

BULLETIN N° 214
ACADÉMIE EUROPÉENNE
INTERDISCIPLINAIRE
DES SCIENCES
INTERDISCIPLINARY EUROPEAN ACADEMY OF SCIENCES



Lundi 3 avril 2017:
à 17 h à la Maison de l'AX, 5 rue Descartes 75005 PARIS

Conférence de notre collègue de l'AEIS NANCY
Dr Franck COSSON, PhD
Maître de Conférences
Université de Lorraine
"Singularité, Subjectivité et Émergence de la Conscience animale"

Notre Prochaine séance aura lieu le mardi 9 mai 2017 à 17h
5 rue Descartes 75005 PARIS
 Elle aura pour thème

I. PRÉSENTATION DE TRAVAUX DE NOS COLLÈGUES :

- Claude MAURY: "*L'intelligence artificielle soumise au regard des philosophes*"
- Alain CARDON: "*La génération et l'appréhension des représentations idéelles artificielles et naturelles*"
- Jacques PRINTZ : "*Une ingénierie sans fondement : l'information ?*"
- Michel GONDRA: "*Les ondelettes Minplus et les analyses fractales et multifractales*"

II. Eventuel Examen de Candidature(s)

ACADÉMIE EUROPÉENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES INTERDISCIPLINARY EUROPEAN ACADEMY OF SCIENCES

PRÉSIDENT : Pr Victor MASTRANGELO
VICE PRÉSIDENT : Pr Jean-Pierre FRANÇOISE
VICE PRÉSIDENT BELGIQUE(Liège):
 Pr Jean SCHMETS
VICE PRÉSIDENT ITALIE(Rome):
 Pr Ernesto DI MAURO
SECRÉTAIRE GÉNÉRALE : Irène HERPE-LITWIN
SECRÉTAIRE GÉNÉRALE Adjointe : Marie-Françoise
 PASSINI
TRÉSORIÈRE GÉNÉRALE: Édith PERRIER

MEMBRES CONSULTATIFS DU CA :
 Gilbert BELAUBRE
 François BÉGON
 Bruno BLONDEL
 Michel GONDRAN

COMMISSION FINANCES: Claude ELBAZ
COMMISSION MULTIMÉDIA: Pr. Alain CORDIER
COMMISSION SYNTHÈSES SCIENTIFIQUES:
 Jean-Pierre TREUIL
COMMISSION CANDIDATURES:
 Pr. Jean-Pierre FRANÇOISE

PRÉSIDENT FONDATEUR : Dr. Lucien LÉVY (†)
PRÉSIDENT D'HONNEUR : Gilbert BELAUBRE

CONSEILLERS SCIENTIFIQUES :
SCIENCES DE LA MATIÈRE : Pr. Gilles COHEN-TANNOUJJI
SCIENCES DE LA VIE ET BIOTECHNIQUES : Pr Ernesto DI MAURO

CONSEILLERS SPÉCIAUX:
ÉDITION: Pr Robert FRANCK
AFFAIRES EUROPÉENNES :Pr Jean SCHMETS
RELATIONS VILLE DE PARIS et IDF:
 Michel GONDRAN ex-Président/ Claude MAURY
MOYENS MULTIMÉDIA et RELATIONS UNIVERSITÉS:
 Pr Alain CORDIER
RELATIONS AX: Gilbert BELAUBRE
MECENAT: Pr Jean Félix DURASTANTI
**GRANDS ORGANISMES DE RECHERCHE NATIONAUX ET
 INTERNATIONAUX**: Pr Michel SPIRO

SECTION DE NANCY :
PRESIDENT : Pr Pierre NABET

avril 2017

N°214

TABLE DES MATIERES

- p. 03 Séance du 3 avril 2017 :
- p. 06 Annonces
- p. 07 Documents

Prochaine séance : mardi 9 mai 2017

I. PRÉSENTATION DE TRAVAUX DE NOS COLLÈGUES :

- Claude MAURY: "*L'intelligence artificielle soumise au regard des philosophes*"
- Alain CARDON: "*La génération et l'appréhension des représentations idéelles artificielles et naturelles*"
- Jacques PRINTZ : "*Une ingénierie sans fondement : l'information ?*"
- Michel GONDRAN: "*Les ondelettes Minplus et les analyses fractales et multifractales*"

II. Eventuel Examen de Candidature(s)

**ACADEMIE EUROPEENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES
INTERDISCIPLINARY EUROPEAN ACADEMY OF SCIENCES**

5 rue Descartes 75005 PARIS

Séance du Lundi 3 avril 2017 /Maison de l'AX 17h

La séance est ouverte à 17h **sous la Présidence de Victor MASTRANGELO** et en la présence de nos Collègues Jean-Louis BOBIN, Alain CARDON, Gilles COHEN-TANNOUDI, Claude ELBAZ, Michel GONDRAN, Irène HERPE-LITWIN, Claude MAURY, Edith PERRIER, Jean SCHMETS, Jean-Pierre TREUIL, .

Etaient excusés :François BEGON, Gilbert BELAUBRE, Jean-Pierre BESSIS, Bruno BLONDEL, Michel CABANAC, Juan-Carlos CHACHQUES, Alain CORDIER, Daniel COURGEAU, Sylvie DERENNE, Ernesto DI MAURO, Jean-Felix DURASTANTI, Françoise DUTHEIL, Vincent FLEURY, Robert FRANCK, Jean -Pierre FRANCOISE, Dominique LAMBERT, Valérie LEFEVRE-SEGUIN, Gérard LEVY, Antoine LONG, Pierre MARCHAIS, Anastassios METAXAS, Marie-Françoise PASSINI, Pierre PESQUIES, Jacques PRINTZ, Michel SPIRO, Alain STAHL, Jean-Paul TEYSSANDIER, Jean VERDETTI.

Etaient présents en tant que visiteurs :

- Le Pr Christian HERVE de la faculté de médecine Necker, Université Paris René Descartes -Paris V
- Jean BERBINAU, Ingénieur général des Mines.

I. Présentation de notre conférencier Franck COSSON de l'AEIS Nancy par notre Président Victor MASTRANGELO:

Notre collègue Franck COSSON de la section de Nancy de l'AEIS:

- est Agrégé et Docteur en philosophie, qualifié aux fonctions de Maître de conférence.
- s'est intéressé à la zoologie et à l'écologie avant d'entreprendre des études de philosophie
- a fréquenté l'Institut européen d'écologie à Metz
- a la chance d'être formé à la phénoménologie de Husserl par le Professeur Jean – Toussaint DESANTI à l'université de Paris 1. Par la suite, la méthode phénoménologique servira de base à mes analyses philosophiques.
- a soutenu une Thèse de philosophie politique en 2003 sur le thème de la conscience républicaine.

Il a publié notamment:

- La démocratie* (2005, Ellipses)
- *L'animal médiateur de l'humain* (2007, Revue internationale de psychosociologie)
- Animalité et humanité. La frontière croisée* (Novembre 2016, Ovidia)

Il est en train de préparer un nouvel ouvrage:

- *Phénoménologie des formes animées.*

Franck COSSON nous présente ses RECHERCHES SUR L'ANIMALITE:

Dans une perspective phénoménologique, ses recherches portent actuellement sur l'animalité.

1/ Les animaux sont d'abord considérés comme formes autonomes animées entretenant des relations de signification diverses avec l'environnement, démultipliant ainsi les manières d' « habiter » le monde au point d'entretenir parfois avec lui des relations singularisées. Celles -ci permettent d'évoquer l'existence chez certains animaux d'une notion de leur être – propre (pré - conscience de soi, proto – conscience ?) et de l'environnement vécu à travers des sensations et des actes de perception.

2/ Les animaux sont également interrogés dans la mesure où ils représentent la possibilité pour l'homme de mieux se connaître lui – même en intégrant ces formes animées qu'il perçoit et assimile en les rapportant à son corps propre. Cette interrogation permet de relativiser la conscience exclusive et abstraite que la philosophie a souvent assignée à l'homme sous la forme du cogito et du pouvoir de dire Je. Ces investigations phénoménologiques permettent ainsi de comprendre que l'homme se rapporte à lui – même sur la base d'une expérience d'altérité animale qui lui permet de relativiser sa propre identité humaine en ouvrant ainsi la voie à une investigation « croisée » que j'appelle « anthropozoologique ». Le thème de la connaissance de soi se trouve renouvelé par la distance que l'altérité animale nous fait avoir à l'égard de nous – mêmes.

3/Enfin, les animaux, ainsi intériorisés dans leurs différences, investissent l'imaginaire et la symbolique des cultures non pas d'une manière extérieure et artificielle, mais sur la base d'une véritable incorporation de la différence zoologique ce qui permet à l'homme d'enrichir considérablement les relations qu'il entretient avec la nature et de mieux réfléchir à son statut d'animal humain partageant une condition commune avec les autres espèces.

Son dernier livre, *Animalité et humanité : la frontière croisée*, développe et discute ces trois registres complémentaires.

Conférence de notre collègue Franck COSSON de l'AEIS Nancy

Résumé en français de la présentation de Franck COSSON:

Singularité, subjectivité et émergence de la conscience animale

Les animaux accèdent-ils à des expériences conscientes? Doit-on les considérer comme des sujets à part entière? Cette conférence montre que certains animaux accèdent à une notion de ce qu'ils éprouvent en tant que sujets sensibles basée sur une auto-affectation physique globale. . L'hypothèse proposée tente de montrer que certaines espèces échappent au strict déterminisme sur la base d'une relation qui se distingue de leur environnement. Cette relation individualisée, basée sur la mémorisation et la réintégration de l'expérience passée, fait apparaître des états subjectifs réactivés en rapport avec l'environnement rencontré. Cette singularisation et cette subjectivisation des conduites animales sont discutées à la lumière des théories du fonctionnement du cerveau et de l'émergence de capacités cognitives originales , de données issues de l'écologie comportementale et de conceptions philosophiques intégrant le problème des relations corps/conscience.

Bibliographie

- Cezilly (F.), Danchin (E.), Giraldeau (L.-A.), *Ecologie comportementale*, Dunod.
 Cosson (F.) (2016), *Animalité et humanité. La frontière croisée*, Ovidia.
 Dehaene (S.) (2016), *Le code de la conscience*, Odile Jacob.
 Eccles (J.) et Popper (K.) (1977), *The Self and its Brain*, Springer Verlag.
 Edelman (G.) (1992), *Biologie de la conscience*, Odile Jacob.
 Lestel (D.) (2004), *L'animal singulier*, Seuil.
 Maine de Biran (2001), *Essai sur les fondements de la psychologie*, Vrin.

Annonces

- I. **Quelques ouvrages papiers relatifs au colloque de 2014 " Systèmes stellaires et planétaires- Conditions d'apparition de la Vie" -**
- Prix de l'ouvrage :25€.
 - Pour toute commande s'adresser à :

Irène HERPE-LITWIN Secrétaire générale AEIS
39 rue Michel Ange 75016 PARIS
06 07 73 69 75
irene.herpe@science-inter.com

Documents

Pour préparer leurs interventions, nos collègues Claude MAURY, Alain CARDON, Jacques PRINTZ et Michel GONDRAN nous ont fourni les documents résumés suivants:

- p. 7 : "*L'Intelligence artificielle soumise au regard des philosophes*" Schéma de présentation par notre collègue Claude MAURY
- p. 10 : "*La génération et l'appréhension des représentations idéelles artificielles et naturelles*" par notre collègue Alain CARDON
- p. 11: "*Une ingénierie sans fondement: l'information?* " - Résumé en français par notre collègue Jacques PRINTZ
- p. 22 : "*Les ondelettes Minplus et les analyses fractales et multifractales*" par notre collègue Michel GONDRAN

L'intelligence artificielle soumise au regard des philosophes

Chargé de rédiger le compte-rendu de l'intervention de Jean Gabriel Ganascia le 12 septembre dernier, j'ai ressenti, dans toutes leurs promesses et tous leurs excès, les réalités présentes de l'IA. Il m'a semblé que cette emphase appelait en écho un regard critique de tonalité philosophique. Il est d'ailleurs indéniable que les philosophes expriment des perplexités sur la nature de l'IA et sur ses perspectives variées (simuler la pensée humaine, cloner le cerveau...).

C'est dans esprit que je vous propose cette intervention, qui se situe à l'évidence sur un registre plus spéculatif que celui de l'exposé du 12 septembre. *J'espère que vous ne serez pas dérouterés par l'adoption (assez contenue) d'une telle approche, à laquelle vous êtes comme scientifiques, moins familiers...*

I. Clarifier d'abord le sens des termes

La première exigence de toute démarche philosophique est d'assurer une bonne compréhension des concepts et des termes mobilisés

A. L'intelligence

Sans doute difficile à définir précisément, se développant sur plusieurs registres, **l'intelligence** peut être ramenée ici à deux formes principales, la première en appui de la seconde,

- 1) Une **intelligence de compréhension**, qui dérive sur les problèmes d'une connaissance plus ou moins poussée
- 2) Une **intelligence de comportement**, qui traduit une aptitude à prendre (et mettre en œuvre) des décisions pertinentes.

L'IA introduite dans les années 50, s'est surtout placée sur le second registre (prime aux résultats) en cherchant à faire mieux que l'homme. Elle a posé au départ le principe de la réductibilité de toute pensée à un calcul, postulat qui a été ultérieurement contesté.

B. Sur la pensée

Neutre par lui-même, le terme de pensée peut n'évoquer qu'une simple activité mentale. Au niveau humain – considéré ici - la pensée (on parle aussi d'esprit) se caractérise principalement par une **conscience réflexive**, à laquelle s'associe

- Une intentionnalité (qui porte un sentiment de liberté)
- Une discipline de raisonnement (en rapport avec une rationalité reconnue nécessaire et acceptée) très liée au langage (logos=logique)
- La référence constante à un sens (tout fait informatif est intégré dans un référentiel de valeurs, de normes et d'assertions dérivées, à la lumière de notre expérience passée)

C. Pour mieux saisir la réalité de l'esprit

Nous sommes conditionnés par l'histoire à voir notre esprit soumis à une "Raison" unique et immuable. Cette vision est aujourd'hui jugée limitative à l'excès:

- Nous adoptons par réalisme des **logiques différentes** dans certains contextes (ex: économie)
- Nous reconnaissons l'importance d'une **pensée inconsciente** (devenue même déterminante pour les neurosciences), qui s'exprime en particulier par notre **intuition**
- Nous avons aujourd'hui une **vision intégrée** de notre activité mentale, acceptant une dépendance entre pensée rationnelle et sentiments (affects)

Ce ne sont pas de minces défis pour une pensée machinale à imaginer...

II. Retour sur l'IA (intelligence artificielle)

L'intelligence artificielle (terme en soi discutable, parce qu'il force à une comparaison orientée automates-cerveau) a une histoire compliquée, marquée par des périodes de doute

A. L'IA a été portée lors de son lancement (années 50)

- Par le postulat du computationnisme (tout est calcul),
- Par la théorie des automates universels (il existe des automates aptes à réaliser tous les calculs)

L'IA s'est concrétisée (et crédibilisée) au cours du temps

- Par l'élaboration d'algorithmes (langages de programmation)
- Par l'accès à des jeux de données de plus en plus étendu,
- Par la disponibilité de puissances de calculs croissantes

Certains succès spectaculaires (jeu d'échecs, go) ont masqué l'absence relative de percées, en dehors (2010) du deep learning, du machine learning (Watson) et d'applications emblématiques comme celle de véhicules autonomes...

La publication répétée d'articles laudatifs dans les médias n'aide pas à se faire une appréciation objective, sans parler des projections vers la pensée artificielle...

B. Un doute sur les potentialités de l'IA ?

Malgré ses promesses, l'IA ne sait pas tout faire, ou en tout cas pas simuler parfaitement l'esprit humain. Les philosophes et les cognitivistes soulignent à cet égard

- L'absence d'intentionnalité des automates
- Leur incapacité à identifier des formes inédites
- La difficulté à franchir la barrière du sens (faute de prendre en compte les éléments de contexte)

La compréhension humaine du monde repose (gestion globalisée de prédicats) sur le fait (entre autres)

- que nous ayons un corps situé dans l'espace
- que nous ayons des désirs, des valeurs et des normes
- que nous nous sentions solidaire d'un collectif
- que nous ayons une histoire et des angoisses
- que nous cherchions à valoriser notre savoir.

C. Trois scénarios semblent alors ouverts...

1. Prendre acte pragmatiquement (et sereinement) des limitations de l'IA et se projeter dans une vision apaisée et coopérative (>>>rapport Stanford IA-2030)
2. Faire confiance à la technique et à l'ingéniosité humaine pour contourner les obstacles et in fine tout simuler...
3. Imaginer de nouvelles pistes: intelligence coopérative multi-agents pour se rapprocher du modèle cérébral (abandon des calculateurs traditionnels)

Cette projection laisse de côté le transhumanisme, qui correspond à une version forte (et déroutante) du scénario (1), et les tenants de la thèse abrupte (et sans preuves) de la "singularité"

Points de vue de philosophes

Les débats portent plus sur la nature de l'esprit, que sur l'intelligence, plus sur la cognition que sur le comportement.

Sur la cognition s'opposent le schéma cognitiviste et computationnel (Fodor) et le schéma connexioniste (Searle)

L'erreur (selon John Searle) est de prendre le cerveau pour un ordinateur enchainant des calculs. Le cerveau humain fonctionne principalement sur un mode massivement parallèle qui intrique mémorisation et traitement des données....

Nous avons deux modes de pensée: une pensée discursive lente, et une pensée rapide inconsciente (D. Andler ENS). L'IA concurrence la première avec des potentialités étonnantes, mais reste loin du second mode mental...

Si la machine parvient à imiter l'esprit humain, alors l'homme doit se penser comme une machine...



Un automate ne sait pas dire de lui-même qu'il aime une peinture (même s'il peut identifier finement des ressemblances...)

La couleur rouge

On ne peut réduire la couleur rouge à un simple état mental (ni d'ailleurs à un fait objectif). Le concept de rouge implique une expérience réfléchie de l'observateur

Sur le rapport entre pensée et enveloppe corporelle

Le philosophe Nagel a expliqué (1974) que nous n'avons absolument aucun moyen de savoir quelle expérience du monde fait une chauve-souris : le seul moyen d'y répondre serait d'être soi-même une chauve-souris



La génération et l'appréhension des représentations idéelles artificielles et naturelles

Alain Cardon, AEIS et LITIS INSA de Rouen
cardalain@gmail.com

Résumé

Je présente dans cet article une synthèse de mes recherches sur le fonctionnement du système psychique humain en le concevant à partir des caractéristiques du modèle d'architecture organisationnelle d'une conscience artificielle que j'ai défini, modèle abstrait qui pourrait servir de modèle informationnel pour définir scientifiquement l'organisation auto-adaptative de la conscience humaine. Je vais donc présenter un modèle de système informationnel générant des représentations, décrivant comment se génèrent les formes idéelles, montrant comment le système peut arriver à ressentir les formes générées qui valent pour ses pensées, ce qui est une présentation de la solution de la connaissance de ce qui fait le ressenti conscient de quelque chose qui a été conçu dans l'esprit.

Introduction

La notion philosophique de conscience est à préciser scientifiquement et il faut se situer dans le domaine de la conception des représentations mentales et de l'architecture des systèmes auto-organiseurs qui produisent des faits de conscience. La compréhension fine de ce que sont réellement les représentations mentales a conduit à deux domaines de recherche. Il y a un domaine de recherche dans l'étude de l'architecture organisationnelle du psychisme humain traitant de la génération et de l'appréhension sensible et sémantique des représentations mentales. Et il y a un autre domaine de la conception et de la construction de systèmes à architecture autocontrôlée produisant avec intentions des représentations idéelles artificielles, se basant sur l'autocontrôle de systèmes multiagents massifs. L'unification de ces deux domaines de recherche par la précision conceptuelle de l'architecture dynamique du système générant les représentations doit apporter des résultats scientifiques importants.

La question est de savoir pourquoi et comment une génération mentale se forme et comment elle s'appréhende dans l'esprit. Je vais présenter une architecture organisationnelle pour un système qui génère des représentations mentales, naturelles et artificielles, en insistant sur l'aspect de l'autocontrôle par des flux tendanciels multiples, ce qui conduit à une nouvelle théorie de l'émergence. Je vais présenter comment un tel système peut vraiment appréhender et ressentir ses représentations, comment il peut être en état d'éprouver ses pensées, naturelles ou artificielles, et procéder à la poursuite de ses générations idéelles. Je montrerai surtout ce qu'est l'influence des tendances fondamentales vues comme des champs régulateurs. Comme l'approche est typiquement constructiviste, et surtout pas simplement descriptive, cela permettra d'enrichir le domaine de la compréhension de la conscience humaine avec la considération des tendances fondamentales dominantes, puis aussi de pouvoir construire une conscience artificielle pour un système autonome doté d'une corporéité, ce que la recherche appliquée en Intelligence Artificielle veut produire le plus rapidement possible.

Une ingénierie sans fondement : l'information ?

L'ingénierie de l'information n'est-elle qu'un vaste bricolage, ou bien est-elle la quintessence de la science du 20^{ème} siècle dont les fondements ont été posés par John von Neumann en personne ?

En 1954, avec la machine Whirlwind, conçue par le MIT et IBM en application directe des travaux de von Neumann, on pouvait compter les ordinateurs sur les doigts d'une main, et le total des plus gros programmes nouvellement créés ne comptaient guère plus que quelques milliers d'instructions machine écrites en langage binaire.

Dans les années 1990, quarante ans plus tard, l'industrie de l'information est devenue la 1^{ère} industrie mondiale, dépassant en volume l'industrie de l'énergie. Aujourd'hui, ses entreprises phares, celles du GAFAM, Microsoft, Intel, ... dépassent en capitalisation boursière toutes les autres. Les « objets connectés » comme nos smart phones sont devenus emblématiques de cette société qualifiée de « numérique », mais aussi, et le fait est moins connu, les objets les plus complexes jamais réalisés par l'intelligence, la créativité et l'ingéniosité humaine. Les analystes estiment qu'ils seront aux alentours de 20 milliards dans les années 2020-30.

Ces objets sont qualifiés de « systèmes » et leur cœur réside dans un circuit électronique de quelques cm² qui intègre plusieurs milliards de transistors de taille nanométrique et des millions de lignes de code nécessaires à leur bon fonctionnement. Pour les concevoir, des millions d'heures ouvrées ont été nécessaires, mettant au travail des centaines de milliers d'ingénieurs hautement qualifiés, regroupés en des dizaines de milliers d'équipes en interaction en temps réel dont les efforts doivent impérativement se cumuler sous peine de chaos. Pour tenter de répondre à la question posée, nous allons faire l'anatomie d'une des structures les plus emblématiques d'un ordinateur : la pile des interfaces, qui va du silicium aux interfaces des applications grand public, sans laquelle ces machines incroyables seraient inprogrammables. L'idée m'en a été donnée à la lecture du livre du prix Nobel Robert Laughlin *A different universe*, dans le chapitre *The quantum computer* où il donne le schéma suivant, complété par mes soins :

Cette pile, comme on peut s'en douter, ne doit rien à un supposé bricolage, ni à un « hasard » qui ferait bien les choses ; elle doit tout aux méthodes créées et à l'ingéniosité de ses concepteurs. Elle est une bonne

illustration de la logique de l'émergence dont les bases ont été données par les prix Nobel Philip Anderson dans son article *More is different*, du « simple » des atomes de des transistors. nous nous proposons l'expliquer dans cet exposé, elle donne un éclairage sur le complexe dévoile l'infiniment qui, grâce à elle, se progressivement sous nos yeux, sans que nous n'ayons



Computation is based on an enormous tower of functionalities.

parfois bien conscience. Sans la « magie » de la pile d'interfaces, le boson de Higgs, ou la détection des ondes gravitationnelles seraient restés au stade des spéculations invérifiables.

logique de bases ont été données par les prix Nobel son article bien au-delà agencement silicium et Comme de exposé, elle surprenant complexe dévoile nos yeux, ayons

Les ondelettes Minplus et les analyses fractales et multifractales

Michel Gondran*

AEIS

Abstract

Pour toute fonction $f : \mathbb{R}^n \rightarrow \overline{\mathbb{R}}$ on introduit les ondelettes Minplus qui sont des familles d'enveloppes inférieures et d'enveloppes supérieures, construites à partir de l'analyse Minplus que nous avons défini ? ? à la suite de Maslov ? .

On montre, au niveau théorique et sur des exemples, comment ces ondelettes Minplus ouvrent une branche non linéaire à l'analyse multirésolution des signaux avec en particulier un nouveau calcul des exposants de Hölder permettant d'améliorer fortement l'étude de la fractalité ? et de la multifractalité ? de ces signaux..

* michel.gondran@polytechnique.org

¹ V.P. Maslov, *Analyse Idempotente*, édition Mir (1989).

² M. Gondran: "Analyse MinPlus". C. R. Acad. Sci. Paris **323**, 371-375 (1996).

³ M. Gondran : "Convergences de fonctions à valeurs dans \mathbb{R}^k et analyse Minplus complexe". C. R. Acad. Sci. Paris **329**, 783-788 (1999).

⁴ M. Gondran, A. Kenoufi: "Numerical calculations of Hölder exponents for the Weierstrass functions with (min,+)-wavelets", TEMA,15, n°3 (2014), 261-273.

⁵ M. Gondran, A. Kenoufi and T. Lehner: "Multi-fractal Analysis for Riemann Serie and mandelbrot Binomial Measure with (min,+)-wavelets", TEMA,17, n°2 (2016), 247-263.