être utile mais elle est rejetée par beaucoup d'associations de parents. On est passé du tout psychanalytique à tout sauf la psychanalyse. Certains demandaient même l'interdiction de son utilisation.

Un autre effet de l'évolution actuelle est la minoration de la gravité de la maladie. On sait qu'il existe des cas assez nombreux d'enfants qui ne parlent pas avant un âge avancé (Einstein) sans qu'ils soient autistes, on connaît aussi la « maladie d'Asperger » dans laquelle il y a à la fois une affectivité autistique et une intelligence brillante. Ceci n'est pas fréquent mais on en parle beaucoup ce qui a au moins l'avantage d'améliorer l'image de l'autisme dans l'opinion publique.

### Origines de la vie.

Dans un livre récent, M. Alexandre Meinez évoque d'une façon très vivante les différentes étapes de la vie sur la Terre. Il se montre évidemment très prudent en ce qui concerne le passage de molécules de chimie organique provenant probablement d'un ensemencement cométaire à l'origine de la majeure partie de l'eau existant sur Terre qui contenait des molécules organiques simples. Mais on ne sait toujours pas comment on est ensuite passé à la première molécule ayant les caractéristiques de la vie, à savoir :

- la multiplication, à partir d'éléments du milieu extérieur,
- la faculté de muter (darwinisme) et donc de se diversifier.

Ce que le Professeur Louis Le Sergeant d'Hendecourt appelle : le mur de l'émergence (nous espérons pouvoir l'accueillir bientôt lors d'une conférence à la Bibliothèque Nucéra).

Il ne faut pas confondre ces premiers signes de vie qui pouvaient ressembler à des ARN libres avec des molécules déjà complexes et les archéobactéries, qui sont déjà des organismes pronucléés incroyablement compliqués. Ils sont parmi les tous premiers êtres vivants ayant laissé des traces fossiles (*Astherosphaeroides darsii*).

Claude Nigoul : il y a actuellement une controverse entre créationnistes et évolutionnistes sur l'origine de la vie.

Richard Beaud : lorsque l'on fait de la Science, il faut absolument éliminer, comme principe explicatif, toute référence à Dieu. Le créationnisme est une position philosophico-théologique qui ne sait pas distinguer les deux domaines que sont la recherche scientifique d'un côté et la théologie de l'autre. La finalité de l'une et de l'autre n'a rien de commun. On ne peut pas « court-circuiter » la science par la théologie et la théologie par la science. La théologie, comme la philosophie se situe au niveau du sens, alors que la science essaie, par l'observation du monde, de le comprendre dans son fonctionnement. Les créationnistes sont de faux théologiens, car ils donnent des réponses en appelant Dieu à la rescousse là où la science n'arrive pas encore à proposer une explication acceptable ; pour les créationnistes ce serait du fait de l'intervention de Dieu qu'il y eu passage de la non-vie à la vie et passage de la vie animale à la conscience réflexive humaine. Cet appel à Dieu n'est pas scientifique. Il correspond au besoin de sécurité. Mais beaucoup de scientifiques commettent une erreur parallèle. J'entends parfois, lors de conférences portant sur la question du Big bang, ou sur d'autres questions comme celle de l'origine de la vie, des déclarations ahurissantes de la part de scientifiques qui s'engagent dans un procès du 1<sup>er</sup> chapitre de la Genèse. Ils commettent, mais dans le sens contraire, la même erreur que les créationnistes. Ils devraient savoir que la Bible ne fait pas de la science. L'auteur de ce texte biblique essaie de donner une réponse à la question philosophique de l'identité de l'homme, et il le fait au moyen du mythe. De la même manière que le théologien a à rester dans son domaine, tout en restant à l'écoute du scientifique, ainsi le scientifique a à rester dans son domaine et éviter de se prendre pour un philosophe et un théologien quand il n'en a pas la formation et quand il n'est pas au fait de la recherche exégétique. Du point de vue scientifique, il y a des seuils qui restent, pour le moment, inexplicables, notamment « le mur de l'émergence » dont nous avons parlé, mais aussi celui de la conscience réflexive. Mais c'est une erreur de voir là le doigt de Dieu. Cette position bloque le dialogue et la compréhension des faits. La Science pourra peut-être un jour émettre des hypothèses qui pourront être vérifiées. Mais que le scientifique entende aussi que la notion de « conscience » est d'abord une notion

philosophique. Ce domaine a besoin d'être étudié ensemble par les scientifiques, les philosophes et les théologiens. C'est une position non scientifique que de les opposer les uns aux autres.

### **3- Programme des conférences à la Bibliothèque Nucéra (Guy Darcourt).**

Le cycle de conférences va reprendre en septembre.

- 25 septembre : Pierre Bourgeot : « *Le transhumanisme* »
- 23 octobre : Claude Nigoul : « *La souveraineté de l'Europe* »
- 27 novembre : Feline Delmont : « *La ville du court chemin* »

En 2014, des dates ont été retenues pour le premier trimestre et nous avons plusieurs propositions parmi lesquelles il conviendrait peut-être de choisir des sujets scientifiques pour équilibrer avec ceux d'aspect philosophique :

### **4- Technologie et technique (René Dars).**

Depuis mes débuts comme instituteur, j'ai gardé un goût pour les dénominations exactes avec notamment mon ami le Professeur Rocard, père de la bombe atomique française. En outre, j'ai créé la revue « Le Nénuphar » destinée à conserver les orthographes d'origine.

« *Logo* » en grec veut dire étudier, donc la *technologie*, c'est mettre ensemble différentes *techniques*.

On confond souvent les deux.

De même, la géologie c'est mettre ensemble les choses de la Terre.

Le terme *technologie* est donc pris souvent abusivement dans le sens de technique de pointe.

### **5- La Méditerranée (Claude Nigoul).**

J'avais proposé que nous ouvrons chacune de nos réunions mensuelles par l'exposé (30'), par ceux d'entre nous qui le souhaitent, autour d'un thème général suivi d'un débat et j'avais proposé pour commencer « La Méditerranée ».

L'ensemble pourrait faire l'objet d'une publication sur notre site comme s'il s'était agi d'un colloque.

J'ai eu le plaisir de recevoir huit propositions :

- Pierre Gouirand : « *Le tourisme en Méditerranée* »
- Patrice Crossa-Raynaud : « *Origine et évolution des espèces cultivées en Méditerranée* »
- Richard Beaud : « *Le passage du mythe au logos dans la Grèce antique* »
- Maurice Lethurgez : « *Au coeur de la Méditerranée, Lucrèce fit que la poésie passa de la mythologie à la lecture des choses* »
- Jacques Lebraty :
  - 1- « *Aspects économiques d'une géopolitique France-Maghreb* »
  - 2- « *Existe-t-il un profil type de l'entrepreneur méditerranéen ?* »
- Claude Nigoul : « *Rapport introductif* »
- Guy Darcourt : « *La psychiatrie en Méditerranée* »
- René Dars : « *La géologie de la Méditerranée* »



## Annances

### I) Disparition d'un de nos collègues



C'est avec une grande douleur que nous avons appris le décès le 5 août 2013 de notre collègue biochimiste Emmanuel NUNEZ qui avait été Professeur de Biochimie à la Faculté de Médecine Xavier Bichat et Médecin biologiste à l'Hôpital Bichat et Président de l'AFSCET (Association Française de Sciences des Systèmes).

Les obsèques ont eu lieu le 9 août 2013 au cimetière de Pontchartrain dans les Yvelines.

II) notre Collègue Jean Schmets a collecté sur le site CORDIS les informations suivantes:

### ANNONCES CORDIS PAR THEME

thématique	Colloques annoncés par Cordis
Astronomie	<p><a href="#">First Implementation Workshop for the AERAP Framework Programme for Cooperation</a> The African-European Radio Astronomy Platform is planning a workshop to prepare the implementation of the AERAP Framework Programme for Cooperation. Organisation: ISC Intelligence in Science Country: BELGIUM</p> <p><a href="#">AERAP recognizes Arnold van Ardenne for his valuable engagement at ASTRON symposium</a> Dwingeloo, the Netherlands, May 30, 2013: African -European Astronomy Platform (Radio AERAP) is awarding Arnold van Ardenne a certificate for his valuable engagement at the ASTRON symposium. Organisation: ISC Intelligence in Science Country: BELGIUM</p>



Biochimie	<p>Event title: 'Biomarker Summit Europe 2013', Berlin, Germany  Date: 2013-10-09  Organiser: For further information, please visit:  <a href="http://www.gtcbio.com/conference/biomarkers-europe-summit-overview">http://www.gtcbio.com/conference/biomarkers-europe-summit-overview</a>  Summary: The 'Biomarker Summit Europe 2013' will be held from 9 to 10 October 2013 in Berlin, Germany. The role of biomarkers has become increasingly important in guiding decisions related to drug development and clinical trials. Advancements in biomarker research...  Link to event record: <a href="http://cordis.europa.eu/search/index.cfm?fuseaction=events.document&amp;EV_LANG=EN&amp;EV_RCN=35772&amp;pid=0">http://cordis.europa.eu/search/index.cfm?fuseaction=events.document&amp;EV_LANG=EN&amp;EV_RCN=35772&amp;pid=0</a></p>
Génétique/ cellules souches	<p><a href="#">Discovery of how a gene that regulates factors involved in bacteria pathogenicity acts</a>  In a piece of work carried out by the Carbohydrate Metabolism Research Team of the Institute of Agrobiotechnology, the discovery has been made of the way in which the glgS gene (now renamed as the “surface composition regulator”, scoR) acts in bacteria and how the mechanisms involved in bacterial infection can be altered by manipulating this gene, which indirectly affects glycogen production.  Organisation: N/A  Country: SPAIN  Category:</p> <p><a href="#">Small molecules, gene products and their interaction - EBI Roadshow, Pathway-Network course and diXa Training Course</a>  Registration is now open for this five day course introducing various databases and data analysis tools to get grips with big data in the life sciences.  Organisation: EMBL- European Bioinformatics Institute  Country: AUSTRIA  Category: Event</p> <p><a href="#">Clinical trials in progress targeting endogenous stem cells</a>  Paris (France), June 2013 – The EndoStem consortium <a href="http://www.endostem.eu">http://www.endostem.eu</a> a large scale scientific collaboration coordinated by Dr David Sassoon (UPMC/Inserm, Paris, France), and co-financed by the European Commission via the 7th Framework Programme, has generated a number of advances, with an exciting year of clinical trials for treating muscular dystrophies by targeting endogenous stem cells.  Organisation: Dando Weiss and Colucci Ltd  Country:  Category: Press Alert</p> <p><a href="#">Decoding the oceans</a>  Marine genomics has the power to reveal the many undiscovered secrets of the oceans.  Organisation: youris.com GEIE  Country: ITALY  Category: Project</p>
Informatique / Base de données	<p><a href="#">2nd EUDAT Conference, 28-30 October 2013, Rome - Register Now</a>  Registration for the 2nd EUDAT Conference, 28-30 October 2013, Rome is now open.  Organisation: Trust-IT services Ltd.  Country: UNITED KINGDOM  Category: Event</p>
Microélectro nique	<p><a href="#">Perfectly designed microelectronics</a>  Microchips play an important role in industrial and household electronics. Their miniaturized circuits must not only function faultlessly but also consume as little</p>

	<p>energy as possible. Researchers are now working on making the tiny devices even more efficient.          Organisation: Fraunhofer          Country: GERMANY</p> <p><a href="#">Innovative microfluidic impedance-based device for multi-parametric cell analysis</a>          DIMID "Development of an Innovative Microfluidic Impedance-based Device for multi-parametric cell analysis" is a highly interdisciplinary project where microfluidics, electronics, biology and informatics converge with the aim of building a low cost impedance cytometer suitable for non-spherical cells and equipped with disposable chips.          Organisation: Cytognos, S.L          Country: SPAIN          Category: Project</p>
Modélisation	<p><a href="#">Internat Conf on System Modeling, Simulation and Optimization</a>          The Learning Foundation in Mechatronics (LFME), Athens, Greece, is organizing the 5th International Conference on Experiments/Process/System Modeling/Simulation/Optimization (5th IC-EpsMsO) to be held in Athens, Greece, from July 3rd to July 6th, 2013. <a href="http://www.epsmso.gr">http://www.epsmso.gr</a>          Organisation: LFME: LEARNING FOUNDATION IN MECHATRONICS          Country: GREECE          Category: Event</p> <p><a href="#">Mini-symposium on iPROD project results</a>          PARAGON SA, a partner of the iPROD project is organizing a mini-symposium, on behalf of the project consortium, dedicated to the dissemination of achieved results at the 5th International Conference on Experiments/Process/System Modeling/Simulation/Optimization (5th IC-EPSMSO) to be held in Athens, Greece, 3-6 July, 2013.          Organisation: Paragon S.A.          Country: GREECE          Category: Event,Project,Publication</p>
Micro- électronique	<p><a href="#">Perfectly designed microelectronics</a>          Microchips play an important role in industrial and household electronics. Their miniaturized circuits must not only function faultlessly but also consume as little energy as possible. Researchers are now working on making the tiny devices even more efficient.          Organisation: Fraunhofer          Country: GERMANY</p>
Neurologie	<p>Event title: Eleventh European Meeting on Glial Cells in Health and Disease, Berlin, Germany          Date: 2013-07-03          Organiser: For further information, please visit: <a href="http://www.gliameeting.eu/">http://www.gliameeting.eu/</a>          Summary: The Eleventh European Meeting on Glial Cells in Health and Disease will be held from 3 to 6 July 2013 in Algarve, Portugal. Although neuroscience research has made a great deal of progress over the last decade, much more is still to be discovered in order...          Link to event record: <a href="http://cordis.europa.eu/search/index.cfm?fuseaction=events.document&amp;EV_LANG=EN&amp;EV_RCN=35784&amp;pid=0">http://cordis.europa.eu/search/index.cfm?fuseaction=events.document&amp;EV_LANG=EN&amp;EV_RCN=35784&amp;pid=0</a>  <a href="#">The Neurobiology of Synapses and their Dysfunction (13-17 October 2013, Stresa, Italy)</a>          This conference is part of a series of high-level meetings on the neurosciences in Europe.</p>

	<p>Organisation: Federation of European Neuroscience Societies Country: BELGIUM Category: Event</p>
Robotique	<p><a href="#"><u>COST Workshop on Social Robotics - The future concept and reality of Social Robotics: challenges, perception and applications - Role of Social Robotics in current and future society</u></a></p> <p>Researchers have exerted considerable efforts to advance the robotic technologies as well as to understand their social implications. As a result, robotics is now a highly articulated field with various types of robots already assisting numerous areas of human activity. Despite their increasing significance and relevance, the general public tends to think that robots still belong to the world of science fiction and research laboratories.</p> <p>Organisation: COST Office Country: BELGIUM Category: Event</p>

## II) Notre Collègue Christian HERVE nous fait part des manifestations suivantes:

Le laboratoire d'éthique médicale et de médecine légale de l'Université Paris Descartes a le plaisir de vous communiquer les dates du 24, 25 et 26 avril 2014 afin que vous réserviez d'ores et déjà sur vos agendas l'organisation d'un grand colloque dirigé par le centre d'éthique clinique et ses partenaires dont nous faisons partie sur le thème "**La voix du patient / The Patient's Voice**"

Veillez trouver ci-joint l'affiche de la rencontre. Nous ne manquerons pas de vous adresser les éléments qui vous permettront de profiter au mieux de ce colloque

Avec mes amitiés

### **Pr. Christian Hervé**

Directeur du Laboratoire d'Ethique Médicale et de Médecine Légale (EA 4569)

Président de la Société Française et Francophone d'Ethique Médicale (*Sffem*)

45 rue des Saints-Pères

75006 PARIS

Tél. : 01.42.86.41.32.

<http://www.ethique.inserm.fr>

Sur les réseaux sociaux :

Twitter : [@PrHerve](#) / Facebook : [Christian Hervé](#) / Google + : [Christian Hervé](#)

Retrouvez la *Sffem* sur les réseaux sociaux :

Retrouvez-nous sur Facebook : [SFFEM](#)

Suivez-nous sur Twitter : [SFFEM\\_asso](#)

Interagissez avec nous sur Google + : [SFFEM](#)

Rejoignez notre réseau sur LinkedIn : [SFFEM](#)

UNIVERSITÉ D'ÉTÉ 2013

VOULOIR SAVOIR :  
ANTICIPER, DIAGNOSTIQUER, MOBILISER

Lille - 17/18/19/20 Septembre 2013

Alzheimer  
PLAN 2008 > 2012

[www.espace-ethique-alzheimer.org](http://www.espace-ethique-alzheimer.org)

→ **Sommaire**

➤ [Éditorial - Vouloir savoir](#)

➤ [Témoignages de l'Université d'été](#)

➤ [Temps forts de l'Université d'été 2013](#)

A quelques semaines de l'ouverture de l'[Université d'été Alzheimer, éthique et société](#), il nous est apparu important de revenir sur quelques thèmes qui y seront abordés. Plus que jamais ce rendez-vous annuel se situera au cœur des enjeux essentiels dans l'approche des personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer ou de maladies apparentées.

C'est dire tout l'intérêt de s'inscrire dès à présent à ce temps fort de réflexion et de partage des expériences, ouvert gratuitement à l'ensemble des professionnels ainsi qu'aux autres personnes impliquées et concernées.

Inscriptions en ligne et programme:

<http://www.espace-ethique-alzheimer.org/universitedete2013.php>

## PROGRAMME DU COLLOQUE CARPEM : MEDECINE PERSONNALISEE DANS LE CANCER

19 septembre 2013

Grand Amphithéâtre, Université Paris Descartes, 12 Rue de l'Ecole de Médecine, 75006 PARIS (Métro : Odéon)

**9h00 – 9h30 : INTRODUCTION DU THEME (Dr Florian SCOTTE – HEGP, Service de Cancérologie - APHP)**

- **Présentation du projet CARPEM.**

**9h30 - 10h15 : UN EXEMPLE DE MEDECINE PERSONNALISEE (Pr Franck PAGES – HEGP, Service d'Immunologie Biologique) : **Intégration de la composante immunitaire dans une démarche de médecine personnalisée en cancérologie colorectale.** Discutants : **Guillaume VOGT**, chercheur INSERM, Laboratoire d'Ethique Médicale Paris Descartes ; **Jean Baptiste REY**, service de la Pharmacie HEGP - APHP)**

**10h15-10h30 : PLATEFORME ANATOMOPATHOLOGIQUE (Pr Cécile BADOUAL – Service d'Anatomopathologie HEGP-APHP ; Gilles QUEVA – Laboratoire d'Ethique Médicale Université Paris Descartes)**

- **Intérêt, fonctionnement et connaissances issues d'une plateforme d'anatomopathologie.**
- **Emergence de problèmes éthiques autour de la tissuthèque et présentation du travail sur le recueil des consentements.**

**10h30 – 11h00 : PAUSE CAFE**

**11h00-11h30 : PLATEFORME D'IMAGERIE (Dr Foucauld CHAMING'S – Service d'Imagerie, HEGP ; M. Rachid MENDJELI, Laboratoire d'Ethique Médicale Université Paris Descartes)**

- **Place, intérêts, fonctionnement et connaissances issues d'une plateforme d'imagerie.**
- **Emergence de problèmes éthiques avec l'évolution des pratiques et présentation du travail sur les découvertes fortuites.**

**11h30 – 12h00 : PLATEFORME INFORMATIQUE (Pr Anita BURGUN – Service d'Informatique Médicale Université Paris Descartes -HEGP APHP ; Dr Marie-France MAMZER – Laboratoire d'Ethique Médicale de Université Paris Descartes - Necker-Enfants Malades)**

- **Place, intérêts, fonctionnement et connaissances issues d'une plateforme informatique. de type entrepôt de données et émergence de problèmes éthiques avec le développement de ces entrepôts.**

**12h00 – 12h30 : FONCTIONNEMENT COORDONNE ENTRE VILLE - HOPITAL - RECHERCHE (Philippe VAN ES, Pr Emérite en Médecine Générale, Université Paris Descartes ; Hélène BRUGEROLLES ; Sophie EMERY Réseau de Santé ASDES, CASH Nanterre, Coentín-Celton, APHP)**

- **Circulation des informations entre la ville et l'hôpital.**
- **Coordination autour du patient.**

**12h30 – 14h00 : PAUSE REPAS**

**14h00 – 14h15 : Quelques propos du Pr Patrick BERCHE**, Doyen de la Faculté de Médecine, Université Paris Descartes

**14h15 – 14h45 : MEDECINE PALLIATIVE EN PEDIATRIE (Dr Marion BRUGIRARD-LOZACH**, ESMP Necker Enfants Malades; **Catherine VERGELY**, Représentante du Groupe des parents à l'IGR)

- **Arrêt des traitements par le praticien, par le patient.**
- **Place des parents en pédiatrie.**

**14h45 – 15h00 : MEDECINE PERSONNALISEE POUR LE CANCER EN GERIATRIE (Dr Sophie MOULIAS**, Gériatre Hôpital Ambroise Paré APHP ; **Dr Tristan CUDENNEC** Gériatre, Hôpital Ambroise Paré, APHP)

**15h00 -15h30 : POINT DE VUE DES PATIENTS (Gérard PELE**, Administrateur de l'Association « les Petits Bonheurs », Hôpital Cognacq-Jay, acteur de la lutte contre le sida ; **Jean-Luc PLAVIS**, CISS d'Ile-de-France) : **Expérience du Comité Patients de CARPEM : fonctionnement, vécu...**

- **L'engagement pour la vie grâce aux malades eux-mêmes : l'apport de l'expérience du SIDA.**

**PAUSE CAFE : 15h30 – 15h45**

**15h45 -16h00 : ECLAIRAGE DES SCIENCES HUMAINES (Pr Philippe AMIEL** – Unité de recherche en Sciences Humaines et Sociales, Institut Gustave Roussy) : **Essais cliniques et médecine personnalisée : nouveaux enjeux, nouvelles questions posées par les essais ciblés précoces à l'encadrement éthique, juridique et pratique des recherches impliquant la personne.**

**16h00 – 16h30 : POINT DE VUE JURIDIQUE ET ECLAIRAGES DEONTOLOGIQUES (Dr Jacques LUCAS**, Vice-Président du Conseil National de l'Ordre des Médecins ; **Aminata TOURE**, Juriste, Laboratoire d'Ethique Médicale, Université Paris Descartes) : **Quelle gestion de la masse d'informations accessibles par les patients ?**

**16h30 – 17h15 : EXPERIENCES INTERNATIONALES (Jean-Michel BILLAUT**, Président de l'Association « Broadband78 » ; **Jean-Pierre THIERRY**, Consultant ; **James GOLDBERG**, Consultant International)

- **Le point sur l'e-santé dans le monde... Qui fait quoi ? La place de la France.**
- **Réflexion autour des termes « personalized medicine » et « patient centered preference ».**
- **Expériences au-delà des frontières.**

**17h15 – 18h00 : Quelques propos du Pr Frédéric DARDEL**, Président de l'Université Paris Descartes et **Clôture du Colloque (Pr Christian HERVE** ; Laboratoire d'Ethique Médicale Université Paris Descartes, HEGP, APHP)

**III) Notre Collègue alain CARDON nous informe de sa publication sur la revue électronique "Admiroutes - Automates intelligents" de son nouvel ouvrage :**

**Les systèmes de représentation et l'aptitude langagière**

accessible sur le site: <http://www.admiroutes.asso.fr/larevue/2013/136/LivreACmai07.pdf>

**Une interview de notre Collègue sur ce même sujet est également accessible sur:**

<http://www.admiroutes.asso.fr/larevue/2013/136/interviewcardon.htm>

## Documents

Notre Collègue Françoise DUTHEIL nous a également fourni un résumé de l'ouvrage de Gilles COHEN-TANNOUDJI et Michel SPIRO "Le Boson de Higgs et le Chapeau mexicain" paru dans la collection folio-essais de chez Gallimard.

P. 33 Résumé de l'ouvrage de Gilles COHEN-TANNOUDJI et Michel SPIRO par Françoise DUTHEIL

Pour préparer la future conférence de Giuseppe ZACCAI, nous vous proposons la lecture du texte suivant:

p.37: "Molecular adaptations to life as high salt " par Giuseppe ZACCAI qui représente le Chapitre 24 de ORIGINS AND EVOLUTION OF LIFE: AN ASTROBIOLOGICAL PERSPECTIVE Eds. M. Gargaud, P. Lòpez-García, H. Martin. CAMBRIDGE 2011



## Le boson et le chapeau mexicain

Présentation résumée par Françoise DUTHEIL de l'ouvrage de Gilles Cohen-Tannoudji et Michel Spiro

Postface de Michel Serres

(Gallimard - collection folio essais inédits – 530 pages)

Le 4 juillet 2012, le CERN annonçait au monde entier la révolution scientifique que constitue la découverte du **boson de Higgs**, et le changement de paradigme que subit la cosmologie, avec ce qui est appelé « la physique de l'émergence » d'un nouveau modèle standard.

Il s'agit de la découverte de l'ultime particule élémentaire prédite par la théorie de l'infiniment petit, dernier chaînon qui manquait encore, découvert grâce au grand Collisionneur de Hadrons (LHC) du CERN.

### Le Grand récit de l'Univers

Il s'agit là d'une authentique cosmogonie scientifique, à savoir un **Grand Récit de l'Univers**, *qui n'est pas seulement en expansion, mais aussi en devenir, en évolution*, depuis une phase primordiale, quantique, relativiste de haute énergie (parce que proche du Big Bang) où toutes les particules sont indifférenciées et sans masse, où toutes les interactions sont unifiées, jusqu'à l'état dans lequel il se laisse aujourd'hui observé, passant par une *série de transitions de phases*, au cours desquelles les particules se différencient (certaines d'entre elles acquérant de la masse), *les interactions se séparent, les symétries se brisent, des nouveaux états de la matière émergent*.

**La transition**, *objet des recherches qui ont abouti à la découverte du boson*, serait intervenue à la plus haute énergie, c'est-à-dire dans le passé le plus lointain qu'il soit possible d'explorer expérimentalement ; c'est celle dans laquelle *la synthèse électrofaible se serait défaire* en donnant naissance d'une part à l'interaction électromagnétique dont relève la *Lumière* (Fiat Lux) et d'autre part à *l'interaction faible* de courte portée, responsable des réactions thermonucléaires fournissant l'énergie des étoiles ; de plus, c'est dans cette transition que les quarks et l'électron, les constituants de la matière dont nous sommes faits, seraient devenus massifs.

La clé de voute de l'unification électrofaible réside dans un mécanisme dit de « **brisure spontanée de symétrie** », qui fait intervenir une particule, **le boson**, qui confère de la masse aux particules avec lesquelles elle interagit et qui est auto-couplée dans un *potentiel en forme de chapeau mexicain*.

Il apparaît que toute particule connue a un partenaire de même masse et de nombres quantiques opposés, que l'on peut assimiler à son antiparticule ; jusqu'à présent on n'avait jamais observé la moindre violation de **la symétrie PCT** :

- la parité d'espace P, qui change le signe des coordonnées d'espace,
- le renversement du signe du temps T
- la conjugaison de charge C

L'élaboration du modèle standard a été rendue possible en particulier par l'identification de la propriété de symétrie, susceptible d'être généralisée aux autres interactions, « *l'invariance de jauge* ».

Cette invariance n'est valable que s'il existe un champ quantique, en l'occurrence le Photon (champ quantique dont le photon est le quantum), que l'on appelle le « *champ de jauge* » de l'interaction.

*L'invariance locale de jauge*, propriété fondamentale de symétrie, implique, en plus du champ quantique de matière (l'électron), l'existence d'un champ de jauge (le photon) par lequel les quanta du champ de matière

entrent en interaction. L'une de ses propriétés caractéristiques est que le champ de jauge est nécessairement de masse nulle. [A l'origine, quelque  $10^{-12}$  seconde après le Big Bang, dans le modèle standard de la physique des particules, toutes les particules élémentaires ont une masse nulle.]

Dans le modèle standard, les interactions faibles et électromagnétiques se combinent dans une théorie putative de jauge impliquant comme champs de matière le Quark et le Lepton (*sans masse*) et comme champs de jauge outre le Photon (*sans masse*), le **Boson intermédiaire sans masse**.

Pour obtenir, à partir de cette théorie putative, un modèle phénoménologique viable, il a fallu concevoir un mécanisme de « *brisure spontanée de symétrie de jauge électrofaible* », le mécanisme de Brout, Englert et **Higgs** (BEH), susceptible de rendre massifs les Quarks, les leptons et des bosons intermédiaires. ***Le mécanisme BEH conduisit, en 1964, à la prédiction de l'existence d'une nouvelle particule, le Boson BEH, responsable de la brisure de symétrie de jauge, et dont la recherche était l'objectif prioritaire assigné au Grand Collisionneur Hadronique du CERN.***

Cette brisure fait intervenir la notion de « vide quantique »

Avec une très surprenante clairvoyance, Blaise Pascal avait en son temps entrevu que l'espace vide n'est pas le néant : « *l'espace vide tient le milieu entre la matière et le néant* ».

Les situations de brisure spontanée de symétrie sont fréquentes en physique statistique : elles résultent d'un conflit entre la symétrie de la dynamique et la stabilité de l'état d'énergie minimale du système, aussi appelé, en physique quantique, ***le vide***, sous l'effet de fluctuations incontrôlables (thermiques ou quantiques) qui n'ont pas la symétrie en question.

Le mécanisme BEH susceptible d'introduire une brisure spontanée de la symétrie de jauge électrofaible consiste à ajouter un nouveau champ de matière (en plus des quarks et des leptons), appelé *champ BEH*, et interagissant avec lui-même par un potentiel adéquat, dit en forme de *chapeau mexicain*.

Le potentiel en forme de chapeau mexicain induit une brisure spontanée de la symétrie globale, parce que l'état d'énergie extrême symétrique est instable (une bille que l'on essaierait de faire tenir en équilibre au sommet du chapeau tomberait dans sa rigole), alors qu'il existe un continuum d'états d'énergie extrême (minimum) stables, dans lesquels le champ de matière ne s'annule pas et dont chacun peut être choisi comme *vide* (la bille peut rouler dans la rigole sans dépenser d'énergie).

Enfin, la brisure spontanée d'une symétrie locale de jauge électrofaible n'est pas brisée, seulement **le boson de jauge est devenu massif** : c'est la nouvelle particule, **le boson de Higgs, qui a une masse comprise entre 125 et 127 GeV**.

## **La Longue traque du boson de Higgs**

Depuis la fin des années 70, il était mondialement reconnu nécessaire d'entrer dans une ***nouvelle ère de la physique expérimentale des hautes énergies, celle de la longue traque du BEH***, maintenant depuis plus de 30 ans, réalisée au grand Collisionneur de Hadrons (LHC).

En 1981 la décision de construction du LEP (Large Electron Positron), jusqu'à 200 GeV, fut prise au CERN, en fait deux ans avant même la découverte des bosons intermédiaires, qui conditionnait la réalisation de la machine. Le premier coup de pioche fut alors donné fin 1983, après la découverte des bosons, en présence des deux présidents des deux états hôtes, la France et la Suisse. Le creusement du tunnel de 27 km, passant sous l'aéroport de Genève, sous le Jura, commença. Le 14 juillet 1989, le premier faisceau circula dans l'anneau et les premières collisions furent réalisées un mois après.

La décision de construire le LHC fut prise par le Conseil du CERN en 1994 (présidé par Hubert Curien), conçu après 10 ans d'études par les chercheurs depuis 1984. C'est une aventure technique, scientifique et collaborative sans précédent.

Tout est innovation : on est dans le monde des records de froid pour les aimants qui contiennent l'énergie électrique (1,9K, proche du zéro absolu, où ont lieu les collisions de particules), à des énergies qui en font les points les plus chauds de l'Univers, tout cela dans un anneau où règne un vide plus vide que le vide interplanétaire. La machine a tourné à la moitié de l'énergie nominale à 3,5 TeV par faisceau et produit près d'1 milliard de collisions par seconde au pic de l'exploitation.

Ces expériences sont de véritables « cathédrales de la physique » où se regroupent 10.000 chercheurs de plus de 60 pays, et constituent la plus grande aventure scientifique mondialisée. Véritables « Babel scientifiques », elles correspondent à une nécessité de mise en commun des moyens et des forces du monde entier en vue d'un but partagé, conception d'un idéal commun entre les chercheurs construisant une intelligence collective, forgeant des outils collaboratifs nouveaux (le fameux World Wide Web, WWW, est l'invention du CERN), développant de nouvelles méthodes de gestion et d'organisation et finalement permettant l'accès démocratique de chacun à toute l'information concernant l'expérience sur laquelle il travaillait.

Les simulations ont demandé une puissance de traitement informatique gigantesque, qui n'a été rendue possible que par la mise en réseau de tous les calculateurs de tous les utilisateurs du monde entier en une sorte de supercalculateur, dont une des retombées est aujourd'hui le « CLOUD ».

Cette histoire est qualifiée par Michel Serres « *un grand récit de l'Univers* »

### **L'impact politico-social de la révolution scientifique**

L'héritage du Bosc, ou plus précisément celui de l'aventure humaine qu'ont été sa recherche et sa découverte, ne concerne pas seulement l'histoire et la philosophie des sciences, mais aussi l'histoire des civilisations humaines. Sa portée a une dimension anthropologique, illustrant les rapports de la physique des particules et de la société à travers l'exemple du CERN et ses fondateurs visionnaires : révéler les secrets de la nature, rassembler par-delà les frontières, innover et former, *mettre en œuvre une mondialisation collaborative réussie*, un héritage des Lumières.

Depuis ce siècle des Lumières, la recherche fondamentale qui n'a pour but que de faire bouger les frontières de la connaissance, rime avec Liberté de penser, liberté de chercher, libre circulation des personnes et des idées, avec le sens des responsabilités.

Le CERN a été la première organisation scientifique européenne en 1954. Il a mis en œuvre une stratégie qui lui a permis de réaliser sa première mission : redonner à l'Europe sa place dans la recherche fondamentale. Il a développé, à l'échelle mondiale, un mode original d'organisation, fondé sur la mise en commun des moyens expérimentaux et sur une stratégie collaborative à long terme. Le CERN peut alors proposer un modèle dont puisse s'inspirer nos contemporains pour stimuler à la fois le progrès de la connaissance, la créativité et l'innovation, de nouveaux outils de gestion de projets et de communication pour rassembler, par-delà les frontières, les cultures et les croyances, et plus généralement pour répondre aux défis de notre monde.

## Molecular adaptations to life at high salt: lessons from *Haloarcula marismortui*

Giuseppe Zaccai

### The origin of life and its existence elsewhere than on planet Earth

Studies of the origins of life are closely interwoven with exobiology (Raulin-Cerceau *et al.*, 1998). It is highly probable that the full range of conditions present on Earth since its formation are present elsewhere. On a virtual trip through the Universe, we would travel not only in space, but also back in time into the Earth's biological history. The search for past, dormant or currently existing extraterrestrial life is one of the most thought-provoking challenges for biology. It is based on the certainty that liquid water and other key chemical and physical environmental conditions for the development of living organisms, as we know them, were, or are, present elsewhere in the Universe than on our planet. Any evidence of extraterrestrial life, from Mars sample analysis for example, would be of absolute interest for all biology. It would contribute to understanding not only of the definition and origin of life, but also of the evolution and adaptation of molecular mechanisms in living cells, or of how organisms adapt and develop within ecosystems.

### Why study life in extreme environments?

Life on Earth is almost everywhere! And because it is *almost* everywhere around us, we can hope to define the extreme limits for its existence by studying it here on Earth. Life has adapted to grow or just survive in what, in our anthropocentric way, we call the most extreme environments: from the deep oceans to mountain peaks way above the treeline, from very hot volcanic springs to glacial Arctic waters, from dry deserts and salt seas to underground rocks and from highly acidic springs to highly alkaline ponds.

Lopez-Garcia and Moreira (2008) reviewed the application of molecular ecology and metagenomics to study the vast microbial biodiversity of the biosphere. An impressive diversity of Archaea, Bacteria and protists has been uncovered by these techniques. And the correlation of function with the phylogenetic diversity observed in natural environments is leading to the discovery of novel metabolisms and to a re-evaluation of the global ecological impact of known ones. All known living organisms have properties in common. They are made up of cells or have passed through a cellular stage. The cell is the fundamental component of all life forms. The common properties of all known life forms, however,

extend to the molecular level. Genetic information is encoded in cellular DNA, and passed from one generation to the next by 'replication'. For the information in the DNA to be acted upon, it is 'transcribed' into RNA. The RNA, in turn, is 'translated' into proteins, the molecular machines, which assume the vital specific functions of the cell. Each of replication, transcription and translation is, in fact, a highly catalysed and finely controlled process, involving a large set of enzymes, various repressor and activator proteins and transcription factors. Ribosomes, large protein-RNA molecular machines, are the main seats of translation, which also brings into play aminoacyl-tRNA synthases, tRNA, and a number of initiation, elongation and other factors.

The control and regulation of gene expression represents an essential function of proteins, which they ensure in large part through specific protein–nucleic acid interactions. The genetic information flows from DNA to RNA to protein, but protein is required in all steps, showing that the process is, in fact, already highly evolved. And since it is found in all known organisms, from the prokaryotic Archaea and Bacteria to human beings, it follows we are all already highly evolved and require the full set of macromolecules, ions, small molecules and water in order to be alive. There are no known examples of really primitive life forms and we can only speculate about them.

In the middle of the nineteenth century, Theodor Schwann, Matthias Jakob Schleiden and Rudolf Virchow proposed the three fundamental axioms of 'cell theory'. They remain valid today:

1. All living things are composed of one or more cells.
2. The cell is the most basic unit of life.
3. All cells come from pre-existing cells.

The third point is especially significant. It implies that only if its history is understood can we hope to understand the very existence of a cell, its place in an organism and the reactions that take place within it. Cells are often discussed as wonderfully synchronized extremely complex machines. In a broad sense, cells all perform similar tasks, based on similar basic macromolecular and molecular units. The miracle of adaptation is that, in different cells, at the molecular level these similar reactions take place in a wide variety of physico–chemical conditions – including the *extreme* conditions mentioned above. In the context not only of the search for extraterrestrial life, but also of fundamental biological science, there is a substantial research effort to understand adaptation mechanisms to extreme conditions.

Adaptation of a living organism to an extreme environment occurs at all levels of organization, from the sub-molecular, through the metabolic/physiological level to the ecological level, where it is reflected in biodiversity, which is itself an illustration of the richness of adaptation mechanisms (Lopez-Garcia and Moreira, 2008). This chapter is focused on structural and dynamic molecular features of adaptation to high salt in a Dead Sea archaeon, which represents but one aspect of adaptation to extreme conditions. Are the structural and dynamic features involving salt ions and water molecules, which have been identified in *Haloarcula marismortui*, representative of general molecular-adaptation mechanisms or are they specific to this organism? There are indications from genomic

and structural analysis that, similarly to the *H. marismortui* enzymes, proteins from other extreme halophile Archaea and from the halophilic bacterium *Salinibacter ruber* also present the strongly acidic surface which participates in water and ion-binding stabilization and solubility in high salt (see the section below on 'Archaea, Bacteria and Eucarya adaptation to high salt'). On the other hand, the thermohalophile *Halothermothrix orenii* has evolved other molecular mechanisms for stability and solubility in a high-salt environment (Sivakumar *et al.*, 2006; Mavromatis *et al.*, 2009).

### Water, salt and the Dead Sea that isn't

Life forms have colonized every ecological niche possible. These environments all have in common, however, that they contain liquid water, be it with a low activity coefficient. Organisms have been discovered that live at temperatures above 100 °C, where at atmospheric pressure water would vaporize. They live in a deep ocean environment, however, where high pressure maintains the water in its liquid state. Not only is there no evidence of a life form adapted to the total absence of water, but also, organisms that are exposed to very dry conditions have evolved mechanisms to go into suspended animation during drought periods and to recover their usual metabolic state when water becomes available again. The excess production of the disaccharide, trehalose, which coats and protects cellular structures, is one such mechanism (Cordone *et al.*, 1999; and references therein). By studying myoglobin dynamics using neutron scattering, Cordone *et al.* have shown that the trehalose coating inhibited large-amplitude denaturing motions, in a way similar to freezing. Salt also can have a protective effect on biological macromolecules. Tehei *et al.* (2002) have shown that an enzyme from an extreme halophile (salt-loving) archaeon, which had been trapped in a salt crystal, was significantly protected against denaturation by heat and desiccation.

Liquid water and various dissolved salts are essential to life. The cell membranes of all organisms contain pumps to exclude Na<sup>+</sup> and to concentrate K<sup>+</sup> in the cytoplasm; they generate significant chemical potential gradients for these ions. It has been recognized for millennia, nevertheless, that saturated salt conditions are not propitious for life. In fact, salt has been used from ancient times to preserve food, because it stopped it 'going bad' – by micro-organism infection (but the cause was discovered much more recently). In *Voyage of HMS Beagle*, Charles Darwin wrote: 'Parts of the lake seen from a short distance appeared of a reddish colour, and this perhaps was owing to some infusorial *animalcula*... How surprising it is that any creatures should be able to exist in brine, and that they should be crawling among crystals of sulphate of soda and lime! ... Thus we have a little living world within itself, adapted to these inland lakes of brine.' As observed by Darwin, salt lakes and saline works ponds are often tinted red by the halophile organisms that thrive in their hypersaline waters. The main pigment is beta-carotene, which enters the food chain and is responsible, for example, for the pink colour of flamingos and salmon. The biogeochemistry of hypersaline environments is discussed in a book edited by Aharon Oren (Oren, 1998).

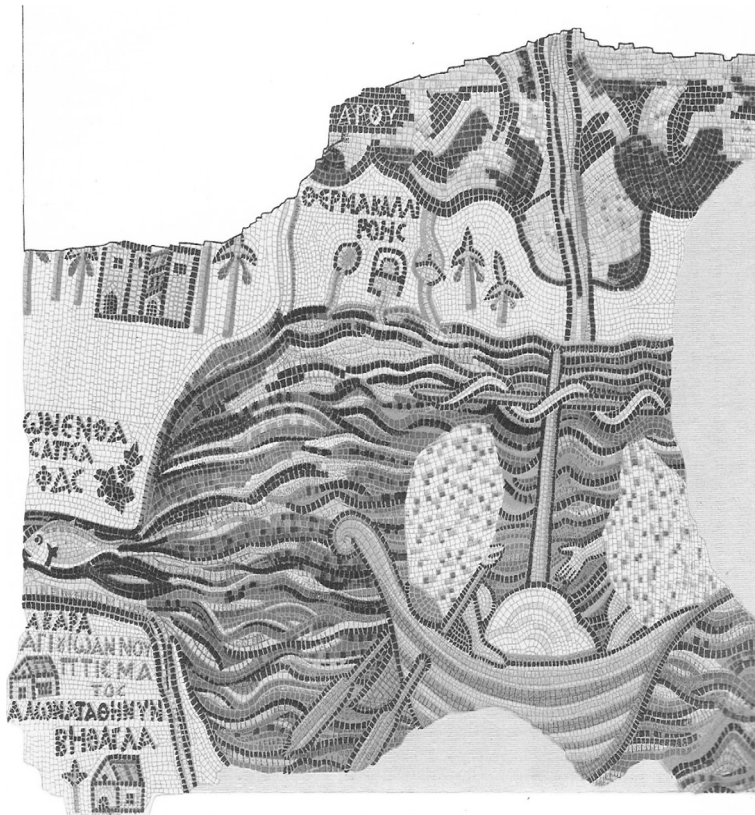


Figure 24.1. The Dead Sea played an important role in the description of halophile life. The Madaba map is a 6th-century floor map from the Church of Madaba, Jordan. A small part of the map shows a boat on the Dead Sea at the point of junction with the River Jordan (see fish turning back). The lumps on the boat represent salt obtained by evaporation from Dead Sea water. From 'The Madaba Mosaic Map' by Michael Avi-Yonah; used with permission (copyright 1954, Israel Exploration Society, Jerusalem).

The first halophile organisms were discovered at the end of the nineteenth century when scientists isolated microorganisms that infected salted cod. The biophysics experiments described further in the chapter, which led to an appreciation of the molecular mechanisms of adaptation to high-salt environments, originated in work done on the biology of the Dead Sea. The Dead Sea (Figure 24.1) is anything but dead. Benjamin Elazari Volcani pioneered the study of its microbial life in the 1930s, and continued its characterization until he died in 1999. In a letter to *Nature*, published in 1936 with the title 'Life in the Dead Sea', Volcani, whose name at the time was Wilkansky, described an indigenous microbial community adapted to the extreme conditions found in the Dead Sea (Wilkansky, 1936). In 1999, Oren and Ventosa published an article dedicated to Volcani's memory describing sixty-three years of studies of the microbiology of the Dead Sea (Oren

and Ventosa, 1999). The author of the present chapter became involved in the work on halophile molecular adaptation through close collaborations with scientists studying Dead Sea organisms.

### The state of intracellular water in halophile Archaea

The extreme halophile Archaea counterbalance the osmotic pressure due to the external multimolar NaCl concentration, by accumulating multimolar KCl in their cytoplasm. There are 55 moles in a kilogramme of water. In a six-molal solution of a fully ionized monovalent salt, therefore, there are about 4.5 water molecules per ion. Six water molecules may coordinate each ion, so that each and every water molecule has at least one ion as one of its nearest neighbours, leading to reduced water activity. Considering, furthermore, that the inside of a cell is already very crowded with macromolecules, which occupy close to 30 % of its volume, what is the state of water inside halophile Archaea? Is it very different from that of the bulk liquid? And if so, how does this affect the biochemistry of the cell? It must be kept in mind that, in the laboratory, biochemistry is predominantly studied in dilute aqueous solution.

Following previous work on the Dead Sea archaeon, *Haloarcula marismortui* (Hm), which had suggested the existence of non-bulk intracellular water (Ginzburg and Ginzburg, 1975), water dynamics was measured *in vivo*, directly in the organism, by neutron scattering (Tehei *et al.*, 2007). In such experiments, neutrons are bounced off the protons in the hydrogen nuclei of the water molecules (Serdyuk *et al.*, 2007). Like in a billiard-ball collision experiment, the changes in energy and momentum of the neutrons provide information on the rotational and translation motions of the water molecules. The signal from deuterium nuclei is much weaker than that from hydrogen and specific isotope labelling is used to distinguish between the motions of different molecules. Fully deuterated Hm was cultured and then introduced into natural-abundance H<sub>2</sub>O in order to observe the motions of the water molecules and not those of deuterons in the cellular structures. It was found that an important fraction of Hm intracellular water had translation motions that were almost two orders of magnitude slower than bulk. Was this due to confinement by molecular crowding in the cell, or to the saturated KCl environment? There had been reports that water in all cells was slowed down due to strong confinement by the crowded environment. This is not the case. Neutron-scattering experiments on *E. coli*, similar to the Hm experiments, established that on the atomic scale most of the intracellular water flowed as freely as in bulk (Jasnin *et al.*, 2008). Water motions in saturated KCl and NaCl solutions were also examined by neutron-scattering experiments; some slowing down was found, but only by a small factor compared to bulk (Frolich *et al.*, 2009). Crowding and the salt concentration, therefore, cannot account for the observed effect in Hm, and it appeared that something special was happening to the intracellular water in the extreme halophile. A possible explanation was proposed in terms of the 'solvation-stabilization model' discussed in the following section.



### The solvation-stabilization model for halophile proteins

Hm MalDH, the tetrameric malate dehydrogenase from Hm, is the most-studied and best-characterized halophile protein (Eisenberg *et al.*, 1992; Richard *et al.*, 2000; Costenaro *et al.*, 2002; Ebel *et al.*, 2002; Irimia *et al.*, 2003). The protein from Hm is itself a halophile in that it requires very high salt concentrations in its solvent in order to be stable, soluble and active. The Hm MalDH tetramer concomitantly dissociates and unfolds when solvent NaCl or KCl concentration falls below about 2 M (still a *high* salt concentration for most biochemical studies). At first it was thought that under physiological conditions a particularly robust hydration shell, excluding solvent salt ions, surrounded halophile proteins. Careful biophysical experiments showed, however, that this is not the case. In fact, the opposite situation occurs: the protein recruits solvent ions into its structure that stabilize it. The tetrameric structure is stabilized by chloride ions bridging amino-acid residues between the subunits (Figure 24.2) (Madern and Ebel, 2007; Irimia *et al.*, 2003). The solvation shell is made up of a very high local ionic concentration (equivalent to 5 molal NaCl, for example) and participates effectively in protein stabilization and solubility.

The amino-acid composition of proteins in halophile genomes is particularly rich in the acidic residues, aspartate and glutamate – to the extent that this was considered a signature of halophily in Archaea. The crystal structure of Hm MalDH illustrated how these residues clustered on the protein surface with the carboxyl groups pointing out into the solvent environment. Unfortunately, the ions and water molecules in the hydration shell are not sufficiently ordered to permit their observation in the crystal structure. Carboxyl groups, however, are known to form strong hydrogen bonds with water molecules. They are good candidates for the organization of a relatively strongly bound solvation shell through cooperative interactions with hydrated salt ions. As discussed by Tehei *et al.* (2007), such interactions between carboxyl groups, water molecules and ions have been observed in the crystal structure of the potassium channel, and may well account for the *slow* water found in Hm, which was discussed in the previous section.

Interestingly, Hm MalDH is stabilized *in vitro* by different thermodynamic mechanisms depending on the nature of the solvent salt. Under cosmotropic conditions, in high concentrations of sulphate or phosphate, for example, Hm MalDH stabilization is dominated by the hydrophobic effect with a solvent-excluding hydration shell, similarly to non-halophile proteins. In contrast to stabilization mechanisms in non-halophile proteins, in high concentrations of NaCl or KCl, Hm MalDH thermodynamic stabilization is dominated by enthalpic terms arising from extensive ion binding and hydration interactions. The observations led Bonnete *et al.* (1994) to suggest that stabilization mechanisms in Hm MalDH *adapted* to solvent conditions.

Every protein has evolved to form a stable active particle in its physiological environment. The solvation shell is an integral part of the particle, even though it is composed of solvent components in more or less rapid exchange with their bulk solvent partners. Solvation-shell interactions participate actively in the energetics of the particle, which defines its stability and dynamics (see next section). The solvation shell may be composed

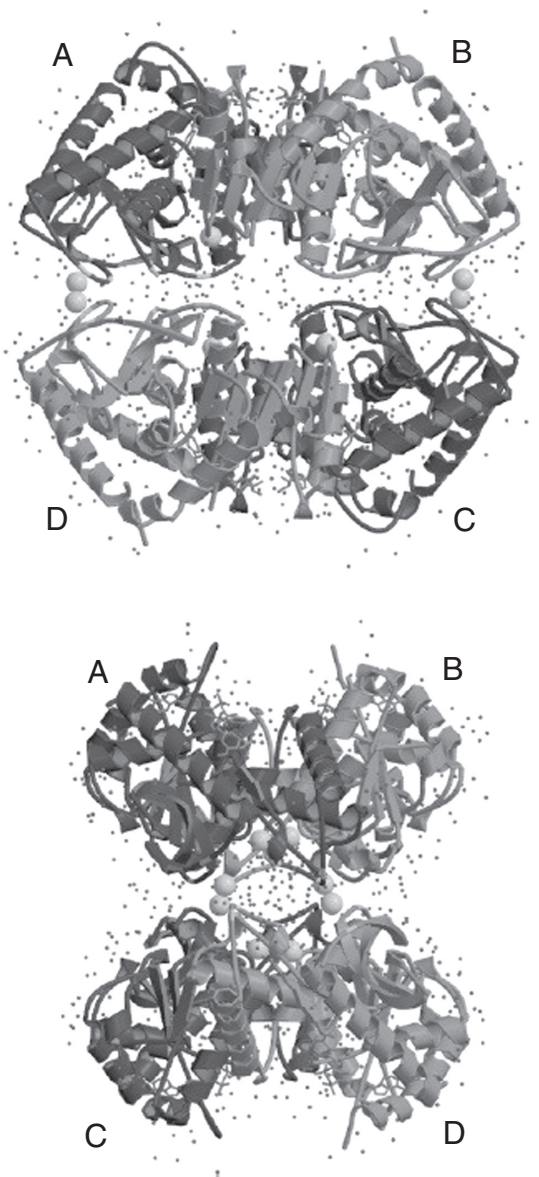


Figure 24.2. Quaternary structure of the (R207S, R292S) mutant of HmMalDH and ion-binding to the interface. The quaternary structure of (R207S, R292S) MalDH is a tetrameric complex. The structure is shown in two orthogonal views. The monomers are labelled A to D. Secondary structures are shown as thick ribbons. The NADH cofactor, is bound to the catalytic site of each monomer. Chloride ions, are localized at subunit interfaces. The water molecules form networks on the external surface and at internal interfaces between dimers. The two tight AB and CD dimeric assemblies delimit an elongated cavity at their interface. The regions where the protein-protein interactions across the A-D interface remain after the salt bridges were disrupted by the arginine to serine mutations are highlighted in cyan. From Irimia *et al.*, 2003.

of only water in some types of H-bonding network with the protein surface (as in most soluble proteins), or of water and other solvent components, such as the ions observed for the halophile case.

### Halophile protein dynamics is salt dependent

There is a strong relationship between protein thermal dynamics and activity. For a protein to be active it should have the appropriate internal motions. These are affected by temperature and also solvent environment. Gabel *et al.* (2002) reviewed protein dynamics measured by neutron scattering and its relation to biological function.

The molecular thermal dynamics of Hm MalDH in different solvents was examined by neutron scattering on the IN13 spectrometer, at the Institut Laue Langevin high-flux reactor in Grenoble (Tehei *et al.*, 2001). IN13 is sensitive to neutron energy and momentum ranges that are perfectly adapted to the study of internal protein dynamics in solution. The results indicated a correlation between the stability of the protein as measured by CD spectroscopy, and the 'resilience' of its structure (expressed as an effective force constant) measured by neutron scattering. The resilience was found to be higher and the mean amplitude of motions (flexibility) lower in concentrated NaCl, in which Hm MalDH is more stable, than in concentrated KCl. The authors suggested that halophile protein resilience was higher in NaCl because of the stronger hydration interaction of Na<sup>+</sup> compared to K<sup>+</sup>. The state with the more strongly associated solvation shell would be more stable and more resilient. Recall, however, that the physiological environment of Hm MalDH is high KCl concentration. In this context, the results would suggest that there is a trade-off between stability (resilience), on the one hand, and activity (flexibility, which was higher in KCl than in NaCl), on the other. In other words, Hm MalDH in KCl has the appropriate flexibility for activity, and is sufficiently stable, even though it would be more stable in other salts.

### Archaea, Bacteria and Eucarya adaptation to high salt

The discovery of Archaea and their shared features with Bacteria and Eucarya proved that the separation between the three domains of life is not hard and fast. A prokaryote retinal binding protein, for example, was first isolated in the 1960s from the extreme halophile Archaea and named bacteriorhodopsin (reviewed by Haupts *et al.*, 1999). Bacteriorhodopsin is still studied very usefully as a tractable model, which almost became a paradigm for many important aspects in biophysics, including light transduction, ion translocation against the membrane potential and alpha-helical membrane protein structure and dynamics structure and dynamics (e.g. Wood *et al.*, 2007, 2008). In a search for physiological adaptation mechanisms in halophile Archaea, Franzetti and his colleagues isolated and characterized novel complexes with salt-dependent ribonuclease, chaperone and protease activities (Franzetti *et al.*, 2001, 2002a, 2002b, 1997).

There are also halophile eukaryotes. The genus *Dunaliella*, the unicellular alga, which is mainly responsible for primary production in practically all hypersaline environments, was

described early in the twentieth century. In a historical survey, (Oren, 2005) one hundred years of research on *Dunaliella* was summarized and reviewed. Unlike the extreme halophile Archaea, which accumulate intracellular KCl as the main osmolyte, *Dunaliella* and other Eucarya counter-balance the high osmotic pressure of their hypersaline environment by 'compatible solutes'. Compatible solutes are small organic osmolytes that are compatible with usual biochemical reactions and cellular metabolism even at very high (molar) concentrations, and have a protective effect on macromolecules (da Costa *et al.*, 1998). The osmolyte in the case of *Dunaliella* is glycerol. Other natural compatible solutes include betaine, proline, ectoine and the disaccharide trehalose, mentioned above in the section on 'Water, Salt and the Dead Sea'. Until a few years ago, it was believed that only the extreme halophile Archaea used salt, mainly KCl, as their osmolyte – while halophile and halotolerant Bacteria and Eucarya used compatible solutes. Then, *Salinibacter ruber* turned up (Anton *et al.*, 2002; Oren *et al.*, 2002).

*Salinibacter ruber* is an extreme halophile bacterium, which was isolated from saltern crystallizer ponds, and requires at least 150 g/litre of salt for growth. The cells were found to have an extremely high potassium content (the ratio of K<sup>+</sup>/protein is in the same range as in extreme halophile Archaea) and only small amounts of potential intracellular compatible solutes were detected (Anton *et al.*, 2002; Oren *et al.*, 2002). The observations suggested that *S. ruber* uses a mode of haloadaptation similar to the extreme halophile Archaea, and accumulates salt and not organic osmolytes such as were used by all other halophilic and halotolerant aerobic Bacteria known at the time. The genome of *S. ruber* was published in 2005 (Mongodin *et al.*, 2005). Its analysis suggested that the resemblance between *S. ruber* and extreme halophile Archaea phenotypes arose through convergence at the physiological and the molecular levels (different genes producing similar overall phenotype, and independent mutations yielding similar sequences or structures, respectively). Furthermore, several genes and gene clusters were found to be related by lateral transfer from or to HaloArchaea, including a few for light-sensitive rhodopsins and photoactive yellow protein (Memmi *et al.*, 2008).

Recall from the previous sections, that Hm MalDH is the most-studied protein from an extreme halophile. Its study led to the discovery of a new lactate dehydrogenase-like (LDH-like) group of MalDH (Madern and Zaccai, 2004). In recent and current work, members of the LDH-like MalDH enzyme family are used as models by Dominique Madern and his colleagues in a very fruitful comparative study of extremophile adaptation (Madern, private communication, to be published; Coquelle, 2008). In order to identify and compare features of halophile adaptation, the MalDH from *S. ruber* (Sr MalDH) was purified and characterized by analytical ultracentrifugation as a tetramer, indicating that it belongs to the LDH-like MalDH group. Sr MalDH is soluble at high salt, but in contrast to most other halophilic enzymes, however, which unfold at low salt concentration, it remains stable in very low salt concentrations. Its activity is reduced by high salt concentration, but remains sufficient for the enzyme to sustain catalysis in 3 M KCl at a significant fraction of the maximum rate. The Sr MalDH crystal structure was solved to show rich clustering of acidic groups on the surface of the protein (similar to Hm MalDH), but no salt-ion binding

between subunits (unlike the case of Hm MalDH). The acidic features and lack of ion-binding in SR MalDH correlate, respectively, with high solubility at high salt and stability of the tetramer at low salt; they account for the activity of the enzyme in a broad range of salt conditions. A comparison of salt (KCl concentration) dependent features in tetrameric MalDH from *Chlorflexus auranticus* (Ca, a thermophile bacterium), Sr and Hm is summarized as follows (Madern, private communication, to be published; Coquelle, 2008):

- (1) Solubility: low surface acidity in Ca correlates with low solubility at high salt; high surface acidity in Sr and Hm correlates with high solubility at high salt.
- (2) Stability: high stability at low and high salt in Ca and Sr correlates with no ion-binding between protein subunits; in Hm, the requirement of high salt for stability correlates with ion-binding between subunits.
- (3) Activity: peaks at low salt in Ca and effectively disappears in high salt; peaks at low salt in Sr and is maintained at about 50 % of the maximum value in high salt; requires high salt in Hm.

### Salt, heat, the RNA World and exobiology

Macromolecules are the smallest signatures of life. They encode information and are catalytically active with great specificity. In most cases, the tertiary and quaternary structures of a macromolecule assuring a particular biological function evolved or converged to be very similar in different organisms. Structural and dynamic features associated with stability and activity in different environments have to be strongly adapted, however, and will be quite different for psychrophile, halophile and hyperthermophile proteins, to take extreme examples.

The genome of *S. ruber* (see previous section) is an excellent example of how a variety of survival and thriving strategies to cope with a common extreme environment are easily borrowed and transferred across domain boundaries. These are important points to bear in mind both in origin of life studies and in the search for extraterrestrial traces of living organisms.

The RNA World hypothesis in origin of life studies was inspired by the discoveries that RNA could have both catalytic and information-coding properties (review by Meli *et al.*, 2001). The halophile endonuclease RNase E, discovered by Franzetti *et al.* (1997) is similar in having the same RNA specificity as its homologue in *E. coli*. Contrary to the *E. coli* enzyme, however, the halophile archaeal enzyme requires a high salt concentration for cleavage specificity and stability. These data indicate that a halophile RNA-processing enzyme can specifically recognize and cleave messenger RNA from *E. coli* in an extremely salty environment (3 M KCl). With this discovery, RNase E-like activity has now been identified in all three evolutionary domains: Archaea, Bacteria and Eucarya, strongly suggesting that messenger RNA-decay mechanisms are highly conserved despite quite different environmental conditions. The clustering of thermophile and hyperthermophile organisms close to the putative root of the phylogenetic tree has been interpreted to argue in favour of a 'hot' origin of life. Since RNA is very heat sensitive, would the RNA World scenario be excluded in this case? RNA tertiary structure and stability, however, are sensitively salt

type and concentration dependent (Zaccai and Xian, 1988). Tehei *et al.* (2002) examined the effects of salt on MalDH proteins from different sources, and transfer RNA. Trapping Hm MalDH in dry salt crystals protected the enzyme against thermal denaturation. Similar protection was not observed for the homologous mesophile. In the case of transfer RNA, high salt concentration played a protective role against thermal degradation allowing activity to be recovered. The authors discussed their results in the context of orienting the search for traces of life in planetary exploration towards areas with evaporite structures, suggesting the existence of ancient salt seas that have dried down.

### Acknowledgements

The ideas discussed in this chapter have been published in part in *Bioessays* by Maurel and Zaccai (2001) and in the *Proceedings of a Royal Society Meeting on Water and Life* (Zaccai, 2004). They were developed during two decades of work on halophile proteins in Grenoble at the Institut Laue Langevin and in the Laboratoire de Biophysique Moléculaire of the Institut de Biologie Structurale. I would like to thank, in particular, Christine Ebel, Bruno Franzetti, Dominique Madern and Moeava Tehei for many stimulating discussions on extremophile adaptation.

### References

- Anton, J., Oren, A., Benlloch, S., Rodriguez-Valera, F., Amann, R. and Rossello-Mora, R. (2002). *Salinibacter ruber* gen. nov., sp. nov.: a novel, extremely halophilic member of the Bacteria from saltern crystallizer ponds. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **52**, 485–91.
- Bonnete, F., Madern, D. and Zaccai, G. (1994). Stability against denaturation mechanisms in halophilic malate dehydrogenase ‘adapt’ to solvent conditions. *Journal of Molecular Biology*, **244**, 436–47.
- Coquelle, N. (2008). *Mécanismes Moléculaires D’adaptation aux Conditions Physico-Chimiques Extrêmes dans la Famille des Lactate–Malate Déshydrogénases: Biologie Structurale et Nanobiologie*. Grenoble: Université Joseph Fourier.
- Cordone, L., Ferrand, M., Vitrano, E. and Zaccai, G. (1999). Harmonic behavior of trehalose-coated carbon-monooxy-myoglobin at high temperature. *Biophysics Journal*, **76**, 1043–7.
- Costenaro, L., Zaccai, G. and Ebel, C. (2002). Link between protein–solvent and weak protein–protein interactions gives insight into halophilic adaptation. *Biochemistry*, **41**, 13245–52.
- Da Costa, M. S., Santos, H. and Galinski, E. A. (1998). An overview of the role and diversity of compatible solutes in Bacteria and Archaea. *Advances in Biochemistry, Engineering and Biotechnology*, **61**, 117–53.
- Ebel, C., Costenaro, L., Pascu, M., Faou, P., Kernel, B., Proust-De Martin, F. and Zaccai, G. (2002). Solvent interactions of halophilic malate dehydrogenase. *Biochemistry*, **41**, 13234–44.
- Eisenberg, H., Mevarech, M. and Zaccai, G. (1992). Biochemical, structural, and molecular genetic aspects of halophilism. *Advances in Protein Chemistry*, **43**, 1–62.

- Franzetti, B., Schoehn, G., Ebel, C., Gagnon, J., Ruigrok, R. W. and Zaccai, G. (2001). Characterization of a novel complex from halophilic archaeobacteria, which displays chaperone-like activities in vitro. *Journal of Biological Chemistry*, **276**, 29906–14.
- Franzetti, B., Schoehn, G., Garcia, D., Ruigrok, R. W. and Zaccai, G. (2002a). Characterization of the proteasome from the extremely halophilic archaeon *Haloarcula marismortui*. *Archaea*, **1**, 53–61.
- Franzetti, B., Schoehn, G., Hernandez, J. F., Jaquinod, M., Ruigrok, R. W. and Zaccai, G. (2002b). Tetrahedral aminopeptidase: a novel large protease complex from Archaea. *EMBO Journal*, **21**, 2132–8.
- Franzetti, B., Sohlberg, B., Zaccai, G. and Von Gabain, A. (1997). Biochemical and serological evidence for an RNase E-like activity in halophilic Archaea. *Journal of Bacteriology*, **179**, 1180–5.
- Frolich, A., Gabel, F., Jasnin, M., Lehnert, U., Oesterhelt, D., Stadler, A. M., Tehei, M., Weik, M., Wood, K. and Zaccai, G. (2009). From shell to cell: neutron scattering studies of biological water dynamics and coupling to activity. *Faraday Discuss*, **141**, 117–30; discussion 175–207.
- Gabel, F., Bicout, D., Lehnert, U., Tehei, M., Weik, M. and Zaccai, G. (2002). Protein dynamics studied by neutron scattering. *Quarterly Review Biophysics*, **35**, 327–67.
- Ginzburg, M. and Ginzburg, B. Z. (1975). Factors influencing the retention of K in a Halobacterium. *Biomembranes*, **7**, 219–51.
- Haupts, U., Tittor, J. and Oesterhelt, D. (1999). Closing in on bacteriorhodopsin: progress in understanding the molecule. *Annual Review of Biophysics and Biomolecular Structure*, **28**, 367–99.
- Irimia, A., Ebel, C., Madern, D., Richard, S. B., Cosenza, L. W., Zaccai, G. and Vellieux, F. M. (2003). The Oligomeric states of *Haloarcula marismortui* malate dehydrogenase are modulated by solvent components as shown by crystallographic and biochemical studies. *Journal of Molecular Biology*, **326**, 859–73.
- Jasnin, M., Moulin, M., Haertlein, M., Zaccai, G. and Tehei, M. (2008). Down to atomic-scale intracellular water dynamics. *EMBO Reports*, **9**, 543–7.
- Lopez-garcia, P. and Moreira, D. (2008). Tracking microbial biodiversity through molecular and genomic ecology. *Research in Microbiology*, **159**, 67–73.
- Madern, D. and Ebel, C. (2007). Influence of an anion-binding site in the stabilization of halophilic malate dehydrogenase from *Haloarcula marismortui*. *Biochimie*, **89**, 981–7.
- Madern, D. and Zaccai, G. (2004). Molecular adaptation: the malate dehydrogenase from the extreme halophilic bacterium *Salinibacter ruber* behaves like a non-halophilic protein. *Biochimie*, **86**, 295–303.
- Maurel, M. C. and Zaccai, G. (2001). Why biologists should support the exploration of Mars. *Bioessays*, **23**, 977–8.
- Mavromatis, K., Ivanova, N., Anderson, I., Lykidis, A., Hooper, S. D., Sun, H., Kunin, V., Lapidus, A., Hugenholtz, P., Patel, B. and Kyrpides, N. C. (2009). Genome analysis of the anaerobic thermohalophilic bacterium *Halothermothrix orenii*. *PLoS ONE*, **4**, e4192.
- Meli, M., Albert-Fournier, B. and Maurel, M. C. (2001). Recent findings in the modern RNA World. *International Microbiology*, **4**, 5–11.

- Memmi, S., Kyndt, J., Meyer, T., Devreese, B., Cusanovich, M. and Van Beeumen, J. (2008). Photoactive yellow protein from the halophilic bacterium *Salinibacter ruber*. *Biochemistry*, **47**, 2014–24.
- Mongodin, E. F., Nelson, K. E., Daugherty, S., Deboy, R. T., Wister, J., Khouri, H., Weidman, J., Walsh, D. A., Papke, R. T., Sanchez Perez, G., Sharma, A. K., Nesbo, C. L., Macleod, D., Baptiste, E., Doolittle, W. F., Charlebois, R. L., Legault, B. and Rodriguez-Valera, F. (2005). The genome of *Salinibacter ruber*: convergence and gene exchange among hyperhalophilic Bacteria and Archaea. *Proceedings of the National Academy of Science USA*, **102**, 18147–52.
- Oren, A. (ed.) (1998). *Microbiology and Biogeochemistry of Hypersaline Environments*. Boca Raton: CRC Press.
- Oren, A. (2005). A hundred years of *Dunaliella* research: 1905–2005. *Saline Systems*, **1**, 2.
- Oren, A., Haldal, M., Norland, S. and Galinski, E. A. (2002). Intracellular ion and organic solute concentrations of the extremely halophilic bacterium *Salinibacter ruber*. *Extremophiles*, **6**, 491–8.
- Oren, A. and Ventosa, A. (1999). Benjamin Elazari Volcani (1915–1999): sixty-three years of studies of the microbiology of the Dead Sea. *International Microbiology*, **2**, 195–8.
- Raulin-Cerceau, F., Maurel, M. C. and Schneider, J. (1998). From panspermia to bioastronomy, the evolution of the hypothesis of universal life. *Origin of Life and Evolution of the Biosphere*, **28**, 597–612.
- Richard, S. B., Madern, D., Garcin, E. and Zaccai, G. (2000). Halophilic adaptation: novel solvent protein interactions observed in the 2.9 and 2.6 Å resolution structures of the wild type and a mutant of malate dehydrogenase from *Haloarcula marismortui*. *Biochemistry*, **39**, 992–1000.
- Serdyuk, I. N., Zaccai, N. and Zaccai, G. (2007). *Methods in Molecular Biophysics: Structure, Dynamics, Function*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Sivakumar, N., Li, N., Tang, J. W., Patel, B. K. and Swaminathan, K. (2006). Crystal structure of AmyA lacks acidic surface and provide insights into protein stability at poly-extreme condition. *FEBS Letters*, **580**, 2646–52.
- Tehei, M., Franzetti, B., Maurel, M. C., Vergne, J., Hountondji, C. and Zaccai, G. (2002). The search for traces of life: the protective effect of salt on biological macromolecules. *Extremophiles*, **6**, 427–30.
- Tehei, M., Franzetti, B., Wood, K., Gabel, F., Fabiani, E., Jasnin, M., Zamponi, M., Oesterhelt, D., Zaccai, G., Ginzburg, M. and Ginzburg, B. Z. (2007). Neutron scattering reveals extremely slow cell water in a Dead Sea organism. *Proceedings of the National Academy of Science USA*, **104**, 766–71.
- Tehei, M., Madern, D., Pfister, C. and Zaccai, G. (2001). Fast dynamics of halophilic malate dehydrogenase and BSA measured by neutron scattering under various solvent conditions influencing protein stability. *Proceedings of the National Academy of Science USA*, **98**, 14356–61.
- Wilksky, B. (1936). Life in the Dead Sea. *Nature*, **138**, 467.
- Wood, K., Grudinin, S., Kessler, B., Weik, M., Johnson, M., Kneller, G. R., Oesterhelt, D. and Zaccai, G. (2008). Dynamical heterogeneity of specific amino acids in bacteriorhodopsin. *Journal of Molecular Biology*, **380**, 581–91.
- Wood, K., Plazenet, M., Gabel, F., Kessler, B., Oesterhelt, D., Tobias, D. J., Zaccai, G. and Weik, M. (2007). Coupling of protein and hydration-water dynamics in



- biological membranes. *Proceedings of the National Academy of Science USA*, **104**, 18049–54.
- Zaccai, G. (2004). The effect of water on protein dynamics. *Philosophical Transactions of the Royal Society London B, Biological Sciences*, **359**, 1269–75; discussion 1275, 1323–8.
- Zaccai, G. and Xian, S. Y. (1988). Structure of phenylalanine-accepting transfer ribonucleic acid and of its environment in aqueous solvents with different salts. *Biochemistry*, **27**, 1316–20.