

**BULLETIN N° 170**  
**ACADÉMIE EUROPÉENNE**  
**INTERDISCIPLINAIRE**  
**DES SCIENCES**



**Séance du mardi 11 décembre 2012:**  
**Conférence d' André BRACK**

Directeur de recherche honoraire au CNRS /Centre de biophysique moléculaire du CNRS-Orléans.  
 Membre d'honneur de l'Institut d'Astrobiologie de la NASA  
 et de la Société Internationale pour l'Etude de l'Origine de la Vie.  
 Président d'honneur du Réseau Européen d'Astrobiologie  
 « *De l'origine de la vie sur Terre à la vie dans l'Univers* »

**Prochaine séance :**  
**lundi 7 janvier à 17h Maison de l'AX 5 rue Descartes 75005 Paris**  
**Conférence de Maryvonne GERIN**

Directrice de recherche au CNRS  
 Responsable du Laboratoire de Radioastronomie (LRA), ENS - LERMA UMR 8112  
 Département de Physique de l'École Normale Supérieure  
 « *Les molécules interstellaires : de merveilleux outils pour comprendre l'univers* »

# 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

décembre 2012

**N°170**

### TABLE DES MATIERES

- P. 03 Compte-rendu de la séance du mardi 13 novembre 2012
- p.10 Compte-rendu de la section Nice Côte d'Azur du 18 octobre 2012
- P.14 Annonces
- P.15 Documents

**Prochaine séance:**

**lundi 7 janvier à 17h Maison de l'AX 5 rue Descartes 75005 Paris**

**Conférence de Maryvonne GERIN**

Directrice de recherche au CNRS

Responsable du Laboratoire de Radioastronomie (LRA), ENS - LERMA UMR 8112

Département de Physique de l'École Normale Supérieure

*«Les molécules interstellaires : de merveilleux outils pour comprendre l'univers»*

**ACADEMIE EUROPEENNE INTERDISCIPLINAIRE DES  
SCIENCES**

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

**Séance du**

**Mardi 11 décembre 2012**

**Maison de l'AX 17h30**

La séance est ouverte à 17 h30 sous la Présidence de Victor MASTRANGELO et en la présence de nos collègues Gilbert BELAUBRE, Alain CARDON,, Françoise DUTHEIL, Michel GONDRAN, Irène HERPE-LITWIN, Jacques LEVY, Pierre PESQUIES,.

Etaient excusés François BEGON, Bruno BLONDEL, Michel CABANAC, Gilles COHEN-TANNOUDJI, Daniel COURGEAU, Claude ELBAZ , Jean -Pierre FRANCOISE , Robert FRANCK, Walter GONZALEZ, Gérard LEVY, Saadi LAHLOU, Valérie LEFEVRE-SEGUIN , Pierre MARCHAIS, Emmanuel NUNEZ, Jean SCHMETS.

La séance est dédiée à la conférence d'André BRACK, Directeur de Recherche au CNRS:

*« De l'origine de la vie sur Terre à la vie dans l'Univers »*

**I) Le Président Victor Mastrangelo nous donne quelques éléments du CV de notre conférencier:**

André BRACK est Directeur de Recherche honoraire au Centre de biophysique moléculaire du CNRS à Orléans. Astrobiologiste, il étudie les origines de la vie, son évolution et sa distribution dans l'Univers. Après des études de chimie et un Doctorat d'Etat ès Sciences Physiques obtenu à l'Université de Strasbourg, il a créé l'équipe d'Exobiologie au Centre de biophysique moléculaire. Il a effectué un séjour d'un an dans le laboratoire du Dr. L.E. Orgel au Salk Institute for Biological Studies en 1974. Il a été président de la Société Internationale pour l'Etude sur l'Origine de la Vie (ISSOL) de 1996 à 1999. Il a été membre de l'Equipe Scientifique de la mission Mars Express de l'ESA (1997-1998) et a présidé l'équipe scientifique associée à l'atterrisseur Beagle 2 de Mars Express (2002-2004). Il a créé Centre-Sciences en 1990, centre de culture scientifique, technique et industrielle de la région Centre et en a assuré la présidence jusqu'en 2005.

Il est actuellement membre d'honneur de l'Institut d'Astrobiologie de la NASA et de la Société Internationale pour l'Etude de l'Origine de la Vie (ISSOL). Il est président d'honneur du Réseau Européen d'Astrobiologie et président d'honneur de Centre-Sciences, structure de vulgarisation des sciences de la Région Centre.

Il a obtenu les distinctions suivantes :

- Lauréat du Prix 1973 du Groupe Français des Polymères ;
- Prix du Docteur et de Madame Henri Labbé de l'Académie des Sciences (1994) ;
- Premier Prix de Culture Scientifique du Ministère de la Recherche (1995) ;
- Fellow de la Société Internationale pour l'Etude sur l'Origine de la Vie (1999);
- Médaille de la Coopération Internationale du COSPAR (2002) ;
- Membre d'honneur du NAI, NASA Astrobiology Institute (2004).

André Brack a publié 180 articles dans des revues internationales, de nombreux articles de vulgarisation et 8 livres :

- 1) L'évolution chimique et les origines de la vie - Brack, A. et Raulin, F., Masson, 1991
- 2) The molecular origins of life: assembling pieces of the puzzle - Brack, A., Editeur, Cambridge University Press, Cambridge (1998).
- 3) Exobiology in the Solar System & the search for life on Mars - Brack, A., Fitton, B. et Raulin, F., ESA Scientific Publication SP 1231 (1999).
- 4) La chimie du vivant. De la protéine à la photosynthèse - Brack, A. et Mathis, P., Quatre à Quatre, Le Pommier (2000).
- 5) Geochemistry and the Origin of Life - Nakashima, S., Maruyama, S., Brack, A. et Windley, B.F., Universal Academy Press, Inc., Tokyo, Japon (2001).
- 6) La vie est-elle universelle ? - Brack, A. et Leclercq, B., EDP Sciences (2003).
- 7) Et la matière devint vivante - Brack, A., Le Collège de la Cité, Editions Le Pommier (2004).
- 8) Looking for life. Searching the Solar System. - Clancy, P., Brack, A. and Horneck, G., Cambridge University Press, Cambridge (2005).

## **II) Notre conférencier présente ses travaux**

### **1) Résumé**

Sur Terre, le passage de la matière à la vie se fit dans l'eau, il y a environ 4 milliards d'années, avec des molécules organiques capables d'auto-reproduction et d'évolution. Pour comprendre l'origine de la vie, les recherches portent sur la synthèse en tube à essais de systèmes vivants simples, la recherche de fossiles dans les sédiments anciens et la recherche d'un deuxième exemple de vie sur un corps céleste présentant des conditions similaires à celles qui ont permis l'apparition de la vie terrestre (eau liquide, atmosphère, météorites et/ou sources hydrothermales sous-marines). De telles conditions existaient sur Mars il y a 4 milliards d'années et peut-être encore aujourd'hui sous la banquise d'Europe, une lune de Jupiter. D'éventuels aquifères à l'intérieur de Titan et d'Encelade méritent également d'être explorés. La chimie organique du milieu interstellaire et la découverte de plus de 800 exoplanètes permettent d'envisager la présence de vie au-delà du Système Solaire.

Voici ci-dessous un compte rendu plus détaillé de ses propos:

## I) L'environnement terrestre de la vie

### Présence d'éléments chimiques

#### L'eau

Sur Terre, la vie émergea dans l'eau, il y a environ 4 milliards d'années, avec la chimie du carbone. Ce couple est très particulier:

**L'eau est indissociable de la vie** et a des vertus exceptionnelles dues à la **densité du réseau de liaisons hydrogène**. Sinon, comparée à CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, l'eau devrait être un gaz à la surface de la Terre

La Terre a hébergé de l'eau très tôt car elle avait la bonne taille et se trouvait à la bonne distance du Soleil

#### le carbone

La croûte terrestre est pauvre en carbone où il représente 0.094 %, contre 27,7 % pour le silicium.

Les vertus du carbone:

- sa tétravalence
- son caractère **hydrophobe lié aux liaisons avec l'hydrogène** de l'eau

### Sources de carbone

CO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>

### Lieux de production possibles:

#### 1) Atmosphère

Des **tentatives de synthèse expérimentale** à partir de CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O d'**acides aminés** tels que Glycine, alanine, β-alanine (Asp et Abu, probables) ont eu lieu dès l'**expérience de Miller** (1953) synthèse **Mais on ne connaît pas la nature exacte de l'atmosphère primitive.**

#### 2) Sources hydrothermales(fonds sous-marins)

On s'intéresse à des zones qui pourraient avoir été à l'origine de cette chimie prébiotique: les **fonds sous-marins le long des grandes dorsales océaniques** comme la Source hydrothermale sous-marine «Rainbow», au large des Açores (température 360°C) et qui est composée en de:

Hydrogène	45 %
Méthane	6 %
Dioxyde de carbone	43 %
Azote	4 %
Sulfure d'hydrogène	2 %

#### 3) Espace(météorites)

On se pose la question d'un apport extraterrestre en sélectionnant des météorites en fonction de leur taille.

Exemple: la météorite **Rochechouart**: il y a 200 millions d'années, une météorite de diamètre 1,5 km, pesant 6 milliards de tonnes (14 millions d'Hiroshima) creuse un cratère de diamètre 20 km, détruisant toute vie dans un rayon de 200 km ( vaporisation des molécules). Un tel impacteur est trop gros car lors de la collision tout est vaporisé.

Il examine les molécules prébiotiques de la **météorite de Murchison beaucoup plus petite et donc moins destructrice lors de la collision**: on a trouvé 600 types de molécules carbonées parmi lesquelles on notera de nombreux acides aminés (tableau ci-dessous):

Glycine	Acides carboxyliques C2-C12	Adénine
Alanine	Acide lactique	Guanine
Valine	Acide $\beta$ -hydroxy butyri.	Xanthine
Leucine	Acide malique	Hypoxanthine
Isoleucine	Acide succinique	Uracile
Proline	Acide fumarique/ maléique	
Acide aspartique	Acétone	
Acide glutamique	Urée	
	Ethanol	

Des formes lévogyres (propres au vivant) ainsi que des formes dextrogyres y sont présentes et la forme lévogyre est plus abondante.

**Les météorites plus petites** (~1g) ne se prêtent pas non plus à la recherche des molécules prébiotiques.

En revanche les micrométéorites (~mg) présentes dans l'Antarctique sont très riches en matière carbonées (elles ne brûleraient pas en touchant le sol). (Station Concordia)

⇒ Ces analyses sont en faveur d'un apport des premières molécules organiques par voie extraterrestre comme l'a montré **la mission Stardust** (199-2004).

**a) La mission Stardust**: Lancée en 1999, la sonde a collecté des poussières de la coma cométaire de Wild 2 le 2 janvier 2004. La capsule a atterri le 15 janvier 2006 dans le désert de l'Utah. **Les minéraux se sont formés à très haute température, très près du Soleil**. Les grains contiennent de la matière organique (fonctions identifiées : alcool, cétone, aldéhyde, acide carboxylique, amides, nitrile, glycine, etc.). **Confirmation de l'origine cométaire des micrométéorites de l'Antarctique**.

**b) La sonde Rosetta** en route vers la comète **Churyumov-Gerasimenko**. Départ: 2 mars 2004  
**Arrivée: 2014-2015**. Dernier survol de la Terre le 13 novembre 2009 pour profiter de l'accélération gravitationnelle  
(3 Terre, 1 Mars)

La matière carbonée qui fut livrée par les micrométéorites représente 25 000 fois celle qui est recyclée actuellement dans la biomasse. Elle équivalait à une couche de goudron de 40 m sur l'ensemble du globe terrestre. Elle provient d'une chimie interstellaire très active ayant fait suite à la naissance des étoiles (gaz → Explosion → accrétion → naissance des étoiles). Elle produit des acides aminés qui ne pourront résister aux UV et aux températures extrêmes qu'enrobés d'une épaisseur de matière >6 $\mu$ .

Se posent également les problèmes de l'origine de la bifurcation vers **les molécules lévogyres** dans le vivant ainsi que celui de la **modélisation de la chimie prébiotique avec notamment la formation du ribose nécessaire à la synthèse de l'ARN**..

**CHONS+ H<sub>2</sub>O ⇒ Robots ou catalyseurs ⇒ ARN Virus? ⇒ Cellule avec: ARN Protéines Membranes**

## II) Recherche de sites extraterrestres

L'environnement terrestre pris comme référence comporte également plusieurs éléments tels que la tectonique des plaques, le rayonnement UV, la pluie, l'oxygène «biologique». Ces éléments sont à rechercher dans des sites extra-terrestres qui doivent pouvoir abriter de l'eau liquide et une chimie du carbone susceptible de générer des microorganismes.

→ Nos chances de succès vont dépendre de la **complexité** de l'origine de la vie. La découverte d'une vie extraterrestre témoignerait d'une **relative simplicité** en démontrant son caractère répétitif et donc de probabilité raisonnable.

Nous recherchons **des sites extraterrestres qui possèdent** à la fois **eau et chimie du carbone** susceptibles de générer des microorganismes en prenant **la vie terrestre comme référence**

⇒ **Diverses planètes ont commencé à être analysées:**

### A) Système solaire

#### Mars

Mars est un meilleur conservatoire de fossiles que la Terre mais comporte peu de tectonique, et des rayons UV très destructifs. Des **micrométéorites** existent mais le milieu ne permet pas la conservation de molécules organiques. On dispose actuellement de 51 météorites martiennes dont la fameuse ALH84001

De faibles traces d'**eau salée** ont été détectées ainsi que d'argiles (silicates). Des **océans** auraient existé il y a 3,8 milliards d'années à la surface de Mars dans lesquels des sédiments se seraient déposés comportant des hématites (oxydes de fer nécessitant la présence d'eau pour être synthétisés). Du givre de CO<sub>2</sub> ainsi qu'un lac de glace et d'eau ont été détectés par la caméra stéréo haute résolution de Mars Express. **A ce jour aucune trace de vie martienne n'a été détectée.**

**Diverses explorations** Mars Express 2005, Opportunity 2004, Mars Science Laboratory ont infirmé les conclusions de l'exploration Viking en 1976 qui n'avaient pas trouvé de molécules carbonées à la surface de Mars. Un nouveau projet d'étude Exomars, patronné par la NASA et l'ESA initialement prévu pour 2014-2016 est malheureusement moribond faute de crédits.

Néanmoins le sol rouge très oxydé et oxydant ne permet pas la conservation de molécules organiques.

#### Techniques utilisées:

- atterrisseur Beagle 2 de la mission Mars Express
- Mars Science Laboratory, lancé le 26 novembre 2011, recherche les molécules organiques, les traces de vie, les oxydants
- CHEMCAM analyse les roches autour du rover Curiosity jusqu'à environ 9 mètres. Un laser de puissance tire sur une cible, ce qui provoque la fusion du matériau et la formation d'un plasma que l'on détecte à distance en **spectroscopie UV-visible**.
- SAM : un chromatographe en phase gazeuse, un spectromètre de masse, et un spectromètre à diode laser.

Il nous incite à visiter à ce propos le site: <http://www.youtube.com/watch?v=P4boyXQuUIw>

### Autres planètes du système solaire explorées

**Europe (satellite de Jupiter):** Présence d'eau salée à 10-100km au-dessous de la surface

**Titan et Saturne:** possèdent une atmosphère avec une importante chimie du carbone (missions européennes Huygens et Cassini). On a trouvé de l'eau à  $-180^{\circ}\text{C}$  ainsi que du méthane et de l'éthane liquide...mais pas d'eau liquide.

Encelade: très froide, sans atmosphère mais on a trouvé du méthane, de l'acétylène, de la glace d'eau.

### B) Planètes extrasolaires

La matière carbonée est universelle: 94 molécules organiques ont été identifiées par radioastronomie

853 planètes extrasolaires ont été détectées au 06/12/2012.....

Outils de recherche:

- Télescope français COROT lancé le 27 décembre 2006
- Lancement le 6 mars 2009 du télescope spatial Kepler

40% des 160 milliards de naines rouges de la Voie Lactée pourraient avoir des exoplanètes dans la zone habitabilité (avec des océans).

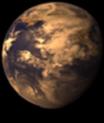
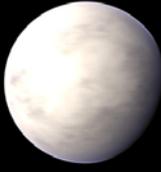
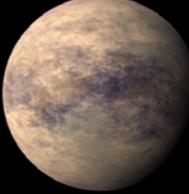
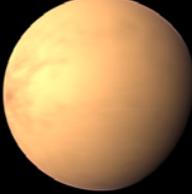
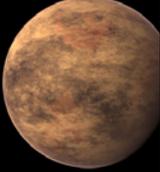
Projets d'étude: Mission Darwin en 2020?

Méthodes utilisées:

- Spectroscopie des atmosphères planétaires. Transit primaire (directe) et secondaire (indirecte – photons émis par l'hémisphère éclairé)
- Spectre de l'atmosphère de l'UV à l'IR

### Exoplanètes potentiellement habitables

Classées par ordre de similitude avec la terre sachant que celle de Mars n'est que de 0,66

#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7
Earth Similarity Index						
0.92	0.85	0.81	0.79	0.77	0.73	0.72
						
Gliese 581 g*	Gliese 667C c	Kepler-22 b	HD 40307 g*	HD 85512 b	Gliese 163 c	Gliese 581 d
Discovery Date						
Sep 2010	Nov 2011	Dec 2011	Nov 2012	Sep 2011	Sep 2012	Apr 2007

**Les particularités de la terre étaient-elles toutes nécessaires?**

Les principales conditions nécessaires s'étant:

- La tectonique des plaques engendrant des fumeurs noirs
- Le champ magnétique permanent engendrant une magnétosphère protectrice
- La Lune entraînant des marées et une chimie cyclique
- La ceinture d'astéroïdes....

Pour terminer son exposé notre conférencier demande pourquoi serait-il nécessaire de se poser tant de questions et répond en citant Einstein qui disait: " Il est important de ne jamais cesser de questionner".

notre Président d'honneur pose quelques questions relatives à la probabilité d'apparition de la vie.

Après ce très riche exposé, notre séance prend fin,

Bien à vous

Irène HERPE-LITWIN

# Comptes-rendus de la section

## Nice-Côte d'Azur

*Le scientifique se heurte à l'énigme de trois infinis :  
l'infiniment grand, l'infiniment petit et l'infiniment  
complexe, c'est-à-dire la vie et l'intelligence.*

Bruno Guideroni – astrophysicien.

### Compte rendu de la séance du 15 novembre 2012

(164<sup>ème</sup> séance)

#### Présents :

Jean Aubouin, Richard Beaud, René Blanchet, Pierre Bourgeot, Patrice Crossa-Raynaud, René Dars, Jacques Lebraty, Maurice Lethurgez, Maurice Papo, Jean-Marie Rainaud.

#### Excusés :

François Cuzin, Guy Darcourt, Jean-Pierre Delmont, François Demard, Pierre Gouirand, Yves Ignazi.

#### **1- Approbation du compte rendu de la 163<sup>ème</sup> séance.**

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

#### **2- Le mois écoulé.**

Richard Beaud : j'ai eu l'occasion, le mois dernier, de faire un voyage en Israël. J'ai constaté un état de tension tel qu'il me semble qu'il relève du rêve qu'un jour il puisse y avoir ne serait-ce qu'une entente entre les pays du Proche-Orient.

### **3- Débat.**

#### Jacques Lebraty : Commentaires sur le Prix Nobel d'Economie 2012

Le 15 octobre 2012, le Prix Nobel d'Economie Politique a été attribué conjointement à deux économistes : Llyod Shapley et Alvin Roth. Le premier est professeur à l'Université de Californie, Los Angeles (UCLA), il a 89 ans. Le second est professeur à l'Université de Harvard, il est âgé de 60 ans. Comme on va le voir, on est loin avec ces deux chercheurs des thèmes à la mode sur la finance de marché. On revient plutôt à de l'économie fondamentale et plus précisément à la compréhension des mécanismes d'ajustement entre offreurs et demandeurs.

Notons d'abord que ces deux économistes apparaissent complémentaires ; ils matérialisent en effet un lien intergénérationnel qui au-delà de l'âge montre sur un même thème quels en sont les aspects théoriques (Shapley) et les prolongements pratiques (Roth).

Quelle est d'abord leur problématique ?

Ils se demandent comment associer de façon optimale des couples d'offeurs et de demandeurs de manière à ce que les prétentions des uns et des autres, soient satisfaites le mieux possible.

La question est relativement simple et en tous les cas bien balisée lorsqu'on se trouve sur un marché et qu'un système de prix ajuste offreurs et demandeurs. Quand certaines conditions relatives aux formes de marché sont remplies (notamment l'établissement d'une concurrence pure et parfaite) on démontre que les exigences d'optimalité peuvent être réunies. La bourse donne une approximation de tels équilibres s'établissant entre vendeurs et acheteurs de titres.

Dans la réalité non seulement les conditions de concurrence pure et parfaite sont rarement réunies mais surtout, il est des cas où le système de prix n'existe pas.

De ce point de vue un exemple pédagogique le fera aisément comprendre, c'est celui du mariage (utilisé d'ailleurs, par Shapley). S'il est évident qu'il n'existe pas en la matière de « prix de marché », la question centrale n'en demeure pas moins : comment constituer entre personnes qui veulent se marier des couples les mieux assortis possible (ce qui signifie que les critères qu'ils hiérarchisent soient satisfaits le mieux possible compte tenu des préférences des uns et des autres). On le voit la question est loin d'être triviale surtout si on l'envisage dans toute sa généralité : répartition des étudiants dans les universités, des internes dans les CHU, des donneurs et des receveurs de transplantation d'organe... autant d'exemples qu'Alvin Roth a abordé et pour lesquels il a proposé des solutions ayant d'ailleurs inspiré les utilisateurs potentiels de ce type de problématique.

Quelle méthodologie ont-ils utilisé pour résoudre cette classe de problème ?

Ils ont eu recours à la théorie des jeux.

Cette théorie trouve son origine dans la pensée d'un physicien-mathématicien de génie mort prématurément (1903-1957) John Von Neumann. La théorie fut par la suite développée par une série de grands mathématiciens dont certains sont restés célèbres (par exemple John Forbes Nash, lui aussi Prix Nobel ; le film tourné sur sa vie est très émouvant : « Un homme d'exception » avec Russel Crowe). Il est à noter d'ailleurs que Shapley a connu à Princeton John Forbes Nash.

La théorie des jeux vise à découvrir un équilibre optimal entre des joueurs ayant chacun leur stratégie, inspirée par leurs aspirations respectives.

Elle s'est construite à partir du cas le plus simple (2 joueurs, somme nulle des gains et pertes, information parfaite) dont la solution pouvait se ramener à la résolution d'un programme linéaire). Par la

suite la théorie s'est complexifiée par le passage à plusieurs joueurs, à une information imparfaite et aussi à des phénomènes de coopération entre les joueurs durant le jeu. C'est justement à cette dernière catégorie de jeux dits coopératifs que les professeurs Prix Nobel ont recouru et ont utilisée comme instrument de résolution des problèmes qu'ils posaient.

Shapley a sur le plan théorique trouvé la solution d'un certain nombre de problèmes posés par la recherche d'équilibre dans les jeux coopératifs. Notamment il a mis au point avec l'aide d'un autre mathématicien (David Gale –mort en 2008) des processus algorithmique pour trouver les situations d'équilibre.

Pour en donner une idée simple prenons l'exemple évoqué par l'Académie Royale des Sciences Suédoise : la formation de 10 couples hommes-femmes ayant chacun des ordres de préférences. Cet exemple a été rapporté le jour même du 15 octobre 2012, par TF1 News.

« La solution ne peut pas être de donner à chacun son ou sa partenaire préféré(e): en effet plusieurs hommes préféreront la même femme, et inversement. Il s'agit de former des couples qui sont dans le meilleur intérêt de tous, grâce à un algorithme d'"acceptation différée". Pour cela, les hommes vont proposer le mariage à leur femme préférée. Celles qui reçoivent plusieurs propositions en choisissent une, formant avec lui un couple de fiancés. Celles qui reçoivent une seule proposition sont forcées de l'accepter, et celles qui ne reçoivent aucune proposition attendent. On organise un deuxième tour. Les hommes à qui leur favorite a dit "non" doivent passer à la deuxième femme qu'ils préfèrent, fiancée ou non. Celle-ci peut quitter son fiancé, qui réintègre alors le camp des célibataires. Et l'on continue ainsi. Chaque homme descendant dans l'ordre de ses préférences (la troisième femme qu'il préfère, la quatrième, etc., jusqu'à la dernière s'il le faut). Les femmes peuvent rompre leurs fiançailles autant de fois qu'il leur plaît. A la fin, tout le monde est en couple."

Gale et Shapley ont prouvé mathématiquement que cet algorithme conduit toujours à des unions stables", relève l'Académie. Mais bien sûr, l'algorithme ne règle pas le problème de la parité : "il est d'une grande importance de savoir si le droit de proposer le mariage est accordé aux femmes ou aux hommes". En effet, "si ce sont les femmes qui font les propositions de mariage, le résultat est plus satisfaisant pour elles que si ce sont les hommes", et inversement, constate l'Académie. Cet algorithme, purement théorique, allait être un classique pour les étudiants en économie. "Mais sa pertinence pratique n'a pas été reconnue avant longtemps", rappelle-t-elle. Elle a attendu les travaux de l'autre Nobel d'Economie 2012, Alvin Roth, sur l'affectation des étudiants en médecine et des dons d'organes ».

L'exemple peut paraître anecdotique, en fait il pose plus généralement la question des équilibres hors marché. Plus exactement des équilibres qui sont en même temps des optimum (au sens de Pareto) c'est à dire de situations dans lesquelles on ne peut plus améliorer la situation d'un des échangeurs sans faire empirer celle d'un autre.

Ces travaux n'étaient connus que des spécialistes. Grâce au prix Nobel, ils bénéficieront d'une plus grande diffusion et ont l'avantage collatéral de montrer que l'âge avancé n'est pas pour les Nobel une cause d'oubli !

#### **4- Assemblée générale de l'AEIS à Paris.**

Nos confrères Ignazi et Gouirand nous ont représentés à l'assemblée générale de l'AEIS de Paris. Ils ont été reçus chaleureusement et le président Mastrangelo a annoncé son intention de venir prochainement nous rencontrer en exprimant son souhait d'une collaboration plus étroite via des communications écrites communes.

Ceci nous permet de préciser nos activités telles qu'elles existent depuis l'an 2000. Elles se décrivent en deux parties complémentaires.

La première, qui est pour nous la plus attrayante et qui correspond au souhait d'interdisciplinarité à l'origine de notre Académie, ce sont les échanges et débats dans des domaines très divers lors de nos réunions mensuelles.



## Annances

**D)** Notre Collègue le Pr Christian HERVÉ de l'Université Paris -Descartes nous fait part de la prochaine rencontre d'Hippocrate qui aura lieu le 17 janvier prochain avec pour thème:

### «LES SALLES DE CONSOMMATION DE DROGUES : UTILES ET SOUHAITABLES?»

JEUDI 17 JANVIER 2013 À 18H

FACULTÉ DE MÉDECINE PARIS DESCARTES  
AMPHITHÉÂTRE RICHEL (2E ÉTAGE) 15 RUE DE L'ÉCOLE  
DE MÉDECINE - M<sup>0</sup> ODÉON

ENTRÉE LIBRE ET GRATUITE - + D'INFO, PROGRAMME COMPLET ET  
VIDÉOS DES CONFÉRENCES : [WWW.MEDICINE.PARISDESCARTES.FR](http://WWW.MEDICINE.PARISDESCARTES.FR)

#### UNE CONFÉRENCE

##### PRONONCÉE PAR :

> M. Jean-Marie Le Guen,  
Député de Paris, Maire-Adjoint  
de Paris, Chargé de la Santé  
publique.

#### AVEC LA PARTICIPATION DE :

> M. Claude Hurlet,  
Sénateur honoraire.  
> M. Laurent Geffroy,  
Consellier-expert auprès du  
CNS, spécialiste des questions  
d'Impact des politiques  
relatives aux drogues illicites  
sur la réduction des risques  
Infectieux.  
> M. Christian Andréo,  
Directeur du plaidoyer et de la  
communication de Aides.

*« Après la rencontre Hippocrate de décembre sur les stigmatisations, à propos du SIDA, celle du 17 janvier prochain présente un thème qui pose les problématiques de la santé publique et de la rigueur morale. L'éthique est ainsi perpétuellement traversée par ces deux courants de pensée : téléologique et déontologique. Ce débat devrait être aussi animé et porteur de réflexion que le précédent... Je vous y attends... » Pr. Christian Hervé.*

#### CONTACT :

**Pr. Christian Hervé**

[christian.herve@parisdescartes.fr](mailto:christian.herve@parisdescartes.fr)

**Stéphanie Marty**

[stephanie.marty@parisdescartes.fr](mailto:stephanie.marty@parisdescartes.fr)

## Documents

Nos Collègues de l'Académie de Nice nous ont fait parvenir le texte de la conférence sur la voix humaine de François DEMARD , Professeur à l'Université de Nice-Sophia Antipolis :

p. 16: La voix humaine, un modèle de diversité par François DEMARD Professeur émérite des Universités – chirurgien des hôpitaux - Université de Nice-Sophia Antipolis

Pour préparer sa conférence sur les molécules interstellaires, Mme Marie-France GERIN nous a proposé quelques résumés d'articles:

p. 23 une présentation de ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array ): L'Astrochimie entre dans une nouvelle ère avec ALMA

<http://www.almaobservatory.org/en/press-room/press-releases/476-astrochemistry-enters-a-bold-new-era-with-alma->

p.26 Synthèse d'observations des premiers noyaux hydrostatiques au sein des noyaux denses de faible masse qui s'écrasent par B. Commerçon<sup>1,2</sup>, R. Launhardt<sup>1</sup>, C. Dullemond<sup>3</sup> and Th. Henning<sup>1</sup> issu de <http://cdsads.u-strasbg.fr/abs/2012A%26A...545A..98C>

p. 28 Vue d'ensemble IRAM-30 de la ligne du Horsehead PDR. Première détection du cation hydrocarbure  $1\text{-C}_3\text{H}^+$  par Pety, J.; Gratier, P.; Guzmán, V.; Roueff, E.; Gerin, M.; Goicoechea, J. R.; Bardeau, S.; Sievers, A.; Le Petit, F.; Le Bourlot, J.; Belloche, A.; Talbi, D. issu de <http://cdsads.u-strasbg.fr/abs/2012A%26A...548A..68P>

## La voix humaine, un modèle de diversité.

par Francois Demard

Professeur émérite des Universités – chirurgien des hopitaux - Université de Nice-Sophia Antipolis

Si l'on s'en tient au Larousse ou au Robert, la définition paraît parcellaire : la voix est sons émis, produits par l'être humain ... *«cOm»*, en latin, c'est bien la voix mais au sens de timbre vocal, ce qui permet d'identifier un individu. Depuis Aristote pour lequel la voix (qu'il localisait alors dans les poumons et le cœur) est le miroir de l'âme, tout un chacun a conscience que la voix humaine, source du sens dans la parole, est aussi source d'émotions. A la fois :

- elle exprime les émotions,
- et elle est, elle-même, source d'émotion.

Ce sont les caractéristiques personnelles de la voix (on les appelle paralinguistiques) qui viennent en premier à notre esprit et non pas le sens. Pour tous, la voix est considérée comme le moyen direct et privilégié de communication avec l'autre : elle est dans l'air, pas seulement comme parole ou langage, pas comme chant, tout simplement comme voix. Nous exploitons ainsi en permanence un lot de variables acoustiques créées au niveau des cordes vocales auquel s'ajoutent les facteurs du timbre (qui, eux, dépendent de la morpho-anatomie des cavités situées au-dessus du plan glottique (supra-glottique), le timbre étant donc variable selon chaque individu.

La voix va refléter autant l'état du corps que celui de l'esprit : c'est une image sonore de nous-mêmes avec laquelle nul ne peut tricher. C'est notre signature sonore, au cœur de notre personnalité, qui permet de nous identifier. Mais attention, utiliser le terme d'empreinte vocale laisse croire que la voix présenterait des caractéristiques aussi fiables que les empreintes digitales ou génétiques : il n'en est rien.

La voix est à la fois du corps (du corps qui passe de l'un à l'autre avec une charge d'affect) et du langage : elle est une gestuelle phonique du langage. Elle est le reflet de soi-même, de son imaginaire. Paul Valéry disait « *Je ou moi est un concept associé à la voix* » et c'est un amplificateur émotionnel.

Pour aborder toutes ces facettes, il faudrait de multiples compétences, celle de linguiste, phonéticien, comportementaliste, généticien, neurobiologiste, psychiatre, psychanalyste, bien évidemment phoniatre et/ou orthophoniste. J'en oublie certainement et permettez au modeste praticien ORL que je suis de tenter d'aborder quelques-unes des questions que peut-être vous vous posez :

- en premier lieu, comment tout cela a commencé,
- puis, le plus simplement possible, comment fonctionne et s'acquiert la voix parlée (bien que mon ami, le professeur JC Lafon de l'Université de Besançon ait l'habitude de dire que sont impénétrables »)
- comment notre voix évolue au cours de la vie,
- comment elle peut se blesser et quelques-uns des moyens thérapeutiques dont nous disposons,
- et enfin, quelques aspects particuliers parmi ceux qui font d'elle ce modèle de diversité qui nous intéresse aujourd'hui.

### 1- D'où vient-elle et depuis combien de temps ?

Pour cela, il faut nous intéresser au larynx. Ce petit organe creux de quelques centimètres de hauteur, organe de référence de la voix humaine (une fonction vocale qui est propre à l'Homme) existe, sous des formes primaires, chez de nombreux animaux avec deux autres fonctions, l'une sphinctérienne et l'autre respiratoire :

- du poisson au reptile, de l'oiseau au mammifère, il est présent et lorsque, pour respirer, des mouvements thoraciques sont nécessaires, il devient un sphincter aérien efficace,

C'est la verticalité, lorsqu'elle s'installe de façon progressive il y a cinq millions d'années, qui est responsable et qui accompagne deux phénomènes capitaux pour le développement de la voix, à savoir

- une augmentation considérable de la boîte crânienne et de la masse cérébrale, surtout du néocortex, région où se situe le langage

• et une migration de sept à huit cm vers le bas, dans le cou, de ce larynx, du fait d'une verticalisation de l'articulation entre la colonne vertébrale (atlas) et la base du crâne (ou occipital). L'inclinaison progressive par rapport à la bouche est aussi essentielle :

- l'angle est nul entre larynx et bouche. Chez le crocodile c'est pratiquement une ligne droite ;
- chez le chat et le chien, l'angle est très faible, de 20 à 30° ;
- chez le singe, de 45 à 60° (chez le chimpanzé) ;
- et il atteint 90° chez l'Homme.

Cette angulation et cette descente qui amènent ainsi le larynx adulte en regard de la C5 vont ainsi permettre son individualisation par rapport aux structures pharyngo-buccales, situées au-dessus de lui, qui vont devenir les caisses de résonance, clé de la parole articulée.

Le plan des cordes vocales ou plan glottique devient horizontal, parallèle au sol et donc perpendiculaire à l'axe de la trachée. La forme de cet espace, située entre les deux cordes vocales, est triangulaire avec une pointe en avant et la base en arrière. Nos cordes vocales sont longues, galbées avec des bords internes vibratoires précis et délicats. Leur ouverture, fermeture, allongement, raccourcissement dépend de tous petits cartilages, appelés aryténoïdes qui reposent et coulissent sur un anneau cartilagineux rigide, amarré à la trachée, le cartilage cricoïde.

Les cordes vocales sont surplombées par les bandes ventriculaires ou n'ont, chez l'Homme, qu'un intérêt phonatoire restreint, mais qui sont très développées avec une fonction de sphincter chez certains primates (gibbons, macaques, chimpanzés) qui se déplacent d'arbres en arbres (très peu, par contre, chez le gorille qui se meut essentiellement à terre) car, en bloquant la respiration, elles rendent très puissante la contraction des membres supérieurs.

La mobilité de nos cordes vocales dépend d'un seul nerf, le pneumogastrique (ou X<sup>ème</sup> paire crânienne) : il les écarte pour respirer, il les ferme pour parler et, en même temps, il peut aussi ralentir le rythme cardiaque ou augmenter notre acidité gastrique. En conjuguant ainsi l'expression verbale et l'émotion, il explique pourquoi la voix trahit notre moi intérieur.

Retournons dans les gorges d'Olduvai en Tanzanie, lieu parfois considéré comme le l'humanité laissées par le cerveau et l'angle avec la colonne cervicale laissent à penser que si l'Homme a pu commencer à parler il y a trois millions d'années, cette voix ne serait devenue utile qu'il y a environ 450 000 ans.

## 2 - Comment parle-t-on ?

Ce phénomène humain si complexe qu'est la voix est produit par un instrument vocal à géométrie variable, qui pourrait ressembler à un sablier (sans sable)

- a) en bas, l'air contenu dans les poumons est chassé par la trachée pour constituer le souffle phonatoire,
- b) au milieu**, la traversée du larynx par cet air expiratoire, ou se forme une vibration.

Celle-ci peut être :

- simplement passive et une des premières expériences remonte à Léonard de Vinci qui produisait un son au niveau d'un larynx d'oie en serrant brusquement ses poumons,
- mais également périodique grâce à notre capacité d'accoler nos cordes vocales à l'expiration et à produire une série d'ouverture – fermeture qui crée des variations de pression à l'intérieur du courant aérien. Cette vibration commence dès que la pression de l'air sous les cordes vocales dépasse un seuil de résistance et là, un mécanisme cyclique se met en route. Cette vibration laryngée peut être considérée comme la résultante de trois forces mécaniques :

- une force qui tend à garder les cordes vocales au contact l'une de l'autre, « en adduction »
- une autre, au contraire, qui cherche à les écarter : c'est la pression sous-glottique qui va dépendre de deux facteurs :

- la pression pulmonaire liée au diaphragme, aux muscles intercostaux et abdominaux,
- et le cycle respiratoire qui se modifie lors de la phonation avec un allongement du temps expiratoire et une réduction du temps inspiratoire,

- enfin, une force de rappel qui tend à les rapprocher par leur élasticité propre mais aussi par l'effet Bernoulli (ou Venturi) bien connu en physique (c'est la pression négative exercée sur les parois lors de l'accélération de l'écoulement d'un fluide dans un tube). Au niveau du larynx, il réalise un effet de « suction » et de retro aspiration.

A partir de la mise en route de la vibration, l'auto-entretien de l'oscillation a fait l'objet d'une très abondante littérature. Retenons simplement qu'il est largement lié à la forme, au profil et à la masse de la corde vocale.

Schématiquement, on distingue deux mécanismes glottiques vibratoires principaux :

- la voix de poitrine ou vocale qui entre en vibration,
- et la voix de fausset ou vibration.

« mé

« mé

### c) en haut.

Ce sont les cavités que va traverser ce son laryngé avant d'arriver à l'air libre : on leur donne le nom de « résonateurs ». Le pharynx, la langue, les joues, les lèvres, le palais et les cavités nasales constituent ainsi le tractus ou conduit vocal dont la particularité est de pouvoir faire varier sa forme, sa longueur, ses volumes et donc ses caractéristiques acoustiques pour modifier l'énergie sonore produite par le larynx. Chacune de ces cavités possède une fréquence propre de résonance qui est la capacité de vibrer, d'osciller sur le passage de l'onde acoustique et de créer donc des harmoniques qui sont à l'origine des caractéristiques du timbre de chaque individu.

La résonance se caractérise par des formants, grave ou aigu, à l'origine des voyelles, alors que les consonnes sont des bruits surajoutés. Chaque voyelle produit une amplification d'harmoniques (les formants) qui lui est propre. Différents pour a, e, i, o et ou, les formants constituent la carte d'identité de la voyelle. Toutes ont deux formants spécifiques qui vont évoluer avec les années, s'enrichir entre vingt et cinquante ans, pour décliner après la soixantaine sous l'effet des modifications structurelles du tissu musculaire et de la muqueuse bucco-pharyngée.

Les consonnes, comme les voyelles, sont formées dans les résonateurs, mais elles n'ont pas de vibrations propres : ce sont des bruits irréguliers avec peu d'harmoniques. On en distingue trois types : les fricatives, les sifflantes et les nasales.

Vous l'avez compris, les voyelles sont le lien indispensable entre les consonnes pour émettre les mots, support de la parole.

Dernier élément à considérer : les paramètres

« physiques » de la vo

- *La fréquence ou hauteur de la voix.* Dans la voix parlée, elle oscille autour d'une fréquence moyenne (exprimée en Hz) appelée

« fon

d'un enfant, d'une femme ou d'un homme avec d'importantes différences individuelles liées à des facteurs physiologiques, psychologiques, familiaux et sociaux.

- *L'intensité.* Depuis la voix murmurée jusqu'au cri strident, elle s'exprime en décibel. Elle varie tout le temps pendant la phonation, à la faveur des accents articulatoires et intonatifs. Elle diffère d'un sujet à l'autre, surtout selon des facteurs psychiques (en augmentation avec la capacité d'affirmation personnelle, en diminution avec la timidité ou la dépression).

- *Le timbre.* Nous l'avons vu, le timbre de la voix est la résultante de la transformation et du modelage du son laryngé par les cavités de résonance. Mais la voix humaine n'est pas seulement harmonique, c'est-à-dire une vibration régulière et contrôlée, mais aussi du bruit, ni vibratoire, ni périodique. On comprend que le timbre, émanation profonde de la personnalité, telle qu'elle se forge tout au long de la vie, est le facteur caractéristique de la voix le plus difficile à étudier scientifiquement.

## 3- Comment l'acquiert-t-on et comment évolue-t-elle dans notre existence ?

### a) dans la vie intra-utérine.

Nous savons maintenant que l'embryon entend, essentiellement un bruit fort, régulier, provenant des battements cardiaques de la mère, et cela relativement tôt puisqu'à quatre mois la cochlée a déjà atteint sa taille adulte. Au septième mois, il reconnaît, dans ce bruit de fond, des éléments du rythme et de l'intonation de la voix maternelle. Le chant et la musique sont également perçus et ainsi, grâce à son audition, le futur bébé

tisse un premier lien avec son environnement. En 1553, autour de Jeanne d'Albret enceinte, un air de musique était joué par une dame de la cour de Navarre afin que l'enfant à naître ne soit pas triste (à l'époque, l'air de musique était joué par une dame de la cour de Navarre afin que l'enfant à naître ne soit pas triste). Le résultat ne fut pas décevant car celui qui devint plus tard Henri IV ne se départit jamais de sa jovialité... « airrechigne »

### b) le nourrisson.

A toute autre voix, le nouveau-né préfère la voix de sa mère et il en reconnaît le timbre, la mélodie et le rythme. Certains parlent de « deuxième cordon ombilical ». Il est très vraisemblable que la musique de la voix maternelle reste au fond de la mémoire de tout individu, comme le goût des madeleines de Proust et cette prégnance a beaucoup d'aspects psychanalytiques dans la relation mère-enfant. Il ne reconnaît la voix paternelle que des semaines plus tard. A trois semaines, la voix provoque plus de sourire qu'un son de cloche par exemple, et il faut attendre six semaines pour que la vue d'un visage, en tant que stimulus déclenchant le sourire, surpasse la voix.

A dix semaines, quand on lui parle, il regarde vers son interlocuteur. C'est vers trois – cinq mois, qu'avec le gazouillis débute son parcours vocal et que le cri (qu'il soit de faim, d'inconfort ou de colère) n'est plus la seule manifestation laryngée. C'est parce que son larynx s'abaisse et se coude, tel que nous l'avons vu précédemment, que le bébé devient capable d'interrompre le flux d'air sortant de ses poumons. A six – huit mois, il vocalise et utilise des sons dans un but de communication. Il reconnaît les voyelles et surtout leur musicalité, il s'agite sur des musiques rythmées.

A l'instar d'un Schéma corporel s'installe donc un Schéma vocal pendant toute cette période d'apprentissage. Probablement aussi, dans cette synergie audio-phonatoire qui s'installe, s'élabore dès ce moment l'oreille musicale ou le chanter juste. Des circuits neuroniques complexes se mettent aussi en place et les bébés les plus précoces vont prononcer leurs premiers mots des neuf – dix mois.

L'harmonie pneumo-phonatoire de la respiration apparaît vers onze – douze mois, les harmoniques apparaissent, il répète des sons, des mots entendus et il commence à créer le mot, par exemple *maman* en associant deux phonèmes, *pa-pa* et ainsi de suite, créant la langue du bébé « *baby talk* ». S'il n'est qu'un pseudo-dialogue car il n'est pas articulé autour d'un échange verbal organisé, il n'en est pas moins source de plaisir (comme dans l'échange des sourires) et son rôle est considérable dans cette communication primordiale ou la mère dit à son enfant qu'elle est bien avec lui et qu'elle prend aussi plaisir à l'échange. La voix est le médiateur de cette entente originelle et fondatrice, bientôt suivi par le père qui, lui aussi, se met à donner de la voix.

Des la deuxième année, le nourrisson émet des mélodies et il mémorise des mots créant son propre dictionnaire vocal. Son appareil phonatoire est en place, son système nerveux central se finalise et de nourrisson, celui que l'on nourrit, il devient l'enfant, celui qui apprend à parler. Il va créer les fondations de son édifice vocal en se reconnaissant comme un être séparé (dire « ma » existe), capable de s'exprimer, c'est-à-dire de nommer les choses. Au fil des années, il va améliorer et enrichir ce nouvel outil au service de sa pensée. Cet apprentissage des connaissances à partir desquelles son futur va se construire, qui passe inévitablement par le filtre de l'oreille et de l'audition, est capital dans l'évolution et la survie du petit d'homme. Il n'existe que chez lui et ce langage qui se construit va rendre possible la formation, la création et l'expression de ses idées. Il nous donne la possibilité d'évoluer avec les autres et de tisser des liens entre les générations.

### c) l'enfant.

Son larynx est encore petit et il n'a pas eu encore sur lui l'impact des hormones sexuelles. Sa fréquence fondamentale s'abaisse mais la voix reste aigue : c'est la « voix de l'ange ».

### d) à la puberté.

- C'est chez le garçon que des modifications profondes, parfois spectaculaires, sont constatées.

- les cartilages augmentent de taille (x 3), le cartilage thyroïde perd sa forme arrondie pour faire saillie en avant et donner la « pomme d'Adam »,

- les cordes vocales s'épaississent et s'allongent : de dix-sept à vingt-neuf mm en moyenne (alors que chez la fille, elles passent de dix-sept à vingt et un mm seulement). Cela entraîne un abaissement de la fréquence fondamentale avec une aggravation de la hauteur d'au moins une octave.

- les résonateurs se développent également avec celui du crâne et du massif facial avec l'apparition de nouvelles harmoniques qui vont encore accentuer la modification vocale.

La testostérone, ou plus exactement son métabolite, la dihydrotestostérone, est responsable de cette croissance laryngée et il y a des récepteurs à cette hormone dans le larynx du garçon.

S'il y a hypogonadisme ou en cas de castration pré-pubertaire (telle qu'on la pratiquait dès le XVI<sup>ème</sup> siècle en Italie pour des raisons religieuses et qui a été autorisée jusqu'en 1903 !!), la fréquence fondamentale reste élevée du fait de l'absence d'imprégnation de l'hormone mâle. Le registre reste celui de soprano ou de contralto. La voix ne reste cependant pas infantile car les résonateurs et la cage thoracique continuent de se développer, ce qui explique les performances des chanteurs castrats (étendue vocale jusqu'à plus de trois octaves, clarté du timbre et possibilité de tenir la note).

- Chez la fille, la puberté s'accompagne de modifications laryngées et vocales minimes (diminution d'une tierce, fragilité) qui passent le plus souvent inaperçues.
- En revanche, chez la femme en âge adulte, la voix est susceptible de se modifier
  - lors du syndrome prémenstruel, lié à l'action des œstrogènes et de la progestérone sur la vascularisation et l'hydratation du larynx. Elle se caractérise par une fatigabilité, perte d'intensité et de certaines harmoniques,
  - lors des grossesses, les changements hormonaux peuvent entraîner des modifications vocales, en général transitoires,
  - au moment de la ménopause, sous l'effet de la diminution des hormones féminines, la voix devient fragile, plus grave, entraînant une relative « virilisation ».

#### e) à la sénescence.

Notre voix vieillit, évolution biologique naturelle, comme notre corps :

- les cartilages du larynx s'ossifient progressivement et la souplesse articulaire diminue ;
- les muscles, notamment ceux de la corde vocale et du tractus vocal s'atrophient et dégèrent en fibres graisseuses surtout chez ceux qui ne conservent pas une activité phonatoire suffisante ;
- la fonction respiratoire se réduit diminuant l'efficacité du souffle phonatoire. Le registre vocal se pince, le timbre devient sans couleur, métallique et on parle aujourd'hui de « presbyphonie ».

On peut lutter contre l'atrophie des cordes vocales par la rééducation, voire des compléments en phonochirurgie pour rétablir le volume cordal : une sorte de « lifting » vocal !

Prenons cependant modèle sur les comédiens qui, même âgés ou très âgés, conservent souvent la particularité de leur voix en travaillant la gestuelle et en gardant la vivacité de leur mémoire. La voix de Robert Hossein depuis « Angélique Marquis » charme et la même sensualité. Sa voix n'a pas pris une ride.

### 4- Les blessures de la voix.

Cette harmonie exceptionnelle de nos cordes vocales qui permet de créer le mot, la phrase et, commandée par notre cerveau, le langage, peut se rompre et engendrer une pathologie vocale qui va se traduire par un seul et souvent unique signe d'appel : la dysphonie. qui est une altération portant sur l'intensité et/ou le timbre de la voix. Le plus souvent, la voix devient éraillée, rauque, d'intensité diminuée souvent accompagnée de fatigabilité, d'abord intermittente puis devenant progressivement permanente.

Les causes en sont multiples :

- Les plus fréquentes sont liées au forçage vocal chez les deux causes. « pro
- le surmenage ou le sujet, pour des raisons professionnelles ou psychologiques, ne laisse pas son appareil phonatoire se reposer,
- le malmenage correspond à des situations plus complexes, notamment avec l'utilisation permanente d'une voix forte ou d'une voix d'insistance,
- les deux ensembles génèrent plus rapidement le forçage vocal.

On les appelle les « dys

précurseurs : inconfort laryngé, petite douleur dans la gorge qu'il faut savoir interpréter et prendre en compte.

- Les autres pathologies sont variées, liées à des inflammations, des paralysies, des tumeurs (qui vont nécessiter des traitements lourds et notamment des exérèses allant jusqu'à la laryngectomie totale), etc. La clé du diagnostic de ces blessures de la voix repose sur notre capacité de regarder l'instrument laryngé, l'examen soigneux des cordes vocales étant le préliminaire à toute prise en charge thérapeutique.

- A l'aide d'un miroir, c'est la laryngoscopie indirecte utilisée depuis plus d'un siècle. Cette idée de voir le larynx, pendant la parole ou le chant, fascinait déjà les Anciens, mais il faut attendre le XIX<sup>ème</sup> siècle et un professeur de chant, Manuel Garcia (le frère d'une diva de l'époque, la Malibran), pour atteindre cet objectif. On raconte qu'en 1954, alors qu'il se promenait dans les jardins du Palais Royal, un rayon de soleil illumine le pommeau de sa canne et l'éblouit. L'idée lui vient d'utiliser un système de miroir pour illuminer l'intérieur de la gorge et aussi, grâce à une inclinaison à 45°, d'observer le larynx. Il achète pour quelques sous un miroir de dentiste et se précipite chez lui, dans son hôtel particulier de la place de l'Odéon et, effectivement, il découvre ses propres cordes vocales.

C'est une révolution et la naissance de la laryngologie. A l'aide de différents miroirs et d'un éclairage frontal, image signature de l'oto-rhino-laryngologiste, on a pu aussi décrire et étudier toute la pathologie qui se développe au niveau de la corde vocale qu'il s'agisse de nodules, de polypes, d'inflammations diverses ou de tumeurs.

- Aujourd'hui et progressivement depuis les années 70, ces miroirs laryngés, pas toujours commodes a manier, ont laissé place à de la fibre optique souple qui permet de visualiser le larynx en passant par voie nasale, sans introduction d'instruments par la bouche. Ce naso-fibroscope, d'une longueur de 30 cm et d'un diamètre de 2 à 4 mm, est introduit dans une narine, passe en arrière du voile du palais et descend dans le pharynx pour observer

l'enfant pusillanime), on peut aussi enregistrer en vidéo les vibrations, parfois à l'aide de la stroboscopie qui est un ralenti artificiel du mouvement provoqué par l'illumination en flash successif sur un rythme adapté à la fréquence de la vibration. Si l'on doit réaliser un geste thérapeutique tel que l'ablation chirurgicale de nodules, de polypes, de tumeurs inflammatoires ou cancéreuses, il faut recourir à l'anesthésie générale et une laryngoscopie dite

appui sur le thorax qui permet d'explorer, sous microscope opératoire, en ligne directe, la totalité de l'endolarynx. Grâce à des micro-instruments (micro-ciseaux) ou à l'utilisation de lasers, surtout le laser CO<sub>2</sub> qui permet une section précise ou une photo-coagulation, sans saignement des capillaires sanguins et avec un minimum d'œdème postopératoire, ces interventions permettent souvent d'obtenir d'excellents résultats sur le plan vocal.

À côté de cette microchirurgie se place toujours une rééducation vocale, en règle réalisée par les orthophonistes. Elle a pour but, grâce à des exercices de pose de la voix, de vocalisation, de relaxation, de revenir à ou d'établir, chez le patient, une véritable économie vocale. Cette rééducation, pour les dysphonies dysfonctionnelles, peut durer de un à quatre mois selon les cas.

## 5- La voix, modèle de diversité.

**a) la voix**, au cœur de la personnalité. Chacun a sa voix, singulière, reconnaissable, c'est la clé de notre personnalité (per – sona c'est, en latin, l'orifice buccal du masque utilisé par les acteurs : le son de la voix passe au travers). Elle est le médium qui a le pouvoir de nuancer à l'infini nos sentiments.

Elle a, notamment par son timbre, un incontestable pouvoir de séduction : séduire par sa voix, c'est, de son propre intérieur, faire vibrer l'autre. La voix parfaite n'existe pas et c'est de l'imperfection vocale et des irrégularités vibratoires que naissent souvent le charme et l'attraction d'une voix. Cette voix peut enjôler, troubler l'autre comme la voix

aigües. Comme il existe une maturité sexuelle, il y a une maturité pour la séduction vocale. Mais, si vous pouvez modifier votre corps, votre visage, vous ne pouvez pas modifier votre voix : elle est partie intégrante de votre personnalité présente, n'existe que dans le présent et se dispose dans l'espace temps.

### **b) le chanteur et sa voix.**

La voix chantée fait appel à l'émotion et à la raison et le chanteur parle deux langues : la musique et les mots en harmonie. La maîtrise du souffle, l'articulation, le positionnement de la langue et des lèvres sont des éléments-clés dans l'apprentissage et la technique de la voix chantée. Le chanteur est un corps-instrument et il crée sa propre vibration à l'intérieur de lui-même avec une résonance qui lui est spécifique.

Lors de la pratique du chant (professionnelle ou en amateur), la voix doit répondre à de grandes exigences telles que :

- la justesse, c'est-à-dire la précision fréquentielle tant sur l'attaque que sur la tenue du son,
- la tessiture qui doit être suffisante : il s'agit de l'étendue vocale parcourue avec aisance et qualité.

Elle atteint parfois trois octaves pour les artistes lyriques. Le record (dix octaves) revient à Tim Storms en 2006.

- l'intensité qui doit être maîtrisée pour réaliser les nuances exigées par la musique interprétée,
- le timbre qui doit être contrôlé, en tenant compte du style choisi,
- ainsi qu'une bonne précision rythmique et une endurance aux contraintes des répétitions, des tournées, etc.

On devient chanteur, mais pas par hasard, les plus grands chanteurs de notre époque, de Pavarotti à Céline Dion ont un dénominateur commun : leur enfance a été baignée dans la musique. Tous observent également de strictes règles d'hygiène vocale, notamment avec chaque prestation et rencontre avec le public, sous forme d'échauffement vocal, de concentration et très souvent d'isolement d'une durée variable selon chaque artiste.

### **c) les « mystificateurs » de la voix humaine.**

#### **- les imitateurs**

L'imitateur est un artiste à part entière et il manipule parfaitement la mécanique de la voix et son intelligibilité. Il y a sûrement une prédisposition congénitale, un don acoustique qui, ajouté au travail et au talent, permettent la création et la modification d'une voix de façon rapide et efficace. Ils sont capables de contorsionner leurs structures laryngées et de développer au maximum leur musculature au niveau des caisses de résonance. L'imitateur accapare aussi l'attitude et les mimiques de l'imité et, en jouant sur le phrase, l'accent ou le rythme, il va accentuer l'identification vocale. Il a aussi un don de sa propre écoute, ce qui lui permet de moduler sa voix à volonté et de créer le timbre qu'il veut reproduire.

#### **- les ventriloques**

Le ventriloque est un illusionniste de la voix, en grec : *egastrimitos* (gaster = ventre, mythos = parole) et comme on n'a jamais vu un ventre articuler des paroles, c'est l'immobilité des lèvres qui donne l'illusion d'une voix venue d'ailleurs. C'est une technique et un art relié à la magie. La voix ventriloque est basée sur l'émission de voyelles émises par les cordes vocales et modifiées par la forme de l'espace bucco-pharyngé de façon très rapide : cela leur permet d'être entendues de façon intelligible, sur un visage non figé mais avec des lèvres immobiles et une mâchoire qui ne bouge pas. Comme le chant, ce don doit être travaillé dès l'âge de 5 – 10 ans et la majorité des ventriloques viennent du monde du cirque ou de la magie. Cet apprentissage peut être comparé à celui des chants diphoniques, ceux des moines tibétains qui donnent l'impression que plusieurs personnes chantent en même temps.

Cette voix est produite par l'association de deux sons, le bourdon ou son fondamental qui reste stable pendant toute l'expiration, et le son harmonique (obligatoirement un harmonique du fondamental) qui, lui, varie. Elle est, depuis longtemps, au service de la philosophie bouddhique et crée une atmosphère unique par la communion des harmoniques vibratoires qu'elle déclenche.

### **En guise de conclusion :**

Avec la voix humaine est née, dans le monde spatio-temporel, la pensée, espace impalpable du verbe, creuset de l'imaginaire. Ce langage verbal nous est imposé au premier jour de notre vie et, d'emblée, le petit d'homme va apprendre cette vibration, véhicule de la communication. L'acquisition et la compréhension de cette unité de transmission qu'est le mot et aussi du monde culturel structure par le verbe sont indispensables à son éducation ; c'est aussi à cela qu'*Homo sapiens* doit sa survie dans son environnement d'échange avec ses semblables.

## L'Astrochimie entre dans une nouvelle ère avec ALMA

<http://www.almaobservatory.org/en/press-room/press-releases/476-astrochemistry-enters-a-bold-new-era-with-alma>

Jeudi 20 septembre 2012

En combinant les capacités de pointe du télescope ALMA avec le développement de nouvelles techniques de laboratoire, les chercheurs ouvrent une ère décisive dans le déchiffrement de la chimie de l'Univers. Une équipe de recherche a démontré leur percée en utilisant les données d'ALMA issues des observations du gaz dans une région de formation des étoiles de la constellation Orion.

En utilisant une nouvelle technologie aussi bien au télescope qu'au laboratoire, les chercheurs ont pu beaucoup améliorer et accélérer le processus d'identification des empreintes des corps chimiques cosmiques, permettant des études jusque là impossibles ou de trop longue durée.

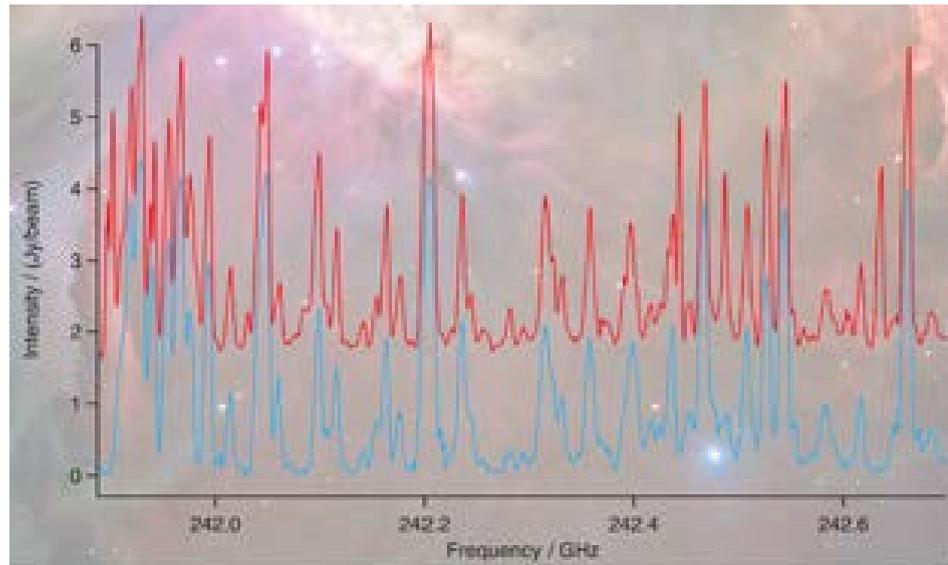
"Nous avons montré qu'avec ALMA, nous pourrions analyser effectivement l'analyse chimique des "pépinières" gazeuses à l'origine de la formation des nouvelles étoiles et planètes, libérés de nombreuses contraintes du passé" selon Anthony Remijan membre de l'Observatoire National de Radio Astronomie de Charlottesville, Virginie.

ALMA, le Grand Appareil d'Atacama Millimètre/sous-millimètre, est en construction dans le désert d'Atacama dans le nord du Chili à une altitude de 5.000 mètres. Lors de son achèvement en 2013, ses 66 antennes de précision et son électronique de pointe permettront aux chercheurs une exploration sans précédent l'Univers sur le plan des longueurs d'onde comprises entre le domaine des ondes radio et infra-rouges.

Ces longueurs d'onde sont particulièrement porteuses d'indices de présence de molécules spécifiques dans le cosmos. Plus de 170 molécules, y compris des molécules organiques telles que des sucres ou des alcools ont été découvertes dans l'espace. De tels corps sont banaux dans les nuages géants de gaz et de poussière dans lesquels naissent étoiles et planètes. " Nous savons que de nombreux précurseurs chimiques de la vie existent dans ces pépinières stellaires" dit Thomas Wilson du Laboratoire de Recherche Navale de Washington DC.

Les molécules tournent et vibrent dans l'espace, et chaque molécule possède un ensemble d'états propres rotationnels vibrationnels. A chaque fois qu'une molécule passe d'un état à l'autre, une quantité spécifique d'énergie est soit absorbée soit émise souvent sous forme d'ondes radio avec des longueurs d'onde très spécifiques. Chaque molécule possède un pattern unique de longueurs d'onde émises ou absorbées, et ce pattern sert de révélateur des empreintes d'identification de la molécule.

Dans un tel pattern, ces longueurs d'onde individuelles sont nommées lignes spectrales par les chercheurs en raison leur apparence de tracé. Une substance chimique spécifique peut produire de nombreuses lignes spectrales. La longueur d'onde exacte de chaque ligne peut être mesurée, mais ce processus est très laborieux et représente un véritable défi. Cependant, sans de telles mesures il a été difficile d'identifier de nombreuses lignes observées en astronomie. Qui plus est, le pattern des lignes pour une molécule donnée change avec la température.



Tracé d'une radio émission de la molécule de cyanure d'éthyle ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CN}$ ). Le tracé en bleu est celui du laboratoire de mesure terrestre; celui en rouge provient d'une observation d'ALMA dans une région de formation d'étoile de la constellation Orion. La capacité de réaliser ce type de correspondance représente une avancée majeure dans l'étude de la chimie de l'Univers. Les tracés sont superposés sur l'image de la Nébuleuse Orion produite par le télescope spatial Hubble.:

L'avancée est due à une nouvelle technologie qui permet aux chercheurs de rassembler et d'analyser un vaste domaine de longueurs d'onde d'un seul coup à la fois avec ALMA et au laboratoire.

*"Maintenant, nous pouvons prendre un échantillon de corps chimique, le tester au laboratoire, et obtenir le tracé de ses lignes caractéristiques parmi une vaste zone de longueurs d'onde. Nous obtenons aussitôt l'image complète "* dit Frank de Lucia de l'Université de l'Ohio (OSU). *"Nous pouvons alors modéliser les caractéristiques de toutes les lignes d'un corps chimique à différentes températures", a-t-il ajouté.*

Armé des nouvelles données du Laboratoire OSU pour quelques molécules suspectées, les chercheurs ont comparé les patterns avec ceux produit par l'observation avec ALMA d'une région de formation d'étoiles.

*"La correspondance était surprenante" déclarait Sarah Fortman, également de l'OSU. Des lignes spectrales non identifiées depuis des années ont soudain correspondu avec nos données, prouvé l'existence de molécules spécifiques, et elles nous ont donné un nouvel outil d'attaque des spectres complexes des régions de notre galaxie.,"* a-t-elle ajouté. Les premiers test ont été réalisés avec le cyanure d'éthyle ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CN}$ ), par ce que son existence dans l'univers était déjà bien établie et qu'ainsi il fournissait un test parfait pour cette nouvelle méthode d'analyse.

*"Dans le passé, il y avait tant de lignes non identifiées que nous les appelions "ivraies" et elles brouillaient seulement notre analyse. Maintenant, ces "ivraies" sont des indices de qualité qui peuvent non seulement nous dire que des corps chimiques sont présents dans ces nuages de gaz cosmiques, mais ils peuvent également fournir des informations importantes concernant les états de ces nuages."* a déclaré DeLucia.

*"C'est une nouvelle ère en astrochimie",* adit Suzanna Randall du quartier général de l'ESO à Garching en Allemagne. *"Ces nouvelles techniques vont révolutionner la compréhension de es pépinières fantastiques de nouvelles étoiles et planètes."* a-t-elle ajouté.

Les nouvelles techniques pointées par Remijan peuvent aussi être adaptées à de nouveaux télescopes parmi lesquels le télescope géant de la National Science Foundation en Virginie de l'Ouest et les installations de laboratoires comme ceux de l'Université de Virginie. *"Ceci va changer la manière de travailler des astrochimistes."* a dit Remijan.

Randall, Remijan, Fortman, Wilson, et DeLucia ont travaillé avec James McMillan et Christopher Neese de L'Université de l'Ohio. Les chercheurs publient ces résultats dans *Journal of Molecular Spectroscopy*.

ALMA dispositif international d'astronomie , est issu d'un partenariat entre l'Europe, l'Amérique du Nord et l'Asie de l'Est avec le Chili. La construction d'ALMA et les opérations sont menées par l'ESO pour l'Europe, par la NRAO (National Radio Astronomy Observatory) pour l'Amérique du Nord, par le NAOJ (National Astronomical Observatory of Japan ) pour l'Asie de l'Est. Le JAO ( Observatoire unifié ALMA) fournit la direction et la gestion unifiée de la construction, la distribution des missions et la mise en œuvre d'ALMA.

Contacts:

William Garnier  
Education and Public Outreach Officer, Joint ALMA Observatory  
Santiago, Chile  
Tel: +56 2 2467 6119  
Email: wgarnier@alma.cl

Dave Finley  
Public Information Officer  
Socorro, NM, United States  
(1-575) 835-7302  
Email: dfinley@nrao.edu

Douglas Pierce-Price  
Public Information Officer, ESO  
Garching bei München, Germany  
Tel: +49 89 3200 6759  
Email: dpiercep@eso.org

Masaaki Hiramatsu  
Education and Public Outreach Officer, NAOJ Chile Observatory  
Tokio, Japan  
Tel: +81 422 34 3630  
E-mail: hiramatsu.masaaki@nao.ac.jp

# Synthèse d'observation des premiers noyaux hydrostatiques dans les noyaux denses de faible masse qui s'écroulent.

<http://cdsads.u-strasbg.fr/abs/2012A%26A...545A..98C>

## I. Distributions du spectre énergétique et séquence d'évolution

Auteurs: Commerçon B.; Launhardt R.; Dullemond, C.; Henning, Th.

### Affiliations:

1 Max-Planck-Institut für Astronomie, Königstuhl 17, 69117 Heidelberg, Germany

2 Laboratoire de radioastronomie, UMR 8112 du CNRS, École normale supérieure et Observatoire de Paris, 24 rue Lhomond, 75231 Paris Cedex 05, France

e-mail: [benoit.commercon@ira.ens.fr](mailto:benoit.commercon@ira.ens.fr)

3 Zentrum für Astronomie der Universität Heidelberg, Institut für Theoretische Astrophysik, Albert-Ueberle-Str. 2, 69120 Heidelberg, Germany

Publié dans: Astronomy & Astrophysics, Volume 545, id.A98, 12 pp.

Publié le 9/12/2012

## Résumé

**Contexte:** l'évolution de la séquence de formation des étoiles de faible masse est relativement bien définie autant par les observations que les considérations théoriques. Le premier noyau hydrostatique est le premier objet d'équilibre protostellaire formé au cours du processus de formation de l'étoile.

### Buts.

A la pointe du progrès, utilisant les calculs sophistiqués du réseau d'adaptation de la radiation magnéto-hydrodynamique 3D, nous cherchons à fournir des prédictions relatives à l'émission d'un continuum de poussière à partir des premiers noyaux hydrostatiques.

### Méthodes

Nous avons examiné la chute et la fragmentation de noyaux denses préstellaires de 1 $\text{sun}$  et la formation et l'évolution des premiers noyaux hydrostatiques en utilisant le code RAMSES. Nous avons utilisé différents niveaux de magnétisation pour les conditions initiales, qui couvrent une grande diversité de morphologies évolutives, c'est-à-dire, la formation d'un disque ou d'un pseudo-disque, le lancement d'émissions externes et la fragmentation. Nous avons ensuite procédé aux calculs dynamiques en utilisant le code de transfert de radiation 3D, RADMC-3D. Nous avons calculé les distributions des spectres d'énergie et les indicateurs usuels de stade d'évolution tels que la luminosité bolométrique et la température.

### Résultats:

Nous trouvons que les durées de vie des premiers noyaux hydrostatiques dépendent fortement du niveau initial de magnétisation du noyau dense parent. nous déduisons, pour la première fois, des séquences évolutives de distribution d'énergie spectrale à partir de calculs de pointe en matière de radiation-magnéto-hydrodynamiques. Nous montrons que sous certaines conditions, les

premiers noyaux hydrostatiques peuvent être identifiés à partir d'émission à 24  $\mu\text{m}$  et 70  $\mu\text{m}$  dans le continuum de poussière. Nous montrons également que les seuls spectres de distribution d'énergie ne peuvent aider à distinguer les scénarios de formation du premier noyau hydrostatique, c'est-à-dire, entre les modèles magnétisés ou non.

### **Conclusions**

Les spectres de distribution énergétiques sont d'abord un moyen utile et direct pour viser les premiers noyaux hydrostatiques candidats, mais en définitive, l'interférométrie de haute résolution est nécessaire pour déterminer le stade d'évolution des sources observées.

### **Mots clés anglais:**

radiative transfer / magnetohydrodynamics (MHD) / methods: numerical / stars: formation / stars: low-mass / stars: protostars

## Vue d'ensemble IRAM-30 de la ligne du Horsehead PDR.

### Première détection du cation hydrocarbure I-C<sub>3</sub>H<sup>+</sup>

Pety, J.; Gratier, P.; Guzmán, V.; Roueff, E.; Gerin, M.; Goicoechea, J. R.; Bardeau, S.; Sievers, A.; Le Petit, F.; Le Boulrot, J.; Belloche, A.; Talbi, D.

<http://cdsads.u-strasbg.fr/abs/2012A%26A...548A..68P>

#### Affiliation:

- 1) IRAM, 300 rue de la Piscine, 38406, Saint Martin d'Hères, France, [pety@iram.fr](mailto:pety@iram.fr) LERMA, UMR 8112, CNRS and Observatoire de Paris, 61 avenue de l'Observatoire, 75014, Paris, France,
- 2) IRAM, 300 rue de la Piscine, 38406, Saint Martin d'Hères, France [gratier@iram.fr](mailto:gratier@iram.fr)
- 3) IRAM, 300 rue de la Piscine, 38406, Saint Martin d'Hères, France [guzman@iram.fr](mailto:guzman@iram.fr),
- 4) LUTH, UMR 8102, CNRS and Observatoire de Paris, Place J. Janssen, 92195, Meudon Cedex, France [evelyne.roueff@obspm.fr](mailto:evelyne.roueff@obspm.fr)
- 5) LERMA, UMR 8112, CNRS and Observatoire de Paris, 61 avenue de l'Observatoire, 75014, Paris, France [maryvonne.gerin@lra.ens.fr](mailto:maryvonne.gerin@lra.ens.fr)
- 6) Centro de Astrobiología. CSIC-INTA. Carretera de Ajalvir, Km 4. Torrejón de Ardoz, 28850, Madrid, Spain [jr.goicoechea@cab.inta-csic.es](mailto:jr.goicoechea@cab.inta-csic.es)
- 7) IRAM, 300 rue de la Piscine, 38406, Saint Martin d'Hères, France [bardeau@iram.fr](mailto:bardeau@iram.fr)
- 8) IRAM, 7 Avenida Pastora, Granada, Spain [sievers@iram.es](mailto:sievers@iram.es)
- 9) LUTH, UMR 8102, CNRS and Observatoire de Paris, Place J. Janssen, 92195, Meudon Cedex, France
- 10) LUTH, UMR 8102, CNRS and Observatoire de Paris, Place J. Janssen, 92195, Meudon Cedex, France
- 11) Max-Planck Institut für Radioastronomie, Auf dem Hügel 69, 53121, Bonn, Germany [belloche@mpifr-bonn.mpg.de](mailto:belloche@mpifr-bonn.mpg.de)
- 12) LUPM, UMR 5299, Université Montpellier 2, Place Eugène Bataillon, 34095, Montpellier Cedex 05, France [dahbia.talbi@univ-montp2.fr](mailto:dahbia.talbi@univ-montp2.fr) □

**Publication:** Astronomy & Astrophysics, Volume 548, id.A68, 8 pp. (A&A Homepage)

Date Publication: 12/2012

Mots clés ( anglais) Astronomie : surveys, photon-dominated region (PDR), ISM: lines and bands, ISM: individual objects: Horsehead nebula, line: identification

## Résumé

### Contexte:

Les modèles de chimie en pure phase gazeuse ne réussissent pas à reproduire les mesures d'abondance des petits hydrocarbures dans le milieu interstellaire. L'information sur les progéniteurs-clés de ces molécules élucide ce problème.

### Buts:

Nous avons pour but de limiter le contenu chimique de la crinière de la "Horsehead" ("Tête de Cheval") avec une vue d'ensemble non biaisée de la ligne millimétrique à deux positions, notamment les régions de photodissociation (PDR) et du noyau proximal protégé. Ce projet a révélé un ensemble consistant de huit lignes non identifiées en direction de la position PDR. Nous les associons au cation hydrocarbure I-C<sub>3</sub>H<sup>+</sup> ce qui nous permet de limiter la chimie des petits hydrocarbures. Nous avons observé la plus basse ligne J détectable dans le domaine millimétrique ainsi qu'une coupure dans la direction éclairante de la limitation de la distribution spatiale de l'émission du I-C<sub>3</sub>H<sup>+</sup> perpendiculaire au front de photodissociation.

**Méthodes :** Nous adaptons simultanément:

- 1) les constantes de distorsion de rotation et de centrifugation
- 2) les formes gaussiennes de la ligne situées aux huit fréquences prédites. Un diagramme rotationnel est alors utilisé pour déduire la température d'excitation et la densité de colonne. Pour finir, nous comparons l'abondance aux résultats du modèle photochimique du PDR de Meudon.

**Résultats:**

Six des huit lignes non identifiées observables dans les bandes millimétriques sont détectées avec un rapport signal-bruit de 6 à 19 devant le PDR Horsehead (Tête de cheval), tandis que les deux derniers sont détectés provisoirement. Le bruit apparaît principalement à la même fréquence vers le noyau dur, situé à moins de 40". qui plus est, la distribution spatiale d'émission intégrée de l'espèce possède une forme similaire à celle de radicaux tels que HCO, et de petits hydrocarbures tels que C<sub>2</sub>H qui expriment des abondances augmentées via le PDR. Les lignes observées s'adaptent avec précision à un modèle de rotor linéaire impliquant un état électronique de base  $\Sigma$ . La valeur déduite de la constante rotationnelle est  $B=11\,244.9512 \pm 0.0015$  MHz, voisine de celle de l-C<sub>3</sub>H<sup>+</sup>.

**Conclusions:** Ceci est la première détection de l'hydrocarbure l-C<sub>3</sub>H<sup>+</sup> dans le milieu interstellaire. La spectroscopie de laboratoire est sur le point de confirmer ces résultats. L'imagerie interférométrique est nécessaire pour limiter fermement la chimie des petits hydrocarbures dans la "Horsehead" (Tête de cheval).