

PARIS, COLLÈGE DE FRANCE
CHAIRE DE BIOLOGIE HISTORIQUE ET ÉVOLUTIONNISME
21 - 23 MAI 2008



Colloque/Conference

*LA NOTION DE FONCTION : DES SCIENCES DE LA VIE A LA
TECHNOLOGIE*
*THE NOTION OF FUNCTION : FROM THE LIFE SCIENCES TO
TECHNOLOGY*

Organisateurs/Organizers

Armand de Ricqlès (Professeur au Collège de France)
& Jean Gayon (Professeur à l'Université Paris 1 Panthéon Sorbonne)

Dans le cadre de l'Action concertée incitative (ACI)

La notion de fonction dans les sciences humaines, biologiques et médicales

Coordinateur : Jean Gayon

Partenaires scientifiques : Armand de Ricqlès, Olivier Houdé, Françoise Parot

PROGRAMME
RÉSUMÉS - ABSTRACTS

Secrétariat : Matteo Mossio & Sandrine Souraya, IHPST, 13 rue du Four, F-75006 Paris. mossio@di.ens.fr

La notion de fonction : des sciences de la vie à la technologie
(The Notion of Function : from the Life Sciences to Technology)
Colloque/Conference
21-23 mai 2008, Paris, Collège de France

Organisateurs/Organizers

Armand de Ricqlès (Professeur au Collège de France)

en collaboration/ *in collaboration with* Jean Gayon (Professeur à l'Un. Paris 1)

Contact : Matteo Mossio, IHPST, 13 rue du Four, F-75006 Paris. <mossio@di.ens.fr>

Argument

Le terme de « fonction » est utilisé dans deux grands champs de connaissance : d'une part en mathématiques, d'autre part dans un vaste ensemble de sciences englobant la biologie, la médecine, la technologie, et les sciences humaines. À de très rares exceptions près, les usages du terme dans ces deux domaines ont toujours été considérés comme homonymes. Le colloque est centré sur le domaine bio-anthropologique.

Depuis la Renaissance, la catégorie de fonction a constitué un opérateur théorique de haut niveau dans trois domaines : la médecine et la biologie (fonction d'une partie organique), la technologie (fonction d'un artefact), et les réflexions socio-politiques (fonction au sens de « rôle social »). Le champ sémantique de la notion de fonction s'est incessamment nourri de résonances et de transferts entre ces trois domaines. Cependant, depuis le 19^e siècle, avec l'avènement de la biologie comme science unifiée des phénomènes vitaux, c'est en référence à cette science que les réflexions sur la catégorie de fonction ont trouvé leur principal ressort.

Ce n'est cependant que dans la seconde moitié du 20^e siècle qu'une réflexion systématique a été engagée par un certain nombre de philosophes sur le sens même du terme « fonction » et sur la pertinence des explications fonctionnelles. Le colloque portera d'abord sur les origines et l'état présent de ce débat philosophique, pour envisager ensuite la vitalité mais aussi les limites du discours fonctionnel dans les sciences de la vie, les sciences psychologiques, la technologie.

Ce colloque s'appuie sur les travaux de l'ACI « La notion de fonction dans les sciences humaines, biologiques et médicales », financé par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (coordinateur : Jean Gayon¹. Partenaires scientifiques : Armand de Ricqlès², Olivier Houdé³, Françoise Parot⁴).

The term « function » is commonly used in two domains of knowledge: Mathematics, and in a wide array of sciences including Biology, Medicine, Technology, and the Human Sciences. With very few exceptions, the uses of the term in these two domains have always been considered as homonymous. The Conference focuses on the bio-anthropological domain.

Since the Renaissance, the category of function has been a high-level theoretical tool in three domains: medicine and biology (functions of organic parts or processes), technology (function of an artefact) and socio-political reflections (function as "social role"). The semantic field of the notion of function has been recurrently fashioned by resonances and transfers between these three domains. Nevertheless, since the 19th century, with the emergence of Biology as a unified science of living phenomena, reflections about the category of function have been developed principally with reference to this science.

It is only in the second half of the 20th century that a systematic reflection has been undertaken by a number of philosophers about the very meaning of the term "function" and the relevance of functional explanations. The Conference will first examine the origins and the state of the art of this philosophical debate; next it will assess the vitality but also the limits of the functional discourse in the Life Sciences, in the Psychological Sciences, and in Technology.

The Colloquium relies on the activities of the ACI « The notion of function in the Human, Biological and Medical Sciences », supported by the French 'Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche' (Coordinator: Jean. Gayon ¹. Scientific partners: Armand de Ricqlès ², Olivier Houdé ³, Françoise Parot ⁴).

¹ Institut d'histoire et de philosophie des sciences et des techniques, UMR 8590 Paris 1/CNRS/ENS.

² Laboratoire "Adaptations et évolution des systèmes ostéomusculaires", UMR 8570, Muséum national d'histoire naturelle/Université Paris 6/Collège de France/CNRS.

³ Équipe de recherche "Développement & fonctionnement cognitifs" dans le Groupe d'Imagerie Neurofonctionnelle (GIN), CNRS UMR 6095, CEA LRC 36V, Universités de Caen et Paris-5 (site Sorbonne).

⁴ Unité de Recherche en Epistémologie et Histoire des Sciences et des Institutions Scientifiques (REHSEIS), UMR 7596, CNRS/Université Paris 7, & IHPST.

Programme

Mercredi 21 mai

8H45 (FOYER)

Accueil des participants / *welcome to participants*

9h30-10h

Introduction

Armand **DE RICQLES** & Jean **GAYON**

10H-13H

SESSION 1

Origines du discours fonctionnel dans les sciences de la vie et en psychologie

/Origins of functional discourse in the life sciences and in psychology

Président de séance / *Chair*: Jean **GAYON** (IHPST)

10h-10h30. James **LENNOX** (Un. de Pittsburgh, USA, Center for Philosophy of Science,)

Functions and history [Le concept de fonction : importance de l'histoire]

10h30-11h. François **DUCHESNEAU** (Un. de Montréal, Canada, Département de philosophie),

Rôle du couple « structure/fonction » dans la constitution de la biologie comme science [Role of the « structure/function » dichotomy in the constitution of Biology as a science]

Pause ½ h

11h30-12h. Laurent **CLAUZADE** (Un. Paris 1 & IHPST, Paris)

Phénomènes, propriétés, fonctions : le terme « fonction » dans la biologie française du début du 19^e s. [Phenomena, properties, functions: the term « function » in French biology in the early 19th Cy]

12h30-13h. Françoise **PAROT** (Un. Paris Descartes & IHPST, Paris)

Les psychologues fonctionnalistes de l'école de Chicago et le premier béhaviorisme [The functionalist psychologists of the Chicago School and the original Behaviorism]

14H-16H

SESSION 2

Théories philosophiques des fonctions

/Philosophical theories of function

Président de séance / *Chair*: Françoise **PAROT** (Un. Paris Descartes)

14h-14h30. Marie-Claude **LORNE** (Un. de Brest & IHPST, Paris)

La téléologie, l'explication et l'esprit : 50 ans de réflexion sur la fonction biologique et l'explication fonctionnelle [Teleology, explanation and the mind: 50 years of thinking about biological function and functional explanation]

14h30-15h. Karen **NEANDER** (Duke Un., USA, Department of Philosophy)

The Etiological Theory: An Update [L'approche étiologique : une mise à jour]

15h-15h30. Peter **MCLAUGHLIN** (Un. de Heidelberg, Allemagne, Department of philosophy)

"What functions are good for?" [À quoi les fonctions sont-elles bonnes ?]

Pause ½ h

16H-18H

SESSION 3

Fonction, selection et adaptation

/Function, selection, and adaptation

Président de séance : Anne **FAGOT-LARGEAULT** (Professeur au Collège de France)

16h-16h30. Jean **GAYON** (IHPST, Paris)

Raisonnement fonctionnel et niveaux d'intégration en biologie [Functional reasoning and levels of organization in biology]

16h30-17h. Philippe **HUNEMAN** (IHPST, Paris)

Fonctions et adaptations : une démarcation conceptuelle [Function and adaptations: a conceptual demarcation]

17h-17h30. Matteo **MOSSIO** (IHPST, Paris) & Cristian **SABORIDO** (Departamento de Logica y Filosofía de la Ciencia, Un. del País Vasco, Espagne)

Functions and self-maintenance [Fonction et auto-maintien]

Jeudi 22 mai

9H-12H15

SESSION 4

Structures et fonctions en morphologie et paléontologie

/ Structures and functions in morphology and palaeontology

Président de séance/Chair: Olivier **HOUDE** (Professeur à l'Un. Paris Descartes)

9h-9h30. Armand de **RICQLES** (Collège de France) & Jorge **CUBO** (Un. Paris 6, UMR 7179)

Le problème de la causalité complexe aux sources de la relation structuro-fonctionnelle ; 1/ généralités, 2/ l'exemple du tissu osseux [Complex causality as the root of the structure/function relation problem: 1/ general considerations; 2/ the example of the bone tissue]

9h30-10h. Christine **ARGOT** (Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Histoire de la Terre)

L'analyse fonctionnelle en paléontologie des mammifères - Forme, fonction et adaptation [Functional analysis in paleontology of mammals – form, function and adaptation]

10h-10h30. Stéphane **PEIGNE** (Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Histoire de la Terre)

Structure et fonction chez les Carnivores placentaires : inférences morpho-fonctionnelles à partir des dents et du squelette post-craniens [Structure and function in placental Carnivores ; morpho-functional inferences from teeth and post-cranial skeleton]

Pause ½ h

11h-11h30. Federica **MARCOLINI** (Dip. Scienze Geologiche, Università Roma Tre, Roma, Italie)

Enamel structure analysis as a tool for reconstructing feeding behavior of fossil voles (Arvicolidae, Rodentia, Mammalia) [Analyse de la structure de l'émail comme outil pour reconstruire le comportement alimentaire des campagnols fossiles (Arvicolidae, Rodentia, Mammalia)]

11h30-12h. Michel **LAURIN** (CNRS, UMR 7179)

Structure, fonction et évolution de l'oreille moyenne des vertébrés actuels et éteints: interprétations paléobiologiques et phylogénétiques [Structure, fonction and evolution of the middle ear of extant and extinct vertebrates: paleobiological and phylogenetic interpretations]

12h-12h30. Philippe **JANVIER** (Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Histoire de la Terre)

Anatomies éteintes, fonctions énigmatiques [Extinct anatomies, enigmatic functions]

14H-15H

SESSION 5

Structures et fonctions cognitives

/ Cognitive structures and functions

Président de séance/Chair: Alain **BERTHOZ** (Collège de France)

14h30-15h. Olivier **HOUDE** (Un. Paris Descartes, (Un. Paris Descartes, Institut Universitaire de France, Centre d'imagerie, 'Neurosciences' et applications aux pathologies, UMR 6232, CNRS, CEA)

Fonctions et structure cognitives [Cognitive functions and structures]

15h-15h30. Denis **FOREST** (Un. Jean-Moulin-Lyon 3 et IHPST, Paris)

Analyse fonctionnelle et reconnaissance des visages [Face recognition and functional analysis]

Pause ½ h

16H-18H

SESSION 6

Attributions fonctionnelles en biologie expérimentale

/ Functional ascriptions in experimental biology

Président de séance/Chair: Philippe **KOURILSKY** (Collège de France)

16-16h30. Michel **MORANGE** (Ecole Normale Supérieure et IHPST, Paris)

Les fonctions des protéines [The functions of proteins]

16h30-17h. Jean-Claude **DUPONT** (Un. de Picardie et IHPST, Paris)

Physiologie : L'histoire de l'intégration, de Spencer à Sherrington et après [Physiology : the history of integration, from Spencer to Sherrington and beyond]

17h-17h30h. Charles **GALPERIN** (IHPST, Paris)

Fonction, fonctionnement, multifonctionnalité en génétique du développement [Functions, functioning, multi-functionality in the Genetics of development]

17h30-18h. Thomas **PRADEU** (Un. de Caen & IHPST, Paris)

Peut-on attribuer une fonction au système immunitaire ? [Can a function be ascribed to the immune system?]

Vendredi 23 mai

9H-10H30

SESSION 7

Fonctions et origines de la vie

/ Functions and the origins of life

Président de séance/*Chair*: François **DUCHESNEAU** (Un. de Montréal)

9h-9h30. Christophe **MALATERRE** (IHPST, Paris)

Attributions fonctionnelles dans le monde prébiotique: le cas des ribozymes [Functional Ascription in the Prebiotic World: the Case of Ribozymes]

9h30-10h. Alvaro **MORENO** (Universidad del Pais Vasco, Departamento de Filosofía, Espagne)

The problem of the emergence of functional diversity in prebiotic evolution [Le problème de l'émergence de la diversité fonctionnelle dans l'évolution prébiotique]

10h-10h30. Stéphane **TIRARD** (Un. de Nantes & Equipe REHSEIS, Paris)

Aspects métaboliques de la fonction de nutrition dans le débat sur les origines de la vie au milieu du 20^e s. [Metabolic aspects of the nutrition function in the debate over the Origins of Life in middle 20th Cy]

Pause ½ h

11H-12H30

SESSION 8

Fonction and dysfonction

/ Function and dysfunction

Président de séance/*Chair*: Pierre **CORVOL** (Collège de France)

11h-11h30. Ulrich **KROHS** (Universität Hamburg, Department of Philosophy)

'Dys-', 'mal-' and 'non-': the other side of functionality ['Dys-', 'mal-' et 'non-': l'autre côté de la fonctionnalité]

11h30-12h. Élodie **GIROUX** (Univ Claude Bernard Lyon 1, Institut de Recherches Philosophiques de Lyon & IHPST, Paris)

Du concept de fonction biologique au concept de santé : les limites d'un transfert dans le domaine de la médecine [From the concept of biological function to the concept of health: the limits of a transfer into the field of medicine]

12h-12h30. Arnaud **PLAGNOL** (Un. de Paris 8, LPN & IHPST, Paris)

Le raisonnement fonctionnel en psychiatrie [Functional reasoning in Psychiatry]

14H-18H

SESSION 9

Le raisonnement fonctionnel dans les sciences de l'ingénieur et dans les sciences de la vie

/ Functional reasoning in engineering and the life sciences

Président de séance : Armand **DE RICQLES** (Collège de France)

14h-14h30. Daniel **BECQUEMONT** (Un. Lille 3)

« Design » histoire du mot et du concept : sciences de la nature, théologie, esthétique [“Design”: history of the word and history of the concept: the concept — natural sciences, theology, aesthetics]

14h30-15h. Tim **LEWENS** (Cambridge Un., UK)

Foot on Natural Goodness: Normativity in Organisms and Artefacts [Foot et la bonté naturelle : de la normativité dans les organismes et dans les artefacts]

15h-15h30. Anick **ABOURACHID** (Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Ecologie et Gestion de la

Biodiversité, UMR 7179) & Vincent **HUGEL** (Un. de Versailles, Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes de Versailles)

L'idée de fonction en biologie et en robotique : témoignage d'une collaboration autour de « RoboCoq » [The idea of function in biology and robotics : testimony on a collaboration around « RoboCoq »]

Pause ½ h

16h-16h30. Pieter **VERMAAS** (Delft Un. of Technology, Department of Philosophy) & Wybo **HOUKES** (Eindhoven Un. of Technology, Philosophy and Ethics of Technology)

Making artefacts and designing functions [Fabriquer des artefacts et concevoir des fonctions]

16h30-17h. Françoise **LONGY** (Un. de Strasbourg 2 et IHPST, Paris)

Pourquoi une même théorie pour les fonctions des organismes et des artefacts? [Why looking for a unified theory of function in organisms and artefacts?]

17H-18H

DISCUSSION-CONCLUSION

Débat avec la salle, animé par les responsables scientifiques des programmes de l'ACI

/ Debate with the public, led by the scientific coordinators of the programme

(Jean **GAYON**, Olivier **HOUDE**, Françoise **PAROT**, Armand **DE RICQLES**)

Résumés des communications

Abstracts

James LENNOX (Un. de Pittsburgh, USA, Center for Philosophy of Science)
jglennox@pitt.edu

Functions and history

Le concept de fonction : importance de l'histoire

In her classic 'In Defense of Proper Functions', Ruth Garrett Millikan claims to defend the idea that the concept of 'proper function' "looks to the history of an item to determine its function rather than to the item's present properties or dispositions." This paper looks at a standard historical objection to the Millikan account and the standard dismissal of that objection. This debate, I argue, rests on a misunderstanding of the nature of scientific concepts. What is needed is a phylogenetic analysis of concepts such as 'function' that allows us to see what the relevance of the history of science is in evaluating Millikan's argument. What has been missing in this debate, ironically, is some actual history.

Role of the « structure/function » dichotomy in the constitution of Biology as a science **Rôle du couple «structure/fonction» dans la constitution de la biologie comme science**

In the constitution of biology as a science, the distinction between organized and inorganic bodies played an essential role. At first glance, a difference in the relation between whole and parts was presumed to hold for living and non-living bodies. But that distinction could not be based on the sole modes of composition and structural ordering; a major difference had to be taken account of in terms of activity. The nature of organized bodies would depend on “a creative power subject to laws of organic planning, of harmony, since their parts are so disposed that they fit an end for which the whole exists; and this is what makes the organism distinctive.” (J. Müller, 1833) For the sake of analysis, that distinctive nature was identified with the so-called “economy” of vegetal and animal functions, even if the resulting analysis and derivative explanations tended to be limited to eliciting physicochemical processes by which the presumably equivalent functions would be accomplished. Things tended to change with the advent of the cell theory, which from the start set itself as a major component of a reductionist research strategy: physiological processes were for instance likened to crystallizations achieved under special constraints occasioned by the specifics of external and/or internal milieus. From that time on, even if the cell theory presented itself in various holistic guises, the etiological role assumed by global functions would be substituted by some notion of a combinative integration of properties and relations involving the organism’s various cellular microstructures: “the complex phenomena of life [...] are considered by physiology as boiling down to the combined activity of innumerable elementary cells, subordinated and associated so as to form higher-order vital units.” (O. Hertwig, 1898) This analytic reductionism for vital processes deciphered in terms of structures and physicochemical operations of cells conceived as vital units occasioned an apparent marginalization of explanations bearing on the functional raison d’être of organic systems. However, even in highly reductionist contexts, such as those surrounding the investigations of protoplasmic formations (cf. for instance, by Brücke and Verworn) or developmental mechanics (cf. for instance, by His, Roux or Chabry), there subsisted a latent appeal to analogies with global functions for interpreting the more elementary phenomena. It is noteworthy that E.B. Wilson (1896, 1925) put the synthesis he aimed at achieving between cytology and the theories of heredity and evolution under the patronage of a quotation from Virchow (1858): “every animal represents a sum of vital units each bearing in itself the complete features of life”. Why, in that historical phase of biology, did the analysis of elementary physiological mechanisms seem to require such a functional principle, which Wilson interprets as the admission of a “fundamental common plan of organization that underlies [the] endless external diversity [of living organisms]”?

Dans l’établissement de la biologie comme science, la distinction entre corps organisés et corps inorganiques joue un rôle essentiel. Intervient en premier lieu une différence présumée dans les rapports entre le tout et les parties pour les corps vivants et non vivants. Or le fondement de la distinction ne peut se prendre des seuls modes de composition et d’arrangement structurel : l’on doit tenir compte d’une différence majeure sur le plan de l’activité. Celle-ci renvoie, dans les corps organisés, à « un pouvoir créateur soumis aux lois d’un plan raisonné, de l’harmonie, car les parties sont disposées de telle sorte qu’elles répondent au but en vue duquel le tout existe, et c’est là précisément ce qui distingue l’organisme » (J. Müller, 1833). C’est évidemment dans l’économie des fonctions végétales et animales que se loge l’identification de cet objet spécifique pour fins d’analyse, même si cette analyse et les explications en découlant tendent à se réduire par la mise en lumière des processus physico-chimiques suivant lesquels les fonctions s’accomplissent. Les choses tendent à changer avec l’avènement de la théorie cellulaire qui, d’entrée de jeu, se définit comme partie intégrante d’une stratégie réductionniste : les processus physiologiques seraient à considérer comme analogues à des processus de cristallisation s’accomplissant suivant des contraintes spécifiques occasionnées par les milieux extérieur et/ou intérieur. À partir de ce moment, même si la théorie cellulaire connaît des variantes holistiques, le rôle étiologique assumé par les fonctions globales se voit remplacé par le schéma de l’intégration combinatoire des propriétés et des relations assignables aux diverses microstructures cellulaires dans l’organisme : « les phénomènes complexes de la vie [...] sont considérés par la physiologie comme n’étant que l’action combinée d’innombrables cellules élémentaires, subordonnées et associées de façon à constituer une unité vitale d’ordre plus élevé » (O. Hertwig, 1898). Ce réductionnisme analytique des processus vitaux déchiffrés en termes de structures et d’opérations physico-chimiques des cellules conçues comme unités vitales entraîne une apparente marginalisation de l’explication portant sur la raison d’être fonctionnelle des systèmes organiques. Or, même en contexte fortement réductionniste, tel celui qui prévaut dans les recherches sur les formations protoplasmiques (voir notamment Brücke et Verworn) ou sur la mécanique du développement (voir His, Roux ou Chabry), subsiste un recours latent à l’interprétation des phénomènes élémentaires selon des analogies renvoyant aux fonctions globales. Il n’est pas sans intérêt de noter que E.B. Wilson (1896, 1925) place la synthèse qu’il tente de réaliser entre cytologie et théories de l’hérédité et de l’évolution sous l’autorité d’une citation de Virchow (1858) : « Chaque animal représente une somme d’unités vitales qui portent chacune en elles-mêmes les caractères complets de la vie ». Pourquoi, dans cette phase historique de la biologie, l’analyse des mécanismes physiologiques élémentaires apparaissait-elle requérir ce principe fonctionnel que Wilson interprète comme l’admission d’un « fundamental common plan of organization that underlies [the] endless external diversity [of living organisms] » ?

Phenomena, properties, functions: the term 'function' in French biology in the early 19th Century.

Phénomènes, propriétés, fonctions : le terme « fonction » dans la biologie française du début du 19^e s.

Notre projet consiste à faire le bilan des travaux que nous avons entrepris dans le cadre de l'ACI, et à nous intéresser à l'usage du terme de « fonction » dans la biologie et la médecine issue du paradigme bichatien. L'expansion de ce paradigme est contemporaine, c'est du moins ce que semblent attester les dictionnaires de cette période, d'une attention accrue portée aux concepts théoriques organisant le savoir médical et biologique. Le paradigme issu de Bichat se développe dans deux directions dans lesquelles le terme « fonction » acquiert un usage différent.

1°. Dans la perspective de l'anatomie générale ou tissulaire, s'installe une double échelle anatomique (tissus, parenchymes, organes, appareils...) et physiologique (propriété, fonction, résultats...) à l'intérieur de laquelle la fonction représente un niveau physiologique correspondant à celui de l'organe ou de l'appareil. Cette présentation, sur laquelle réfléchissent des auteurs comme Comte ou Blainville, effectue véritablement l'installation d'un cadre théorique extrêmement prégnant, qui perdurera longtemps, et dans lequel, par exemple, viendra se loger, dans la seconde moitié du siècle, la catégorie nouvelle de cellule, issue de la biologie allemande. Une des questions récurrentes qui apparaît dans ce cadre, est celle de la classification et de l'énumération des fonctions. Mais cette question apparaît, ou plutôt constitue une sorte de préalable, à l'élaboration de l'autre champ de problématique.

2°. La théorie bichatienne accompagne aussi les débuts de la physiologie expérimentale, telle qu'elle est pratiquée en France par Fr. Magendie. La détermination des fonctions se fait alors par différenciation d'avec les propriétés physiques ou chimiques, comme on peut le voir dans la discussion que Bichat entreprend à propos de la chaleur animale, où il est amené à faire la distinction entre la caloricité (propriétés chimiques) et la calorification (fonction de la vie organique). Néanmoins, la notion de « fonction », dans la physiologie expérimentale apparaît comme lointaine, et faiblement opératoire. Certes, une classification générale des fonctions encadre cette physiologie, mais il est assez surprenant de voir le peu d'usage que Magendie fait de cette notion, et la très faible occurrence de ce terme dans ses travaux, au profit d'un terme assez vague comme celui de « phénomène », qui a l'avantage d'échapper à une qualification précise relativement à la nature de ce qui est étudié, et à sa position à l'intérieur d'une classification.

C'est donc ce double champ, et éventuellement les discordances qui s'y font jour, que nous nous proposons d'explorer dans notre intervention.

The functionalist psychologists of the Chicago School and the original Behaviorism **Les psychologues fonctionnalistes de l'école de Chicago et le premier béhaviorisme**

Functionalism is a peculiar moment in the history of psychology but in the history of sociology or architecture too. Each of these disciplines considers Chicago as the very core of this movement. According to Louis Sullivan, for instance, the design of a building has to be inspired by its particular function; he summarizes his architecture concept by the famous "Form follows function", which is the motto of his functionalism.

When, at Chicago more than elsewhere in the US, industrial capitalism was developing, when this town was to be almost entirely reconstructed, when was founded a new modern university, the philosophy of Dewey and James conducted to a conception of consciousness as a tool for adapting to a new world.

Functionalism began with a strong debate: according to Titchener, psychology must study consciousness structures before to consider its function within their environment; Chicago's functionalists (Dewey, Mead, Angell) wanted to study mind and consciousness as acting and adapting and were not concerned with its decomposition. But their methodology was still introspective.

It's primarily this methodological problem which invited functionalism to proceed to experiments concerning the functioning of animal organisms in their own environment; of course, they confronted the insolvable question of the links between animal consciousness and behavior. Watson's behaviorism became the functionalism issue: it distorted the philosophy of Chicago because Watson refused any theoretical or philosophical considerations and was only concerned with objective behaviors.

From that moment, it was at Johns Hopkins (Baltimore) that the functionalist conception of selection of behaviors as an adapting process was to be studied.

Le fonctionnalisme passe pour un courant de la psychologie, mais aussi de la sociologie et de l'architecture entre autres. Pour chacune de ces disciplines, son histoire commence à Chicago, dans le dernier quart du 19^e siècle. En architecture par exemple, Louis Sullivan insiste pour que la forme (le *design*) d'un nouveau bâtiment comme ceux qu'il construit dans la ville s'inspire de sa fonction à venir, ce qu'il résume par la formule « Form follows function ».

Au moment où se développe là plus qu'ailleurs le capitalisme industriel, où se reconstruit cette ville après le grand incendie de 71, où est fondée une université moderne, la philosophie de Dewey et celle de James inspirent une conception de la conscience comme instrument d'adaptation à un monde changeant.

Une polémique anime les débuts de cette philosophie : alors que Titchener prône, suivant en cela Wundt, la détermination préalable des structures de la conscience par le recours à l'introspection expérimentale, les fonctionnalistes de Chicago (Dewey, Mead, Angell) invitent à l'étudier en action, sur le terrain ; cependant, leur méthode d'investigation reste l'introspection.

C'est en grande partie en raison de cette difficulté méthodologique que le fonctionnalisme américain se tourne, dès le début du 20^e siècle, vers les recherches sur l'animal et se trouve confronté à des questions insurmontables sur les liens entre la conscience de l'animal et son comportement. Le behaviorisme de Watson, élève de Angell, assure la postérité du fonctionnalisme tout en le dénaturant puisqu'il évacue toute réflexion sur la conscience ou l'esprit au profit de l'analyse des seuls comportements observables. C'est désormais à Baltimore, à l'université Johns Hopkins, que se poursuit ce courant d'étude de la sélection des comportements aux fins d'adaptation de l'organisme.

Marie-Claude LORNE (Un. de Brest & IHPST, Paris)
mc_lorne@yahoo.fr

Teleology, explanation and the mind: 50 years of thinking about biological function and functional explanation

La téléologie, l'explication et l'esprit : 50 ans de réflexion sur la fonction biologique et l'explication fonctionnelle

Current theories of biological function and functional explanation derive from a rich history that can be traced back at least to the mid-1950s. I set out to show how the present state of thinking about biological function has been determined by a number of influences which are not confined to preoccupations pertaining to the field of the philosophy of biology proper. The first motivation of philosophers in the 1950s and 1960s was to understand whether and under which conditions the use of teleological notions such as those of function, goal and purpose was acceptable in biology. However, in the 1970s the criticisms of the covering-law model and their implications for functional explanations triggered a renewal of interest in the question and a modification of the standard form that a theory of function should have. Hence an impetus from the general philosophy of science was operative in giving a new shape to the reflection about function. Moreover from the mid-1980s, the etiological theory of function was to a large extent developed to strengthen the naturalization of intentionality program. It has contributed to make an evolutionary understanding of function more precise and has put a new emphasis on the normative dimension of function. Thus, one of the most influential theories of biological function was proposed to solve problems from the philosophy of mind.

I will seek to spell out the consequences of this range of influences on the theory of function and explicate at each stage the new directions it gave to the general attempt to understand what a function is.

Karen NEANDER (Duke Un., USA, Department of Philosophy)
kneander@duke.edu

The Etiological Theory: An Update
L'approche étiologique : une mise à jour

I begin with an old problem for the etiological theory of biological functions. How can the theory accommodate the fact that traits can lose their functions or change their functions over time? A familiar response to this has been that only recent selection counts, but (following Neander, 2002) I'll suggest a different response. It involves demarcating trait lineages at places where there has been a change in the direction of selection. I also suggest that this provides us with a useful way of classifying homologous traits. I then argue that this meets an objection raised by Cummins (2002) and another revived by Griffiths (forthcoming). Griffiths' objection is to combining an etiological theory of functions with the claim that functions are used in classifying traits. On the one hand, it is said that a trait has the function of doing what that type of trait was selected for, which implies that we must know its type before we can decide its function. On the other hand, it is said that traits are classified on the basis of their functions, which implies that we must know a trait's function before we can decide its type. This seems circular. Cummins' objection appeals to the fact that selection requires variation. He argues that there can be no selection for the functions of complex adaptations, since each improvement is at best selected for whatever slight benefit it has relative to the current competition.

What functions are good for?

À quoi les fonctions sont-elles bonnes ?

In the philosophical debate about functional explanation a mainstream pluralism about functions has emerged: there are at least three kinds of functions and functional explanations: intentional functions, causal-role functions, and etiological functions. Intentional functions apply to artifacts or to other things only insofar as they are viewed as artifacts. It is furthermore more or less consensually agreed that all etiological functions are also causal-role functions of some sort; the difference between the two lies in the fact that on the etiological view the causal role of a function bearer also contributes in some intelligible sense to an explanation of why the function bearer is where and/or what it is. In this talk I shall argue that while intentional and causal-role functions explicitly appeal to agents that have interests, etiological approaches to functions - whatever the mechanism they postulate to guarantee that what something does explains why it is there - implicitly commit themselves to the existence of (at least submental) beneficiaries of those functions. A functional regress is ended by something that the functions are good for.

Functional reasoning and levels of organization in biology

Raisonnement fonctionnel et niveaux d'intégration en biologie

Biologists ascribe functions to nearly all vital structures and processes at all levels of integration. But their explicit understanding of the content of the notion of function is most often organized around the structure/function dichotomy, a pre-Darwinian perspective indeed. The philosophers who have tried to define the concept of function in the past three or four decades have been more sensitive to the extreme liberality of the biologists' functional ascriptions in practice. In general, the philosophers' definitions refer to "traits", a rather neutral and vague term. Our communication aims at confronting the liberality of the biologists' functional discourse to the current philosophical theories of function.

We will first examine three limit cases where the ascription of function to biological entities leads to serious difficulties in the current philosophical theories of function (systemic theory and selective etiological theories): atoms and elementary molecules (e.g. O₂, H₂O), organisms, and species. This enquiry will show that the selective-etiological theories are more requiring (more intolerant to limit-cases) than the systemic approach. This fits well with the fact that the selective (or evolutionary) theories are intimately associated with a definite biological theory, the theory of evolution through natural selection.

We will further examine William Wimsatt's suggestion according to which biological functions are not rigorously attributed to physical objects (structures or systems), but to "behaviours" (or operations). For instance, what has a function is not the heart but what it does. This notion of function is closer to the traditional notion of "functioning" than the current theories discussed by philosophers. The interest of this perspective will be discussed with respect to two cases of scientific context where functional ascriptions are notoriously problematic: behavioural sciences and paleontology.

Les biologistes attribuent des fonctions à pratiquement toutes les structures et tous les processus vitaux à tous les niveaux d'intégration. Mais leur compréhension explicite du contenu de la notion de fonction est le plus souvent ordonnée autour du couple conceptuel structure/fonction, cadre en vérité pré-darwinien. Les philosophes qui ont cherché depuis trois ou quatre décennies à définir le concept de fonction ont été sans doute plus sensibles à l'extrême libéralité des attributions fonctionnelles réalisées par les biologistes en pratique. Ces définitions font en general reference à des traits", terme qui a l'avantage de la généralité. Notre communication confronte la libéralité du discours fonctionnel en biologie aux theories philosophiques modernes de la fonction.

Nous examinerons d'abord trois cas-limites dans lesquels l'attribution de fonctions à des entités biologiques sont susceptibles de poser problème pour les theories philosophiques de la fonction couramment discutées (théorie systémique et theories étiologiques sélectives): les atomes et molecules élémentaires (par ex. O₂, H₂O), les organismes et les espèces. Cette enquête montrera que les theories sélectives de la fonction sont plus exigeantes, ce qui ne surprend pas car elles sont liées à une théorie biologique particulière, la théorie de l'évolution par selection naturelle.

Nous examinerons ensuite la proposition de William Wimsatt selon laquelle ce n'est pas à des objets physiques (structures ou systèmes) qu'en toute rigueur les biologistes attribuent des fonctions, mais à des comportements. Par exemple ce n'est pas le cœur qui a une fonction, mais ce qu'il fait. Cette conception rapproche la notion de fonction de celle de fonctionnement. L'intérêt d'un tel point de vue sera discuté dans des contextes où les attributions fonctionnelles sont notoirement délicates au regard des theories usuelles des fonctions: sciences du comportement et paléontologie.

Function and adaptations: a conceptual demarcation

Fonctions et adaptations : une démarcation conceptuelle

Etiological theory of functions subscribe to a realist stance about functions by conceiving of functional ascriptions as statements about selective (Millikan, 1984, Neander, 1991) or at least evolutionary (Buller 2001) causal history of traits, through which the presence of the trait is explained. This powerful interpretation of functional ascriptions and explanations in several biological fields however faces a difficulty when it comes to a general view of evolutionary biology. If the function of feathers is to enhance flight, or the function of the horn of the Dimetrodon (Turner 1999) is to contribute emitting sound signals, it seems that it is also the reason why those traits are adaptations. Indeed, a dominant consensus among philosophers of biology holds that the concept of adaptation means precisely a trait resulting from natural selection (Brandon, 1996, Sober, 1994, Griffith, 1999). Therefore SE function appears to be a redundant concept, such that it could be replaced by adaptation.

This talk will handle this issue by considering the difference between the use of functional ascriptions and the use of adaptation explanations. I claim that in this regard adaptations and etiological proper functions are conceptually different, whereas in most cases their instantiations ontologically overlap. A first argument for their conceptual difference is the relation between adaptations and overall adaptedness, as compared to the exclusively trait-centered character of functional ascriptions because nothing about functions will correspond to what overall adaptedness is for adaptations. To specify this conceptual difference, I will therefore consider two cases where what would be the proper of SE function of a trait seems to belong to the pathological domain.

Sickle cell allele codes for blood cells with a bad shape, which are less efficient in carrying blood; however, heterozygotes with the sickle cell allele fare better in environments with malaria. Those cells seem dysfunctional, if we consider that blood cells are here because they carry the blood; however, the sickle cell allele is an adaptation for malaria-resistance. From the viewpoint of the etiological theory the sickle cell alleles seem both to have a function (namely, their adaptation) and to be dysfunctional (given the SE function of the blood cells). The easiest conclusion seems that we should talk only of adaptations and to get rid of SE functions, while equating functions to mere causal role in physiological systems (i.e. functions sensu Cummins 1975). I wish to try to refine this conclusion and somehow save etiological functions. The second example, the selfish genetic elements, displays a divorce between SE functions and the usual talk of functions: for instance, non coding DNA (Crick and Orgel 1974, Doolittle and Sapienza 1977) would be here because it replicates faster than other DNA sequences, or sex-linked killer genes like segregation distorters (Burt and Trivers 2006) are here because they suppress the other chromosome during meiosis, but, contrary to the diagnostic of etiological theories, we are reluctant to say that those processes are their function, though they are clearly adaptations (i.e. results of natural selection). Segregation distorters, rather, are considered as dysfunctional. To avoid the problem, we could give up on function talk and keep up with the concept of adaptation. Alternatively, I will argue that the usual function talk, even in evolutionary biology, assumes the embedding of the focal trait in a larger system (here, the genes in a chromosome and finally an organism). Those restricted etiological functions thereby differ from the concept of adaptation to the extent that to be an adaptation is a property of traits as such with no supplementary conditions.

Matteo **MOSSIO** (IHPST, Paris) & Cristian **SABORIDO** (Departamento de Logica y Filosofía de la Ciencia, Un. del País Basco, Espagne)
mossio@di.ens.fr, cristian.saborido@ehu.es

Functions and self-maintenance

Fonction et auto-maintien

Le problème philosophique généré par la notion de fonction réside dans la nécessité de concilier deux exigences théoriques à l'apparence en conflit. D'une part, les attributions fonctionnelles semblent jouer un rôle explicatif réel pour comprendre la nature de certaines catégories de systèmes. D'autre part, la notion de fonction, en faisant référence à un effet qu'une composante est censée produire, semble posséder une dimension normative dépassant la causalité efficiente ordinaire. En particulier, la normativité des fonctions semble impliquer une forme de téléologie, qui expliquerait l'existence d'une composante dans un système en termes de ses effets. Par exemple, le cœur est censé (à la fonction de) pomper le sang *parce que* pomper le sang est la raison pour laquelle les organismes possèdent un cœur. Dans ce sens, le rôle explicatif des fonctions requiert la naturalisation de leur dimension normative, de manière à rendre la notion de fonction compatible avec la structure de l'explication scientifique généralement admise.

Dans ce travail, nous articulons une approche originale des fonctions, basée sur l'hypothèse selon laquelle les attributions fonctionnelles fournissent une information sur les propriétés de l'organisation d'un système biologique. En particulier, nous suggérons que le concept de fonction est intrinsèquement lié à l'idée d'*organisation auto-maintenue*, définie par deux propriétés distinctives, la clôture et la différenciation organisationnelles. Plus spécifiquement, les fonctions peuvent être caractérisées comme des contributions à l'organisation d'un système auto-maintenu : un processus est fonctionnel si et seulement s'il est soumis à clôture causale dans un système organisationnellement différencié. Ainsi, nous soutenons que notre approche offre une solution satisfaisante au problème philosophique des fonctions, car elle fournit un cadre théorique dans lequel les attributions fonctionnelles sont à la fois explicatives et informationnelles (en termes organisationnels) et parfaitement compatibles avec une description naturalisée de la normativité.

Nous détaillons ensuite plusieurs implications importantes de cette hypothèse. En premier lieu, elle permet de tracer une frontière entre les systèmes naturels dont les parties semblent avoir des fonctions (typiquement les systèmes biologiques) et les systèmes naturels qui n'admettent pas d'attributions fonctionnelles (comme les systèmes physiques). En deuxième lieu, elle fournit un critère théorique pour identifier la classe de processus pour lesquels les attributions fonctionnelles sont pertinentes. Dans ce sens, elle permet de distinguer entre contributions fonctionnelles et effets dysfonctionnels ou neutres. En troisième lieu, notre approche est en mesure de rendre compte de la distinction entre fonctions propres et secondaires (ou accidentelles). À ce propos, nous argumentons qu'elle permet notamment d'expliquer pourquoi les fonctions propres ont été habituellement associées aux effets sélectionnés (« selected effects »). En dernier lieu, nous suggérons que le cadre théorique proposé est suffisamment général pour rendre compte à la fois des attributions fonctionnelles aux systèmes biologiques et aux artefacts.

Complex causality as the root of the structure/function relation problem: 1/ general considerations; 2/ the example of the bone tissue

Le problème de la causalité complexe aux sources de la relation structuro-fonctionnelle ; 1/ généralités, 2/ l'exemple du tissu osseux

Biological functions, at all integrative levels of biology, are readily understood as the justification (or explanation) of the actual occurrence of the structures involved into their execution. This brings back directly to Aristotelian « final causes » and it is why modern epistemologists have struggled to offer concepts of function rid of any finalism. The two current answers, known as the etiological and systemic concepts of function respectively echo Mayr's distinction between historical and functional biology (1961). Those two aspects of biology convey either the historical (phylogenetic) or functional (mechanistic) modes of explanations for every actual structuro-functional occurrences. Each aspect is set within distinct epistemological (experimental/nomological vs. comparative/historical) frameworks, dealing with the analysis of proximate and ultimate causes, respectively.

A third point of view on causal explanation of form/function relationships was reintroduced in modern science by Seilacher (1970) and Gould, (2002) namely a structuralist (or constructional) input which mainly deals with the constraints (eg. topological) imposed by the materials organisms are built from.

Accordingly, three general aspects of causation, historical, functional and structural, may be involved together in the origin of any form/function relationship in biology.

Integrating them should bring satisfactory causal explanations of empirical data. However, little progress has been accomplished in practice towards this goal, because a methodologically efficient tool was lacking. We have applied a new statistical method which allows partitioning the variation of a given biological trait among the three causal factors evoked above to analyze growth function in bone. 1/ Historical component. The variation of bone growth rates contains a significant phylogenetic signal, suggesting that the observed patterns are partly the outcome of shared ancestry. 2/ Functional causation. Resting metabolic rate may determine the maximum possible bone growth rate. 3/ Structural constraint. While soft tissues grow through a multiplicative process, growth of mineralised tissues is accretionary (additive, i.e. it occurs only at free surfaces). Bone growth of many amniotes partially circumvents this topological constraint by new bone being laid down not only at the external surface of the bone shaft, but also within cavities included in the bone cortex as it grows centrifugally. The three causal components interfere a great deal: i.e. the functional causation is in part phylogenetically structured. Accordingly, it becomes possible now to decipher quantitatively the complex causality of the structure/function conundrum.

Functional analysis in paleontology of mammals – form, function and adaptation

L'analyse fonctionnelle en paléontologie des mammifères - Forme, fonction et adaptation

In vertebrate palaeontology, the functional analysis of a skeletal part refers to the understanding of the evolutionary history of forms: what does the bone shape, articular shape or muscular attachment teach us about the function of the skeletal element considered? This talk is an overview of the method followed by a palaeontologist when trying to interpret functionally a structure, and the problems met on this occasion. Functional interpretations are indeed inferred from living species, sometimes poorly known or understood themselves, or whose ecology constraints the behaviour in a different way than does the structure itself. Such points will be mentioned, as well as cases of mosaic evolution, linked features, and fossil features considered as “enigmatic” because not found in living species. A few questions will be evoked: is the function of a structure easier to identify when the locomotion of the species under study is specialised? May the locomotion of a plesiomorphic species appear as already specialised? Partial answers and examples will be taken in mammals, especially metatherians (Borhyaenoidea), placental carnivores (Amphicyonidae), and xenarthrans sloths (Megalonychidae, Megatheriidae).

En paléontologie des vertébrés, l'analyse fonctionnelle d'un élément squelettique rejoint la compréhension de l'histoire évolutive de la forme: qu'est-ce que la forme d'un os ou d'une de ses parties (articulation, insertion musculaire) nous apprend quant à la fonction exercée par cet élément squelettique? Cette présentation va donner un aperçu de la démarche suivie par un paléontologue lorsqu'il tente d'interpréter fonctionnellement une structure, et les problèmes qu'il rencontre à cette occasion: la fonction de tel ou tel élément squelettique fossile est en effet habituellement extrapolée à partir de modèles actuels, parfois eux-mêmes mal connus ou mal compris, ou dont l'écologie contraint le comportement différemment de la structure originelle. Ces points seront évoqués, ainsi que les notions d'évolution en mosaïque, de caractères liés, et de caractères fossiles « énigmatiques », mal compris car non représentés dans la nature actuelle. Quelques questions seront abordées: la fonction d'une structure est-elle plus clairement identifiable lorsque la locomotion est plus spécialisée? La locomotion d'une espèce considérée comme plésiomorphe peut-elle apparaître comme déjà spécialisée? Des éléments de réponse et exemples de cas particuliers seront puisés au sein des mammifères, chez des métathériens (Borhyaenoidea), des carnivores placentaires (Amphicyonidae) et des paresseux xénarthres (Megalonychidae, Megatheriidae).

Structure and function in placental Carnivores ; morpho-functional inferences from teeth and post-cranial skeleton

Structure et fonction chez les Carnivores placentaires : inférences morpho-fonctionnelles à partir des dents et du squelette post-crâniens

During his research, the paleontologist most frequently studies fragmentary remains of organisms. From such remains, how can he have an idea of the general aspect of an animal, of its size, body mass, diet, posture and locomotion, predatory behaviour, and, finally, ecology ?

Interpreting fossil remains is mainly based on our knowledge and analysis of the anatomy of extant species. Based on the homology principle, identifying a correlation between the structure and the function of an anatomical trait in an extant species 'A' strongly suggests that this correlation also exists in a fossil species 'B', especially if it is closely related to 'A'.

In the present talk, several examples will illustrate the relationships between the structure and function in Carnivores, especially dealing with the teeth and postcranial skeleton.

- teeth. Due to their composition (enamel), teeth are a very resistant material more easily fossilized than bones so that they are the most frequently studied fossil remains by paleomammalogists. Systematics and phylogeny of fossil mammals are indeed mostly based on dental morphology. Interestingly the study of extant Carnivores indicates that there are undisputable relationships between the structure (of enamel), the morphology, the dental wear of teeth and their function, which is related in fine to the diet. These relationships are used to infer the paleoecology and diet of fossil species.

- postcranial skeleton. More rarely preserved in the fossil record, the postcranial bones provide significant additional data on the paleobiology of a species. The analysis of the shape and proportions of long bones, muscular insertions, and joints allow us to better understand the biomechanic and functional morphology of taxa.

Limits and constraints of the paleontological reconstructions must also be underlined. Even based on relatively complete remains, our interpretations or inferences may considerably be biased from a lack of empirical data. It is therefore necessary to be cautious when we paleontologists propose inferences or reconstructions of extinct animals.

Le paléontologue ne dispose le plus souvent que de restes fragmentaires des organismes qu'il étudie. Comment, à partir de ce type de restes, peut-il avoir une idée de l'aspect général d'un animal, de sa taille et de son poids corporel, de son régime alimentaire, de sa posture et de sa locomotion, de son comportement de prédation et plus généralement, de son écologie ?

L'interprétation des restes d'espèces fossiles est basée principalement sur notre connaissance et notre analyse de l'anatomie des espèces actuelles. Selon un principe d'homologie, s'il existe une corrélation entre la structure et la fonction d'une structure anatomique chez une espèce A actuelle, il y a de fortes probabilités que cette corrélation existe aussi chez une espèce B éteinte, en particulier si les espèces A et B ont des relations de parenté proche.

Dans le cadre de cette exposé, plusieurs exemples seront développés afin d'illustrer les relations entre structure et fonction chez les Carnivores, en insistant sur les dents et le squelette post-crânien.

- les dents. En raison de leur composition (email), les dents sont particulièrement résistantes ; elles se fossilisent mieux que les os et sont devenues le matériel de recherche privilégié des paléomammalogistes. Ainsi, la morphologie des dents est à la base de la systématique et la phylogénie des mammifères fossiles. Ce qui est plus intéressant est que l'étude des Carnivores actuels montre qu'il y a des relations incontestables entre, d'une part, la structure (de l'email), la morphologie et le pattern d'usure des dents et, d'autre part, leur fonction, donc le régime alimentaire. Ces relations sont à la base des reconstructions paléoécologiques et du régime alimentaire des espèces fossiles.

- le squelette post-crânien. Bien que moins souvent préservés, les éléments du squelette post-crâniens apportent des données complémentaires indispensables à la paléobiologie des espèces. L'analyse de la forme, des proportions des os longs, des insertions musculaires et des articulations permet de mieux comprendre la biomécanique et la morphologie fonctionnelle des animaux étudiés.

Il s'agira aussi de montrer les limites ou contraintes imposées par les reconstructions paléontologiques. En effet, même en disposant de restes fossiles très complets, notre interprétation ou nos inférences peuvent souffrir de biais considérables par manque de données empiriques. Il appartient donc au paléontologue d'être prudent lorsqu'il propose des inférences ou des reconstructions paléontologiques d'animaux éteints.

Enamel structure analysis as a tool for reconstructing feeding behavior of fossil voles (Arvicolidae, Rodentia, Mammalia)

Analyse de la structure de l'émail comme outil pour reconstruire le comportement alimentaire des campagnols fossiles (Arvicolidae, Rodentia, Mammalia)

Would we compare the cheek teeth of a rhino with those of a vole, we would find out that these teeth function in a very similar way, since the enamel that cover the dentine forms cutting edges that process the fibrous food that these animals feed on, and they share a similar power stroke in their mastication. In herbivores the type of stroke is strongly indicative of the diet (browsing vs. grazing), suggesting that the quality of the enamel, having functional significance in relation to mastication and reflecting the stress patterns during the masticatory process, have a strong potential for palaeodietary reconstruction in rodents. During the 80's a new technique has been introduced: Schmelzmuster (enamel structure) analysis (Königswald, 1980; 1982), representing the threedimensional microhistological pattern of apatite crystals composing arvicolid molars. Three enamel types (radial, tangential, and lamellar) were defined in arvicolids on the basis of the arrangement of enamel crystals and the orientation of individual prisms, while different arrangements have been evidenced in different families, suggesting that these changes are correlated with modifications in habitat and diet. The added complication (or quality) of enamel leads to molars that are less likely to crack, while thinning of the edges is somehow correlated with increased efficiency in processing terrestrial grasses, perhaps by increasing their shearing ability (Martin, 1993; Martin et al., 2006). Quantitative studies on the Schmelzmuster of extant voles, such as Arvicola, whose species have different ecological adaptations, might give new insights on feeding habits of extinct arvicolids species.

Königswald, W. V. 1980. *Abh. Senck. Naturforsch. Gesellsch.*, 539: 1-129.

Königswald, W.v. 1982. In: Kurten, B., *Teeth: form, function and evolution*, pp. 109-122.

Martin, L.D. 1993. In: Martin, R.A. & Barnosky, A.D., *Morphological change in Quaternary mammals of North America*, pp. 205-225.

Martin, R.A. et al. 2006. *J. Mamm. Evol.*, 13 : 223-241.

Structure, fonction and evolution of the middle ear of extant and extinct vertebrates: paleobiological and phylogenetic interpretations

Structure, fonction et évolution de l'oreille moyenne des vertébrés actuels et éteints: interprétations paléobiologiques et phylogénétiques

*Until recently, most paleontologists believed that lissamphibians originated from temnospondyls, and that the tympanic middle ear present in most anurans was derived from a similar structure in temnospondyls. Thus, the ability to hear high-frequency air-borne sounds was thought to have appeared in stem-amphibians in the late Carboniferous or the early Permian, about 300 MY ago. This implied that the tympanum and associated structures had disappeared in apodans and urodeles. Recent data from the otic region of the Carboniferous temnospondyl *Iberospondylus schultzei* show that this taxon did not possess a tympanum; instead, a bony septum closed the otic notch, thus separating the stapes from the area where other authors placed the hypothetical tympanum. A review of the evidence shows that the widely held idea that many temnospondyls possessed a tympanum is unlikely; the stapes of this group is always more massive than that of similarly-sized extant tetrapods that possess a tympanum, and a fusion between the stapedia footplate and the neurocranium is incompatible with the function of a typical tympanic middle ear. Other arguments presented to support the presence of a tympanum in temnospondyls also appear to be invalid. Furthermore, recent analyses show that temnospondyls are probably stem-tetrapods, and that lissamphibians are derived from "lepospondyls", that did not possess a tympanum. Thus, stem-amphibians probably never had a tympanum, and the absence of this structure in apodans and urodeles is primitive, rather than resulting from a loss. The tympanum of anurans originated more recently than previously believed, perhaps as late as in the Triassic, about 220 MY ago.*

Récemment encore, la plupart des paléontologues pensaient que les lissamphibiens descendaient des temnospondyles et que l'oreille tympanique des anoures dérivait de celle des temnospondyles. Ainsi, la capacité à entendre les sons de haute fréquence dans l'air était censée être apparue dès le Carbonifère supérieur ou le Permien inférieur chez des amphibiens-souches. Cette thèse implique que l'absence de tympan chez les urodèles et les gymnophiones résulte d'une perte. Des données récentes sur la région otique du temnospondyle carbonifère *Iberospondylus schultzei* démontrent que ce taxon ne possédait pas de tympan, puisqu'une cloison otique fermait l'échancrure otique et séparait ainsi le stapes de l'emplacement du tympan hypothétique. Une synthèse des données pertinentes montre que l'hypothèse de la présence d'un tympan chez les temnospondyles est mal étayée. En effet, le stapes des temnospondyles est bien plus robuste que celui de tétrapodes actuels de taille similaire possédant un tympan. De plus, le stapes des temnospondyles fusionne souvent pendant l'ontogenèse avec le neurocrâne, ce qui est incompatible avec le fonctionnement d'une oreille tympanique. D'autres arguments précédemment invoqués pour justifier la présence d'un tympan dans ce groupe apparaissent également peu crédibles. De plus, certaines analyses phylogénétiques suggèrent que les temnospondyles sont des tétrapodes-souche et que les lissamphibiens sont des « lépospondyles ». Or, comme ces derniers ne possédaient pas de tympan, cette structure n'aurait alors jamais existé chez les urodèles et les gymnophiones. Le tympan des anoures serait alors une structure plus récente qu'on ne l'avait cru et pourrait dater de la fin du Permien ou du Trias, il y a environ 200 Ma.

Extinct anatomies, enigmatic functions

Anatomies éteintes, fonctions énigmatiques

The older the fossils, the more difficult it becomes to elucidate the function of their anatomical structures, because of the paucity of extant proxies. The homology between fossil and extant anatomical structures is elucidated on the basis of the most parsimonious congruence in the distribution of numerous other characters, but the function of certain of 'extinct', or 'lost' characters, which merely have extant analogues, largely rest on imagination. The anatomy of the earliest vertebrates, from the Lower Palaeozoic (-535 to -360 Ma) provides examples of anatomical structures which, although belonging to the general vertebrate body plan, display a morphological disparity that contrasts with the stability of their homologues in living vertebrates. An example is the cases of extreme polybranchy in two extinct groups of jawless vertebrates from the Silurian and Devonian (-430 to -360 Ma), the euphaneropids and galeaspids. Euphaneropids display at least 33 pairs of functional gill pouches that extend from the entrance of the pharynx to the anal region, thereby shifting dorsally the entire digestive tract. Although devoid of jaws, galeaspids are stem gnathostomes, or 'ostracoderms', and possessed from 7 to 45 pairs of gill pouches. Polybranchy also occurs to a lesser degree in the Ordovician (-470 to -460 Ma) arandaspids, the earliest fully skeletonized vertebrates, which show at least 17 pairs of external gill openings. Such a lability in the number of gill arches or pouches contrasts with their remarkable stability in living lampreys (7 arches) and jawed vertebrates (generally 5 arches or less). Only living hagfishes show an important, even intraspecific, variation of the number of gill arches (from 6 to 15). Although they may evoke the otherwise very different condition in cephalochordates, are such cases of polybranchy in Palaeozoic vertebrates a primitive condition for all vertebrates? The earliest known vertebrates, the Lower Cambrian (535 Ma) myllokunmingiids only display 6 pairs of gill arches. It is suggested that polybranchy is a derived state that may have appeared several times under the selective pressure of particularly anoxic environments. Why did such cases never occur later (apart from the 6 and 7 pairs of branchial arches in some chondrichthyans) in a similar anoxic context? Which innovation in the regulation of vertebrate development has led to the remarkable stability of the maximum number of gill arches in lampreys and jawed vertebrates since the Palaeozoic? Fossils sometimes reveal structures that are at the limits of the 'anatomically possible', but tell us little or nothing about the morphogenetic mechanisms and functions they imply.

Plus les fossiles sont anciens, plus il devient difficile d'élucider la fonction de certaines de leurs structures anatomiques, du fait de la raréfaction des modèles actuels phylogénétiquement et morphologiquement proches. L'homologie anatomique entre des structures fossiles et actuelles est élucidée sur la base de la congruence parcimonieuse de nombreux caractères, mais la fonction des structures anatomiques « éteintes », qui n'ont plus guère que des analogues actuels, fait largement appel à l'imagination. L'anatomie des plus anciens Vertébrés du Paléozoïque inférieur (-535 à -360 Ma) fournit des exemples de structures anatomiques qui, bien qu'appartenant au plan d'organisation général des Vertébrés, présentent une disparité morphologique qui contraste avec la stabilité de leurs homologues chez les Vertébrés actuels. Un exemple est celui des cas de polybranchie extrême chez deux

groupes de Vertébrés sans mâchoires du Silurien et du Dévonien (-430 à -360 Ma), les Euphaneropidés et les Galéaspides. Les Euphaneropidés présentent au moins 33 paires de poches branchiales fonctionnelles s'étendant depuis l'entrée du pharynx jusqu'à la région anale, repoussant ainsi dorsalement l'ensemble du tube digestif. Les Galéaspides, bien que dépourvues de mâchoires, sont des Gnathostomes souche, ou « Ostracodermes », et possédaient de 7 à 45 paires de poches branchiales selon les taxons considérés. La polybranchie est aussi présente, à un moindre degré, chez les Arandaspides de l'Ordovicien (-470 à -460 Ma), les plus anciens Vertébrés pourvus d'un squelette, qui montrent au moins 17

paires d'ouvertures branchiales externes. Cette labilité du nombre des arcs branchiaux contraste avec leur remarquable stabilité chez les Lamproies (7 arcs) et les Gnathostomes (généralement 5 arcs ou moins) actuels et fossiles. Seules les Myxines présentent une importante variation, même intraspécifique, du nombre des poches branchiales (de 6 à 15). Ces cas de polybranchie chez les Vertébrés paléozoïques, qui ne sont pas sans évoquer l'appareil branchial (certes fort différent) des Céphalochordés, représentent-ils un état primitif pour l'ensemble des Vertébrés? Les plus anciens Vertébrés connus, les Myllokunmingiides du Cambrien inférieur, ne montrent cependant que 6 paires d'arcs branchiaux. Il est donc suggéré que la polybranchie est un état dérivé, peut-être apparu sous l'effet de la pression sélective d'un environnement pauvre en oxygène. Pourquoi de tels cas n'ont-ils pas réapparu au cours des périodes plus récentes (à l'exception des 6 et 7 paires d'arcs branchiaux de quelques chondrichthyens) dans des contextes identiques d'anoxie? Quelles innovations dans la régulation du développement ont-elles stabilisé le nombre des arcs branchiaux chez les Lamproies et les Vertébrés à mâchoires? Les fossiles nous révèlent parfois des structures aux limites de l'« anatomiquement possible », mais restent souvent muets quant aux mécanismes morphogénétiques et aux fonctions qu'elles impliquent.

Olivier **HOUDE** (Un. Paris Descartes, Institut Universitaire de France, Centre d'imagerie, 'Neurosciences' et applications aux pathologies, UMR 6232, CNRS, CEA)
Olivier.houde@paris5.Sorbonne.fr

Cognitive functions and structures

Fonctions et structure cognitives

Brain-imaging techniques have made it possible to explore the neural structures of cognitive functions. These techniques are revealing more than simply where these cognitive functions take place in the human cortex. Imaging is beginning to answer some of the oldest questions about, for example, what logical abstraction is, and how this high-order cognitive function emerges and evolves through neurocognitive development and pedagogy.

Les techniques d'imagerie cérébrale ont rendu possible l'exploration des structures neuronales des fonctions cognitives. Ces techniques sont en train de révéler plus que simplement « où » ces fonctions cognitives prennent place dans le cortex humain. L'imagerie commence à répondre à d'anciennes questions à propos, par exemple, de ce qu'est l'abstraction logique et comment cette fonction de haut niveau émerge et évolue à travers le développement neurocognitif et la pédagogie.

References

- Houdé, O. (2008). Pedagogy, not (only) anatomy of reasoning. *Trends in Cognitive Sciences*, 12, 173-174.
Houdé, O., & Tzourio-Mazoyer, N. (2003). Neural foundations of logical and mathematical cognition. *Nature Rev Neuroscience*, 4, 507-514.

Face recognition and functional analysis

Analyse fonctionnelle et reconnaissance des visages

Face recognition can be studied today in different perspectives. On the one hand, from the point of view of evolutionary psychology, face recognition is an evolved, highly adaptive and modularized capacity. On the other hand, the intriguing neuropsychological disorder called prosopagnosia has led cognitive neuroscience to try to define the neural mechanism linked to (or involved in) face identification. We could understand this distinction between two kinds of enquiry related to the same phenomenon as an illustration of the ongoing debate about functions in philosophy of biology. In research of the first type, the face recognition module is defined by its selected function. In research of the second type, a brain region like the fusiform gyrus (FFA) receives a systemic function because it is crucially involved in the mechanistic explanation of face recognition, whatever history or adaptive role this cognitive ability may have. Moreover, of crucial importance in this context are developmental disorders like the Williams syndrome, because some argue that the preservation of face recognition in the context of severe disorders of spatial cognition is evidence for an innate, specialized capacity.

My thesis will be that these different perspectives are harder to reconcile than it is often suggested. First, the mechanistic explanation of the phenomenon of face recognition does not necessarily coincide with the identification of a cognitive module. Second, even if FFA plays the role it is supposed to play, a different story may be told about how it becomes specialized and about the alleged domain-specificity of the corresponding module. It may be, then, that the involvement of FFA in the etiology of prosopagnosia does not entail that we have to consider its contribution to face recognition in etiological terms. This may have consequences for philosophers, and their conceptual analysis of neurocognitive dysfunctions.

On peut aujourd'hui étudier la reconnaissance des visages dans des perspectives bien différentes. Du point de vue de la psychologie évolutionniste, la reconnaissance des visages est une capacité évoluée, adaptative et modularisée. En second lieu, la singulière pathologie neuropsychologique appelée prosopagnosie a conduit les neurosciences cognitives à rechercher quel est le mécanisme neural dédié à (ou impliqué dans) la reconnaissance des visages. Nous pourrions considérer la disparité entre ces approches différentes du même phénomène comme une illustration du débat sur la notion de fonction en philosophie de la biologie. Dans les recherches du premier type, le module de la reconnaissance des visages est défini par sa fonction, comprise comme son effet sélectionné ; dans les recherches du second type, une région cérébrale comme le gyrus fusiforme reçoit une fonction systémique simplement parce que cette région est impliquée dans l'explication mécaniste de la reconnaissance des visages, quelle que soit l'histoire évolutive ou l'utilité de cette capacité cognitive. De plus, sont d'une importance cruciale dans ce contexte les troubles du développement comme le syndrome de Williams, car certains estiment que dans ce cas, la préservation de la reconnaissance des visages dans un contexte de détérioration sévère de la cognition spatiale dépose en faveur d'une capacité innée et spécialisée.

Ma thèse sera que ces diverses perspectives sont plus difficiles à réconcilier qu'on ne le soutient souvent. Tout d'abord, l'explication mécaniste de la reconnaissance des visages ne coïncide pas nécessairement avec l'identification d'un module cognitif. En second lieu, même si le gyrus fusiforme joue bien le rôle qu'il est censé jouer, il est possible de concevoir sa spécialisation, et la spécificité vis-à-vis d'un domaine du module correspondant, autrement qu'on ne le fait en psychologie évolutionniste. Il est donc possible que l'implication du gyrus fusiforme dans l'explication de la prosopagnosie ne conduise pas à concevoir sa contribution à la reconnaissance des visages en termes étiologiques. Ceci peut avoir des conséquences, par exemple, sur la définition de notre concept de dysfonction dans le champ cognitif.

The functions of proteins

Les fonctions des protéines

The possibility to attribute functions to individual proteins finds its origin in the evidence obtained in the 1930s that the enzymes that catalyze the chemical reactions forming the metabolism were simple proteins. From this initial observation, two opposite directions were followed. The first was an extension of this model to other types of functions, while keeping the identification of these new functions to elementary components (in most cases, proteins). The progressive discovery of the mechanisms by which these proteins fulfill their functions justified and reinforced this trend.

Similarly, an opposite trend appeared, with the discovery that some functions cannot be identified with elementary proteins. The first decisive step was the discovery of cell signalling pathways. The present description in terms of networks has strengthened this vision. The gene inactivation experiments somehow have demonstrated it. The present landscape is complex, and the discovery of micro RNAs has even obscured it. One of the greatest challenge for biologists today is to articulate these opposing views. The solution is looked for in a better understanding of the evolutionary process which generated these functions.

L'attribution de fonctions aux protéines trouve son origine dans la mise en évidence dans les années 1930 que les enzymes catalysant les réactions chimiques formant le métabolisme sont des protéines isolées. A partir de cette observation originelle, deux mouvements opposés vont se produire. Le premier est une extension de ce résultat à d'autres types de fonctions que la fonction catalytique, tout en conservant l'association de ces nouvelles fonctions à des protéines individuelles. La mise en évidence des mécanismes par lesquels les protéines accomplissent ces fonctions renforcera cette association.

Mais un mouvement inverse va s'amorcer, révélant que certaines fonctions ne peuvent être identifiées à des protéines isolées. La découverte des voies de signalisation intra-cellulaires en fut certainement la première étape. La description actuelle des processus cellulaires en terme de réseaux a conforté cette vision. Les expériences d'inactivation génique l'ont en quelque sorte démontrée. Le paysage actuel est complexe, et la découverte des micro ARN et de leurs fonctions n'a fait que le rendre un peu plus obscur. Une des grandes difficultés de la biologie actuelle est de faire tenir ensemble ces deux visions antagonistes. La solution est de plus en plus cherchée dans les processus évolutifs qui ont engendré ces fonctions.

Physiology : the history of integration, from Spencer to Sherrington and beyond
Physiologie : L'histoire de l'intégration, de Spencer à Sherrington et après

Integration is now very successful with the field of life sciences: neuroscience, physiology, and a whole part of the biology claims to be « integrative ». The term appears in the titles of scientific journals: Integrative Biology, Integrative and comparative Biology, OMICS: A Journal of Integrative Biology, etc. It tends to contrast today the element with the complexity connected to the functioning of an organized system, in a rather wide meaning of the word.

However, this situation results from a complex genealogy. Initially mathematical like the notion of function, the concept penetrated into the field of life sciences in the second half of XIX-th century. Its history meets simultaneously Herbert Spencer's evolutionism and Claude Bernard's physiology. It will take a more specific meaning in John Hughlings Jackson's, David Ferrier's and especially Charles Scott Sherrington's neurologies. The following contesting of the sherringtonian paradigm will not prevent the development of the notion in general physiology at John Barcroft's instigation.

One often underlined that there is a convergence between the guiding plans governing the method of these physiologists, and the systematic approach of the function in philosophy of biology. We suggest here investigating the successive rectifications of the concept of integration, which every time express a different vision of the body and successively a strategy to be adopted to elucidate its physiology.

L'intégration connaît aujourd'hui une grande fortune dans le champ des sciences de la vie : les neurosciences, la physiologie, et toute une partie de la biologie se veulent désormais « intégratives ». Le terme tend à opposer aujourd'hui l'élémentaire au complexe lié au fonctionnement d'un système organisé, dans une acception assez large.

Cependant cette situation est le résultat d'une généalogie complexe. Initialement mathématique comme la notion de fonction, le concept pénètre le champ des sciences de la vie dans la deuxième moitié du XIX^e siècle. Son histoire rencontre à la fois l'évolutionnisme d'Herbert Spencer, la physiologie de Claude Bernard. Il prendra un sens plus spécifique dans la neurologie de John Hughlings Jackson, de David Ferrier et surtout de Charles Scott Sherrington. La contestation ultérieure du paradigme sherringtonien n'empêchera pas le développement de la notion en physiologie générale sous l'impulsion de John Barcroft.

On a souvent souligné qu'il existe une convergence entre les schémas directeurs qui gouvernent la démarche de ces physiologistes, et l'approche systémique des fonctions en philosophie de la biologie. On propose ici de clarifier les rectifications successives du concept d'intégration, qui à chaque fois expriment une vision de l'organisme, et consécutivement d'une stratégie à adopter pour élucider sa physiologie.

Charles GALPERIN (IHPST, Paris)
galperin.charles@noos.fr

Functions, functioning, multi-functionality in the Genetics of development **Fonction, fonctionnement, multifonctionnalité en génétique du développement**

The concept of function is the most general and the most abstract concept of the genetics analysis. Usually the genetic analysis proceeds from the description of the phenotype to the function (or functions) of the non-mutated gene. This lecture will be founded on history. Only history can tell us about the surprising way taken by a new discipline. For instance, before Ed.B.Lewis (1918-2004) was engaged in the study of the developmental paths of the fly, the main goal of his research was to understand how a new function could emerge in evolution; in other words how genes could be produced from pre-existent genes. This could take place in two steps: first, the duplication or repetition of a gene responsible for the mutation towards a new function; second, the conservation of the old gene. Lewis introduced a distinction which can enlighten the nature of genetic analysis itself, the distinction between rules and models. Data from the combination of the genes are given as rules. The models are proposed to give an explanation. In a series of positional pseudoalleles of the bithorax complex of Drosophila, the model is built on the sequential integration of functions. He is tending to explain the functioning of the series. Between 1980 and 1990 the technique of the molecular analysis, the gene cloning, the discovery of homeoboxes extend the rules and models to vertebrates. Fr.Jacob in 1977, proposed the idea of the "bricolage" in the evolutionary process, and anticipated the multiple use of genes. This contradicts the current notion of a specific usage of gene function in development. Most of the regulators genes are multifunctional. (Denis Duboule and Adam S. Wilkin, 1998). We will try to clear up these three acceptions derived from the concept of function.

Can a function be ascribed to the immune system?

Peut-on attribuer une fonction au système immunitaire ?

Can a function be ascribed to the immune system? At first glance, the immune 'system' is, as a system, a particularly obvious and convincing example of functional ascription: the immune system is 'supposed' to distinguish between self and nonself, that is, between what belongs to the organism, and what is foreign to it. This view has been defended, in particular, by Matthen and Levi (1984). Besides, in an analysis of how the immune system may dysfunction in a case like autoimmune diseases, Matthen and Levi interpret the immune system's function in intentional terms. In my talk, I'll try to show that:

- 1) It is not possible to speak of the immune system in intentional terms.*
- 2) It is not true that the immune system distinguishes self from nonself.*
- 3) No satisfying ascription of a function, in an etiological sense, to the immune system, has been proposed.*
- 4) Because it seems difficult to ascribe a function to the immune system in an etiological sense, I suggest that it is more satisfactory to adopt a systemic conception (following Cummins 1975) of functions when the immune system is dealt with.*
- 5) It is possible to account for the immune system's dysfunctions (e.g. autoimmune diseases) thanks to the systemic conception of functions.*

I'll try to show what the precise content of such a systemic conception of the immune system's function would be.

Peut-on aisément attribuer une fonction au système immunitaire ? À première vue, le « système » immunitaire est, en tant que système, un cas particulièrement convaincant pour l'attribution d'une fonction : le système immunitaire est « censé » distinguer entre le soi et le non-soi, c'est-à-dire entre ce qui appartient à l'organisme et ce qui lui est étranger. Cette idée a en particulier été défendue par Matthen et Levi (1984), qui en outre, en s'appuyant sur une analyse du *dysfonctionnement* du système immunitaire dans un cas comme les maladies auto-immunes, interprètent cette fonction en termes intentionnels. Notre objectif est de démontrer que :

- 1) On ne peut pas parler du système immunitaire en termes intentionnels.
- 2) Il est faux que le système immunitaire discrimine entre le soi et le non-soi.
- 3) Aucune autre attribution satisfaisante de fonction au sens étiologique du terme n'a été proposée pour le système immunitaire.
- 4) Etant donné qu'il semble difficile d'attribuer au système immunitaire une fonction au sens étiologique du terme, nous suggérons qu'il est préférable d'adopter une conception systémique (dans le sillage de Cummins 1975) des fonctions lorsqu'il s'agit du système immunitaire.
- 5) Il est possible de rendre compte des dysfonctionnements du système immunitaire à l'aide de la conception systémique des fonctions.

Quel serait le contenu exact d'une telle conception systémique de la fonction du système immunitaire ? Il s'agirait de fournir une explication mécanistique du fonctionnement du système immunitaire, et non de répondre à la question de savoir ce qu'il est « censé » faire. Cela présupposerait de penser le système immunitaire comme un emboîtement de sous-systèmes, dont nous chercherions à chaque fois la fonction au sens d'une description de « comment il marche » (et non, là encore, de ce qu'il est « censé faire »). Nous nous efforcerons de montrer qu'une telle conception permet de penser le fonctionnement global du système immunitaire, mais aussi de rendre compte de ses possibles dysfonctionnements, comme dans le cas d'une maladie auto-immune par exemple.

References

Cummins, Robert (1975), Functional Analysis, *The Journal of Philosophy* 72, 741-764.
Matthen, Mohan et Levi, Edwin (1984), Teleology, Error and the Human Immune System, *The Journal of Philosophy* 81(7), 351-372.

Functional Ascription in the Prebiotic World: the Case of Ribozymes

Attributions fonctionnelles dans le monde prébiotique: le cas des ribozymes

*Life likely originated on Earth 3.8 billion years ago. This transition from inanimate matter to the first living systems is now believed to be a very gradual process, starting from small molecules widely available in the universe, aggregating into simple organic molecules such as nucleotides, amino-acids or lipids, themselves polymerizing into more complex organic polymers, and enabling the appearance of living molecular ensembles. Interestingly, some of the organic polymers that are believed to have appeared on Earth sometimes receive a functional ascription: this is for instance the case of specific RNA strands that display a catalytic property and that are called ribozymes. Indeed, such ribozymes are often labeled as functional molecules, their function being to catalyze a given chemical reaction such as the binding of two other RNA strands for instance (Cech, Zaug and Grabowski 1981; Johnston, Unrau, Lawrence, Glasner and Bartel 2001). Such ribozymes also play a very significant role in theories on the origins of life and in particular in the RNA world scenario (Gilbert 1986). This functional ascription is however problematic for each one of the two major philosophical notions of function: because Darwinian evolution does not exist before life does, ribozymes fall outside of the scope of the evolutionary etiological account of function *stricto sensu* (Wright 1973, Millikan 1984, Neander 1991); in addition, because the chemical phase state is so vast, ribozymes do not lend themselves easily to functional analysis, hence a challenge to the systemic account of function (Cummins 1975). Ribozymes also offer an interesting case where the same molecule could be either (1) naturally occurring within a living cell, or (2) naturally occurring within a hypothetical primordial RNA-world, or (3) artificially synthesized *in vitro*. The ascription of functions to ribozymes can therefore be understood either from the perspective of a naturally occurring entity or from the perspective of an artifact. In this contribution, I propose an extension of the etiological notion of function based not only on Darwinian evolution but also on chemical evolution. In addition, because the ascription of a function to a given ribozyme highly depends on its context of origin, I contend that a contextual account of function is also needed.*

La vie est probablement apparue sur Terre il y a 3,8 milliards d'années. Cette transition de la matière inanimée aux premiers systèmes vivants est maintenant supposée être un processus très graduel, initié par de petites molécules généralement disponibles dans l'univers qui se seraient agrégées en des molécules organiques relativement simples comme des nucléotides, des acides aminés ou encore des lipides, elles-mêmes donnant lieu par polymérisation à des molécules organiques bien plus complexes rendant possible l'apparition des premiers systèmes moléculaires vivants. Fait intéressant, certains des polymères organiques sensés être apparus sur Terre reçoivent parfois une attribution fonctionnelle : c'est par exemple le cas de certains brins d'ARN qui font preuve d'activité catalytique et qui sont appelés pour cette raison 'ribozymes'. En effet, ces ribozymes sont fréquemment qualifiés de molécules fonctionnelles, leur fonction étant de catalyser une réaction chimique donnée comme par exemple la jonction de deux autres brins d'ARN (Cech, Zaug et Grabowski 1981; Johnston, Unrau, Lawrence, Glasner et Bartel 2001). De tels ribozymes jouent aussi un rôle très significatif dans les théories sur les origines de la vie et en particulier dans le scénario du 'monde ARN' (Gilbert 1986). Cette attribution fonctionnelle est cependant problématique pour chacune des deux théories philosophiques majeures de la notion de fonction : dans la mesure où l'évolution darwinienne n'existe pas avant qu'existe la vie, les ribozymes se retrouvent en dehors du périmètre couvert *stricto sensu* par la notion étiologique évolutionnaire de fonction (Wright 1973, Millikan 1984, Neander 1991) ; par ailleurs, l'état de phase chimique est si vaste que les ribozymes ne se prêtent guère à une analyse fonctionnelle, défiant ainsi la théorie systémique de la notion de fonction (Cummins 1975). Les ribozymes sont aussi un exemple intéressant où les mêmes molécules peuvent être (1) naturellement produites au sein d'une cellule vivante, ou (2) naturellement produites au sein d'un hypothétique monde ARN primitif, ou encore (3) synthétisées artificiellement *in vitro*. L'attribution de fonctions aux ribozymes peut donc être étudiée ou bien selon la perspective d'entités qui apparaissent naturellement, ou bien selon la perspective d'un artéfact. Dans cette contribution, je propose une extension de la théorie étiologique de fonction fondée non seulement sur une évolution darwinienne mais aussi sur une évolution chimique prébiotique. De plus, parce que l'attribution d'une fonction à un ribozyme donné dépend fortement du contexte de son origine, une théorie contextuelle de la notion de fonction apparaît nécessaire.

The problem of the emergence of functional diversity in prebiotic evolution

Le problème de l'émergence de la diversité fonctionnelle dans l'évolution prébiotique

Biological systems constitute highly complex organizations. Since Darwin, this complexity is seen as a consequence of a long-term historical and collective process that goes far beyond the ontogenic trajectories of individual living beings. In that framework, in which the biological phenomenon conveys a large-scale spatial and temporal dimension (though taking place in a physically limited environment), the mechanism of natural selection (NS) would explain how the complexity of certain sets of individuals might increase in time. However, the way in which NS is conceived within Darwinian theory requires something more than the properties of multiplication (reproduction), variability and heredity. In fact, evolution, as we know it, requires an open, wide enough, functional domain where selective forces may act, which is implicit in a minimal, but rich enough, concept of organism. Therefore, for NS to start driving systems towards different (possibly higher) forms of complexity, a scenario that provides enough functional variety to be selected for is required. Otherwise, evolution would only lead to local optima with minimal or very low complexity levels. But the problem is that, on the other hand, it is hard to explain how primitive self-maintaining (SM) chemical networks might give rise to a proto-organism without the action of NS.

To solve this vicious circle, I propose a new conceptual framework where NS and SM chemical networks evolve together. Starting from very simple forms of self-reproducing chemical SM organizations, it is easy that sooner or later these systems give rise to new cyclic reactions and to more complex structures, which would be recruited when contributing to more efficient or robust forms of SM organizations. In other words, (these) new cycles and structures would become functionally relevant when they contribute to the SM of the organization in which they are embedded within a selective process. In turn, this minimal increase in functional variety will enhance the action of NS, eliminating many "useless" reaction processes. Thus, the incipient action of NS may help to find and preserve higher levels of organization, opening the way to new forms of organization endowed with new functions. One can see this as a process in which NS leads to new --and, at times, more complex-- organizations that, in turn, provide a wider functional variety to be selected for, enlarging the range of action and consequences of NS, in a kind of mutual enhancing effect. What we would have, from very early stages, is an intertwined collection of systems, whose individual organizations generate (and, at the same time, are being generated by) a larger populational and trans-generational web of relations. This way, prebiotic evolution is seen as a transition from primitive SM chemical networks whose maintenance largely was dependent on specific external conditions towards systems whose SM becomes more and more dependent on their own internal organization. This transition would imply an increase of functional diversity allowing in turn increasingly powerful forms of NS.

Metabolic aspects of the nutrition function in the debate over the Origins of Life in middle 20th Cy

Aspects métaboliques de la fonction de nutrition dans le débat sur les origines de la vie au milieu du 20^e s.

From the 1920s and to the 1950s, the reflection on the primordial metabolism of the carbon occupied the heart of the debate on the origin of life. Various conceptions of primordial processes, heterotroph or autotroph, were proposed, making echo to fundamental works in physiology about respiration and photosynthesis. A historic approach of the works of Oparine (1924), Haldane (1929), Dauvillier (1942), Bernal (1951), Calvin (1952) on the origin of life allows to reveal how, during this period, through the understanding of the metabolism of carbon, the function of nutrition was central in the conceptions of life. Moreover, facts coming from physiology inspired reflection and works about the primordial metabolic pathways.

Finally, during the 1950's and the 1960's, the conceptions about primordial energetic metabolism were connected with facts coming from molecular biology and they induced some goals of the prebiotic chemistry and the recomposition of the models of the origin of biological processes.

À partir des années 1920 et jusque dans les années 1950, la réflexion sur le métabolisme primordial du carbone a occupé le coeur du débat sur les origines de la vie. Différentes conceptions de processus primordiaux, hétérotrophes ou autotrophes, se sont opposées, faisant écho aux travaux fondamentaux de physiologie sur la respiration et la photosynthèse.

Une approche historique des travaux de Oparine (1924...), Haldane (1929), Dauvillier (1942), Bernal (1951), Calvin (1952) ... sur les origines de la vie permet de révéler comment, lors de cette période, dans les conceptions du vivant et comment, par ailleurs, les données issues de la physiologie inspirent la réflexion et les travaux sur les voies métaboliques primordiales. Cette période, au travers de la compréhension du métabolisme du carbone, la fonction de nutrition occupe une place centrale.

Enfin, dans les années 1950 et 1960, les conceptions sur le métabolisme énergétique primordial s'articulent avec les données issues de la biologie moléculaire pour déterminer certains objectifs de la chimie prébiotique et recomposer des modèles sur l'origine des processus biologiques.

'Dys-', 'mal-' and 'non-': the other side of functionality

'Dys-', 'mal-' et 'non-': l'autre côté de la fonctionnalité

Functionality always comes with the possibility of function failure or dysfunctionality. The border line between function and dysfunction is drawn by the very same norm that individuates the function (be the norm regarded as historical, structure-related or design-based): If and only if a proper, regular or standard function of a component of a biological or technical system cannot be actualized, the function bearer is mal- or dysfunctioning. From the epistemic point of view, however, the ascription of function and dysfunction is asymmetric. When ascribing a function, one necessarily knows which function is ascribed; the functional norm is known. Dysfunctionality, on the other hand, can often be ascribed to a component with an unknown function and a fortiori without knowing the functional norm. Several extensively used strategies of characterizing molecular components of the cell are based on the possibility to know about dysfunction without knowledge of function. Such knowledge about dysfunction is based on knowledge of the system capacities and on a comparison of systems differing in performance. Knowledge about the system is also used for classifying some effect of a component as non-functional. I will discuss the different epistemic requirements for the ascription of dys-, mal-, and non-function and draw some conclusion on the ontology of functions.

Élodie **GIROUX** (Univ Claude Bernard Lyon 1, Institut de Recherches Philosophiques de Lyon & IHPST, Paris)
elodie.giroux@free.fr

From the concept of biological function to the concept of health: the limits of a transfer into the field of medicine

Du concept de fonction biologique au concept de santé : les limites d'un transfert dans le domaine de la médecine

Boorse's naturalist theory of health is based not only on a teleological concept of biological function but also on a statistical definition of what constitutes normal physiological function. The statistical part of his definition identifies 'healthy' with 'most frequent'. Thus, for Boorse there is an objective demarcation between the normal and the pathological. By contrast, modern epidemiology has identified several risk factors for disease that reveal the limits of this approach and suggest that there probably is no natural dividing line between the normal and the pathological. I will start by showing how Boorse's definition of health resolves some of the difficulties confronting the statistical concept of normality as highlighted by the normativists. In this context, Boorse provides a good description of the ways statistics are presently used in physiology. I will then try to clarify how statistics are deployed in his definition. Two main uses of statistics can be distinguished: first, they are used to define the reference class and second, they are used for the evaluation of normal function. Analysing both of these uses, I will then show how results and data from modern epidemiology can be mobilized to reveal several limits and difficulties with respect to Boorse's naturalist (bio-statistical) conception of the normal and the pathological.

La théorie naturaliste de la santé défendue par Boorse s'appuie sur un concept téléologique de fonction biologique et une détermination statistique de l'efficacité normale de cette fonction en physiologie. Cette définition statistique repose sur l'identification du « sain » et du « fréquent ». La démarcation entre le normal et le pathologique peut être objectivement définie. Or l'épidémiologie contemporaine a mis en évidence de nombreux facteurs de risque de maladie qui révèlent l'insuffisance et les limites de cette identification et pour lesquels il ne semble pas possible de trouver une démarcation naturelle entre le normal et le pathologique. Je commencerai par montrer que la définition de Boorse permet de résoudre un certain nombre des difficultés du concept statistique de normalité mises en évidence par les normativistes ; son approche constitue une description assez fidèle de la manière dont les statistiques sont utilisées en physiologie. Puis, je préciserai le rôle que joue la statistique dans sa définition. Il est utile de distinguer son usage dans la définition de la classe de référence d'une part et dans l'évaluation du niveau normal de fonctionnement d'autre part. Enfin, à partir des données de l'épidémiologie moderne, je dégagerai et analyserai un certain nombre de limites que rencontre la normalité statistique dans chacun de ces deux rôles.

Functional reasoning in Psychiatry

Le raisonnement fonctionnel en psychiatrie

Deux types de raisonnement fonctionnel jouent un rôle central en psychiatrie, étant constamment utilisés plus ou moins explicitement dans la pratique clinique, bien qu'en tension entre eux, car reflétant des problèmes épistémologiques cruciaux pour cette discipline :

(1) Un trouble mental est souvent conceptualisé comme étant déterminé — voire défini — par l'altération d'une fonction mentale. Ce type de conception, illustré récemment par la notion entérinée légalement de « handicap psychique » (loi du 11 février 2005), repose implicitement sur la notion de système de « facultés » mentales ou psychiques, et tend aujourd'hui, dans une optique naturaliste, à dériver vers la recherche d'altérations neurobiologiques sous-jacentes.

(2) Un trouble mental peut être reconnu comme ayant une fonctionnalité propre, par exemple par sa valeur de défense dans l'économie d'un système psychique ou d'un système familial. L'impact de la fonction des symptômes peut être ici étiologique au sens où cette fonction a un rôle causal dans la production ou le maintien du trouble.

Nous détaillerons le second type de raisonnement qui confère une valeur explicative forte (car irréductible) à la notion de fonction, en analysant brièvement les variations de sa mise en œuvre dans les trois principaux paradigmes aujourd'hui utilisés en psychopathologie : le cognitivo-comportementalisme, la psychanalyse et l'approche systémique. Nous préciserons notamment dans quelle mesure des catégories intentionnelles (représentation, sens, mémoire subjective ou familiale...) sont impliquées dans les raisonnements fonctionnels offerts par ces trois paradigmes.

Nous examinerons quelques objections principielles classiquement soulevées quant à la valeur scientifique des explications fonctionnelles (difficulté de détermination univoque d'une fonction, appel à une finalité...) et nous soutiendrons que des réponses peuvent leur être apportées dans le cadre de la psychopathologie. Enfin, nous dégagerons la portée pour l'épistémologie générale de l'irréductibilité des raisonnements fonctionnels étiologiques en psychiatrie.

“Design”: history of the word and history of the concept: the concept — natural sciences, theology, aesthetics

« Design » histoire du mot et du concept : sciences de la nature, théologie, esthétique

1. Les difficultés de traduction du mot ‘Design’ témoignent de l’ampleur et de l’importance de ce concept dans le monde anglo-saxon, et des ambiguïtés que peut susciter son emploi en français. L’« argument du design », expression utilisée dès le début du XVIII^{ème} siècle, popularisée par le théologien William Paley au début du XIX^{ème}, résume ainsi une religion naturelle, où l’excellence des œuvres de Dieu – par analogie avec les œuvres de l’homme – est signe non seulement de l’existence de la divinité, mais de son excellence : abondance, multiplicité, variété, symétrie, ordre, connexion, utilité, beauté en sont la manifestation.

2. On mettra en avant, sans respect de l’ordre chronologique, trois versions du concept de ‘Design’ : celle de la religion naturelle résumée par William Paley, sa négation par David Hume, et la position de Kant.

Partant de l’exemple d’une montre, Paley en conclut qu’« il ne peut y avoir de construction sans constructeur, d’agencement sans agent, d’ordre sans choix ». Hume prêterait à Cléanthe, l’idée que le monde est une machine sous-divisée en un nombre infini de petites machines elles-mêmes subdivisées et que toutes ces machines sont ajustées les unes aux autres. Raisonnablement auquel s’oppose Philo, qui répond par une critique du concept d’analogie : lorsqu’il y a de nombreux éléments qui diffèrent, alors la force de la preuve diminue en proportion du nombre de différences, jusqu’à devenir une analogie faible, voire trompeuse.

Kant maintiendra la nécessité de postuler un certain Design, un archétype intellectuel qui coordonne les principes d’organisation du vivant. C’est en cela que nos jugements sur l’organisation biologique sont analogues à notre sentiment de la beauté, ce qui rapproche étroitement la biologie de l’esthétique. Il faut donc considérer la morphologie des êtres vivants comme s’ils avaient été créés par un Créateur intelligent selon un archétype, mais en même temps supposer que cette idée n’a aucun fondement dans l’expérience.

3. Avec Darwin et la théorie de la sélection naturelle, le concept de Design, associé chez ce dernier à la religion naturelle et à la fixité des espèces, est rejeté catégoriquement dans de nombreux écrits, traités, ou dans sa correspondance. Qui plus est, Darwin affirmait à plusieurs reprises que sa théorie n’impliquait nullement une loi nécessaire et universelle de progression.

Le concept de Design fut réintroduit récemment par Dawkins et Dennett, qui reprirent à leur compte l’analogie de Paley à la lumière du perfectionnement de la technologie et de l’ingénierie humaines. La sélection naturelle, alors, jouait le rôle de ‘Designer’ voire de Providence, sous forme d’un ‘horloger aveugle’ non sans créer quelques confusions entre le design du XVIII^{ème} siècle et leurs propres conceptions.

4. Dans les débats récents sur le concept de fonction, la notion de Design a également trouvé sa place. Plus général que la notion de fonction, il pouvait fournir une conception unifiée des fonctions à tendance étiologique ou à ‘rôle causal’, voire prendre en compte les contraintes environnementales. Mais, dans la théorie étiologique forte, fonction et Design demeuraient pratiquement synonymes, alors que dans la théorie systémique ‘Design’ devient synonyme de ‘structure’, ou du rapport entre la structure biologique et la fonction.

Alors réapparaissent de très anciennes controverses, entre primat de la forme et primat de la fonction, entre perfection du Design et Design imparfait. Et les partisans de la nécessité ou de l’utilité d’un usage métaphorique ou analogique du terme fonction sans que le mot corresponde à un mode de connaissance positif seraient fort proches de la pensée de Kant.

Tim LEWENS (Cambridge Un., UK)
tml1000@cam.ac.uk

Foot on Natural Goodness: Normativity in Organisms and Artefacts

Foot et la bonté naturelle : de la normativité dans les organismes et dans les artéfacts

In 'Natural Goodness' and earlier works, Philippa Foot argues for an account of ethical normativity based on a naturalised conception of function. This work has been extremely influential in mainstream ethics, but it has not been examined much by philosophers of biology. On Foot's account, just as a good knife is one that performs its function well, so 'good roots' (her example) are roots that perform their function well. Foot goes on to argue that ethical evaluations of human action have a similar logical structure. Here I argue that Foot's underlying notions both of function and of species are outdated and flawed.

Anick **ABOURACHID** (Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Ecologie et Gestion de la Biodiversité, UMR 7179) & Vincent **HUGEL** (Un. de Versailles, Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes de Versailles)

abourach@mnhn.fr

The idea of function in biology and robotics : testimony on a collaboration around « RoboCoq »

L'idée de fonction en biologie et en robotique : témoignage d'une collaboration autour de « RoboCoq »

L'exemple du projet RoboCoq permet de croiser deux perceptions de la notion de fonction : l'une technologique et l'autre biologique. Ce projet multidisciplinaire, robotique-biologie, avait pour but de concevoir un robot bipède autonome ornithoïde. L'analyse morpho-fonctionnelle de la marche d'un oiseau devait fournir les données nécessaires à la conception de la fonction ambulatoire d'un robot. Nous nous sommes aperçus au cours de ce travail que les problèmes sémantiques brouillaient parfois nos échanges, les mêmes mots n'ayant pas obligatoirement le même sens pour tous. Il ne s'agit pas de présenter ici une réflexion philosophique sur le sens du mot fonction dans les deux disciplines, mais plutôt d'apporter un témoignage sur l'évolution de notre compréhension mutuelle au cours de ce travail de recherche. Nous présenterons le projet RoboCoq, et les résultats espérés de l'identification des paramètres fonctionnels de la locomotion par les deux équipes au début des travaux. Nous dégagerons à partir de l'analyse des résultats du projet, les « briques » qui permettent aux uns de comprendre une fonction biologique et aux autres de construire une fonction robotique.

Pieter VERMAAS (Delft Un. of Technology, Department of Philosophy) & Wybo HOUKES (Eindhoven Un. of Technology, Philosophy and Ethics of Technology)
P.E.Vermaas@tudelft.nl, W.N.Houkes@tm.tue.nl

Making artefacts and designing functions

Fabriquer des artefacts et concevoir des fonctions

Two features are often taken as fundamental to artefacts: they are not natural objects and they are functional objects. These two features are brought together in characterisations of artefacts as objects intentionally produced to perform a function. Production is regularly seen as modification of physical features, yet authors accept that production may consist merely of selection: some objects are without modification designed to perform functions. This last permissiveness reduces the contrast between artefacts and natural objects to one between perspectives or interests of agents, and puts the weight of characterising artefacts almost exclusively on the analysis of their functions.

In our paper, we argue that such characterisations overemphasise functions and designing. We present an analysis of artefacts in which non-naturalness and functionality are kept apart. To this effect, we add an account of producing to our use-plan analysis of using and designing. We argue that this combinatory approach secures a stronger contrast between artefacts and natural objects, and opens the possibility of taking natural objects as objects that can perform technical functions.

Why looking for a unified theory of function in organisms and artefacts?]

Pourquoi une même théorie pour les fonctions des organismes et des artefacts?

It is a common view that organisms and artefacts make up two independent categories, since they differ both in essence and in origin. There are on the one side the living beings due to mother Nature and on the other the inanimate objects due to human ingenuity. On such a view, biological functions need not have anything in common with artefactual functions. Thus, it appears admissible to adopt two totally different theories, one for each sort of function. In the philosophical world, the dominant conception is indeed that artefact's and organisms' functions are to be considered separately. There is one theory, Cummins systemic theory, which applies to both sorts, but the notion of function he is promoting is an impoverished one. Whoever defends a rich notion of function (functions allow for specific forms of explanation and support a certain type of normativity and teleology) has two theories at her/his disposal : an intentionalist theory for artefact's functions and a selectionist theory for biological functions.

A series of arguments show that the common view is false and that the functional dualism which results from it is indefensible. After the evocation of some of these arguments, I will focus on the case of bio-artefacts : cultivated plants, domesticated species, GMO, ... This case is of special interest because not only it helps refute the functional dualism described above, but it also helps a) understand what benefit would result from a unique theory of function, b) figure out this theory and c) see what it is that a functional explanation specifically provides.

While investigating the bio-artefact case, we will establish the three following points:

- *some functions are inextricably both artefactual and biological*
- *a unique overarching theory of function is possible by focussing not on the origin of functions (intentions or natural selection) but on probabilities and the notion of real kind*
- *functional explanations show how a simple and stable causal link may result from the interaction of several mechanisms operating at different levels.*

Selon l'opinion commune, il y a, d'une part, les organismes, des êtres vivants produits par la Nature et, d'autre part, différents par l'essence et par l'origine, les artefacts, des choses inanimées produites par l'ingéniosité humaine. Cette représentation autorise à attribuer une nature différente aux fonctions des artefacts et aux fonctions biologiques, et donc à défendre une théorie pour les premières et une autre pour les secondes. Cette conception de deux univers fonctionnels est effectivement celle qui prévaut aujourd'hui dans le champ philosophique. Il y a bien une théorie qui s'applique pareillement aux deux domaines, la théorie systémique de Cummins, mais elle s'appuie sur une notion appauvrie de fonction. Pour les défenseurs d'une notion riche de fonction (les fonctions rendent possibles certains types spécifiques d'explication et offrent un support à une certaine forme de normativité et de téléologie), le paysage est constitué par une théorie centrée sur les intentions humaines destinée aux fonctions des artefacts et une théorie centrée sur la sélection naturelle destinée aux fonctions biologiques.

Une série d'arguments prouvent que la représentation commune est fausse et que la dualité fonctionnelle qui en résulte est intenable. Après avoir indiqué certains d'entre eux, nous nous pencherons sur le cas des bio-artefacts : plantes cultivées, espèces domestiquées, OGM, ... Ce cas est particulièrement intéressant parce qu'il ne sert pas seulement à invalider le dualisme fonctionnel décrit ci-dessus, mais qu'il permet aussi (a) de comprendre l'intérêt d'une théorie fonctionnelle unique, (b) d'indiquer sa forme, et (c) de voir en quoi consiste l'apport spécifique d'une explication fonctionnelle.

Nous chercherons au cours de cette investigation à établir les trois points suivants :

- certaines fonctions sont indissociablement biologiques et artefactuelles
- une théorie unifiée de la fonction (au sens fort) est possible, en se fondant non pas sur l'origine des fonctions (intentions ou sélection naturelle), mais sur les probabilités et la notion d'espèce réelle.
- les explications fonctionnelles montrent comment un lien causal simple et stable peut résulter de l'interaction de plusieurs mécanismes agissant à différents niveaux.