ELOHI

Peuples indigènes et environnement

5-6 | 2014

Ressources du vivant

Qu'est-ce que le vivant ? Matières inanimées, avez-vous donc une âme ?

Philippe Barthélémy

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/elohi/692>

DOI : 10.4000/elohi.692

ISSN : 2268-5243

Éditeur

Presses universitaires de Bordeaux

Édition imprimée

Date de publication : 1 janvier 2014

Pagination : 27-37

ISBN : 979-10-300-0021-4

ISSN : 2431-8175

Référence électronique

Philippe Barthélémy, « Qu'est-ce que le vivant ? Matières inanimées, avez-vous donc une âme ? », *ELOHI* [En ligne], 5-6 | 2014, mis en ligne le 01 janvier 2015, consulté le 01 mai 2019. URL : <http://journals.openedition.org/elohi/692> ; DOI : 10.4000/elohi.692

Qu'est-ce que le vivant ? Matières inanimées, avez-vous donc une âme ?

PHILIPPE BARTHÉLÉMY

INSERM U869, Université de Bordeaux

Introduction

Dans le cadre du colloque pluri/multidisciplinaire intitulé “*Peuples indigènes et ressources du vivant*” portant sur la question du vivant et des liens existants entre nature et culture il nous a semblé opportun d’aborder la question du vivant sous un angle inédit, mêlant les visions ancestrales des civilisations anciennes aux dernières approches scientifiques de la thermodynamique et d’une branche de la chimie qui s’intéresse aux conditions primitives de l’apparition de la vie : la chimie pré-biotique.

A priori deux approches s’opposent : celles du dualisme (Hart, 265) et du matérialisme. Les dualistes séparent le vivant, qui présente une dimension spirituelle, de l’inerte qui porte la matière et l’énergie. Le matérialisme, qui considère que la matière est le support de toute réalité, pose la question de l’origine de la vie et du vivant. Les philosophes matérialistes comme Antoine Lavoisier pensent que « rien ne se crée, rien ne se perd » (Lavoisier, 101), que les éléments de la nature se suffisent à eux-mêmes pour la construction du vivant. Dans ce cadre, de nombreuses questions sur l’origine de la vie émergent : i) Comment la vie est-elle apparue sur Terre ? ii) Comment, à partir de la soupe primordiale, les briques de base du vivant ont-elles pu se former ? iii) Par quel procédé la complexification de la chimie a-t-elle donné naissance à la toute première cellule ayant existé ? iv) Comment est-elle devenue « autonome » d’un point de vue énergétique ? v) Quelle est la limite entre ce qui est vivant et ce qui ne l’est pas ? vi) Quel a été le rôle de l’ARN (Woese), cet acide ribonucléique proche parent

de l'ADN ? vii) À quoi pouvait bien ressembler LUCA, *the Last Universal Common Ancestor* (Penny, 672) ?

Dans ce travail, nous ne tenterons pas de répondre à toutes ces questions. Une exploration des différentes visions, représentations et conceptions du vivant est présentée dans cette contribution. Cette investigation porte sur quelques civilisations anciennes d'une part, et des approches scientifiques plus récentes, d'autre part.

Les différentes visions du passé

La question de l'origine du vivant occupe l'esprit humain depuis la nuit des temps. Il y a plus de sept mille ans les peuples de Mésopotamie imaginaient que l'eau était à l'origine de la vie. Les mythes mésopotamiens les plus anciens indiquent qu'au début, la vie serait née du chaos aquatique mélangeant eaux salées et eaux douces. Les dieux jumeaux Lahmu et Lahamu auraient été les premières divinités nées du chaos créé par la fusion de Apsu (l'abîme d'eau sous la terre) et Tiamat (Figure 1)¹ (Bottéro, 602).

Figure 1. Représentation du combat entre Tiamat (à gauche) et Marduk (à droite). Tiamat est présentée sous la forme d'un dragon femelle, elle était censée incarner le chaos. Des larmes de Tiamat naquit l'eau, la source du Tigre et de l'Euphrate.

1. Représentation en noir et blanc tirée de Layard, planche 19/83.

Il y a cinq mille ans les Égyptiens pensaient que la vie était née des eaux sombres du Noun (Lalouette, 87), l'océan primordial du chaos. Dans cette vision égyptienne, le dieu Atoum², qui flottait dans les eaux du Noun, aurait permis la création des dieux qui auraient, par la suite, engendré la vie.

En Inde, la vision de l'origine du monde prend la forme d'un acte d'organisation du chaos en ordre universel. Cette cosmogonie, datant de quatre mille ans, issue des hymnes védiques, met en scène un œuf d'or cosmique flottant sur les eaux du chaos originel et d'où serait née la première divinité capable d'être ordonnatrice et/ou organisatrice du monde (Hoàng-sy-Quy, 133).

Dans la cosmogonie chinoise, un dieu nommé Pangu serait né de la rencontre du yin et du yang, qui sont les deux forces primordiales de l'univers. Selon la mythologie, ce personnage serait la première entité provenant du chaos originel, et dont le corps serait, ensuite, devenu le monde.³

Figure 2. Dessins représentant Tecciztecatl (à gauche) et Nanahuatl (à droite), les divinités décrites dans le Codex Borghia.

En Mésoamérique, l'eau et l'énergie jouent un rôle de premier plan dans l'apparition du monde vivant. La cosmogonie des civilisations précolombiennes met en jeu, dans un premier temps, la création de quatre mondes ou « soleils », qui furent à chaque fois anéantis et détruits (Soleil rouge vif ; Soleil de feu ; Soleil noir ; Soleil de l'air). Dans un deuxième temps, lors de la création du cinquième « soleil », les dieux se réunirent pour savoir qui aurait la charge d'éclairer le monde (Rose, 44). Un premier dieu appelé Tecciztecatl se serait jeté dans un brasier pour devenir la Lune, puis un second, nommé Nanahuatl se serait jeté, à son tour, pour devenir le Soleil (Figure 2). Pour les nourrir, les autres dieux décidèrent de se sacrifier et de donner l'eau et leur sang, indispensables et nécessaires à l'animation des astres. Ce mythe expliquerait l'importance des sacrifices humains dans les religions, notamment aztèque. Par analogie, les

2. Erik Hornung (1992), *Les Dieux de l'Égypte. L'un et le multiple*, Paris, Flammarion, 294 p.

3. Anne Birrell (2005), *Mythes chinois*, Paris, Seuil.

hommes seraient contraints de réitérer éternellement ce sacrifice originel (Simoni, 645). Dans ce cinquième « soleil », qui connut le déluge universel, seuls un homme et une femme parvinrent à gagner le sommet d'une montagne et évitèrent l'extermination.

Selon Aristote (Aristote, 22), la notion de vie est nécessairement engagée dans une matière. Il y a plusieurs manières d'entendre la vie. Aristote en donne cinq : 1) l'intellect, 2) la sensation, 3) le mouvement et le repos selon le lieu, 4) le mouvement qu'implique la nutrition et, enfin, 5) le dépérissement et la croissance.

Enfin, plus récemment, les alchimistes ont avancé que la création n'est qu'énergie, qui proviendrait d'une source unique, la « Matiera Prima ». Cette « matière première » se diviserait en énergie de la vie et de la matière en donnant respectivement le nitre et le sel.

Si, de prime abord, ces visions semblent différentes, il apparaît, néanmoins, des mots-clés communs : le chaos (versus l'organisation), l'énergie, la matière et l'eau. Ainsi, quelles que soient les cultures, ces aspects sont insérés de manière quasi systématique dans les cosmogonies. Si les mots, les divinités, les mythes, les histoires ne sont pas les mêmes, la matière, l'énergie, l'eau et le chaos apparaissent comme des dénominateurs communs à l'esprit humain dans sa représentation des origines du vivant. Cette représentation fait naturellement écho à certaines théories et principes scientifiques fondamentaux, et notamment à la thermodynamique qui est une discipline se situant à l'interface de la physique et de la chimie.

La thermodynamique

La thermodynamique est liée à l'étude du comportement thermique des corps et de l'énergie. Elle permet de rationaliser et de comprendre les transformations des systèmes chimiques et/ou physiques qui peuvent être : a) ouverts (échanges possibles de matières avec le milieu extérieur au système), b) fermés (sans échange de matière), c) isolés ou non (avec ou sans échange d'énergie avec l'extérieur)⁴. Ces transformations sont décrites et/ou représentées par des variables dites d'état. Les notions théoriques fondamentales sont la chaleur, la température, l'énergie interne, l'enthalpie, l'entropie d'un système ou encore la réversibilité d'une transformation.

4. Rudolf Clausius (1850), "On the Motive Power of Heat, and on the Laws which Can Be Deduced from it for the Theory of Heat", *Poggendorff's Annalen der Physik*, LXXIX (Dover Reprint) ; John O. E. Clark (2004), *The Essential Dictionary of Science*, New York, Barnes & Noble Books.

Du point de vue fondamental, la thermodynamique est basée sur des principes que l'on peut énoncer simplement : 1) La matière et l'énergie peuvent changer de forme, elles se conservent toujours, 2) il n'existe pas de processus dont le seul effet serait de faire passer de la chaleur d'une source froide à une source chaude, 3) à la température de zéro degré Kelvin, l'entropie⁵ de tous les systèmes est nulle. L'énoncé du premier principe par James Prescott Joule, en 1840, peut se résumer par « la conservation de l'énergie ». Ce simple énoncé, qui représente une avancée considérable, s'oppose aux théories créationnistes qui étaient présentes à cette époque.⁶ Dans le cas du deuxième principe, qui n'est autre que l'entropie (notée S), le principe de l'irréversibilité des phénomènes physiques et/ou chimiques peut être établi. L'entropie peut être également définie par la formule de Boltzmann qui donne à ce principe une vision statistique. Il est important de souligner que la variation d'entropie (DS) au cours d'une transformation permet d'appréhender le sens spontané d'une transformation donnée. Ce sens spontané, qui correspond à une entropie positive ($DS > 0$) repose sur une évolution d'un système vers le désordre, le chaos. Si l'énergie se conserve, l'entropie, elle, ne peut qu'augmenter.

Dans ce contexte, il est important de souligner que le vivant est constitué de systèmes délimités hautement complexes (cellules, tissus, individus, etc.), avec des structures hautement organisées. Cette remarque pose la question de la violation apparente du second principe de la thermodynamique. Comment les êtres vivants peuvent-ils maintenir une entropie négative, un $DS < 0$? (*neguentropie*) ? La réponse pourrait se révéler relativement complexe puisque la vie nécessiterait de créer de l'ordre à partir du désordre. Pour que cela soit possible, un système vivant va devoir maintenir un $DS < 0$. Grâce à un excès d'entropie positive généré dans l'environnement extérieur $DS_{\text{environnement}} > 0$ (Figure 3a), l'entropie totale qui correspond à la somme des entropies de l'environnement et du vivant reste supérieure à zéro ($DS_{\text{totale}} > 0$). Cette situation est, alors, conforme au second principe de la thermodynamique qui spécifie que l'entropie, qui correspond au désordre, ne peut qu'augmenter. En d'autres termes, l'ordre nécessaire à la vie est obtenu à partir du chaos extérieur au système. À noter qu'à la mort de l'individu, l'univers remporte totalement la partie et il n'échange plus de matière ni d'énergie avec son environnement, la structure de l'individu se décompose (Figure 3b).

5. Terme venant du grec signifiant « transformation ». C'est une fonction d'état qui caractérise le degré d'organisation ou d'information d'un système. En thermodynamique, l'entropie est une grandeur qui définit l'état d'organisation des particules, des molécules.

6. Ce mouvement est né au milieu du XIX^e siècle en opposition au darwinisme. Selon ses adeptes le monde a été créé par Dieu en six jours et Dieu aurait créé chaque espèce végétale ou animale de façon individuelle.

Figure 3. a) un système vivant est délimité par une enveloppe, qui autorise des échanges de matière, d'énergie et d'entropie avec l'environnement extérieur. Une diminution d'entropie interne au système est alors possible. b) Après la mort l'enveloppe se désagrége et une augmentation d'entropie est alors observée.

Au sujet de ce mécanisme organisateur, « l'ordre à partir du désordre », Schrödinger et d'autres grands de la physique ont posé l'idée selon laquelle la vie utiliserait l'absorption d'entropie de l'environnement, en particulier par la nourriture, pour se maintenir.⁷ Cette description n'est pas sans rappeler les différentes visions présentées au chapitre précédent, avec l'omniprésence du chaos dans les conceptions de l'origine du vivant des différentes civilisations.

Une vision actuelle

La question du vivant et de ses origines reste d'actualité et de nombreux groupes académiques travaillent à la construction d'une vision toujours plus complète, plus précise. Sur les aspects thermodynamiques du vivant on notera le travail récemment publié par L. A. Demetrius (Demetrius 1). Dans cette publication, l'auteur rassemble les différentes théories fondamentales en associant la biologie, la physique, et les mathématiques (Darwin, Botzmann...), afin de proposer une explication de la vie et de son évolution. Selon lui, il existe une relation entre les principes de la thermodynamique et l'évolution. Fort de ce constat, Demetrius propose une théorie basée sur un modèle darwinien quantitatif appelé « Directionnalité » (*Directionality theory*). Un des fondements de cette théorie mathématique repose sur l'entropie d'évolution (*evolutionary entropy*) qui s'accroît lorsque les ressources du milieu ne sont pas limitantes.

7. Erwin Schrödinger (1944). *What is Life?* Cambridge: Cambridge University Press ; L. Pauling (1987). "Schrödinger contribution to Chemistry and Biology", in *Schrödinger: Centenary Celebration of a Polymath*. C. W. Kilmister. Cambridge : Cambridge University Press, ; M.F. Perutz (1987) "Erwin Schrödinger's What is Life ? and molecular biology", in *Schrödinger: Centenary Celebration of a Polymath*, C. W. Kilmister. Cambridge : Cambridge University Press, pp. 234–251.

La complexité du vivant, et en particulier son organisation⁸, peut être vue sous un angle très théorique à l'aide des mathématiques, de la physique, et de la thermodynamique. Par exemple, on notera les travaux de Prigogine sur la thermodynamique des systèmes complexes loin des équilibres⁹ ; et de bien d'autres scientifiques sur l'auto-organisation de ces systèmes (voir note bas de page 7). Le concept d'émergence du vivant renvoie à l'apparition d'une matière dans un état complexe. Ce processus qui correspond à la structuration de la matière pourrait s'expliquer théoriquement par l'émergence d'un niveau d'organisation supérieur dans une portion de l'espace grâce à l'apparition d'un excès de désordre, dans un autre endroit de l'espace. En d'autres termes de l'ordre à partir du désordre !

Néanmoins, pour saisir au mieux les aspects de la complexité du vivant et de ses origines, des approches expérimentales doivent également être envisagées et entreprises. En 1953, la structure de la molécule support de l'information génétique, l'ADN, était découverte par Watson et Crick en se basant sur les analyses cristallographiques aux rayons X de Rosalind Franklin. Cette même année, à l'université de Chicago, Stanley Miller mettait en place une expérience permettant de recréer les conditions prébiotiques dans laquelle il démontra l'apparition de différentes molécules essentielles à la vie (acides aminés). Les résultats issus de cette expérience permirent de répondre à une question fondamentale, à savoir l'apparition des molécules supports (*building blocks*) du vivant.

Concernant la chimie du vivant, une des grandes questions actuelles non résolues à ce jour porte sur l'apparition des molécules complexes de type polynucléotides (Bowler, 383). Le vivant, tel que nous le connaissons, est tributaire de la formation de ces polymères de nucléotides qui constituent les acides nucléiques (ADN, ARN). Ces polymères, qui sont le support moléculaire de l'information génétique, portent le code nécessaire à la vie. Cependant, ces polymères ne peuvent pas se former dans l'eau en milieu abiotique et/ou prébiotique en l'absence d'enzyme. Une hypothèse de formation des oligonucléotides faisant intervenir des processus coopératifs en milieu aqueux est actuellement à l'étude au laboratoire INSERM U869 à Bordeaux. Cette hypothèse, qui repose sur l'implication de molécules hybrides (Barthélémy, 171) associant lipide et nucléoside (Nucléolipides) met en œuvre une « soupe » de ces molécules hybrides dans l'eau. Grâce aux propriétés d'auto-organisation des nucléolipides, les nucléosides se trouvent dans une situation favorable à la formation de liaisons chimiques de type phosphodiester (nécessaire à la structure des polymères d'acide nucléique).

8. La vie est constituée d'unités organisées, différenciées et enchevêtrées, qui se créent et se maintiennent.

9. Grégoire Nicolis, Ilya Prigogine (1977), *Self-Organization in Non Equilibrium Systems*, New York : John Wiley and Sons.

Les premières expériences réalisées¹⁰ indiquent la formation de petits polymères (tétranucléotides) à partir des molécules de nucléolipides auto-organisées par un processus entropique (Figure 4).

Figure 4. L'obtention de polynucléotide (par exemple un tétranucléotide dont la structure moléculaire est représentée à droite) pourrait être réalisé dans un milieu abiotique à partir de molécules hybrides (nucléolipides, à gauche). Cette réaction de polymérisation serait réalisée grâce à un processus coopératif qui correspond à l'auto-organisation des molécules hybrides nucléolipides en agrégats. Cette réaction conduirait à la formation des molécules supports de l'information génétique nécessaire à la vie (polynucléotides).

Conclusion

De manière inattendue ce travail d'exploration nous a conduit à des visions du vivant présentant des analogies évidentes quelles que soient les civilisations, les cosmogonies et les approches scientifiques investiguées. Les différentes grandes civilisations possèdent des visions avec des éléments communs mêlant énergie, matière, eau et chaos. Ces aspects provenant du passé se retrouvent dans les approches scientifiques plus récentes. Dans une vision actuelle, la vie repose sur les grands principes de la thermodynamique qui font intervenir également l'énergie, la matière et l'entropie. Avec la mise en équation d'un modèle darwinien quantitatif appelé « Directionnalité », l'approche théorique sur le vivant de Demetrius vise une unification des différentes théories fondamentales. De manière intéres-

10. Elles impliquent l'utilisation de diacyl glycérol thymidine en milieu acide en phase aqueuse. Dans ces conditions, les résultats des analyses réalisées sur les produits obtenus montrent la présence de petits polynucléotides (tétramères). La présence de ces tétramères implique que les molécules supports de l'information génétiques (polynucléotides) pourraient s'être formées dans l'eau par un processus d'auto-organisation. Amit Patwa and Philippe Barthélémy, (2014) *unpublished results*.

sante ces équations permettent de donner une explication au sens de l'évolution et de suggérer une continuité entre matière inanimée et système vivant. C'est dans cette continuité que s'inscrivent certains travaux actuels sur l'apparition des biomolécules (acides aminés, nucléosides, oligonucléotides, etc.).

Dans les années 1970, Jacques Monod écrivait que « la cellule est une machinerie chimique » (Monod, 87). Cette conception de la vie implique un réductionnisme selon lequel le vivant se compose seulement d'éléments inertes et que son fonctionnement s'explique par les lois physico-chimiques. Ces bases rationnelles ont néanmoins permis de poser les bases structurelles de la recherche biomédicale actuelle. Si notre compréhension du vivant, de son fonctionnement s'accroît tous les jours, la question « pourquoi le vivant ? » reste ouverte.

Références

- ARISTOTE, *De Anima* II, 2, 413a, 22 à 26.
- AUSTEN, Henry, *Layard's plate 19/83*. London, J. Murray, 1853.
- BARTHELEMY, Philippe, "Nucleoside-Based Lipids at Work : From Supramolecular Assemblies to Biological Applications", *Comptes Rendus Chimie* 12 (2009), 171-179.
- BIRRELL, Anne, *Mythes chinois*, Paris, Le Seuil, 2005.
- BOWLER, Frank R. *et al.*, "Prebiotically Plausible Oligoribonucleotide Ligation Facilitated by Chemoselective Acétylation", *Nature Chemistry* 5 (2013), 383-389.
- BOTTERO, Jean et KRAMER S. N., *Lorsque les Dieux faisaient l'Homme – Mythologie mésopotamienne*, Paris, Gallimard, 1989. 602-679.
- CLARK, John O. E., *The Essential Dictionary of Science*. New York : Barnes & Noble Books, 2004.
- CLAUSIUS, Rudolf, "On the Motive Power of Heat, and on the Laws which Can Be Deduced from it for the Theory of Heat." *Poggendorff's Annalen der Physik*, LXXIX (1850). Dover Reprint.
- DEMETRIUS, Lloyd A, "Boltzmann, Darwin and Directionality Theory" *Physics Reports* 530 (2013), 1-85.
- HART, W. D., "Dualism." Samuel Guttenplan (org.), *A Companion to the Philosophy of Mind*, Oxford, Blackwell, 1996. 265-7.
- HOANH-SON, Hoàng-sy-Quy, « Le mythe indien de l'homme cosmique dans son contexte culturel et dans son évolution », *Revue de l'histoire des religions* 175.2 (1969), 133-154.
- HORNUNG, Erik, *Les Dieux de l'Égypte. L'un et le multiple*, Paris, Flammarion, 1992.
- LALOUETTE, Claire, *Au royaume d'Égypte : Le temps des rois dieux*, Paris, Flammarion, coll. « Champs », 1995.

LAVOISIER, Antoine, *Traité élémentaire de chimie*, www.lavoisier.cnrs.fr, Consulté le 22/09/2014.

LAYARD, Austen Henry. *Monuments of Nineveh*. Second Series. London, 1853.

MONOD, Jacques, *Le Hasard et la nécessité*, Paris, Le Seuil, 1970.

ROSE, Jean, *La Légende des soleils. Mythes aztèques des origines, suivi de l'Histoire du Mexique d'André Thévet*, Toulouse, Anarcharsis, 2007.

SIMONI, Mireille, « Aztèques », *Encyclopædia Universalis*, vol. 3, Paris, Encyclopædia Universalis, 2002.

PAULING, Linus, "Schrödinger's Contribution to Chemistry and Biology" C. W. Kilmister (ed.), *Schrödinger : Centenary Celebration of a Polymath*. Cambridge, Cambridge University Press, 1987. 225-233.

PENNY, David and Anthony POOLE, "The Nature of the Last Universal Common Ancestor", *Current Opinion in Genetics & Development* 9.6-1 (1999), 672-677.

PERUTZ, Max F. "E. Schrödinger's *What is Life ?* and molecular biology." C. W. Kilmister (ed.), *Schrödinger : Centenary Celebration of a Polymath*. Cambridge, Cambridge University Press, 1987. 234-251.

PRIGOGINE, Ilya & NICOLIS Grégoire. *Self-Organization in Non Equilibrium Systems*. New York, John Wiley and Sons, 1977.

SCHRÖDINGER, Erwin. *What is Life ?* Cambridge, Cambridge University Press, 1944.

WOESE, Carl, *The Genetic Code*, New York, Harper & Row, 1968.

Résumé : Depuis toujours, l'homme cherche à définir, explorer et utiliser le vivant, cette chose, cette substance, cette force vitale... En réalité, la vie n'est pas une entité mais une somme de processus complexes, dépendants de l'organisation de la matière. Dans cette contribution, nous effeuillons d'abord les visions de différentes civilisations anciennes concernant cette question. Une confrontation de ces représentations issues du passé avec les approches scientifiques actuelles est ensuite présentée. Une discussion autour d'une vision actuelle du vivant et la présentation de résultats préliminaires expérimentaux, obtenus au sein du laboratoire, terminent ce texte.

Mots-clefs : vivant, civilisations, cosmogonie, thermodynamique, énergie, entropie, matière, eau, organisation.

Abstract: Historically, men have sought to define, explore and use life, this thing, this substance, this strength... In fact, life is not an entity but an addition of complex processes, which depends on the organization of the matter at the molecular level. In this contribution, we first present several descriptions and representations of life coming from old civilizations. These ancient descriptions are compared with current scientific approaches. A discussion about a current representation of the living and some preliminary experimental results obtained in the laboratory, complete the text.

Keywords: the living, ancient civilizations, cosmogony, thermodynamics, energy, entropy, matter, water, organization.

Philippe Barthélémy reçut son doctorat de chimie de l'Université de Montpellier II en 1993. Il effectua ensuite un contrat postdoctoral à Emory University dans l'équipe du Professeur Fredric Menger (Bourse Lavoisier et enseignant-chercheur à Emory). En 1995, il fut nommé à l'Université d'Avignon.

Il travailla également comme professeur invité à Duke University en 2001. En 2005, il fut nommé professeur des universités à l'Université de Bordeaux Segalen. Il dirige l'équipe ChemBioMed à l'INSERM Unité U869. Philippe Barthélémy fut vice-président de Bordeaux Segalen de 2011 à 2013. L'un des objectifs majeurs de sa recherche est le développement de nouveaux amphiphiles bio-inspirés à visée biomédicale.

Philippe Barthélémy received his doctorate in chemistry from the University of Montpellier II, France in 1993. He was then a postdoctoral fellow at Emory University in the group of Pr. Fredric Menger (Lavoisier Grant and Emory Fellowship). In 1995 he was appointed as a temporary lecturer at the University of Avignon and as Associate Professor at the same University in 1996. P. Barthélémy worked also as a Visiting Associate Professor at Duke University in 2001. In 2005 he was appointed as full Professor at the University of Bordeaux Segalen. He is leading the "ChemBioMed" team of the INSERM Unity U869. Philippe Barthélémy was Vice President of the University of Bordeaux Segalen (2011-2013). One of the major objectives of his research is to develop new bio-inspired amphiphiles for biomedical applications.