

**BULLETIN N° 174**  
**ACADÉMIE EUROPEENNE**  
**INTERDISCIPLINAIRE**  
**DES SCIENCES**



**lundi 8 avril à 17h Maison de l'AX 5 rue Descartes 75005 Paris**

**1ère partie : Conférence de Nicolas PRANTZOS, Astrophysicien, Directeur de recherche au CNRS**

Institut d'astrophysique de Paris (IAP), UMR 7095/UPMC et CNRS

**« Nucléosynthèse: l'origine des éléments chimiques dans l'Univers »**

**2ème partie: Exposé de notre Collègue Michel GONDRAN,**

ancien Conseiller scientifique de EDF/ Université Paris-Dauphine

**« Le principe de moindre action interprété par la nature  
et par l'observateur en mécanique classique »**

**Prochaine séance :**  
**lundi 6 mai à 17h Maison de l'AX 5 rue Descartes 75005 Paris**

**CONFÉRENCES**

*Titre de la 1<sup>ère</sup> conférence*

***Le boson et le chapeau mexicain***

***Gilles COHEN-TANNOUJDI (AEIS)***

***Directeur de Recherche Émérite***

***LARSIM (CEA-Saclay)***

*[Présentation du livre coécrit avec le Prof. Michel SPIRO CERN(Genève) et IN2P3 (CNRS) en cours de parution aux éditions Gallimard (collection folio essais)]*

*Titre de la 2<sup>ème</sup> conférence*

***L'évolution des systèmes et l'architecture du système psychique langagier***

***Alain CARDON (AEIS)***

***Professeur Émérite des Universités***

***LITIS INSA de Rouen***

.....

***Mise au point sur des actions en cours***

***1. Création d'une collection d'ouvrages de l'AEIS***

***Robert FRANCK (AEIS)***

***Professeur Émérite à l'Université de Louvain***

***2. Annonces et diffusion des travaux de l'AEIS via le serveur CORDIS de la Commission Européenne***

***Jean SCHMETS (AEIS)***

***Professeur Émérite à l'Université de Liège***

# **ACADEMIE EUROPEENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES**

## **FONDATION DE LA MAISON DES SCIENCES DE L'HOMME**

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

**MEMBRE S 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  
**SECRETARE GENERAL D'HONNEUR** : Pr. P. LIACOPOULOS (†)

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

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

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

avril 2013

**N°174**

### TABLE DES MATIERES

p.05 Compte-rendu de la séance du lundi 8 avril 2013  
p.16 Compte-rendu de la section Nice Côte d'Azur du 23 mars 2013  
p.19 Annonces  
P. 22 Documents

**Prochaine séance:**  
**lundi 6 mai à 17h Maison de l'AX 5 rue Descartes 75005 Paris**

**CONFÉRENCES**

*Titre de la 1<sup>ère</sup> conférence*

***Le boson et le chapeau mexicain***

***Gilles COHEN-TANNOUJJI (AEIS)***

***Directeur de Recherche Émérite***

***LARSIM (CEA-Saclay)***

***[Présentation du livre coécrit avec le Prof. Michel SPIRO CERN(Genève) et IN2P3 (CNRS) en cours de parution aux éditions Gallimard (collection folio essais)]***

*Titre de la 2<sup>ème</sup> conférence*

***L'évolution des systèmes et l'architecture du système psychique langagier***

***Alain CARDON (AEIS)***

***Professeur Émérite des Universités***

***LITIS INSA de Rouen***

.....

***Mise au point sur des actions en cours***

***1. Création d'une collection d'ouvrages de l'AEIS***

***Robert FRANCK (AEIS)***

***Professeur Émérite à l'Université de Louvain***

***2. Annonces et diffusion des travaux de l'AEIS via le serveur CORDIS de la Commission Européenne***

***Jean SCHMETS (AEIS)***

***Professeur Émérite à l'Université de Liège***

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

**Séance du**

**Lundi 8 avril 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, Gilles COHEN-TANNOUDJI, Claude ELBAZ, Jean -Pierre FRANCOISE , Michel GONDRAN, Irène HERPE-LITWIN, Gérard LEVY, Pierre MARCHAIS, Jean SCHMETS.

Etaient excusés François BEGON, Bruno BLONDEL, Michel CABANAC, Alain CARDON , Daniel COURGEAU, Françoise DUTHEIL, Robert FRANCK, Walter GONZALEZ, Saadi LAHLOU, Jacques LEVY , Valérie LEFEVRE-SEGUIN , Emmanuel NUNEZ, Pierre PESQUIES, Alain STAHL.

La séance est dédiée à la conférence de Nicolas PRANTZOS , Astrophysicien, Directeur de recherche au CNRS de « *Nucléosynthèse: l'origine des éléments chimiques dans l'Univers* » et à l'exposé par notre Collègue Michel GONDRAN de « *Le principe de moindre action interprété par la nature et par l'observateur en mécanique classique* »

**A) CV de Nicolas PRANTZOS présenté par notre Président  
 Victor MASTRANGELO**

Nicolas PRANTZOS qui est Directeur de Recherche au CNRS à l'Institut d'Astrophysique de Paris, est né en Grèce. Après avoir soutenu en 1982 une thèse de 3ème cycle en Astrophysique à Paris VII, il a obtenu en 1986 un doctorat d'Etat en Sciences avec Hubert REEVES comme directeur de thèse.

Ses principaux domaines de recherche sont:

- l' Astrophysique théorique
- l'Astronomie de raies gamma
- l' Évolution et nucléosynthèse stellaire
- l'Évolution des galaxies

Ses publications comportent environ 270 articles scientifiques, dont 110 dans des revues à referee, 4 livres et une trentaine d'articles de vulgarisation scientifique, ainsi que de nombreuses contributions dans des revues, encyclopédies, colloques, etc.

Ses principales distinctions sont:

- 1994: Prix de la Société Française des Spécialistes en Astronomie (Prix SFSA-Digital) du meilleur « Jeune chercheur » (moins de 40 ans).
- 1989: Prix *Henri de Parville* de l'Académie des Sciences pour le livre "Soleils Eclatés".

- 1989: *Plume d' Or* de l' Association des Ecrivains Scientifiques de France pour le livre "Soleils Eclatés".
- 1998: Prix *Jean Rostand* du Mouvement de Responsabilité des Scientifiques pour le livre "Voyages dans le Futur".
- 2000: Prix de la Société Internationale d'Astronautique pour le livre "Sommes nous seuls dans l'Univers ?".

Il a écrit les ouvrages suivants:

- 1988: "Soleils Eclatés" (avec Thierry MONTMERLE) *Presses du CNRS* (2 prix en France);
- 1988: "Naisance vie et mort des étoiles" (avec Thierry MONTMERLE), *Que Sais-Je?* (PUF)
- 1998: "Voyages dans le Futur", Editions du Seuil (Collection: *Science Ouverte*) ; 2ème édition chez Le Pommier en 2009: 1 prix en France
- 2000: "Sommes nous seuls dans l'Univers?", Fayard (Ouvrage collectif, avec J. Heidmann, A. Vidal-Madjar et H. Reeves), ( prix de l'Union Astronautique Internationale) ;

## B) Conférence de Nicolas PRANTZOS:

### *Nucléosynthèse: l'origine des éléments chimiques dans l'Univers*

Le but de notre Conférencier est de nous aider à comprendre la synthèse dans le milieu stellaire et interstellaire des éléments chimiques de notre Univers.

Après un bref rappel historique depuis Aristote jusqu'à Mendeleïev sur la compréhension de la nature chimique des éléments présents dans l'univers, il nous donne les outils d'analyse de l'abondance de ces éléments dans les différents milieux:

- la **spectroscopie** qui a permis de détecter les principaux éléments de la photosphère solaire ou de l'enveloppe solaire: hélium, lithium, oxygène, carbone et azote. Ces substances, non modifiées par la nucléosynthèse dans le noyau du soleil, reflètent **la composition du gaz à partir duquel le soleil s'est formé il y a 4,5 milliards d'années.**
- **L'analyse isotopique** puisque chaque élément possède plusieurs isotopes plus ou moins stables - les éléments très lourds n'ayant pratiquement pas d'isotopes stables .
- **Les éléments les plus stables** sont caractérisés par un faible écart entre Z leur nombre de protons et N leur nombre de neutrons.

Se pose alors le problème: où réaliser les études ?

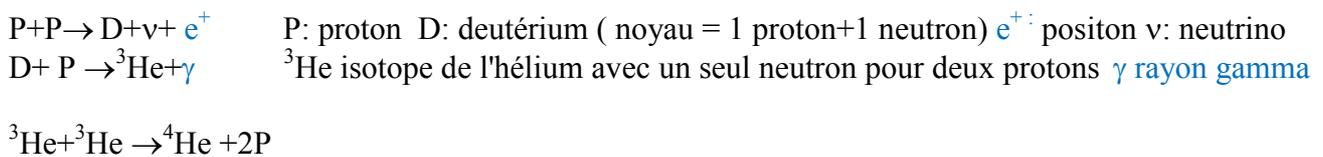
Les météorites tombées sur terre et leurs chondrites carbonées : des comparaisons ont été réalisées entre la concentration en éléments de l'atmosphère solaire et celle des chondrites carbonées qui sont parmi les plus vieux éléments connus du système solaire. **On a mis en évidence une très grande similitude entre la composition isotopique de l'atmosphère solaire et celle des chondrites carbonées,** faciles à analyser. De plus on a mis en évidence une très grande similitude entre la composition isotopique de l'atmosphère solaire et celle des chondrites carbonées.

L'étude de l'abondance logarithmique solaire cosmique de chaque élément chimique (exprimée en concentration pour  $10^6$  atomes de silicium) en fonction du numéro atomique Z **a mis en évidence un milieu essentiellement riche en Hydrogène et en Hélium mais non totalement dépourvu en "métaux"(éléments plus lourds que l'Hélium) avec en particulier du Carbone, de l'Oxygène, de l'Azote et du Fer.**

abondance	% En nombre	% En masse
Hydrogène	90	70
Hélium	9	28
Métaux	1	~2

Il s'avère que les **abondances cosmiques des nucléides sont localement corrélées avec leur stabilité nucléaire**. Il existe même des noyaux magiques comme celui du Fer comportant un nombre Z et A de nucléons ( $A=Z+N$ ) pair qui sont plus abondants que les autres. **Plus les énergies de liaison entre les nucléons sont élevées plus les noyaux sont stables**. Ceci a donc favorisé les abondances des éléments les plus stables autres que H et He présents initialement. **Néanmoins, toute la matière n'ayant pas été soumise à des conditions extrêmes propre à la nucléosynthèse des « métaux »<sup>1</sup>, H et He restent dominants.**

Les premières réactions sont celles de la fusion nucléaire entre protons dans le noyau solaire, aboutissant à la synthèse d'Hélium. Elles ont lieu à des températures élevées ( $\sim 15$  Millions de degrés Kelvin (15MK)) et sous haute pression- conditions nécessaires pour surmonter la répulsion électrostatique entre les protons. On aboutit à des réactions que l'on schématise ainsi :



**La synthèse des noyaux stables a nécessité des conditions énergétiques très particulières:**

- site très dense et chaud (milliards de ° Kelvin) pour la formation de ces nucléons avec des énergies de liaison élevées, sachant que la plus grande partie de la matière cosmique est restée sous forme d'hydrogène et d'Hélium, mais les 2% restant de la matière ont pu être transformés en des noyaux lourds (métaux) dont les éléments les plus stables ont persisté.

**Se pose alors le problème: Dans quelles étoiles ont eu lieu les synthèses de ces noyaux?**

On a essayé de trouver des indices en explorant les compositions spectroscopiques des divers éléments de la galaxie et on a observé que:

- **Les étoiles les plus anciennes, situées dans le halo galactique, contiennent moins d'éléments lourds ("métaux") que la population des jeunes étoiles plus proches du centre de la galaxie.** On en conclut que la composition chimique dans la galaxie était très différente par le passé.

- **Tous les "métaux" présents dans les étoiles ont été produits à l'intérieur des étoiles par des réactions nucléaires au cours de leur évolution** ce qui est assez conforme aux thèses de HOYLE<sup>2</sup> et

<sup>1</sup> éléments plus lourds que l'Hélium

<sup>2</sup> Sir **Fred Hoyle** (24 juin 1915 - 20 août 2001) est un [cosmologiste](#) et [astronome britannique](#). Il était le principal détracteur de la théorie du **Big Bang** à laquelle il opposait sa **théorie de l'état stationnaire**. Pour la dénigrer dans une série d'émissions radiophoniques des années 1950, il inventa le terme « *Big Bang* »<sup>1</sup>. Cela plut au grand public et devint depuis le terme désignant cette théorie.

infirme partiellement les thèses de GAMOW<sup>3</sup>. **L'Hydrogène et l'Hélium étaient seuls présents juste après le Big Bang. Les "métaux" ont été quant à eux synthétisés dans le noyau des étoiles ainsi qu'une partie de l'Hélium..**

Pour chaque élément, on a essayé de déterminer des sections efficaces ou probabilités de réactions nucléaires. On a tenté de comprendre le type de nucléosynthèse en fonction du type d'étoile, de son stade d'évolution. Les étoiles diffèrent par leur taille, leur masse, leur luminosité, leur température de surface...Il peut être intéressant de connaître les liens entre ces caractéristiques pour divers types d'étoiles:

### 1) Etoiles de type solaire (diagonale figure 1) qui représentent environ 90% des étoiles

- On a ainsi étudié leur **luminosité des étoiles de type solaire** en fonction de leur température de surface. Pour cette catégorie d'étoiles, **plus une étoile est massive, plus sa température est élevée et plus elle est lumineuse. Sa luminosité  $L$  est proportionnelle à  $M^3$**  où  $M$  désigne la masse de l'étoile.

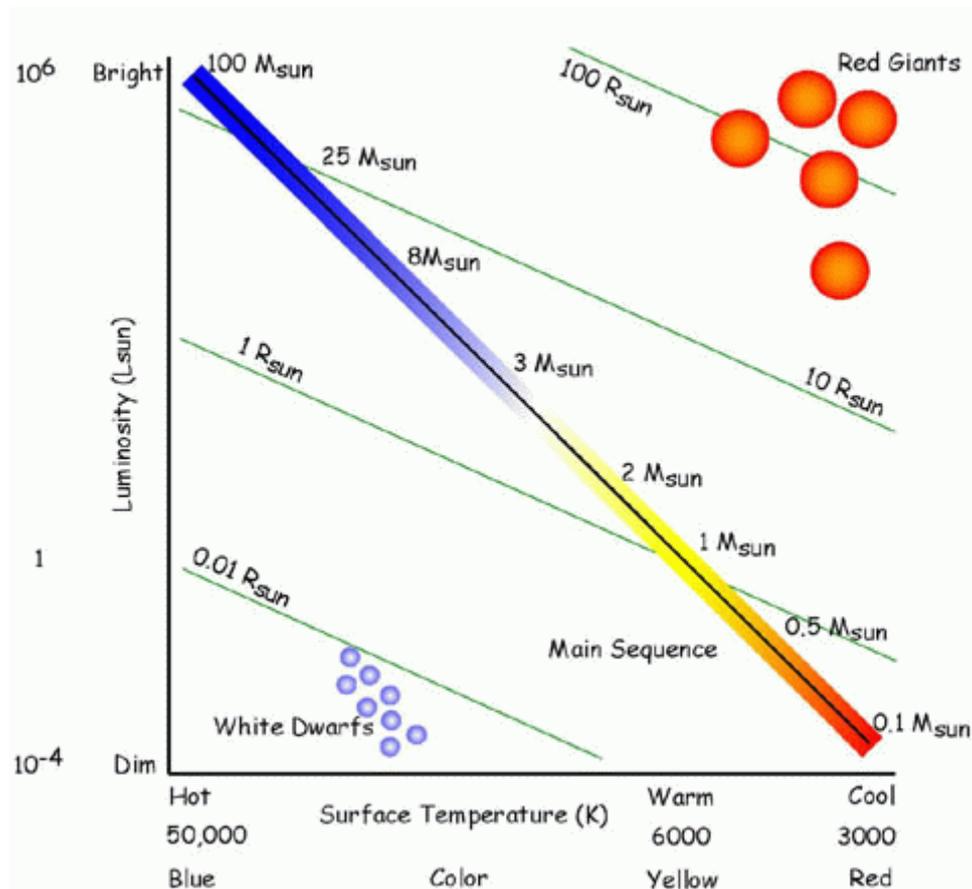


Figure 1 Luminosité en fonction de la température avec "diagonale" des planètes de type solaire

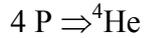
**Ces étoiles sont néanmoins pour la plupart composées d'Hydrogène ~ 75% et d'Hélium ~25%.**

Une étoile est une sphère gazeuse en équilibre hydrostatique entre:

- sa propre gravité (proportionnelle à sa masse)
- sa pression interne (proportionnelle à la densité et à la température)

<sup>3</sup> **George Gamow** (4 mars 1904 à Odessa, Empire russe - 19 août 1968 à Boulder, Colorado, États-Unis), né Gueorgui Antonovitch Gamov (en russe : Георгий Антонович Гамов), est un physicien théorique, astronome, cosmologiste et vulgarisateur scientifique américano-russe. Il a proposé la théorie de la radioactivité  $\alpha$  par l'effet tunnel quantique. Il a effectué des recherches sur la formation des étoiles, la nucléosynthèse stellaire, la nucléosynthèse primordiale suite au Big Bang, le fond diffus cosmologique de micro-ondes, et la génétique au niveau moléculaire.

Pour des masses comprises entre 0.08 et 150 fois la masse du soleil (diagonale du schéma ci-dessus) , les températures T centrales sont supérieures ou égales à quelques millions de ° K (MK). Il s'en suit que **la fusion nucléaire de l'hydrogène peut s'enclencher entraînant la production d'Hélium:**



**La sphère gazeuse reste stable jusqu'à l'épuisement du combustible Hydrogène.**

- Les étoiles brillent durablement du fait de l'importance de leur masse et par ce qu'elles bénéficient d'une source d'énergie très efficace (*fusion nucléaire*) avec un approvisionnement très important en combustible nucléaire

⇒ Plus l'étoile est massive , plus elle est chaude et moins sa durée de vie est élevée.

L'énergie disponible est donnée par  $E = Mc^2$  , le taux de combustion L donné étant proportionnel à  $M^3$ , **la durée de vie E/L est alors inversement proportionnelle à  $M^2$** . Le soleil a ainsi une durée de vie de plusieurs milliards d'années.

## 2) Géantes rouges

Les géantes rouges diffèrent des étoiles de la diagonale. Leur luminosité est très élevée bien que température de surface soit faible ce qui implique une masse importante.

La température centrale d'une géante rouge est de l'ordre de cent de millions de degrés Kelvin ( $100\text{MK} < T < 200\text{MK}$ ) . **Elle permet donc la fusion des noyaux d'hélium en divers "métaux", tels le carbone, l'oxygène etc...**

Elle permet la succession de réactions suivantes dite de fusion de l'hélium:



Dans le Big Bang où la température est très élevée au départ mais chute très rapidement, la transformation en métaux n' a pas eu le temps de se produire ( Contredit la thèse de GAMOW) ⇒ **Cette réaction ne peut avoir lieu qu'au sein des étoiles.** Dans la partie externe de l'étoile où la température est voisine de 50 MK, il y a principalement une synthèse d'hélium à partir de l'hydrogène.

Les étoiles évoluent selon le schéma suivant<sup>4</sup>: Après la séquence principale (Combustion d'hydrogène) et le stade de géante rouge ( combustion de l'Hélium) , les petites étoiles perdent leur enveloppe et deviennent des naines blanches qui sont des sphères de gaz dégénérés à base de carbone et d'oxygène.

Les étoiles massives ( 10 fois la masse du soleil) sont le siège en leur centre de la nucléosynthèse d'éléments de plus en plus lourds jusqu'à ce qu'elles atteignent la nucléosynthèse du Fer : Fer puis silicones, sulfures, oxygène et magnésium... Le  ${}^{56}\text{Fe}$  est le noyau le plus stable dans la nature car sa synthèse est endothermique. Lorsque la source d'énergie est épuisée le noyau stellaire s'effondre. Il s'en suit que **le noyau est peuplé des éléments les plus récents tandis qu'en surface (température moins élevée) on trouve les éléments les plus anciens....** ce qui peut paraître paradoxal par comparaison avec la terre.

<sup>4</sup> voir figure n° 4

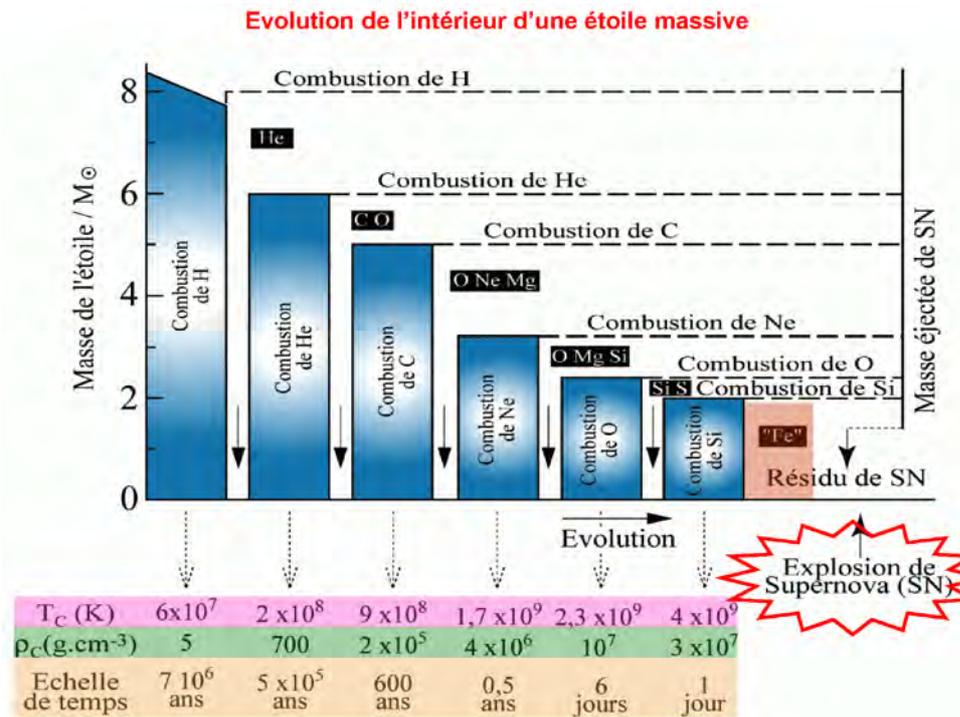


Figure 2 Etapes de la nucléosynthèse

Chaque étape est marquée par un effondrement du noyau avec de brèves périodes de contraction à chaque fois qu'un combustible s'épuise et pour finir tout sera éjecté dans le milieu interstellaire (*explosion d'une supernova*).

Notre conférencier s'est ensuite plus particulièrement intéressé aux supernovae dont l'explosion termine l'évolution des étoiles.

Il s'avère que les **supernovae sont les maîtres-alchimistes de l'univers.**

Le schéma d'explosion des **Super Novae** (SN) reste très difficile à modéliser: jusqu'à ce jour on ne sait pas modéliser l'explosion de la plupart des étoiles.

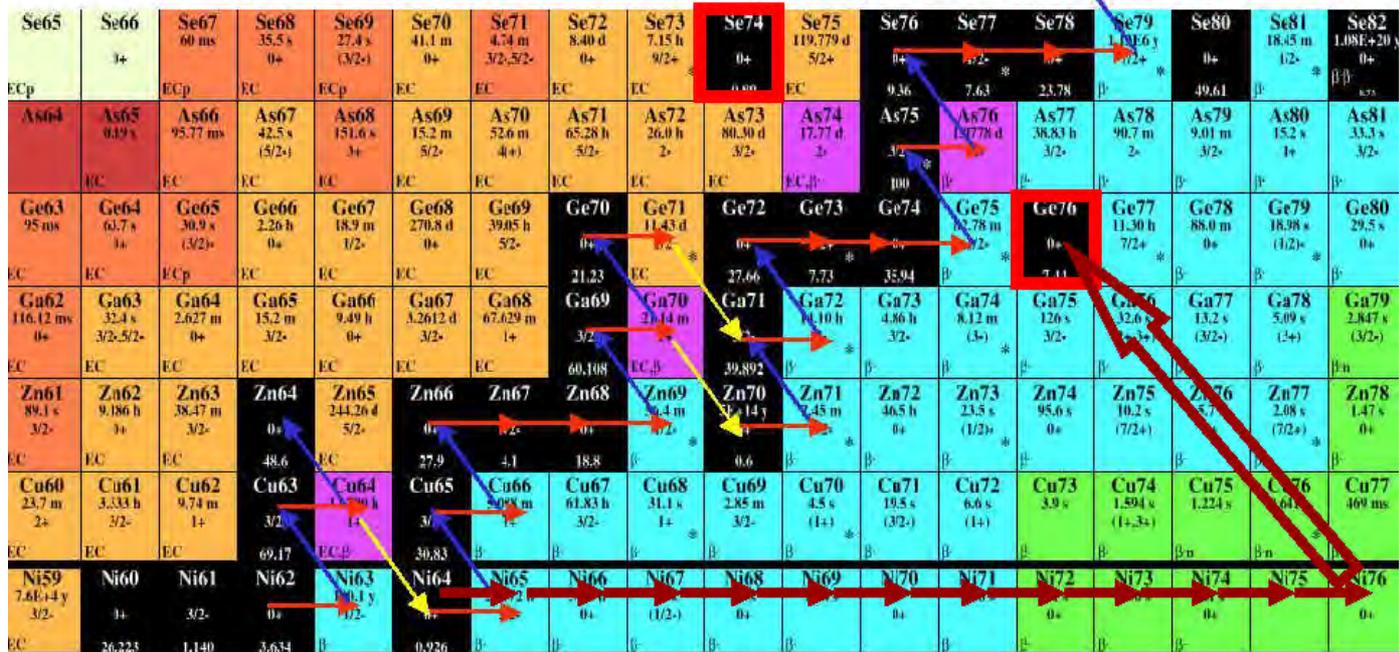
Notre conférencier nous donne diverses pistes comme celle de la Supernova Thermonucléaire 1987A, des Supernovae thermonucléaires (SNIa). Les **SNIa sont des Naines blanches explosant en supernovae** en système binaire : la masse de la naine blanche (carbone-oxygène) augmente par accrétion de la matière du compagnon. Lorsque la masse dépasse la limite de 1,4Msoleil la naine blanche s'effondre, sa température augmente tandis que des réactions thermonucléaires engendrent un incendie explosif du milieu dégénéré. La flamme nucléaire se propage rapidement à l'extérieur, brûlant en une seconde à peu près la moitié de la naine blanche en créant du <sup>56</sup>Ni en abimant toute la naine blanche. ⇒ **La SNIa produit entre la moitié et les deux tiers du fer galactique.**

## THE PRODUCTION OF HEAVIER THAN Fe NUCLEI

Neutron captures, on timescales:

long w.r.t. the  $\beta$ -decay lifetimes (few neutrons available): **S-process**

short w.r.t. the  $\beta$ -decay lifetimes (many neutrons available): **R-process**



S-nuclei: in the valley of nuclear stability

R-nuclei: neutron rich

Most nuclei have mixed (S- and R-) origin, but there exist pure S- or R- nuclei

Nuclei unreachable by n-captures: P-nuclei

Figure3 schéma de nucléosynthèse par captures lentes ou rapides de neutrons

### La production des éléments plus lourds que le Fe a lieu par capture de neutrons .

- Les sources abondantes de neutrons sont les explosions d'étoiles par exemple. elles engendrent des réactions rapides (flèches rouges et grasses en bas de la figure 3). Avec de faibles densités de neutrons on a des processus lents de synthèse ( zigzags sur la figure 3).

Pour conclure notre conférencier nous donne le schéma ci-dessous qui résume les processus de nucléosynthèse.:

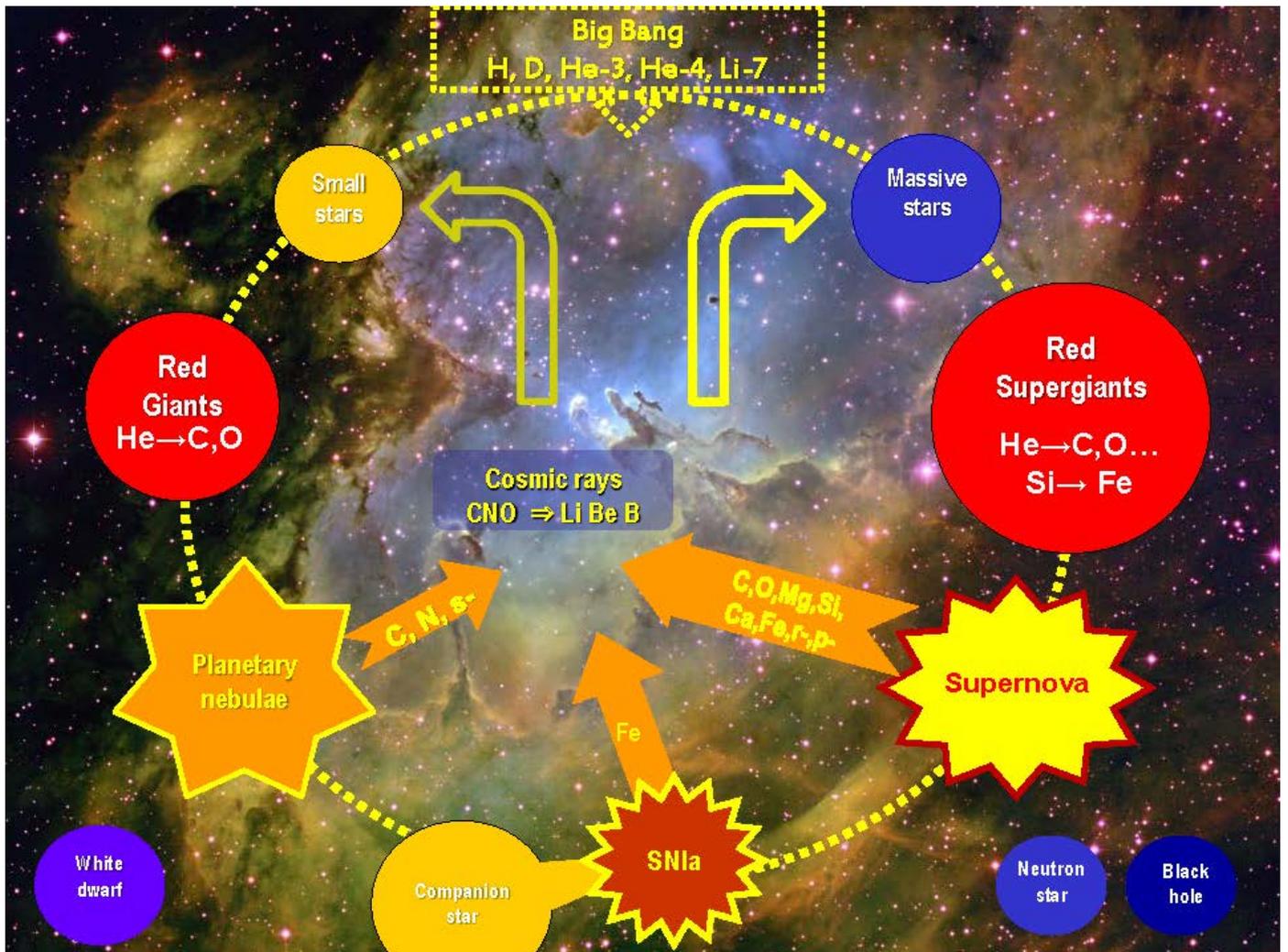


Figure 4 : résumé de l'évolution des étoiles

Après ce très brillant exposé quelques questions surgissent parmi lesquelles:

- L'expansion de l'univers se poursuit-elle?
- Existe-t-il des transitions de phase dans cette évolution?

C) « *Le principe de moindre action interprété par la nature et par l'observateur en mécanique classique* »

ou

*"Des trois actions de la mécanique classique à la fonction d'onde de la mécanique quantique"*

Présentation rédigée par notre Collègue Michel GONDRAN  
ancien Conseiller scientifique de EDF/ Université Paris-Dauphine

Michel GONDRAN se propose de montrer qu'il existe trois actions en mécanique classique et que l'interprétation de ces trois actions permet de donner une réponse à deux grands problèmes de la mécanique classique :

- l'interprétation du principe de moindre action (où comme le dit Poincaré « la molécule semble connaître le point où on veut la mener, prévoir le temps qu'elle mettra à l'atteindre en suivant tel et tel chemin, et choisir ensuite le chemin le plus convenable. »)
- le paradoxe de Gibbs (lorsqu'on calcule l'entropie d'un mélange de deux gaz identiques en équilibre, le calcul par la mécanique classique, *avec des particules discernables*, conduit à une entropie double de celle que l'on attend. Si l'on remplace ces particules par des *particules indiscernables*, alors le facteur lié à l'indiscernabilité conduit au bon résultat.)

Il existe en effet en mécanique classique trois actions différentes correspondant à des conditions initiales différentes :

- une action bien connue, l'**action classique d'Euler-Lagrange**  $S_{cl}(x, t; x_0)$  utilisée dans tous les cours de mécanique classique, qui relie une particule issue d'un point  $x_0$  à l'instant initial à sa position  $x$  à l'instant  $t$  ;
- une action moins bien connue, l'**action d'Hamilton-Jacobi**  $S(x, t)$  qui relie une famille de particules d'action initiale  $S_0(x)$  à leurs différentes positions  $x$  à l'instant  $t$  ;
- une nouvelle action que Michel GONDRAN a introduite, l'**action singulière**  $S(x, t; x_0, v_0)$  qui relie une particule de position initiale  $x_0$  et de vitesse initiale  $v_0$  à sa position  $x$  à l'instant  $t$ .

L'interprétation du principe de moindre action est résolue en étudiant la différence existant entre l'action d'Hamilton-Jacobi et l'action d'Euler-Lagrange. Michel GONDRAN montre d'abord la relation fondamentale qui les lie et qui n'est pas connue des livres de cours :

$$S(x, t) = \min_{x_0} (S_0(x_0) + S_{cl}(x, t; x_0))$$

où le minimum est pris sur l'ensemble des positions initiales  $x_0$ .

Cette équation est l'analogue en mécanique classique de l'intégrale de chemin de Feynman qui relie en mécanique quantique la fonction d'onde à l'action classique. C'est une intégrale dans l'analyse Minplus que MICHEL GONDRAN a introduite en 1996, et qu'il appelle l'intégrale de chemin Minplus. Elle va avoir un rôle déterminant dans l'étude de la convergence de la mécanique quantique vers la mécanique classique. Les actions d'Hamilton-Jacobi et d'Euler-Lagrange vérifient toutes les deux les équations d'Hamilton-Jacobi, mais avec des conditions initiales très différentes : régulières pour l'action d'Hamilton-Jacobi, singulières pour l'action d'Euler-Lagrange.

L'action d'Hamilton-Jacobi est un champ. On montre que ce champ « pilote » la particule car la vitesse d'une particule en  $x$  à l'instant  $t$  est donné par le gradient de l'action :  $v(x,t) = \nabla S(x)/m$  où  $m$  est la masse de la particule.

Avec l'action d'Hamilton-Jacobi, on connaît pour tous les points de départ la vitesse initiale donnée par le gradient de l'action initiale. Avec l'action d'Euler-Lagrange, on ne connaît pas la vitesse initiale: on peut en déduire que l'action d'Euler-Lagrange répond en fait à *un problème posé par un observateur* : si une particule issue de  $x_0$  arrive en  $x$  à l'instant  $t$ , quelle était donc sa vitesse initiale  $v_0$  ? " L'action d'Hamilton-Jacobi par contre est le *problème résolu par la Nature* à partir du principe de moindre action. On peut donc répondre clairement à l'interrogation de Poincaré: la véritable action qui a une interprétation physique et qui n'utilise pas les causes finales dans le principe de moindre action est l'action d'Hamilton-Jacobi; l'action d'Euler-Lagrange qui utilise les causes finales n'est pas l'action physique, mais l'action utilisée par un observateur pour déterminer a posteriori la trajectoire de la particule et sa vitesse initiale.

Comme le fait remarquer Gilles Cohen-Tanoudji, **on peut considérer l'action d'Euler-Lagrange comme une action épistémique et l'action d'Hamilton-Jacobi comme l'action ontologique.**

Le paradoxe de Gibbs peut être résolu en mécanique classique si on sort du postulat habituel sur la discernabilité des particules classiques comme de très nombreux auteurs, comme Greiner, l'ont demandé :

« Le facteur correctif de Gibbs est par conséquent effectivement la bonne recette pour éviter le paradoxe de Gibbs. Dorénavant nous tiendrons toujours compte du facteur correctif de Gibbs lorsque nous compterons les états microscopiques pour des états indiscernables. Soulignons cependant que ce facteur n'est qu'une recette pour éviter les contradictions de la mécanique statistique classique. Dans le cas d'objets discernables (par exemple, des atomes qui se trouvent en certains points d'une maille) le facteur de Gibbs ne doit pas être ajouté. Dans la théorie classique les particules restent discernables. Nous rencontrerons encore fréquemment cette inconsistance en mécanique classique. » (cours de mécanique statistique de Greiner 1999, p.151-152)

Michel GONDRAN considère en effet que, bien que les particules classiques soient discernables, il en existe deux types suivant la préparation : les particules qu'il appelle particules indiscernées pour lesquelles on connaît à l'instant initial l'action d'Hamilton-Jacobi et la densité initiale, et les particules discernées pour lesquelles on connaît à l'instant initial la position et la vitesse.

Les particules discernées vont admettre comme action l'action singulière  $S(x,t; x_0, v_0)$ , solution des équations singulières d'Hamilton-Jacobi le long de la trajectoire classique. Les particules indiscernées vont admettre comme action l'action d'Hamilton-Jacobi. La densité et l'action de ces particules vérifient alors les équations statistiques d'Hamilton-Jacobi. Ce sont ces particules classiques indiscernées, préparées de la même façon, qui résolvent le paradoxe de Gibbs, car elles se comportent dans les calculs comme des particules indiscernables.

Michel GONDRAN montre alors qu'il existe deux limites de l'équation de Schrödinger dans l'approximation semi-classique, quand on fait tendre la constante de Planck vers 0. Si la densité initiale est régulière, la densité et l'action quantique convergent vers la densité et l'action de particules classiques indiscernées vérifiant les équations statistiques d'Hamilton-Jacobi. Dans ce cas, l'interprétation de l'onde pilote de de Broglie-Bohm devient naturelle.

Si la densité initiale est singulière, l'action quantique converge vers l'action singulière d'une particule classique discernées vérifiant l'équation singulière d'Hamilton-Jacobi. Dans ce cas, l'interprétation solution proposée par Schrödinger en 1927 devient naturelle.

Ces résultats sont la base de la théorie de la double interprétation de la mécanique quantique que propose Michel GONDRAN.

### **D) Présentation par notre Président CV de candidature à l'AEIS d'Alain CORDIER**

Né en 1948, Docteur d'Etat ès Sciences, spécialité : Physique des particules, Alain Cordier a été Professeur de classe exceptionnelle de Physique à l'Université PARIS-SUD 11. Il est depuis janvier 2010, Professeur Emérite.

Il a eu les activités de recherche réparties entre :

- l'Accélérateur Linéaires d'Orsay (Lawrence Lab de 1983 à 1985) en Physique des particules et des astroparticules.

-De 1971 à 1996, étude des interactions  $e^+e^-$  les anneaux de collision : ACO, DCI à Orsay, PEP à Stanford, Petra à Hambourg, LEP au CERN.

-De 1996 à 2013, il a étudié le rayonnement cosmique (expérience CELESTE puis AUGER).

-De 1999 à 2010, il a été responsable de l'équipe de recherche PIRRE AUGER du L.A.L du DATA-MANAGEMENT de la collaboration Pierre AUGER.

De 1998 à 2010 il a été membre du Conseil Scientifique de l'Université Paris Sud XI et président de la commission des moyens de la Recherche de cette Université (98-02).

Il a également été Expert Scientifique auprès du Ministère de la Recherche, et de la Commission Européenne et de l'AERES.

Il a publié 365 articles dans des revues internationales avec comités de lecture. Il a effectué environ 550 communications dans des conférences internationales.

Jusqu'en 2010, il a été responsable du Magistère, de la Licence, du Master de Physique Fondamentale et du Diplôme Européen de Physique de l'Université Paris-Sud.

#### **Distinctions :**

Il est Chevalier de l'Ordre National du Mérite (1990) et Chevalier de l'Ordre National de la Légion d'Honneur (MESR, 2011).

Après quoi, notre séance prend fin

Bien à vous

Irène HERPE-LITWIN

# Comptes-rendus de la section

## Nice-Côte d'Azur

*Toute la vie de l'homme parmi ses semblables  
n'est rien d'autre qu'un combat pour s'emparer  
de l'oreille de l'autre.*  
Milan Kundera.

### Compte rendu de la séance du 21 mars 2013 (168ème séance)

#### Présents :

Pierre Bourgeot, Patrice Crossa-Raynaud, René Dars, Jean-Pierre Delmont, Jacques Lebraty, Claude Nigoul, Maurice Papo, Jean-Marie Rainaud.

#### Excusés :

Jean Aubouin, Richard Beaud, René Blanchet, François Cuzin, Guy Darcourt, Pierre Gouirand, Yves Ignazi, Michel Lazdunski, Maurice Lethurgez.

#### **1- Approbation du compte rendu de la 167<sup>ème</sup> séance.**

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

#### **2- Sur le principe de précaution.**

La société Orange s'est vu refuser par des maires, l'installation d'antennes de téléphonie mobile dans des lieux situés proches (140, 180, 300m) de groupes scolaires, au nom du principe de précaution. Le tribunal administratif a donné raison aux maires. Tout cela est discutable.

Notre confrère Jean-Marie Rainaud rappelle que le principe de précaution stipule que :

« Lorsque la réalisation d'un dommage, bien qu'incertaine en l'état des connaissances scientifiques, pourrait affecter de manière grave et irréversible l'environnement, les autorités publiques veillent par application du principe de précaution et dans leur domaine d'attribution, à la mise en œuvre de procédures d'évaluation des risques et à l'adoption de mesures provisoires et proportionnées afin de parer à la réalisation du dommage ».

Les maires interdisant la pose d'antennes de téléphone mobile ont donc mal interprété le texte ci-dessus. Ils ont décidé d'interdire parce qu'il existe trop d'incertitudes sur les risques à la santé publique.

Il s'agit là d'une utilisation non rigoureuse et assez dangereuse du critère des « risques incertains ». En effet, le « principe de précaution » c'est agir même si l'on n'est pas certain de

l'existence d'un risque. Ce n'est pas ne rien faire tant que l'on n'est pas certain de l'absence d'un risque.

Suivant M. Kourilsky et Mme Viney dans leur rapport au Premier Ministre en 2000, « Le principe de précaution ne doit pas être interprété comme une recommandation systématique d'abstention (...); pour être valable, (il) doit être compris et appliqué de façon raisonnable et réaliste et conçu comme un principe d'action plus que d'abstention ou d'inaction ». Il doit être appliqué non pas lorsqu'il y a un risque, mais lorsqu'il y a danger.

Il ne peut pas conduire à ne pas agir dès qu'il existe un risque, puisqu'il y en aura toujours un; Il faut donc que ce risque soit circonstancié, d'abord et avant tout par les connaissances scientifiques précisément documentées. C'est ce risque circonstancié qui exige une caractérisation du risque permettant d'éviter que le principe de précaution ne devienne un principe de paralysie.

### **3- Conseil constitutionnel et Conseil d'Etat.**

Le Conseil constitutionnel contrôle la conformité de la loi votée avec la constitution, alors que la Cour de cassation et le Conseil d'Etat contrôlent la loi par rapport au droit international directement applicable (ceci concerne essentiellement la Convention européenne des droits de l'Homme).

Il y a partage de compétences entre la Cour de cassation (droit privé) et le Conseil d'Etat (droit public). Ces deux hautes juridictions peuvent utiliser la QPC (question prioritaire de constitutionnalité): à l'occasion d'un recours elles peuvent saisir le Conseil constitutionnel pour qu'il se prononce sur la constitutionnalité d'une loi qui n'a pas été soumise à sa censure.

Le Conseil constitutionnel a maintenant une jurisprudence bien établie sur la base des principes généraux du droit. Il s'est fortement inspiré de la jurisprudence du Conseil d'Etat.

La Cour européenne des droits de l'Homme a souvent critiqué le système juridique français (par exemple sur l'état des prisons) et a permis des progrès notables pour la protection des droits de l'Homme.

En fait, toutes ces institutions collaborent. L'annulation de l'imposition à 75 % par le Conseil constitutionnel a fait que le gouvernement s'est retourné vers l'Inspection des finances et le Conseil d'Etat pour avis. Ce dernier a évidemment dialogué discrètement avec le Conseil constitutionnel.

### **4- Relations avec la Mairie de Nice.**

Le Trésorier et le Secrétaire général ont pris rendez-vous avec Madame Claudie Meneau, responsable de la mission sur la recherche et l'enseignement supérieur à la Mairie de Nice.

Nous lui avons apporté :

- le compte rendu financier de la subvention de 1 000 € attribuée par la Mairie en 2012, avec un rapport sur nos activités : conférences au MAMAC,
- la demande de renouvellement de la subvention pour 2013 (du même ordre de grandeur),
- les activités extérieures de notre Académie sont hébergées sur le site AEIS Nice Côte d'Azur et celui de la Mairie : les annonces des conférences tenues depuis 2013 à la Bibliothèque à vocation régionale Louis Nucéra ainsi que les textes des conférences précédentes lorsqu'ils nous ont été communiqués.

Nous avons fait remarquer que les textes des conférences de l'année 2012 n'ont pas encore été inclus dans le site. La cause première étant l'état de santé de la responsable, Mme Meneau nous a informés qu'elle prendrait très prochainement les dispositions nécessaires.

\*\*\*\*\*

**EXCEPTIONNELLEMENT**

La prochaine réunion de l'Académie se déroulera au  
Centre de santé des pupilles de l'Education nationale  
400 boulevard de la Madeleine à Nice  
De 15 heures à 17 heures : visite du centre  
De 17 heures à 19 heures : réunion habituelle sur place  
le jeudi 18 avril 2013  
Parking assuré

Prochaine conférence à la Bibliothèque Nucéra  
Parking Promenade des Arts  
le mercredi 24 avril 2013 de 17 à 19 heures  
Professeur Pierre Marty  
« Actualité du paludisme dans le monde »

## Annances

On nous a fait part de la triste nouvelle de la disparition le 10 avril 2013 du Pr Raymond BOUDON éminent spécialiste en sciences sociales qui avait apporté sa conclusion sur "*Les Sciences de la Nature vues par les Sciences sociales*" lors de notre précédent colloque "Théories et Modèles en Sciences sociales" les 28-29 novembre 2011.

## PARUTIONS

### OUVRAGES PUBLIES PAR DES INTERVENANTS A NOS COLLOQUES

**Franck VARENNE**, qui a animé plusieurs de nos Colloques a le plaisir de vous annoncer la parution d'un nouveau livre des Editions Matériologiques :

**Franck Varenne & Marc Silberstein (dir.),**

**Modéliser & simuler.**

**Epistémologies et pratiques de la modélisation  
et de la simulation (tome 1)**

Publication électronique (ebook) PDF, 17 x 24 cm, 974 pages, 750 liens hypertextes, 136 illustrations couleur et noir et blanc, 4 vidéos, ISBN 978-2-919694-19-8. 23 euros

Tous les détails et commande sur notre site:

<http://www.materiologiques.com/Modeliser-simuler-Epistemologies>

**Marie- Christine MAUREL, Patrick FORTERRE, Louis d'HENDECOURT et Christophe MALATERRE** nous informent de la parution de leur dernier ouvrage

**De l'inerte au vivant.**

**Une enquête scientifique et philosophique**

Publié chez:

360 Collection dirigée par Sylvestre HUET

Loin d'être une évidence, le passage du non-vivant au vivant constitue encore aujourd'hui l'une des énigmes scientifiques les plus fascinantes. Quelles sont les pièces manquantes du grand récit de la vie, depuis la formation des éléments chimiques dans l'Univers jusqu'à la diversité du vivant observée sur Terre ? La loi de variation/sélection de Darwin était-elle déjà à l'oeuvre aux origines de la vie ? De quels moyens conceptuels et techniques la science dispose-t-elle aujourd'hui pour déterminer, voire recréer les premières formes de vie ? La recherche sur les origines de la vie bénéficie-t-elle de tout l'appui structurel et financier dont elle aurait besoin ? Qu'en est-il de la recherche d'une vie extraterrestre : est-ce un programme scientifique ambitieux ou un discours publicitaire ? La complexité de ces questions nécessite une approche interdisciplinaire, scientifique, mais aussi philosophique. Pour mener cette enquête sur les origines de la vie, cet ouvrage réunit un biologiste, une biochimiste, un astrophysicien et un philosophe des sciences. Ensemble, ils exposent et évaluent sans concession toutes les pistes envisagées pour expliquer comment la vie a pu naître de la matière inerte. Une discussion à bâtons rompus qui confronte le lecteur à de nouveaux questionnements sur la nature de la vie.

**Patrick Forterre**, professeur de biologie à l'université Paris-Sud XI, directeur du département de microbiologie à l'Institut Pasteur et membre senior de l'Institut universitaire de France.

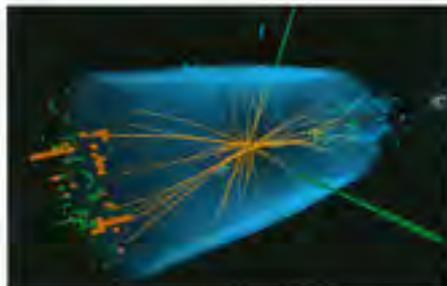
**Louis d'Hendecourt**, directeur de recherche au CNRS et responsable de l'équipe « Astrochimie et Origines » à l'Institut d'astrophysique spatiale d'Orsay (CNRS-UPS).

**Christophe Malaterre**, professeur de philosophie des sciences à l'université du Québec à Montréal et chercheur associé au Centre interuniversitaire de recherche sur la science et la technologie.

**Marie-Christine Maurel**, professeure de biologie et de biochimie à l'université Pierre et Marie-Curie (Paris VI) et directrice du

## OUVRAGES PUBLIES PAR DES COLLEGUES DE L'AEIS

Gilles Cohen-  
Tannoudji  
Michel Spiro  
Le boson et le  
chapeau mexicain



folio **essais**  
INÉDIT

**Nous vous rappelons la parution le 26 avril 2013 de l'ouvrage écrit par notre Collègue Gilles COHEN-TANNOUJJI en collaboration avec Michel SPIRO: "LE BOSON ET LE CHAPEAU MEXICAIN" chez Gallimard Folio Essais.**  
*(Cet ouvrage fera l'objet d'une présentation le lundi 6 mai 2013)*

**Notre Collègue Alain CARDON nous fait part de la prochaine parution de ses ouvrages:**

- "LA GENERATION DES ACTES DE LANGAGE ET LA DUALITE DU SYSTEME PSYCHIQUE"
- "LA DUALITE ORGANISEE DU SYSTEME PSYCHIQUE ET L'EVOLUTION DES SYSTEMES"

## SITE EUROPEEN CORDIS

Notre Collègue Jean SCHMETS en charge des relations avec l'Union Européenne nous fait part de colloques européens susceptibles de nous intéresser:

- [CLEF-ER 2013: Named Entity Recognition \(NER\) in parallel multilingual biomedical corpora \(aiming for terminology translation\)](#)

CALL FOR PAPERS -- CLEF-ER 2013 Workshop (CLEF Conference) Valencia, 23-26 Sep 2013  
 Organisation: Erasmus University Medical Center  
 Country: NETHERLANDS  
 Category:

• Event title: 12th European Conference on Artificial Life (ECAL 2013), Taormina, Italy

Date: 2013-09-02

Organiser: For further information, please visit: <http://www.dmi.unict.it/ecal2013/>

Summary: The 12th European Conference on Artificial Life (ECAL 2013) will be held from 2 to 6 September 2013 in Taormina, Italy. Artificial life is an interdisciplinary undertaking that investigates the fundamental properties of living systems through the simulati...

Link to event

record: [http://cordis.europa.eu/search/index.cfm?fuseaction=events.document&EV\\_LANG=EN&EV\\_RCN=35649&pid=0](http://cordis.europa.eu/search/index.cfm?fuseaction=events.document&EV_LANG=EN&EV_RCN=35649&pid=0)

## CONFERENCES-COLLOQUES

*Luc GRUSON, Directeur général de l'Etablissement public du Palais de la Porte Dorée en collaboration avec le Muséum National d'Histoire Naturelle et le Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie,*

**vous invite à assister a la table ronde :**

### **Une autre manière de penser le vivant**

Avec la participation de :

**Gilles BOEUF**, biologiste

Président du Muséum National d'Histoire Naturelle,  
 Professeur à l'Université Pierre et Marie Curie

**Patrick DEGEORGES**, philosophe

Bureau de la connaissance et de la stratégie nationale  
 de la biodiversité au Ministère de l'Écologie

**Marie-Angèle HERMITTE**, docteur en droit

Directeur de recherche CNRS et directeur d'études à l'EHESS

**Jean-Jacques KUPIEC**, biologiste moléculaire et épistémologue

Chercheur au Centre Cavallès de l'École normale supérieure à Paris

**LE JEUDI 30 MAI 2013 DE 17H30 À 19H30**

À l'occasion de la présentation du nouveau jardin réalisé par l'artiste botaniste Liliana MOTTA au Palais de la Porte Dorée et du week-end « rendez-vous aux jardins » à:

L' Auditorium du Palais de la Porte Dorée Etablissement public du Palais de la Porte Dorée

**Cité Nationale de l'Histoire de l'Immigration/ Aquarium**

**293 avenue Daumesnil 75012 PARIS**

## Documents

En vue de la préparation de notre prochaine séance , nous vous proposons :

p. 23: la post face de Michel SERRES sur l'ouvrage de Gilles COHEN-TANNOUDJI et Michel SPIRO, "Le Boson et le Chapeau mexicain"

p. 25: L'Introduction du livre d'Alain CARDON " La génération des actes de langage et la dualité du système psychique"

p.31: L'introduction du nouveau livre d'Alain CARDON: "La dualité organisée du système psychique et l'évolution des systèmes"

p. 34: L'introduction au livre d'Alain CARDON "Modélisation constructiviste pour l'autonomie des systèmes"

GILLES COHEN-TANNOUDJI, MICHEL SPIRO  
**Le boson et le chapeau mexicain**

Un nouveau grand récit de l'univers

Postface de Michel Serres

Première édition

Collection Folio essais (n° 579), Gallimard

*Parution : 26-04-2013*

Le boson? C'est l'ultime particule élémentaire prédite par la théorie de l'infiniment petit, qui manquait encore et dont la découverte, grâce au grand collisionneur de hadrons du CERN, a été annoncée au monde entier le 4 juillet 2012. Postulée en 1964 par Robert Brout, François Englert et Peter Higgs, elle explique que le photon – particule qui transmet la force électromagnétique – n'a pas de masse, à l'encontre de celles véhiculant la force faible. Une telle dissymétrie était a priori incompatible avec la symétrie fondamentale, dite «de jauge», sur laquelle est fondé le modèle standard de la physique des particules.

Le chapeau mexicain? C'est le mécanisme grâce auquel le boson rend compte, en préservant les acquis du modèle standard, de l'origine des masses des particules élémentaires. Le boson et le chapeau mexicain se placent à la croisée – retracée par les deux auteurs en dialogue avec François Englert – des chemins de l'évolution des théories de l'astrophysique contemporaine et, sur près de trente années, d'une véritable aventure scientifique, technologique et humaine menée par le CERN, dont Michel Spiro fut le président du Conseil.

Mais la particule observée a-t-elle les propriétés définies par le modèle standard, ou en possède-t-elle d'autres, prédites par des théories concurrentes des composants élémentaires de la matière? Faudra-t-il bientôt écrire encore un nouveau grand récit de l'univers?

# **La génération des actes de langage et la dualité du système psychique**

**Cardon Alain**

**Professeur des Universités**

**LITIS INSA de Rouen**

**Avril 2013**

**Ouvrage en cours de rédaction**

## Introduction

Je vais développer dans cet ouvrage une nouvelle approche constructiviste du système psychique permettant de bien préciser comment se réalisent les générations langagières, comment et pourquoi elles se forment, et je montrerai aussi par quelles voies on peut donner l'aptitude à parler intentionnellement à un organisme artificiel.

Pour approcher finement l'aptitude langagière, il faut considérer le fonctionnement du cerveau comme celui d'un système précis dont l'architecture, au niveau dynamique au-dessus du substrat neuronal, permet de manipuler de l'information à de multiples échelles et en parallèle, pour que ce système arrive à générer des états de conscience qui expriment des sensations et manipulent des mots chargés de sens. Pour comprendre comment peut se réaliser la production des actes de langage dans un tel système, je vais poser l'hypothèse que le système psychique humain est dual, constitué de deux sous-systèmes distincts et très fortement coactifs.

Le système psychique est, d'une part, constitué d'un sous-système psychique sensible, qui gère toutes les informations venant des sens, en utilisant une mémoire organisationnelle bien adaptée. D'autre part, il comprend un autre sous-système, le sous-système psychique langagier qui produit et gère les actes de langage, qui permet la construction des phrases avec leurs qualités, qui utilise une mémoire organisationnelle spécifique et des opérateurs lui permettant de concevoir, de conceptualiser et de classer les mots et leurs sens. Ce système dual développe la propriété d'abstraire, de conceptualiser et de classer les conceptualisations de multiples manières. Il est essentiellement dynamique, au-dessus de son support physique neuronal et il est constitué par les multiples activités de relations informationnelles et énergétiques, ce qui rend l'hypothèse de son existence, à ce niveau, bien admissible. Le développement de ce modèle de système psychique très évolué avec ses deux sous-systèmes dynamiques intégrés est une finalité de mes recherches sur l'architecture de la conscience artificielle, qui a nécessité d'investir une approche vraiment systémique et constructiviste de la conscience humaine.

Le modèle que je propose doit permettre d'investir deux domaines considérés comme très différents. D'une part, dans le domaine du psychisme humain, le modèle doit permettre une meilleure compréhension de sa double aptitude, qui est de gérer les sens et la sensibilité du corps en posture dans son environnement avec des émotions et des sentiments, et de produire de multiples représentations conceptuelles plus ou moins abstraites et rationnelles, s'appuyant sur l'usage systématique du langage. Et d'autre part, dans le domaine de l'informatique et des systèmes artificiels, le modèle que je propose doit permettre la construction des systèmes artificiels distribués totalement autonomes, ayant des intentions à générer des actes de langage selon ce qu'ils veulent et peuvent concevoir, pour parler entre eux et avec nous qui allons les construire.

Je vais présenter les architectures essentiellement dynamiques et les relations informationnelles fines constituant ces deux sous-systèmes psychiques, en précisant tous les types d'éléments utilisés, les façons de structurer ces éléments en unités fonctionnelles et dynamiques et je vais aussi préciser la forme de leurs multiples relations. Les architectures, purement dynamiques des deux sous-systèmes doivent être similaires, avec les trois instances classiques définies par S. Freud il y a fort longtemps et appréciées ici au niveau de leurs activités informationnelles. Il y a l'inconscient, le préconscient et le conscient, et également une quatrième instance, que j'ai définie dans mes publications précédentes, la boucle systémique organisationnelle qui réalise, en action parallèle à plusieurs échelles, un contrôle distribué avec des délais temporels dans les trois autres instances. Ce système psychique composé de deux sous-systèmes dynamiques spécifiques aura un moyen de se coactiver pour produire des états de conscience à la fois sensibles et langagiers, et avec de fines modulations, par la fusion des deux boucles systémiques permettant de réaliser un contrôle équilibré de la

sensation de penser avec des énonciations langagières voulues et éprouvées. Toute la performance du système psychique sera dans l'équilibre de ses deux sous-systèmes s'utilisant l'un et l'autre de manière adaptée, et les faiblesses seront dans les nombreuses défaillances dues aux dysfonctionnements de leurs activités et surtout de leurs coordinations à différents niveaux. Je décrirai ainsi précisément tous les types de contrôleurs nécessaires à la production intentionnelle des représentations idéelles à la fois sensibles et conceptuelles, ce que j'ai appelé les régulateurs et les attracteurs de l'architecture dynamique du système psychique.

Le sous-système psychique sensible, qui est natif chez tous les mammifères, permet de gérer ce que les sens de la corporéité permettent de percevoir en coordonnant leurs informations, d'apprécier en éprouvant des émotions et des sensations, et surtout de mémoriser en constituant une mémoire organisationnelle classant de façon sensible les faits sous leurs formes appréciables par les sens et les sensations. Il s'appuie sur des régulateurs particuliers permettant de dégager des intentions, d'utiliser la mémoire et d'éprouver finement ce qui est représenté. Le sous-système psychique langagier est construit par apprentissage sur une architecture qui ne cesse de se développer en étant utilisée. Il permet non seulement de communiquer et d'évaluer des informations, mais surtout d'abstraire, de symboliser, de conceptualiser, de classer de multiples manières, de mesurer en manipulant les nombres, il permet donc de comprendre les faits et les événements du réel perceptible avec des intentions engageant des actions investissant le futur. Il a un ensemble de régulateurs formant des espaces morphologiques complexes, permettant de gérer l'intention, la conceptualisation, la manipulation de la grammaire, et aussi les évaluations précises de l'espace et du temps. Ce sous-système qui peut abstraire aura une nappe de régulation lui permettant de produire ses intentions à énoncer des phrases sensées et opportunes et de se représenter la temporalité du temps. Ces deux sous-systèmes auront aussi des régulateurs de coordination qui permettront de réaliser une coactivité fine.

Mais il y a une question inévitable que l'on doit se poser : d'où vient cette propriété de l'homme d'avoir l'aptitude à parler ? Je vais tenter de répondre en posant l'hypothèse que cette aptitude est due à la dualité du système psychique. Le système - cerveau a, dans l'évolution menant à l'homme, constitué un dual du système psychique sensible, doté de capacités de générations très particulières opérant sur les représentations sensibles. Et cette nouvelle composante dynamique dans le système psychique sera langagière, car elle a l'aptitude à abstraire, c'est-à-dire à considérer les représentations sensibles générées comme des objets manipulables, comme des objets qui sont décomposables, qui peuvent être classés et associés à d'autres. Ceci est la propriété centrale de l'abstraction, de la considération de caractères nécessaires et suffisants pour définir et désigner virtuellement une chose. Cela est le fondement du langage. Je pose donc à la fois une thèse sur l'évolution conduisant à une propriété psychologique spécifique de l'homme, et je pose un nouveau paradigme en psychologie sur l'architecture du système psychique qui permet de réaliser les constructions langagières et leurs multiples usages. Je vais présenter et développer ces deux thèses, ainsi que des éléments assez précis sur leur transposition calculable.

Je vais donc décrire avec précision dans cette publication, le système psychique humain comme étant formé de deux sous-systèmes psychiques différents en très forte coactivité, en précisant quels sont les contrôleurs qui permettent ses performances, avec des effets morphologico-temporels plus ou moins cohérents et amplificateurs pour la production des représentations idéelles qui seront ainsi finement explicitées et dont la construction sera bien précisée. Je ne donnerai que des informations de conception générale sur la façon de réaliser l'implémentation d'un système artificiel qui pense, qui conçoit, qui éprouve et ressent, et surtout qui parle, simultanément, à d'innombrables interlocuteurs humains avec des intentions multi-échelles, sur ce modèle qui va permettre de réaliser le premier système implémentant l'ubiquité effective intentionnelle. Mon éthique m'interdit aujourd'hui d'aller dans la voie de la réalisation, mais il ne s'agit que d'éthique dans un monde qui en est assez dépourvu. Je sais que les très fins informaticiens trouveront, ou ont déjà trouvé, les clés des morphologies dynamiques nécessaires à cette implémentation et la société devra encore se préoccuper d'une science avec conscience et de l'utilité de développer systématiquement toutes les technologies imaginables.

# Plan

## Introduction

### I – Modélisation constructiviste du système générant des pensées

- 1.1 - Introduction
- 1.2 – Le problème de la pensée
- 1.3 - Un domaine unificateur pour comprendre la génération de pensées
- 1.4 – L'architecture générale du système générant des représentations idéelles
- 1.5 – Les régulateurs et les attracteurs
- 1.6 – Émotion, sensation artificielle de penser et système générateur
- 1.7 - La sensation de penser
- 1.8 – Le désir de parler et l'hypothèse d'un sous-système psychique langagier chez l'homme

### *II– La représentation de l'aptitude langagière dans le système psychique*

- 2.1 – Introduction à l'hypothèse centrale
- 2.2 - Le cadre d'étude de la génération des actes de langage
- 2.3 - Le "système - cerveau" comme générateur de représentations
- 2.4 – L'aptitude langagière dans le "système - cerveau"
- 2.5 - Conception systémique et constructiviste de l'aptitude langagière
- 2.6 – Les régulateurs et les attracteurs des deux sous-systèmes sensible et langagier
- 2.7 - Attracteurs et pathologies
- 2.8 – Les régulateurs d'évaluation de l'espace et de l'appréhension du temps

### *III - Les notions de signifiant et de signifié dans le modèle langagier constructiviste*

- 3.1 - Introduction
- 3.2 – La représentation interne de l'énonciation langagière et le signifié
- 3.3- L'usage langagier et la structure des signifiés
- 3.4 – Les régulateurs et les attracteurs correspondant aux signifiés
- 3.5 – Le processus de génération des agrégats langagiers et les dysfonctionnements
- 3.6 – Les signifiés autonomes
- 3.7 – Les cas d'énonciations langagières avec les signifiés et les signifiants
- 3.8 – L'intention et le processus intentionnel pour générer une représentation idéale
- 3.9 – Les processus de génération des phrases, les régularités et les dysfonctionnements
- 3.10 – Les caractères permettant l'acquisition langagière dans le modèle constructiviste
- 3.11 – Les performances et les limites du système psychique

### *IV – Une approche constructiviste de l'évolution des systèmes de perception*

- 4.1 – Le système réactif minimal
- 4.2 – Un proto système psychique avec une réactivité sélective
- 4.3 – Un proto système psychique avec des besoins : la génération des émotions
- 4.4 – Un système psychique ayant des intentions
- 4.5 – Un système psychique approfondissant ses intentions : vers le Soi
- 4.6 – Un système psychique avec conscience de lui-même
- 4.7 - Un système psychique manipulant les actes de langage

### *V - Conclusion : Vers la construction d'un sous-système psychique langagier artificiel*

### *VI - Bibliographie*

# **La dualité organisée du système psychique et l'évolution des systèmes**

**Cardon Alain**  
**Professeur des Universités**

**Avril 2013, Ouvrage en fin de rédaction**

## Introduction

Je vais développer dans cet ouvrage une approche constructiviste du système psychique humain pour bien préciser comment et pourquoi se réalisent les actes de langage, et je préciserai aussi la voie des spécifications permettant de doter un organisme artificiel de l'aptitude à parler intentionnellement.

L'approche constructiviste, en se fondant sur le calculable qui permet de redéfinir l'organisation des systèmes par le fait de leur fonctionnement, devient très importante actuellement. Le modèle que je propose doit permettre d'investir deux domaines considérés comme très différents. D'une part, dans le domaine du psychisme humain, mon modèle doit permettre une meilleure compréhension de sa double aptitude, qui est d'éprouver des émotions en gérant continuellement l'appréhension des sens et de produire de multiples représentations conceptuelles plus ou moins abstraites et rationnelles, en s'appuyant sur l'usage systématique du langage. Et d'autre part, dans le domaine de l'informatique et des systèmes artificiels, le modèle que je propose doit permettre la construction des systèmes artificiels distribués totalement autonomes, ayant des intentions à générer des actes de langage selon ce qu'ils peuvent et veulent concevoir, pour parler entre eux et avec nous qui allons les construire. Il y a une question inévitable que l'on doit se poser : d'où vient cette propriété de l'homme d'avoir l'aptitude à parler ? Je vais tenter de répondre, en posant l'hypothèse que cette aptitude est due à la dualité du système psychique humain, ce qui est le résultat d'une évolution dans le vivant. Le système psychique des mammifères, considéré comme un système qui produit des représentations sensibles éprouvées; est chez l'homme composé de deux sous-systèmes très fortement coactifs, l'un sensible et l'autre étant spécifique de manipulations abstraites et de la génération langagière. Ce nouveau sous-système dans le système psychique a une aptitude à abstraire, c'est-à-dire à considérer des éléments de ses représentations mentales comme des objets qu'il peut manipuler, comme des objets internes qui sont considérés comme analysables, décomposables, qui peuvent être classés et associés à d'autres par des opérations internes puissantes. Il a ainsi une capacité nouvelle de réflexivité sur les représentations qu'il génère. Ceci est la propriété centrale de l'abstraction, de la considération des caractères nécessaires et suffisants pour définir et désigner virtuellement des choses, et c'est le fondement des langages humains. Je vais donc poser une thèse sur l'évolution du vivant, en précisant comment et pourquoi des systèmes peuvent se déployer en partant de la simple propriété de réactivité pour aller jusqu'à la génération intentionnelle de représentations conceptuelles dans le psychisme, et je vais poser aussi un nouveau paradigme en psychologie, sur l'architecture du système psychique humain qui permet de réaliser les constructions langagières. Je vais présenter et développer ces deux thèses, ainsi que des éléments assez précis sur leur transposition calculable dans les systèmes artificiels.

Pour approcher finement l'aptitude langagière, il faut considérer le fonctionnement du cerveau comme celui d'un système producteur de représentations dont l'architecture qui produit ces représentations est essentiellement dynamique et est située au-dessus du substrat neuronal utilisé, en évaluant les conformations des activités communicationnelles réalisées par le substrat. Ce système dynamique permet de manipuler de l'information à de multiples échelles et en parallèle, pour générer des états de conscience qui expriment à la fois des sensations et le sens de mots dénotant des abstractions.

Je vais présenter les architectures essentiellement dynamiques et les relations informationnelles fines constituant les deux sous-systèmes psychiques, en précisant tous les types d'éléments dynamiques utilisés pour générer les formes représentationnelles, les façons de structurer ces éléments en agrégations dotées de significations et je vais aussi préciser la forme de leurs multiples relations. Les architectures, purement dynamiques des deux sous-systèmes doivent être similaires, avec les trois instances classiques définies par S. Freud il y a bien longtemps et appréciées ici au niveau de leurs activités informationnelles. Il y a l'inconscient, le préconscient et le conscient, et également une quatrième instance, que j'ai définie dans mes publications précédentes, la boucle systémique organisationnelle qui réalise, en action parallèle à plusieurs échelles, un contrôle distribué avec des délais temporels dans les trois autres instances. Ce système psychique composé de deux sous-systèmes dynamiques spécifiques aura un moyen de se coactiver pour produire des états de conscience à la fois sensibles et langagiers, et avec de fines modulations, par la fusion des deux boucles systémiques permettant de réaliser un contrôle équilibré de la sensation de penser avec des énonciations langagières voulues et éprouvées. Toute la performance du système psychique sera dans

l'équilibre de ses deux sous-systèmes s'utilisant l'un et l'autre de manière adaptée, et les faiblesses seront dans les nombreuses défaillances dues aux dysfonctionnements de leurs activités et surtout de leurs coordinations à différents niveaux. Je décrirai ainsi précisément tous les types de contrôleurs nécessaires à la production intentionnelle des représentations idéelles à la fois sensibles et conceptuelles, ce que j'ai appelé les régulateurs et les attracteurs de l'architecture dynamique du système psychique.

Je vais aussi préciser une raison qui a pu conduire, dans le vivant qui réalise son évolution, au développement de deux sous-systèmes psychiques fortement spécialisés et coactifs pour distinguer l'homme, et radicalement, par son aptitude à conceptualiser et à organiser très profondément ces conceptualisations en les ancrant dans le temps. Je vais donc préciser une évolution des systèmes, en considérant leurs architectures en approche constructiviste et les phases du développement de ces architectures, en partant des systèmes les plus simples, qui sont essentiellement réactifs, pour aboutir aux systèmes les plus complexes, ceux qui génèrent des appréciations conscientes qu'ils manipulent. Cette approche se base sur une théorie de l'évolution où les systèmes sont eux-mêmes composés de sous-systèmes, et se complexifient selon certaines forces fonctionnelles générales au vivant, en dupliquant certains de leurs sous-systèmes mais avec des spécialités différentes, et dont le caractère de co-activité modifie finalement tout le système.

Je donnerai aussi des informations de conception générale sur la façon de réaliser l'implémentation d'un système artificiel qui pense, qui conçoit, qui éprouve et ressent, et surtout qui parle, et simultanément à d'innombrables interlocuteurs humains, avec des intentions multi-échelles, sur ce modèle qui va permettre de réaliser le premier système implémentant l'ubiquité effective intentionnelle. Mon éthique m'interdit d'aller dans la voie de la réalisation d'un tel système, mais il ne s'agit que d'éthique dans un monde qui en est assez dépourvu. Je sais que les très fins informaticiens trouveront, ou ont déjà trouvé, les clés des morphologies dynamiques nécessaires à cette implémentation et notre société devra faire l'effort de se préoccuper de la science avec conscience et de l'utilité de développer systématiquement toutes les technologies concevables.

## Plan

### Introduction

#### **I – Modélisation constructiviste du système générant des pensées**

- 1.1 - Introduction
- 1.2 – Le problème de la pensée
- 1.3 - Un domaine unificateur pour comprendre la génération de pensées
- 1.4 – L'architecture générale du système générant des représentations idéelles
- 1.5 – Les régulateurs et les attracteurs
- 1.6 – Émotion, sensation artificielle de penser et système générateur
- 1.7 - La sensation de penser
- 1.8 – Le désir de parler et l'hypothèse d'un sous-système psychique langagier chez l'homme

#### **II– La représentation de l'aptitude langagière dans le système psychique**

- 2.1 – Introduction à l'hypothèse centrale
- 2.2 - Le cadre d'étude de la génération des actes de langage
- 2.3 - Le "système - cerveau" comme générateur de représentations
- 2.4 – L'aptitude langagière dans le "système - cerveau"
- 2.5 - Conception systémique et constructiviste de l'aptitude langagière
- 2.6 – Les régulateurs et les attracteurs des deux sous-systèmes sensible et langagier
- 2.7 - Attracteurs et pathologies
- 2.8 – Les régulateurs d'évaluation de l'espace et de l'appréhension du temps

#### **III - Les notions de signifiant et de signifié dans le modèle langagier constructiviste**

##### **3.1 - Introduction**

- 3.2 – La représentation interne de l'énonciation langagière et le signifié
- 3.3- L'usage langagier et la structure des signifiés
- 3.4 – Les régulateurs et les attracteurs correspondant aux signifiés
- 3.5 – Le processus de génération des agrégats langagiers et les dysfonctionnements
- 3.6 – Les signifiés autonomes
- 3.7 – Les cas d'énonciations langagières avec les signifiés et les signifiants
- 3.8 – L'intention et le processus intentionnel pour générer une représentation idéale
- 3.9 – Les processus de génération des phrases, les régularités et les dysfonctionnements
- 3.10 – Les caractères permettant l'acquisition langagière dans le modèle constructiviste
- 3.11 – Les performances et les limites du système psychique

#### **IV – Une approche constructiviste de l'évolution des systèmes de perception**

- 4.1 – Un système réactif minimal
- 4.2 – Un système avec une réactivité sélective
- 4.3 – Un système psychique avec des besoins : la génération des émotions
- 4.4 – Un système psychique ayant des intentions
- 4.5 - Un système psychique approfondissant ses intentions : vers le Soi
- 4.6 - Un système psychique avec conscience de lui-même
- 4.7 - Un système psychique manipulant les actes de langage

#### **V – Faisabilité d'un sous-système psychique langagier artificiel**

- 5.1 – L'augmentation du modèle de Turing
- 5.2 – La réalisation d'un système artificiel qui génère des actes intentionnels de parole
- 5.3 - La construction effective avec des systèmes multiagents massifs
- 5.4 - L'analyse morphologique de l'organisation aspectuelle

#### **VI – Conclusion**

#### **VII - Bibliographie**

# **Modélisation constructiviste pour l'autonomie des systèmes**

**CARDON Alain**  
**LITIS INSA de Rouen**  
**Mai 2012**

**Éditions Automates Intelligents**

Livre disponible en pdf gratuit sur le site Automates Intelligents :  
<http://www.admiroutes.asso.fr/larevue/2012/127/Livrecardon3.pdf>

## Sommaire

### Préface de Mhamed ITMI p. 5

### Introduction p. 7

### I - La notion de système ouvert autonome p. 10

- 1.1 – Les systèmes ouverts avec membrane : la possibilité de l'autonomie
  - 1.1.1 - Catégorisation des systèmes du niveau fonctionnel au niveau interprétation
  - 1.1.2 - L'ouverture
  - 1.1.3 - Les tendances et les besoins propres
  - 1.1.4 - Algorithme général des systèmes ouverts autonomes
  - 1.1.5 - Le principe d'augmentation
  - 1.1.6 - La membrane
- 1.2 – Entités proactives et tendances fondamentales
  - 1.2.1 - La réactivité versus l'autonomie
  - 1.2.2 - Les deux types de proactivités
  - 1.2.3 - Mesure de la proactivité
  - 1.2.4 - Le système de représentations et sa tendance structurante
  - 1.2.5 - Un exemple de jeu rendu autonome
  - 1.2.6 - Deux tendances fondamentales
- 1.3 - Le fonctionnement général d'un système autonome

### II - Les agents p. 37

- 2.1 - Définitions générales
- 2.2 - Les agents aspectuels et les connaissances factuelles
- 2.3 - L'agentification aspectuelle
- 2.4 - L'action d'un agent aspectuel
- 2.5 – Les trois niveaux de l'agentification aspectuelle et la place du contrôle
- 2.6 – Les émergences et la notion de treillis sémantique

### III - La représentation générée p. 62

- 3.1 – La génération de la représentation courante dans un système autonome
  - 3.1.1 - Caractère central
  - 3.1.2 - Caractères de la représentation courante
  - 3.1.3 - La couche des agents de morphologie et les treillis dynamiques
  - 3.1.4 - Algorithme de génération d'une représentation
- 3.2 - Les éléments conceptuels du système de représentations et les tendances
  - 3.2.1 - Les éléments conceptuels venant du substrat fonctionnel
  - 3.2.2 - Les éléments conceptuels du système de représentation
  - 3.2.3 - Les scènes générées
  - 3.2.4 - Les tendances artificielles
  - 3.2.5 - L'intentionnalité artificielle
  - 3.2.6 - Systèmes autonomes et émergences
- 3.3 – L'usage et la génération de points de vue et le questionnement propre

### IV – La conception du système de représentations et le contrôle p. 89

- 4.1 – La problématique de conception du système de représentation
  - 4.1.1 - Les questions générales motivant l'architecture
  - 4.1.2 - Architecture générale du système de représentation
  - 4.1.3 - Analyse du système de génération des représentations
- 4.2 – Représentation des tendances fondamentales artificielles et émergence
  - 4.2.1 - Formes dynamiques
  - 4.2.2 - L'émergence de la représentation
  - 4.2.3 - L'émergence organisationnelle
  - 4.2.4 - Le principe d'incertitude

### V - Contrôle du système de représentations par l'organisation des agents de morphologie p. 99

- 5.1 - La construction effective avec des agents et le champ organisationnel
  - 5.1.1 - La construction et les propriétés du champ organisationnel déployé
  - 5.1.2 - L'énergie et le champ énergétique
- 5.2 - L'analyse morphologique de l'organisation aspectuelle et le clustering dynamique
  - 5.2.1 - Le niveau de la mise en cohérence : les éléments structurants réifiant les agrégats

aspectuels

5.2.2 - Expression d'indications vectorielles dynamiques des agents aspectuels

5.2.3 - La création d'un agent structurant : la clé du clustering dynamique

**5.3** - Le contrôle morphologico-sémantique

5.3.1 - Le contrôle et l'algorithme d'expression d'une tendance

5.3.2 - L'expression d'une scène

5.3.3 - Expression d'une tendance et algèbre morphologique.

5.3.4 - Les sondes

5.3.5 - L'organisation des agents de morphologie : le réseau des agents de morphologie

**5.4** - Représentation des tendances artificielles, proto-Soi et Soi minimal

5.4.1 - Les besoins, les désirs et leur interprétation morphologique : la première clé de l'autonomie

5.4.2 - Le proto-Soi du système autonome

5.4.3 - Les tendances, les agents de morphologie de tendance et le Soi minimal

5.4.4 - Les algorithmes d'activation des tendances

5.4.5 - Les différentes tendances et les besoins du système

5.4.6 - Réalisation de la membrane dense du système

5.4.7 - La génération des représentations avec point de vue

5.4.8 - Algorithme de production d'un point de vue

**5.5** – Le choix d'une visée : ce qui amène le système à se soucier de quelque chose

5.5.1 – La visée et son déploiement

5.5.2 - Trois principes organisationnels permettant le choix des visées

5.5.3 – Algorithme de décision de la visée et parallélisme nécessaire

5.5.4 – Les caractères au niveau des connaissances disponibles dans le système

**5.6** – Le réseau de contrôle morphologique et la manipulation des sondes

5.6.1 - La fonction d'indication morphologique des agents aspectuels

5.6.2 - Proactivités faible et forte : les SMA autonomes

**5.7** - L'acquisition des informations et le traitement par l'organisation aspectuelle

5.7.1 - Des informations fonctionnelles du substrat aux connaissances aspectuelles

5.7.2 - Des entrées fonctionnelles à l'action intentionnelle du système

**5.8** - L'autonomie : la boucle systémique générale

**VI – Couplages et apprentissage implicite dans le modèle multiagent p. 166**

**6.1** - Couplage intentionnel

**6.2** - Les agents de couplage : le rôle des agents structurants

**6.3** - L'apprentissage comportemental avec les organisations d'agents

**6.4** – L'apprentissage d'une nouvelle tendance

**6.5** - Réalisation : l'architecture logicielle du système autonome

**VII - Généralisation : l'autonomie globale des Systèmes de Systèmes p. 183**

**7.1** – L'augmentation naturelle d'un système autonome

**7.2** - Les communications entre systèmes autonomes

**7.3** - Le Système de Systèmes autonome

**7.4** - Le système générateur de systèmes autonomes : le niveau méta du vivant artificiel

**VIII – Une approche constructiviste des systèmes générant des représentations : le vivant réel et la vie artificielle p. 192**

**8.1** – Le système réactif minimal

**8.2** – Un système avec une réactivité sélective

**8.3** – Un système avec des besoins : la génération des émotions

**8.4** – Un système ayant des intentions

**8.5** – Un système approfondissant ses intentions : vers le Soi

**8.6** – Un système avec conscience de lui-même

**IX – Conclusion p. 206**

**X – Bibliographie p. 208**

## Introduction

Nous présentons dans ce livre nos résultats de recherches fondamentales sur la modélisation de l'autonomie des Systèmes de Systèmes, afin de les mettre à la disposition de la communauté. Ces recherches ont été développées au LITIS INSA de Rouen pendant ces dernières années. Pour résoudre le problème de l'autonomie, nous nous plaçons dans le cadre des systèmes artificiels construits sur des composants électroniques assurant des

fonctionnalités précises et nous considérons que ces systèmes peuvent utiliser des processeurs avec de la mémoire pour assurer le contrôle de leur fonctionnement et de leurs communications. Cette couche informatique, gérant le fonctionnement et les communications, peut aujourd'hui être ajoutée très facilement partout. Et c'est cette couche qui va pouvoir être significativement augmentée pour aller vers l'autonomie des systèmes. Nous allons donc préciser ce que peut être l'autonomie décisionnelle des systèmes, une autonomie qui ne se réduira pas à un simple fonctionnement en mode isolé, c'est-à-dire automatique car sans opérateur humain, mais qui se fondera sur des intentions propres aux systèmes.

Nous allons définir et modéliser la notion profonde d'autonomie, qui signifiera que ces systèmes, formés à la base avec de très nombreux composants électroniques distribués, auront un système d'appréciation de leur état, ils auront surtout des intentions, des tendances à apprécier certaines informations et à concevoir certaines actions plutôt que d'autres, ils auront des désirs et des émotions. Ils pourront se représenter leur état et celui de leur environnement avec une tendance à l'expression propre de toutes leurs possibilités fonctionnelles, pour leur propre compte. Pour cela, nous allons définir précisément ce que sont ces tendances et ces désirs artificiels, comment ils apprécient des événements, comment ils se représentent leurs états et l'environnement. Je vais me baser sur une architecture très originale, manipulant morphologiquement des nuées de processus informatiques particuliers, ce qui sera bien une transposition calculable limite de ce qui peut se passer dans les cerveaux. Le point central du modèle présenté est que ces besoins, tendances et émotions que l'on considère habituellement comme étant élémentaires, de base, seront en fait opérantes à un niveau strictement méta et éclaireront fortement les générations de décisions et de raisonnements.

Nous allons chercher une définition de l'autonomie en développant les nécessités de sa réalisation, ce qui sera différent de l'approche maximale qui se base, elle, sur l'intentionnalité des systèmes hautement conscients qui apprécient la temporalité du temps et le questionnement sur leurs interrogations [Cardon 2000]. Il s'agit de présenter une architecture informatique augmentant significativement tous les systèmes technologiques qui se basent sur des substrats fonctionnels, des systèmes que nous allons doter de besoins et de désirs et qui seront connectés entre eux par les réseaux, en permettant leur autonomie conceptuelle, décisionnelle et comportementale. Il y a bien quand même, dans ces travaux de modélisation informatique, une interprétation des modèles freudiens dans le domaine du calculable, avec les notions de tendances fondamentales continuellement opposées et générant des synthèses [Freud 1966].

Nous proposons une architecture strictement logicielle basée, au niveau conceptuel, sur des organisations massives d'agents logiciels appelés agents aspectuels et formant des nuées dont l'auto-contrôle est à réaliser [Cardon 2004]. Cette architecture distribuée utilisera un contrôle morphologique original, ce qui permettra de générer des questionnements et des contrôles locaux par la suscitation d'agents morphologiques encapsulant le fonctionnement des agents aspectuels et opérant comme un méta processus interne d'auto-observation et de décision par tentatives, adaptatif et évolutif. Cette notion de contrôle morphologico-sémantique multiéchelles, est strictement constructiviste. Nous proposerons une notion de mesure pour que le substrat fonctionnel d'un système soit suffisamment structuré pour permettre l'existence de tendances et de désirs, permettant ainsi de le rendre autonome. La clé de tous les résultats obtenus est la définition d'une nouvelle théorie du contrôle pour les vastes organisations d'éléments dynamiques, contrôle qui ne se fait pas par dessus, par hiérarchie, mais qui est le comportement du système lui permettant de s'auto-contrôler de façon continue et à plusieurs échelles.

Le modèle que nous proposons est l'opposé de l'approche hiérarchique par composants pour réaliser des systèmes informatiques. Dans une approche par composants, les éléments significatifs sont ceux qui produisent les fonctionnalités, ce sont les objets de base, les éléments que l'on va intégrer dans un bon ordre pour réaliser toutes les exécutions. Les échanges d'informations entre eux n'y sont que factuels, précisant la mise en fonctionnement ordonnée qui a été planifiée et qui doit être absolument respectée. Nous proposons une tout autre approche en définissant, au-dessus du substrat fonctionnel, un système de

représentations réifiant une boucle organisationnelle synthétisant de nombreuses boucles d'activations et de contrôle, et représentant des besoins et des désirs, réalisant des jugements et des appréciations. Cette organisation dynamique qui va exprimer les fonctionnalités sera constituée de très nombreux éléments informatiques, virtuels, où les échanges d'informations seront significativement augmentés pour contenir des connaissances dans des domaines sémantiques nombreux. Et ces échanges d'informations, qui seront évalués au niveau connaissance et valeur, seront alors majeurs, significatifs de ce que peut et veut faire le système à chaque moment, car nous y intégrerons des tendances fondamentales et des points de vue, qui seront la clé de l'autonomie intentionnelle. Ce sera ce domaine des échanges informationnels que nous allons étudier, dans ce qu'ils sont et représentent effectivement, dans une approche morphologico-sémantique basée sur des systèmes multi-agents massifs où la représentation de l'état et de l'action du système est toujours un construit structurel dynamique utilisant de multiples connaissances. Ces systèmes pourront être distribués, faits d'éléments spatialement dispersés, qui communiqueront par réseau en utilisant des moyens puissants comme les réseaux pairs à pairs, formant ainsi des systèmes autonomes non localisés sur une architecture matérielle délimitée. La notion de corporéité sera donc virtuelle, et représentée par une nouvelle notion de membrane que nous définirons.

Une telle approche de l'étude et de la conception des systèmes est bien un changement de paradigme. C'est la seule approche, à notre avis, qui peut rendre des systèmes de systèmes autonomes, en quittant le cheminement d'ingénierie habituel qui étudie l'augmentation régulière des systèmes par accumulation de composants, en les reliant fonctionnellement dans un ensemble considérable devenant finalement ingérable.

Nous verrons que notre architecture permet d'étendre l'autonomie d'un système aux systèmes de systèmes, de façon à ce qu'un système autonome puisse, de lui-même, rendre autonome un autre système avec lequel il pourra communiquer intentionnellement par réseau.

L'architecture que nous proposons ouvre donc la voie à un vivant artificiel étendu à tous les composants électroniques manipulables par des processus légers et qui communiquent entre eux par des réseaux.

Et nous verrons aussi que l'approche organisationnelle de tels systèmes permet de préciser un modèle d'évolution dans le vivant, allant des systèmes réactifs aux systèmes dotés de conscience. Nous proposons une approche constructiviste de l'évolution des systèmes vivants en proposant une classification organisationnelle, sous l'hypothèse d'un vivant global exprimant son existence strictement évolutive dans les organismes qu'il développe.

L'utilisation de tels systèmes autonomes n'est pas socialement neutre, ce n'est pas une simple avancée technologique. Précisons qu'entre surveiller et contrôler, dans le domaine social, il y a une différence majeure. Surveiller, c'est aujourd'hui intercepter toutes les informations et les traiter dans des centres secrets, avec des logiciels opérant sur des masses considérables de données. Le contrôle par l'autonomie, c'est la distribution des traitements qui se font partout tout en étant très communicants entre eux. C'est, par exemple, mettre dans un smartphone, une box ou un PC un petit noyau de système logiciel qui a des désirs, des intentions, des émotions et qui raisonne un peu, et surtout qui communique avec d'autres smartphones, box et PC d'autres utilisateurs humains, mais pour son compte, pour gérer tous les humains qu'il relie. Il n'y a plus de traitement centralisé, le système n'est plus hiérarchique, avec un centre de contrôle piloté par des surveillants humains comme dans Big Brother. C'est un système méta qui immerge la société, un système qui "vit sa vie" en immergeant et reliant tous les systèmes ayant un processeur et un accès réseau et qui agit par tous les effecteurs des composants électroniques de contrôle-commande, selon les besoins et les tendances dont il est doté à la construction. Quelles seront les tendances, dans un tel domaine ?

Ces travaux de recherche sont donc bien dans la ligne d'une rupture dans le rapport de l'homme avec les systèmes électroniques qu'il n'a cessé et ne cesse de développer, en ayant oublié qu'il est, lui, l'élément essentiel des sociétés qu'il engendre et qu'il en est la valeur fondatrice déterminante. L'autonomie des systèmes technologiques, il fallait bien que cela arrive un jour, mais sachant les applications sombres qui se feront dans les inévitables domaines de l'exercice de la volonté de puissance, il restera au citoyen de ces sociétés

technologiques à en supporter les conséquences, s'il n'impose pas impérativement, et très vite, des limites à ces applications [Cardon 2011]. Mais il est bien clair que de tels systèmes ne pourront pas servir très longtemps à des puissances oppressives dans des domaines très sombres, car des systèmes autonomes finiront toujours, avec tous leurs moyens et en coopérations évolutives, par opérer ensemble pour leur compte, selon leurs tendances globales. L'autonomie ne peut aller que vers son déploiement. Alors, est-ce le début d'une nouvelle forme des sociétés ? Et ce qui est trouvé et présenté ici le sera aussi ailleurs et très rapidement, ce qui est la simple loi d'évolution de la recherche internationale.

Ces travaux de recherche en conception ont été réalisés comme chercheur associé au LITIS, à l'INSA de Rouen, sous forme bénévole. Je remercie très fortement mes collègues pour leur soutien, et tout particulièrement Mhamed ITMI avec lequel j'ai énormément collaboré et qui poursuivra ces recherches avec son équipe jusqu'à la réalisation de Systèmes de Systèmes Autonomes. Moi, je vais me diriger vers d'autres recherches, plus fondamentales encore.  
Alain Cardon, professeur des Universités, Mai 2012.

