

**BULLETIN N° 223**  
**ACADÉMIE EUROPÉENNE**  
**INTERDISCIPLINAIRE**  
**DES SCIENCES**  
**INTERDISCIPLINARY EUROPEAN ACADEMY OF SCIENCES**



**Lundi 5 mars 2018:**

1. Notre collègue Alain STAHL a malheureusement été empêché et sa présentation d'ouvrage remise à la prochaine séance du 9 avril
2. Revue des préparatifs du colloque des 15 et 16 mars prochains  
"Les Signatures de la Conscience "

*Histoire naturelle, Phénomènes de conscience, Neurobiologie fonctionnelle, Automates « intelligents », Éthique*

**Notre Prochaine séance aura lieu le lundi 9 avril 2018 à 17h**

**à la Maison de l'AX 5, rue Descartes**

**75005 PARIS**

Elle aura pour thème

1. Présentation par notre Collègue Alain STAHL  
de la 3ème édition de son ouvrage ( *malheureusement empêché le 5 mars 2018*) :  
**SCIENCE & PHILOSOPHIE**

**La science permet-elle une présentation moderne des grandes questions philosophiques ?**  
**Librairie Philosophique J. Vrin, Paris (2017)**

2. Présentations de thématiques possibles du prochain colloque de 2020
3. Réflexions sur le déroulement du précédent colloque des 15 et 16 mars 2018  
" *Les Signatures de la Conscience* "

# 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-TANNOUJDI  
**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

mars 2018

**N°223**

## TABLE DES MATIERES

- p. 03 Séance du 5 mars 2018:
- p. 06 Annonces
- p. 07 Documents

**Prochaine séance : lundi 9 avril 2018**

. **Présentation par notre Collègue Alain STAHL**  
**de la 3ème édition de son ouvrage ( malheureusement empêché le 5 mars 2018) :**

### **SCIENCE & PHILOSOPHIE**

**La science permet-elle une présentation moderne des grandes questions philosophiques ?**  
**Librairie Philosophique J. Vrin, Paris (2017)**

2. **Présentations de thématiques possibles du prochain colloque de 2020**
3. **Réflexions sur le déroulement du précédent colloque des 15 et 16 mars 2018**  
**" Les Signatures de la Conscience "**

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

5 rue Descartes 75005 PARIS

**Séance du Lundi 5 mars 2018/Institut Curie à 15h45**

La séance est ouverte à 15h45 **sous la Présidence de Victor MASTRANGELO** et en la présence de nos Collègues Gilbert BELAUBRE, Jean-Louis BOBIN, Jean-Félix DURASTANTI, Françoise DUTHEIL , Claude ELBAZ, Michel GONDRAN, Irène HERPE-LITWIN, Claude MAURY, Marie-Françoise PASSINI, Jacques PRINTZ, Jean SCHMETS , Jean-Pierre TREUIL,

Etaient excusés :François BEGON, Jean-Pierre BESSIS, Bruno BLONDEL, Michel CABANAC, Alain CARDON, Juan-Carlos CHACHQUES, Gilles COHEN-TANNOUDI, Alain CORDIER , Sylvie DERENNE, Ernesto DI MAURO, Vincent FLEURY, Jean -Pierre FRANÇOISE, Dominique LAMBERT, Valérie LEFEVRE-SEGUIN, Gérard LEVY, Antoine LONG, Pierre MARCHAIS, Anastassios METAXAS, Jean-Jacques NIO, Alberto OLIVIERO, Edith PERRIER, Pierre PESQUIES, Michel SPIRO, Alain STAHL, Mohand TAZEROUT, Jean-Paul TEYSSANDIER, Jean VERDETTI.

**I. Notre collègue Alain STAHL ayant été empêché la présentation de la 3ème édition de son ouvrage :**

**SCIENCE & PHILOSOPHIE**  
**La science permet-elle une présentation moderne des grandes questions philosophiques ?**  
**Librairie Philosophique J. Vrin, Paris (2017)**

a été reportée à la prochaine séance du 9 avril 2018

**II. Préparation du Colloque des 15 et 16 mars 2018 à l'IHP/1ères remarques sur le déroulé du colloque**

Un premier échange révèle les problématiques suivantes:

1. Suite à la défection de certains conférenciers tels Silva STEIN, et Luc STEELS et aux inversions de dates liées à des astreintes externes de conférenciers tels Armelle VIARD, Francis EUSTACHE et Jean-Paul HATON, **le séquençage horaire du colloque n'a pu être conforme à la programmation logique qui sera celle du futur ouvrage dédié à ce colloque.** Notre Président Victor MASTRANGELO présentera donc une programmation du futur ouvrage qui comprendra l'ensemble des conférences présentées lors du colloque ainsi que les contributions de spécialistes dans l'incapacité d'être présents tels:

- Pier Francesco FERRARI "*Apprentissage -Rôle des neurones miroirs*" et Laure ZAGO "*Interaction des deux hémisphères du cerveau*" pour la 2ème session dédiée à " LA CONSCIENCE : ORIGINE ET NATURE, PERSPECTIVES DE COMPRÉHENSION"

- Stanislas DEHAENE " *Les signatures de la conscience*" pour la 3ème session dédiée à NEUROBIOLOGIE FONCTIONNELLE ET PLASTICITÉ dédiée à "CONSCIENCE ET FONCTIONS SUPERIEURES DU CERVEAU"
- Jean Gabriel GANASCIA " *Intelligence artificielle: des Big Data au Cerveau*" pour la 4ème session dédiée à "INTELLIGENCE ARTIFICIELLE- vers une meilleure compréhension des mécanismes du cerveau?"

Ceci a donc été reproduit dans la rédaction du fascicule de présentation réalisé par notre collègue Gilbert BELAUBRE avec l'aide de Marie-Françoise PASSINI.

2. Notre collègue Jean-Pierre TREUIL souhaite procéder à **un enregistrement audio synchronisé avec la présentation de chaque diapo du conférencier**. A cet effet, il souhaite que chaque conférencier soit muni d'un micro-cravate et qu'il nous confie l'enregistrement Powerpoint ou PDF de ses diapos avant de prendre la parole. ( à tout hasard nous disposerons à la fois de l'ordinateur Mac de l'IHP et d'un PC afin d'éliminer toute incompatibilité de système Powerpoint ou PDF). Jean-Pierre TREUIL aura d'une part des micro- cravates loués ( **Loca-Image**) et des micro- cravates prêtés ( **Speechi**) qui permettront d'évaluer le système le plus rentable pour la suite de nos travaux ( séances et futurs colloques). **Il sera donc souhaitable que les conférenciers se présentent 15mn avant leur exposé avec leurs diapos enregistrées. Par ailleurs, notre collègue Jean-Pierre TREUIL sera épaulé par nos collègues Jean-Félix DURASTANTI et Michel GONDRAN.**
  
3. En ce qui concerne l'organisation matérielle du colloque , principalement l'accueil des participants, notre Collègue Irène HERPE-LITWIN sera aidée principalement par notre collègue Françoise DUTHEIL. Chaque participant aura droit à un fascicule et à un tract concernant nos ouvrages relatifs aux colloques de 2014 et 2016. ( l'ouvrage de 2016 n'étant pas encore complètement achevé). **Chaque fascicule, en dehors de la programmation et des résumés des interventions, comportera également les modalités de candidature à une admission à l'AEIS.**
  
4. La distribution des badges qui ne concerne que les conférenciers, les modérateurs ou les membres de l'AEIS sera assurée par notre collègue Irène HERPE-LITWIN avec l'aide de nos Collègues Françoise DUTHEIL et éventuellement Marie-Françoise PASSINI. Ces badges sont destinés à reconnaître qui pourra profiter des deux déjeuners du CROUS même si ce dispositif n'est pas d'une efficacité absolue.
  
5. Notre collègue Irène HERPE-LITWIN rencontre quelques problèmes avec un nombre d'inscriptions insuffisant au colloque. Il semblerait que de nombreux participants aient quelques difficultés d'inscription sur le site <https://aeis-2018.sciencesconf.org> ce qui est un peu surprenant étant donné que le même type d'inscription avait été un succès en 2014 puis 2016. Elle a donc recontacté toutes ses listes de distribution en leur conseillant en cas de problème, de s'adresser directement à elle via son adresse courriel.. Par ailleurs, nos collègues Gilles COHEN-TANNOUDJI et Françoise DUTHEIL ont également diffusé l'information auprès de leurs collègues. L'annonce du colloque avait par ailleurs été diffusée auprès de l'Académie des Sciences, du CNRS et d'autres organismes de recherche.

### **III. Premières remarques pratiques sur le déroulé du colloque**

1. Contrairement aux craintes exprimées ci-dessus, une participation moyenne de 95 participants sur 120 inscrits a pu être enregistrée. Le taux de participation a été relativement régulier pour les 4 sessions.
2. Les participants se sont également montrés très intéressés par les publications d'ouvrages: 6 ouvrages papier disponibles sur le colloque de 2014 ont ainsi été vendus. Une demande insistante d'ouvrages sur le colloque de 2016 s'est manifestée. L'ouvrage sur le colloque de 2018 semble également très attendu.
3. Une petite modification de programmation horaire a été liée à l'absence imprévue du conférencier Zsolt LENKEİ, jeudi 15 mars à 14h : Jean Paul HATON a donné sa conférence à 14h suivie par celles de Marie AMALRIC et de Jérôme SACKUR.

Sinon, le colloque s'est fort bien déroulé avec semble-t-il une appréciation très positive de l'auditoire.

Une analyse plus détaillée sera réalisée ultérieurement.

# Annonces

**I. Notre Collègue Alain STAHL vient de publier auprès de la Librairie Philosophique VRIN la 3ème édition de son ouvrage "*Science et Philosophie*"**

Cet ouvrage de 337 pages est consacré à une réflexion sur les conséquences épistémologiques et philosophiques des avancées spectaculaires dans tous les domaines scientifiques. Il renvoie à d'importants développements donnés en libre accès sur le site de l'auteur <http://perso.wanadood.fr/alain.stahl>

**Les apports nouveaux, dans cette troisième édition, concernent :**

- 1 - des acquis récents qui étayaient ses réflexions de « critique scientifique » sur des points d'actualité, tels que le calcul informatique, les transitions de phase, la cosmologie, le repliement des protéines, l'intelligence artificielle, les méthodes de mesure...
- 2 - Un dernier chapitre, entièrement nouveau, où – par une méthode originale, récapitulant les conclusions des chapitres scientifiques – l'auteur tente de répondre à la question posée par le nouveau sous-titre de l'ouvrage. : “La science permet-elle une présentation moderne des grandes questions philosophiques?” L'écriture est rigoureuse, mais la lecture est aisée.

Les grands thèmes philosophiques sont toujours, – chose rare –, étayés par la priorité donnée aux acquis scientifiques. C'est une mise à niveau dont la lecture induit un dialogue permanent, très ouvert et très riche, avec l'auteur.

**II. Quelques ouvrages papiers relatifs au colloque de 2014 " Systèmes stellaires et planétaires- Conditions d'apparition de la Vie" sont encore disponibles.**

- 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  
[iherpelitwin@gmail.com](mailto:iherpelitwin@gmail.com)

**I. L'ouvrage cité ci-dessus est accessible gratuitement sur le site:**

<http://www.edp-open.org/images/stories/books/fulldl/Formation-des-systemes-stellaires-et-planetaires.pdf>

## **Documents**

p.08 : Une présentation résumée de l'ouvrage de notre collègue Alain STAHL  
pour illustrer la préparation du colloque:

p.15 : le contenu du fascicule distribué lors du colloque

## ***Résumé, pour scientifiques, des conclusions philosophiques de mon livre « Science et philosophie ». 3-2018.***<sup>1</sup>

[Alain.Stahl@wanadoo.fr](mailto:Alain.Stahl@wanadoo.fr)

Après un travail de « critique scientifique », qui décrit successivement les problèmes de chaque science (hors sciences sociales), les derniers chapitres, regroupant et combinant les enseignements des chapitres particuliers, ont un caractère plus philosophique. Je crois avoir été original, par ma méthode globale, comme par certaines de mes conclusions.<sup>2</sup>

### ***Quelques remarques générales.***

La science contemporaine connaît des succès stupéfiants : En *mathématiques*, théorème de Fermat-Wiles et résolution de la conjecture de Poincaré. Précision extrême de certaines théories *physiques*. Progrès gigantesques de la *cosmologie*. En biologie, connaissance rapide et détaillée de nombreux génomes, de la hiérarchie de leurs gènes, de la structure des protéines qu'ils déterminent, des réactions enzymatiques, auxquelles celles-ci se prêtent. Compréhension plus profonde de beaucoup plus de processus cérébraux. Percée, avec l'apprentissage profond, de *l'intelligence artificielle*... La révolution informatique a contribué à ces succès et a développé parallèlement des applications techniques toujours plus puissantes.

Les grands problèmes philosophiques subsistent ; il est vain de penser que la science les résoudra ; mais elle peut fournir des données, permettant de mieux les formuler (déjà, des définitions précises y contribueront). Dans certains cas, elle peut même dévoiler des contradictions cachées. Dans son propre domaine, elle remarque que certaines hypothèses – même cohérentes – ont des probabilités « extrêmement » faibles ; un exemple en est la probabilité que toutes les molécules d'un gaz se trouvent, à délai humain, circonscrites dans la moitié d'un récipient fermé ; ce mot « extrêmement » est traduit en langage probabiliste par la définition d'un « seuil de Borel » - par exemple, une probabilité de  $10^{-100}$  - en dessous de laquelle elle décide de les exclure de sa réflexion. Ainsi, comme la physique n'a jamais rencontré de « forces vitales », agissant sur les seules molécules d'un être vivant et disparaissant à sa mort, nous n'adhérons pas au *vitalisme* de certains philosophes. De même, pragmatiquement, nous ne voyons pas d'intérêt dans des positions philosophiques tenables, mais extrêmes et invérifiables, comme le *solipsisme* ; nous ne sommes partis que de connaissances scientifiques éprouvées. Chaque science apportera aux systèmes philosophiques sa contribution ; **leur conjugaison imposera de fortes contraintes.**

Mais que le lecteur se rassure : toutes les grandes orientations philosophiques resteront ouvertes ; la science ne peut pas y déceler de contradictions ; en revanche, elle en propose des formulations modernes !

1. Un premier exemple majeur est celui du *déterminisme*. Sa définition scientifique précise remonte à Laplace, qui l'avait appliquée à la mécanique : quand dans un système, on connaît les conditions initiales (par exemple, la position et la vitesse d'un projectile au départ d'un canon) et les lois régissant les forces auxquelles il est soumis (ici, la pesanteur), les mathématiques montrent que l'ensemble de la trajectoire est *déterminé* (nous n'écrivons pas *calculable*, ni même *prédictible*, parce que – sur des temps longs - deux trajectoires initialement très proches peuvent diverger considérablement).

Quand on se place à l'échelle plus basse des particules de la physique quantique, l'hypothèse de travail des scientifiques est qu'un *hasard* (un *indéterminisme*) intervient<sup>3</sup>. Mais, même sous cette hypothèse, un point essentiel est que, sur le monde inanimé macroscopique, ce hasard quantique, moyenné à une vitesse

---

<sup>1</sup> Une troisième édition du livre, très augmentée sur le plan philosophique, a paru chez Vrin en mai 2017. Une mise à jour permanente est mise sur ordinateur. Je l'enverrai volontiers à ceux qui me le demanderont. En vingt ans, j'ai reçu beaucoup d'appréciations, qu'on trouvera sur mon site (taper : alain stahl).

<sup>2</sup> Les conclusions importantes de ce résumé sont indiquées en caractères Arial, les points originaux en **gras**.

<sup>3</sup> C'est une position *pragmatique* qui sera justifiée en 12.

prodigieuse par les très grands nombres de la physique statistique, est remplacé par un *déterminisme statistique*.<sup>4</sup>

2. Le *matérialisme*, au moins dans sa version cohérente moderne « pure et dure », est *physicaliste* : il pose que tout, dans la nature, se réduit à la physique.<sup>5</sup> En particulier, au niveau de l'homme, tout est soumis au *déterminisme* de la physique statistique. Dans ce tout, l'ordinateur est inclus ; il y a donc des formes modernes, philosophiques ou pragmatiques, du physicalisme, qui affirment que l'on doit traiter comme des algorithmes tous les mécanismes de la vie.

Le matérialisme nie la *liberté*. *Moniste*, il ne voit (quand il ne les nie pas) dans *l'esprit* ou la *conscience* que des façons commodes de parler. Le *spiritualisme* s'oppose au matérialisme : l'homme a une liberté et un esprit, donc – au moins à son niveau - le déterminisme et le réductionnisme sont rompus.

3. Pour définir la *liberté*, on recourt généralement à deux principes : l'agent libre est à l'origine de son action ; il aurait pu faire autrement. On distingue ensuite deux étapes dans l'exercice d'une liberté : le *libre arbitre*, capacité d'arriver à une décision ; *l'action*, par laquelle la décision se concrétise. Enfin, parmi les différents niveaux de liberté envisageables, deux seront nécessaires à nos analyses : la liberté d'indifférence (le choix entre deux possibilités sans réel enjeu) ; la liberté supérieure, par laquelle une personne témoigne de ses convictions. Un bon consensus, chez les scientifiques comme chez les philosophes modernes, souligne que la liberté ainsi définie est, par nature, totalement différente d'un *hasard* « aveugle » ; du coup, il est absurde de tenter de l'expliquer par *l'indéterminisme quantique*. Je vais plus loin : par les deux principes énoncés, on devrait réaliser que la *liberté*, chez les êtres vivants qui en disposeraient, est *incompatible* avec le *déterminisme statistique*, qui règne à leur échelle<sup>6</sup>.

Les processus cérébraux qui conduisent à une action peuvent s'analyser en un rassemblement d'informations (extérieures et recueillies par nos sens - ou résultant de nos réflexions, traitées dans le cortex associatif). Tout cet ensemble est transmis au cortex moteur, qui commande les gestes correspondant à nos décisions. Le début et la fin de ce processus obéissent au déterminisme et sont, dans leur principe, communs à tous les êtres vivants, qu'ils soient libres ou non. On espère accroître les domaines, amont et aval, où nos connaissances scientifiques s'imposeront. Mais c'est au niveau central, de plus en plus réduit, mais toujours fondamental, que le cœur même de la liberté se maintiendrait, que le déterminisme pourrait être rompu.

Des problèmes symétriques se posent alors : Comment le *matérialiste* convaincu peut-il concilier sa position philosophique avec le fait que, dans sa vie courante, il se comporte comme s'il était doté de liberté ? Avec sa perception d'une loi morale ? Comment le *spiritualiste* peut-il surmonter *l'incompatibilité* entre liberté et déterminisme (sauf à postuler une finalité) ?

**La liberté d'indifférence peut être testée par des « expériences de vérité »** : Un expérimentateur peut obtenir d'un sujet libre qu'il exécute une longue série d'actes *indifférents*, tandis que lui-même, après les avoir prescrits, en vérifie l'exactitude. Dans de telles expériences, la longueur de la liste permet, par un effet « multiplicateur », d'obtenir une précision du niveau des meilleures expériences scientifiques. Mais le principe même de la liberté du sujet étant testé par un expérimentateur supposé libre, ces expériences peuvent seulement renforcer la conviction initiale de celui-ci.

Des expériences, d'une nature et d'une finalité complètement différentes (les premières remontent à B. Libet - 1979), ont visé le déroulement d'un processus de décision ; elles ont révélé un décalage paradoxal : une activité cérébrale inconsciente *précède* nettement le moment où le sujet dit prendre conscience d'une action simple. L'interprétation de ces expériences est controversée ; elles posent des problèmes à tous (et spécialement aux spiritualistes).

<sup>4</sup> Nous verrons en 9 l'exception, pour le vivant, représentée par la fixation des mutations favorables dans la longue succession des générations.

<sup>5</sup> Rappelons la notion importante de la réduction d'une science à une autre : essentiellement, on entend par là que les lois et les résultats de la science aval peuvent être déduits de ceux de la science amont.

<sup>6</sup> La liberté ne peut pas non plus résulter de *bifurcations*, forme rare d'exceptions au déterminisme.

4. Parallèlement, les progrès scientifiques nous permettent de belles expériences sur la *conscience* : ainsi, S. Dehaene (au Collège de France) *observe* – de l’extérieur, par des techniques d’imagerie fonctionnelle - un « embrasement », concernant de nombreuses zones du cerveau, au moment même où le sujet observé dit avoir *conscience* d’accéder à des informations sensorielles. En revanche, les *qualia* (correspondant à ce que nous fournit l’introspection, par exemple une douleur) ne peuvent pas – par leur nature même - être parfaitement analysées de l’extérieur. Les matérialistes modernes y voient le « problème principal de la conscience ».

5. De nos jours, les spiritualistes devraient rejoindre les matérialistes, pour estimer qu’aucun être ne dispose de liberté ou d’esprit aux niveaux « inférieurs » de la vie – en termes « historiques », que le déterminisme statistique a régné sur la terre pendant la majeure partie des longs temps de l’évolution. Les divergences portent sur l’existence d’une *frontière* (entendons par ce terme, important pour toutes les sciences, un changement qualitatif majeur). Le *spiritualiste* l’affirme clairement ; par exemple, d’un côté il mettra le *Caenorhabditis Elegans*, ver dont le génome détermine l’essentiel (le nombre de cellules, la fonction de chacune d’entre elles, le câblage précis du système nerveux) - de l’autre côté, il met l’homme, avec sa « liberté supérieure » et son cerveau ; mais il est incapable de localiser précisément la frontière. Le *matérialiste* la nie.

6. Les progrès de la *physique* et de la *cosmologie* témoignent du *réglage fin des constantes physiques*: au moins une quinzaine d’entre elles sont impliquées dans les lois qui régissent ces sciences ; si elles avaient pris des valeurs différentes de leurs valeurs réelles – souvent d’une toute petite marge – le monde aurait évolué d’une toute autre manière ; beaucoup d’événements fondamentaux, nécessaires à l’apparition des étoiles et des galaxies, puis de la vie et de l’homme, se seraient pas produits. On trouve aussi du réglage fin dans certains processus *évolutifs* ; un exemple éclatant en est la sélection, parmi une multitude de protéines banales, de protéines se repliant, dotées de propriétés stéréospécifiques, essentielles à la vie.<sup>7</sup>

Comment expliquer ces faits étonnants ? Dans la perspective naturelle, celle d’un monde unique, l’alternative est d’admettre une finalité ou, comme l’avait fait J. Monod, de recourir à un hasard qui nous dépasse. Beaucoup de matérialistes, pour éviter cette deuxième position assez frustrante, introduisent maintenant l’hypothèse qu’il y a une infinité d’autres *mondes possibles* (cette expression vise des mondes, sujets aux mêmes lois que notre monde, mais dotés de *constantes ou de conditions initiales différentes*) ; certains pourront trouver cette précision assez contraignante. Dans un ensemble infini de possibles, n’importe quoi peut arriver ; en particulier un monde peut surgir, aussi complexe que le nôtre. Le raisonnement se boucle par le recours à un *principe anthropique* : il est normal que nous soyons sur un monde exceptionnel (permettant l’homme), puisque – sur les autres mondes possibles – il ne pouvait pas y avoir d’observateur pour le constater ; le terme « principe » a ici un aspect tautologique, absent quand on évoque les grands principes de la physique, aux conséquences si fécondes.

7. Les deux sciences de la vie, qui considèrent son origine et son évolution, ont en commun d’être plongées dans l’histoire et d’étudier de grands ensembles de situations élémentaires très semblables, mais partant de conditions initiales dispersées (un exemple typique est, pour l’évolution, l’apparition d’une mutation, liée à l’environnement chimique). **Dans ce monde de la vie, soumis – au moins aux premiers temps – au déterminisme statistique, ces conditions initiales dispersées simulent un hasard** ; je préfère donc utiliser le terme *pseudo-hasard*, plutôt que celui, si courant, de *hasard d’ignorance*.

8. L’origine de la vie n’a pas présentement d’explication scientifique valable.<sup>8</sup> Hors des cercles spécialisés (où s’affrontent plusieurs thèses contradictoires), beaucoup de matérialistes renommés le reconnaissent. Ajoutons que l’extrême improbabilité de l’apparition de la vie conduit à un assez large

<sup>7</sup> L’exemple du repliement des protéines a un autre intérêt : comme il est commun à tout le vivant, y compris le plus élémentaire, il résulte de notre 5 qu’il ne relève que de la seule physico-chimie.

<sup>8</sup> A la différence de l’évolution, elle ne peut pas évoquer les mécanismes darwiniens (cf. section suivante).

consensus, aux conséquences importantes : *la vie est apparue une seule fois sur la terre*, tous les êtres qui y vivent sont issus d'un ancêtre unique.

9. *L'évolution de la vie* est constatée. Le concept darwinien de sélection naturelle a été éclairé, dans la présentation de la théorie synthétique de l'évolution, par les progrès du vingtième siècle sur le concept de gène. A l'inverse de tous les petits événements du monde inanimé, qui sont moyennés par le déterminisme statistique, une mutation favorable du génome d'une cellule germinale peut se transmettre durablement sur des générations.

Les énormes progrès de la biologie depuis un siècle révèlent toujours plus la complexité des processus vitaux, aussi bien en physiologie, en développement, dans l'évolution. Plus une mutation est importante, plus il est difficile de comprendre comment elle a pu se fixer, au moins dans les cas où les étapes intermédiaires envisagées ne donnent pas d'avantage évolutif. On doit s'interroger sur une évolution globale qui n'a eu « seulement besoin » que de quatre milliards d'années. Déjà, chaque méga-évolution est incompréhensible ; citons, parmi elles : LUCA (le dernier ancêtre commun à tout le vivant actuel), l'apparition d'un eucaryote unicellulaire, le passage de cellules indifférenciées à des cellules différenciées... Pour chacune d'entre elles, il est tentant de recourir à une conception *saltationniste* (d'après laquelle des sauts décisifs se font sur un très court intervalle de temps). Il en est de même quand on considère les mutations nécessaires à l'apparition de l'homme. Prenons l'exemple de celles qui concernent son langage : elles se sont faites sur un temps « court » :  $2 \cdot 10^5$  à  $2 \cdot 10^6$  ans (alors que, en génétique classique des populations, les temps de fixation d'une seule mutation favorable concernent déjà quelques milliers de générations) ; il a fallu que les structures cérébrales de l'homme se moulent – si complexes – sur la structure syntaxique – si complexe – de ce qui allait être son langage ; les structures cérébrales des autres primates sont profondément différentes.

#### 10. *Comparaison réglage fin et évolution.*

Que l'on traite du réglage fin ou de l'évolution, les difficultés posées par chaque exemple *particulier* sont très inférieures à celles qui apparaissent quand on considère les problèmes *globaux* (puisqu'on y « multiplie » les unes par les autres les probabilités déjà faibles de chaque exemple). Ces énormes difficultés-ci apparaissent aussi bien aux matérialistes qu'aux spiritualistes, mais évidemment de deux points de vue très éloignés.

Il y a un quasi-consensus dans la communauté scientifique pour reconnaître que le *régler fin* est un fait, posant problème. Dans le cas de *l'évolution*, même si l'approche du problème est assez proche dans son principe de celle qui concerne le réglage fin et devrait conduire aux mêmes conclusions, ce consensus n'existe pas. Beaucoup de naturalistes restent fidèles à la théorie synthétique ; pour eux, les milliards d'années depuis l'apparition de la vie ont permis, au hasard et à la sélection naturelle, de produire l'évolution sur notre terre, telle qu'elle est constatée. Très peu sont prêts à admettre un saltationnisme. Les remises en question de la théorie synthétique, percutantes quoique anciennes (1966), sont venues de grands mathématiciens, comme S. Ulam ou M. Schützenberger. De nos jours, la complexité des mécanismes vitaux s'avère être prodigieusement au delà de ce qu'ils pouvaient concevoir de leur temps, aggravant d'autant les problèmes.

Pour le *régler fin*, le matérialiste doit recourir à l'hypothèse des mondes multiples ou à celle d'un hasard fabuleux (sauf à évoquer des théories unificatrices encore plus incertaines). Pour *l'évolution*, le matérialiste, actualisant la position de Monod, peut se passer des mondes multiples : avec la cosmologie moderne, il retient que l'espace est plat, donc *infini* ; même un événement de probabilité nulle peut arriver dans un petit bout *fini* du monde, celui où nous nous trouvons être. Les spiritualistes insisteront donc sur les difficultés du réglage fin et sur le caractère tordu du principe anthropique, implicite dans le raisonnement de Monod. Mais, quand ils parleront du dessein de Dieu, ceci paraîtra aux matérialistes être une pure

échappatoire. De toute façon, il est exclu de voir, dans le réglage fin ou dans les limitations de la théorie darwinienne, une possibilité de falsifier le matérialisme ou le spiritualisme.<sup>9</sup>

11. A mesure que la connaissance progresse, elle se heurte à de nouveaux et plus difficiles problèmes. C'est spécialement net, quand elle se penche sur les relations du cérébral et du mental. Ceci avait conduit, dès 1880, le physiologiste matérialiste E. du Bois-Reymond à énoncer un « *Ignorabimus* », s'opposant au *scientisme*, très vaste (couvrant de nombreux sujets fondamentaux, comme la perception, la liberté, la finalité, l'origine de la vie, celle du langage - tous à la frontière entre science et philosophie). Spiritualistes comme matérialistes, nous, hommes du vingt-et-unième siècle, devrions faire preuve de la même humilité. Dans les trente ans qui séparent mes premières réflexions de celles d'aujourd'hui, je constate une évolution significative, en particulier chez les biologistes : qu'ils soient matérialistes ou spiritualistes, beaucoup d'entre eux reconnaissent que, plus leur science – biologie proprement dite ou théorie de l'évolution – a progressé, plus elle s'est complexifiée, moins elle est arrivée à une vraie compréhension, plus elle a abandonné l'espoir de trouver des explications définitives.

Les *spiritualistes* font face à une difficulté majeure : ils constatent les échecs, de la science la plus avancée comme des philosophies les plus subtiles, à rendre compte, de façon intelligible, des relations entre - d'un côté, le corps – de l'autre, une liberté et une conscience, auxquelles ils croient. Ils peuvent évidemment dire que l'homme ne peut pas comprendre les voies de Dieu ; c'est une solution humble, mais y a-t-il mieux ? Les matérialistes n'y verront, là encore, qu'une échappatoire. De toute façon, la gloire du savant est d'approfondir *pragmatiquement* les connaissances.

Les *matérialistes* « purs et durs » font eux aussi face à des difficultés majeures : concilier l'intuition que tout homme a de sa liberté et de sa conscience avec le déterminisme absolu de leurs systèmes. Pour atténuer ces difficultés, beaucoup de matérialistes plus souples recherchent deux *compatibilités* : entre *déterminisme* et *liberté*, entre *réductionnisme* et *esprit*.

Pour la première, une grande majorité des philosophes matérialistes contemporains cherche à atténuer le sens des mots, en obscurcissant le concept de déterminisme (par exemple en le subordonnant à celui de cause, dont nous dirons plus loin l'imprécision<sup>10</sup> ; parfois même en l'ignorant), ou celui de liberté (dont des degrés subtils sont imaginés – pour laquelle, parfois même, on suppose des situations hardies, où un autre homme *libre* prend le contrôle du cerveau d'autrui). On va jusqu'à évoquer la nécessité éthique d'une liberté pour en justifier l'existence ! Le compatibilisme, déjà qualifié par Kant de « misérable subterfuge », est ruiné par ce que nous avons exposé en 2 ; le matérialisme doit admettre, à l'échelle humaine, le déterminisme statistique !

Notre conclusion sur *l'esprit* est analogue. Puisque le physicalisme « pur et dur » est *réductionniste*, les philosophes compatibilistes ont cherché un physicalisme non-réductionniste. Ils n'y parviennent qu'en introduisant des concepts ad hoc : une *causalité descendante* (le mental causerait du cérébral – mais on a par là renoncé au matérialisme et le concept ne repose sur rien de concret), une *émergence* (le mental émerge, non explicable par le cérébral – on peut faire les mêmes critiques), une *survenance* (comme un tableau « survient nécessairement » à partir des pixels d'une trame, le mental surviendrait sur le cérébral ; l'adjectif « nécessairement » requiert une logique modale, dont les subtilités échappent au non-spécialiste ; le paradoxe est que la notion de survenance n'est claire que dans une perspective finaliste : il faut un peintre pour un tableau).

## 12. Remarques complémentaires.

<sup>9</sup> Nous avons parfois développé des arguments semblables à ceux que l'on trouve, plus naïvement exprimés, limités à quelques exemples isolés, insistant peu sur l'importance du problème global, chez les tenants du « dessein intelligent ». La différence fondamentale est que ceux-ci prétendent que ce dessein *prouve* l'existence de Dieu.

<sup>10</sup> En 14.

Un autre exemple d'Ignorabimus est trouvé en physique quantique : celle-ci admet différentes interprétations différentes ; la plus classique admet un hasard quantique, une autre retrouve le déterminisme ; chacune est cohérente ; l'expérience ne peut donc pas trancher entre hasard et déterminisme.

Une limitation pratique (donc moins forte que celles qu'impose l'Ignorabimus) se trouve dans la *finitude* de l'homme et de l'espace-temps où il vit. Nos accélérateurs de particules devraient dépasser les limites terrestres, pour accéder aux niveaux d'énergie des grandes unifications. La quantité d'information stockable dans le monde observable, est énorme, mais finie. Il est douteux que les grosses protéines de la vie puissent être modélisées par les plus puissants réseaux d'ordinateurs concevables sur terre ; il est impossible que les mathématiciens, même aidés par ces réseaux, puissent venir à bout de toutes leurs conjectures. En revanche, l'homme est capable de concevoir *l'infini*.

J'ai été amené à prendre des positions fortes, imposées par la science contemporaine. A l'inverse, certains philosophes insistent sur les faiblesses des sciences, leur caractère empirique, leur évolution permanente. Ils préfèrent développer leurs propres systèmes. Ils peuvent y incorporer des conceptions que la science juge dépassées, comme le vitalisme. Ils peuvent enfin décider qu'ils ne se sont pas liés par ce que la science dit être aujourd'hui « extrêmement improbable ». Ce sont des points de vue parfaitement défendables. Mais ces philosophes, faisant l'impasse sur l'extraordinaire précision de la science contemporaine et éludant les faiblesses des compatibilismes, s'éloignent par là de la vraisemblance et prennent le risque de s'enfermer dans des forteresses.<sup>11</sup>

J'ai souligné quelques points importants, qui pourraient recueillir un assez large consensus : s'il y a une liberté, elle n'a rien à voir avec un éventuel hasard quantique ; le réglage fin des constantes physiques est un fait constaté et difficile à expliquer ; la vie est apparue une seule fois sur la terre ; un physicalisme intégral et le déterminisme qui l'accompagne ont régné sur la terre pendant la majeure partie de son histoire.

NB. Les analyses des points 1 à 12 avaient, par leur conjugaison, pour but principal de présenter en termes modernes la grande option matérialisme versus spiritualisme. Elles répondaient, par là, à la question du sous-titre de « Science et philosophie » : *La science contemporaine peut-elle éclairer, éventuellement modifier, la présentation des grandes questions de la philosophie ?* Tout au long de ce livre, nous avons été amenés à aborder d'autres problèmes philosophiques, plus dispersés. Les sections suivantes traitent rapidement de deux d'entre eux.

### 13. Le vrai et le réel.

Toutes les sciences (mais aussi, pour moi, toutes les philosophies) doivent être *cohérentes*, au sens trivial : on ne peut pas affirmer – a fortiori prouver – une chose et son contraire.

Les *mathématiques* nous font connaître du *vrai*. Mais il nous faut apporter quelques précisions sur ce qu'est le vrai dans une science exacte.<sup>12</sup> Déjà en arithmétique, le vrai est différent du *prouvable* (de ce qui peut être déduit des axiomes) ; cette « incomplétude » de l'arithmétique est encore un autre exemple d'Ignorabimus (exemple très spécifique d'une science exacte, puisqu'il est *prouvé* par un célèbre théorème de Gödel). En revanche, il est « évident », sans axiomes, que  $(7 + 5 = 12)$  est vrai. Le *constructible* est lui aussi différent du vrai (*l'inconstructible* correspond à des catégories d'objets mathématiques, dont on peut prouver qu'elles ne sont pas vides, mais sans être capable d'en exhiber un spécimen). Les mathématiques ne peuvent pas prouver leur propre cohérence ; mais elles font un large usage du principe du tiers exclu.

Toutes les mathématiques utilisées par les *sciences expérimentales*, même quand elles sont très sophistiquées, sont déduites d'une arithmétique « évidente » et sont donc - comme elle - vraies, cohérentes et construites. Approchées et révisables, les sciences expérimentales considèrent cependant du *réel*, qui s'appuie sur le *vrai* de ces mathématiques. Tous ces caractères sont précisés en *physique* par la notion de

<sup>11</sup> N'oublions pas que les philosophes passés se sont bien souvent intéressés à la science de leur temps ; mais celle-ci, bien moins avancée, leur imposait un réseau de contraintes beaucoup plus faible ; les contraintes actuelles fragilisent beaucoup de systèmes philosophiques, anciens ou modernes (au minimum, modifient leur présentation).

<sup>12</sup> Ces précisions sont familières aux spécialistes de la logique mathématique, mais leur présentation pour le grand public est souvent déformée. C'est pour cela que nous les rappelons.

théorie *effective*, valable seulement dans un domaine borné, mais dont le *réel* s'appuie sur le *vrai* des mathématiques qu'elle utilise. Quand on descend aux niveaux atomiques ou subatomiques, deux points essentiels doivent être conciliés : nos conceptions du réel y sont profondément et constamment modifiées ; mais c'est à ces échelles que l'on atteint la précision la plus remarquable (jusqu'à  $10^{-14}$ ), qui donne une force énorme au réalisme *pragmatique* des savants.<sup>13</sup> Dans les *sciences de la vie*, nos idées sur une éventuelle liberté ou un éventuel esprit influenceront sur notre conception du réel.

#### 14. *Les causes.*

Au cours des siècles, les philosophes ont fait de longues et subtiles analyses des causes.

Les sciences physiques, parce qu'elles privilégient les notions de lois et de théories, s'y prêtent mal. En revanche, elles utilisent avec profit la notion précise de *dépendance causale*.

Les sciences de la vie, elles aussi, se prêtent mal à l'analyse causale, cette fois en raison de la complexité et de l'intrication de leurs mécanismes. Les immenses progrès de l'intelligence artificielle y permettront des analyses beaucoup plus profondes, mais où la notion de cause disparaîtra au profit d'études statistiques multifactorielles.

#### 15. *La complexité.*

Une forme moderne de physicalisme considère que l'on doit traiter comme des algorithmes tous les mécanismes de la vie. Dans ce contexte, la notion de *complexité* sera clarifiée par l'introduction de celle de *complexité algorithmique*.

---

<sup>13</sup> Cette affirmation, très renforcée par les immenses progrès en précision de la physique, reprend l'argument de H. Putnam (1975) : « Le réalisme est la seule philosophie qui ne fasse pas un miracle de la réussite de la science. » Depuis des siècles, le physicien a trouvé dans son pragmatisme la capacité d'adapter son réalisme.

# ACADÉMIE EUROPÉENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES (AEIS)



## COLLOQUE INTERNATIONAL 2018 LES SIGNATURES DE LA CONSCIENCE

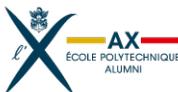


Parmi les mythes qui ont traversé l'esprit des hommes, celui d'une matière inerte accédant à la vie a été, au Moyen-Age tardif, celui d'un bloc d'argile devenu humanoïde. Le Golem est l'ancêtre du robot.

Histoire naturelle, Phénomène de conscience,  
Neurobiologie fonctionnelle, Automates «intelligents», Éthique



 DIRECTION  
DE LA RECHERCHE  
FONDAMENTALE





PSL



DIRECTION DE LA RECHERCHE FONDAMENTALE



Inserm

Institut national de la santé et de la recherche médicale



L'ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES EN SCIENCES SOCIALES



SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA



ESPCI PARIS

EXCELLENCE SCIENCE INNOVATION

TOULOUSE MIND & BRAIN INSTITUTE



UNIVERSITÉ DE LORRAINE



LETTRES SORBONNE UNIVERSITÉ

UNIVERSITY OF ROCHESTER



UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

UMR 7155



Laboratoire Psychologie de la Perception



maee

Multilateral Affairs European

ACADÉMIE EUROPÉENNE  
INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES (AEIS)

COLLOQUE INTERNATIONAL

**LES SIGNATURES DE LA CONSCIENCE**

Histoire naturelle, Phénomène de conscience, Neurobiologie fonctionnelle, Automates «intelligents», Éthique  
15 et 16 mars 2018

Institut Henri Poincaré  
Amphithéâtre Hermite  
11, Rue Pierre et Marie Curie, Paris 5<sup>e</sup> Arrt., France

## COMITÉ D'ORGANISATION

*Gilbert BELAUBRE*

*Alain CORDIER*

*Jean-Félix DURASTANTI*

*Françoise DUTHEIL*

*Michel GONDRAN*

*Irène HERPE-LITWIN*

*Victor MASTRANGELO*

*Claude MAURY*

*Marie-Françoise PASSINI*

*Jean SCHMETS*

*Jean-Pierre TREUIL*

# COMITÉ SCIENTIFIQUE

*Gilbert BELAUBRE*

*Raja CHATILA*

*Stanislas DEHAENE*

*Laurence DEVILLERS*

*Ernesto DI MAURO*

*Emmanuel DUPOUX*

*Francis EUSTACHE*

*Jean-Gabriel GANASCIA*

*Jean-Paul HATON*

*Victor MASTRANGELO*

*Pierre NABET*

*Alberto OLIVERIO*

*Luc STEELS*



## SYNOPSIS DU COLLOQUE

### LES SIGNATURES DE LA CONSCIENCE

Le colloque vise à présenter l'état des connaissances sur le cerveau humain dans le développement de ses activités supérieures, et en particulier de l'expression de la conscience.

À la lumière des recherches les plus récentes il présente les perspectives actuellement discernables sur ces sujets, élargies aux derniers développements en intelligence artificielle.

Il a été prévu, selon la formule déjà éprouvée pour les précédentes conférences, de produire à l'issue du colloque un ouvrage reprenant avec toute la logique souhaitable la matière des interventions.

À l'issue d'une allocution de bienvenue de Sylvie Benzoni, Directrice de l'Institut Henri Poincaré, Victor Mastrangelo, Président de l'AEIS, exposera les grandes lignes du projet pour présenter ensuite les intervenants qui ont permis la réalisation du projet.

Une intervention préliminaire de Ernesto Di Mauro, Conseiller scientifique de l'AEIS précise l'esprit dans lequel le colloque a été établi et pose les choix du Comité Scientifique de l'AEIS concernant l'usage du terme «intelligence» dans les divers domaines explorés, particulièrement dans les travaux en «intelligence artificielle».

Le colloque comporte quatre sessions.

## *Première session*

# LA CONSCIENCE : ORIGINE ET NATURE, PERSPECTIVES DE COMPRÉHENSION

### 1. 1. L'évolution

Aujourd'hui, tout sujet d'étude concernant l'homme mérite que l'on recherche ses antécédents dans l'évolution. C'est particulièrement important pour les sujets pour lesquels, dans le passé, on établissait une séparation profonde entre les capacités humaines et celles des animaux.

Les comportements, la pensée, consciente et inconsciente, la capacité d'anticipation, le langage, la création artistique sont autant de domaines où, aujourd'hui, les études portant sur les animaux présentent un double intérêt, elles nous montrent à la fois, une certaine continuité au cours de l'évolution et une complexification dont il est indispensable de comprendre les stades successifs.

C'est pourquoi le choix a été fait d'entrer dans le sujet par une communication consacrée à l'évolution, présentée par **Franck Cosson** (AEIS, Professeur Université de Nancy), qui aborde l'apparition et la complexification des états de conscience au cours de l'évolution.

Trois domaines ont été distingués:-

1 - L'évolution de la représentation spatiale, dont un aspect très intéressant est la perception visuelle : le passage, progressif, de la cellule photosensible à l'œil est l'exemple le plus fort de ces transformations progressives dont certains auteurs affirment qu'elle a pu se produire en moins de 40000 générations (j'ai 400000 dans un de mes ouvrages) ;

2 - L'évolution qui conduit à la conscience, point central de cette recherche, apparaît très tôt, mais se manifeste par degrés.

3 - Un troisième intérêt majeur de l'étude de l'évolution réside dans le principe énoncé au début du 20<sup>e</sup> siècle que « l'embryogenèse récapitule la phylogenèse ». La formation des capacités

cognitives chez l'enfant a des correspondances dans l'évolution.

## 1. 2 – La mémoire

Le rôle essentiel de la mémoire dans toute activité mentale sera exposé par **Alberto Oliverio** (Professeur émérite de Psychobiologie, Université de Rome, La Sapienza). Les processus de mémoire, la création de la durée par structuration de la mémoire, et la capacité d'anticipation sont les thèmes majeurs de ses recherches.

Ce sujet primordial sera repris en détail dans la deuxième session.

## 1. 3 – Les progrès spectaculaires en Neurosciences

Si les pathologies du cerveau, qui ont été les premières sources d'information concernant les localisations des fonctions mentales, restent aujourd'hui encore des sources précieuses, il ne fait aucun doute que le développement récent des recherches est dû à l'explosion des performances instrumentales dans l'imagerie. Les techniques récentes permettent des avancées inconcevables il y a vingt ans. L'IRM fonctionnelle et aussi l'électrophysiologie qui a fait d'importants progrès, sont désormais les moyens majeurs à l'étude approfondie de la réalité de l'activité du cerveau.

Un panorama des avancées récentes essentielles concernant les mécanismes de la conscience chez l'Homme est présenté par **Claire Sergent** (Laboratoire Psychologie de la perception, Université Paris Descartes). Les grands axes de sa recherche lui permettent, aujourd'hui, de décrire les processus neuronaux qui précèdent la prise de conscience.

## *Deuxième session*

# NEUROBIOLOGIE FONCTIONNELLE ET PLASTICITÉ

La deuxième session approfondit les connaissances actuelles sur les mécanismes des divers types de mémoire, et elle donne lieu à une présentation détaillée des zones du cerveau concernées dans les processus neuronaux correspondants. Ces analyses sont présentées par **Armelle Viard** (EPHE Laboratoire Psychologie de la Perception, Université de Caen).

Le rôle de la mémoire dans l'accès à la conscience fait l'objet d'une deuxième communication présentée par **Francis Eustache** (Directeur du Laboratoire de Neuropsychologie, Université de Caen).

Cette session aborde ensuite une découverte qui a révolutionné les idées qui prévalaient il y a seulement 30 ans. Ces travaux révolutionnaires sont présentés par **Zsolt Lenkei** (Laboratoire Plasticité du Cerveau ESPCI Paris Tech).

La découverte de la plasticité du cerveau a été mise en évidence par le constat que des fonctions de circuits neuronaux endommagés étaient prises en charge par des circuits voisins. L'existence de cellules souches marque l'effondrement d'un vieux mythe, selon lequel les capacités fonctionnelles du cerveau étaient totalement prédéfinies. Aujourd'hui la plasticité du cerveau est devenue un paradigme. Le cerveau reconfigure ses connexions, fabrique des cellules, se modifie et peut se régénérer...

La deuxième session se clôture sur les recherches récentes sur la propriété la plus spécifique du cerveau humain : les différences fonctionnelles et la complémentarité des fonctions des deux hémisphères du cerveau, qui donnent à l'Homme un avantage décisif parmi les espèces animales. **Laure Zago** (Laboratoire de Neurophysiologie, Université de Bordeaux) présente ces recherches et ses propres travaux.

Ces présentations permettent de consacrer la troisième session à la

cognition, aux dernières recherches sur les modalités des processus de conscience.

### *Troisième session*

## CONSCIENCE ET FONCTIONS SUPÉRIEURES DU CERVEAU

Aujourd'hui la prise de conscience est directement la mise en évidence d'une activité neuronale. Les signatures de la conscience sont un thème majeur de cette troisième partie.

La conscience humaine se développe sous la pression de l'environnement, et en premier lieu de l'entourage de l'enfant.

De ce fait, la conscience individuelle est toujours associée à une intersubjectivité qui se développe au sein du groupe humain auquel l'individu appartient, dont le support majeur est le langage.

Les quatre communications de cette session abordent :

- les processus de sortie et de rentrée dans le mode conscient, qui nous permettent de connaître avec plus de précision le mécanisme de l'apparition de la conscience. Des études cliniques sont menées à Toulouse (CHU Purpan) par **Stein Silva**.

- **Jérôme Sackur** (Directeur du Laboratoire de Sciences Cognitives et Psycholinguistique, ENS) présente les études concernant les phénomènes subjectifs à l'œuvre dans la conscience.

- Le langage est le véhicule de la pensée consciente. Il est le fondement de l'intersubjectivité. La troisième intervention, de **Luc Steels** (Vrije Universiteit Brussels Artificial Intelligence Lab.) montre la propagation et l'unification du langage dans les groupes humains, facteur essentiel de la coopération, l'une des caractéristiques de l'espèce humaine qui lui a permis de prendre possession de la Terre.

- Enfin, une conférence est consacrée à la genèse des mathématiques et de la logique par des zones spécifiques du cerveau. Elle est prononcée par **Marie Amalric** (Neuroimagerie Cogni-

tive CEA-NeuroSpin).

Les fonctions des aires du cortex et des diverses zones du cerveau sont déchiffrées. Mais la complexité de leurs interactions est à peine abordée. Les structures du cerveau sont sans doute hiérarchisées.

Un principe semble acquis : le fonctionnement des liaisons en boucles neuronales en excitation périodique synchrone constitue un lien réciproque entre zones concernées.

La complexité des liens a pu donner lieu à des hypothèses diverses. Au modèle d'une structuration hiérarchisée s'opposent d'autres modèles, privilégiant des rapports horizontaux entre groupements de neurones.

Ce qui est certain, c'est que les processus de conscience mettent en activation de vastes zones du cerveau. Alors qu'une perception ne met en activation que quelques zones spécifiques, l'extension de cette activation en de nombreuses parties du cerveau coïncide avec l'arrivée à la conscience, ce que Stanislas Dehaene appelle « l'embrassement de la conscience ».

On est loin d'une idée ancienne, selon laquelle une partie relativement faible de l'ensemble des neurones « travaillaient » dans l'activité cervicale.

Aujourd'hui, on évalue à cent milliards le nombre de neurones, à 900 milliards le nombre de cellules gliales (astrocytes), à plusieurs milliers le nombre de connexions que chaque neurone établit avec ses voisins. On sait aussi, depuis les travaux d'Edelmann, que les circuits neuronaux sont toujours redondants, c'est-à-dire que de nombreuses fibres de neurones assument la même liaison, ce qui garantit la continuité du fonctionnement neuronal.

Ainsi, beaucoup de questions restent dans l'ombre de la complexité du cerveau dont Teilhard de Chardin disait qu'elle était le troisième infini. Certainement, rien n'est infini, mais la limite actuelle de nos moyens de computation est encore bien faible en regard de la combinatoire de liaisons neuronales.

Les essais de modélisations sont donc à la fois dépendants de l'augmentation des capacités des ordinateurs, de l'accroissement de la complexité des logiciels, mais aussi dans des recherches ana-

tomiques et physiologiques visant à identifier des regroupements neuronaux susceptibles de réduire, au cas par cas, la complexité des processus.

L'interdisciplinarité, est ici particulièrement difficile, parce que le mode de pensée du clinicien est très différent de celui du physicien, et même du biologiste. Dans ses travaux sur l'approche scientifique de la psychiatrie, notre collègue Pierre Marchais a conclu à la nécessité d'une « révolution copernicienne » dans l'approche clinique de la psychiatrie.

Les efforts pour simuler le travail du cerveau, visent non seulement à comprendre, à représenter, à formuler des modèles, mais aussi à créer des machines capables de mettre en œuvre des activités cognitives

La Quatrième session est consacrée à ces recherches.

### ***Quatrième session***

## **INTELLIGENCE ARTIFICIELLE. VERS UNE MEILLEURE COMPRÉHENSION DES MÉCANISMES DU CERVEAU**

L'intelligence artificielle (IA) a fait récemment (2010) d'importants progrès. Jusqu'où peut-on alors imaginer d'aller dans la reproduction des activités mentales ? La quatrième session est consacrée aux progrès récents en robotique et en intelligence artificielle.

Pour éviter tout débat nous avons choisi de présenter un survol rapide du contenu attribué au terme « intelligence », et de donner la définition à laquelle nous nous tenons, aussi bien pour l'intelligence humaine que pour l'intelligence artificielle. Cette présentation est confiée à notre collègue Ernesto Di Mauro, en avant-propos du colloque.

Les tentatives de simulations de processus neuronaux sont largement à la base des recherches en IA. Réciproquement, elles peuvent

aider à la compréhension des mécanismes du cerveau.

Trois exposés font le point sur des aspects essentiels de ces recherches.

- **Jean-Paul Haton** (Université de Lorraine, LORIA, Vandœuvre-les-Nancy,) expose les développements et les limites actuelles de l'intelligence artificielle.

- **Antoine Bordes** (Laboratoire Facebook Intelligence Research, Paris) présente l'un des aspects essentiels des développements récents dans les performances des systèmes de reconnaissance de formes, de sons, de langues, d'images, d'écritures. Cette conférence prendra pour thème la reconnaissance des visages, question particulièrement difficile qui a connu, tout récemment, des résultats significatifs.

Enfin, un aspect très subtil de l'interaction entre robots et êtres humains est présenté par **Laurence Devillers** (Professeur Université Paris-Sorbonne et LIMSI). Il s'agit des manifestations affectueuses que l'on souhaite voir exprimées par des robots. Il s'agit évidemment de programmations destinées à produire des réponses efficaces dans un domaine d'une extrême subtilité.

## TABLE RONDE

Une Table Ronde clôture le colloque

Les limites des capacités « intellectuelles ou cognitives » des ordinateurs et des robots sont, et resteront certainement, fixées par les capacités des ingénieurs. En revanche, on ne voit pas de limite à l'utilisation des robots pour servir les hommes ou pour les asservir ou les détruire. Des déontologies s'imposent, et des réglementations pour protéger la personne humaine.

La Table Ronde posera les questions qui concernent la protection des individus en tant que cibles éventuelles, mais aussi en tant que victimes potentielles de manipulations, d'asservissement, d'esclavage.

Des questions majeures apparaissent :

- Rapport de l'homme à la machine. La machine doit aider l'Homme. Ne risque-t-elle pas de le contraindre ?
- L'intégration universelle des personnes dans des réseaux ne risque-t-elle pas d'entraîner les individus dans des asservissements insidieux.

Comment contrôler l'usage d'artéfacts de liaison neuronale Homme-machine ?

Ces problèmes se posent dès aujourd'hui. Ils vont s'aggraver vertigineusement.

**Raja Chatila** (Directeur de l'ISIR - Institut des Systèmes Intelligents et de Robotique Université P. et M. Curie ) anime cette Table Ronde qui réunit Antoine Bordes, Gérard de Boisboissel, Laurence Devillers et Francis Eustache.

En fin de colloque, Victor Mastrangelo, Président de l'AEIS adresse des remerciements aux scientifiques qui ont apporté leurs connaissances et les résultats de leurs travaux pour faire le point sur l'état des connaissances dans un domaine en très raide développement.

Gilbert Belaubre et

Claude Maury



# PROGRAMME HORAIRE

**Jeudi 15 mars *matin***

## *Ouverture du Colloque*

**9h-9h20**      **Allocution de bienvenue de Sylvie BENZONI,  
Directrice de l'IHP  
et Présentation du colloque par  
Victor MASTRANGELO, Président de l'AEIS**

**9h20-9h30**    **Intelligence humaine-Intelligence artificielle :  
définitions  
Ernesto di MAURO, Université «Sapienza», Rome**

## ***Session 1***

Modérateur : Claude MAURY (AEIS)

**9h35-10h10 Apparition des divers niveaux de conscience chez l'animal jusqu'à l'Homme**

**Franck COSSON**, Université de Nancy, AEIS-Nancy

10h10-10h25 Échanges avec l'assistance

**10h30-11h05 Rôle essentiel de la mémoire dans la formation de toute représentation**

**Alberto OLIVERIO**, Université La Sapienza, Rome

11h05-11h15 Échanges

*11h15 -11h30 Pause*

**11h30-12h05 Panorama général des connaissances actuelles sur les bases neurologiques de la conscience**

**Claire SERGENT**, Université Paris Descartes, CNRS

11h05-12h15 Échanges

*12h15-13h50 Pause déjeuner*

# **Jeudi 15 mars *après-midi***

## ***Session 2***

Modérateur : Michel GONDRAN (AEIS)

**14h-14h35 Plasticité et capacités intégratives du système nerveux**

**Zsolt LENKEI**, Laboratoire Plasticité du Cerveau, CNRS,  
ESPCI Paris Tech

14h35-14h45 Échanges

**14h50-15h25 *Comment le cerveau humain construit-il la Logique et les Mathématiques ?***

**Marie AMALRIC**, University of Rochester, NY, Department  
of Brain and Cognitive Sciences

15h25- 15h35 Échanges

*15h35-15h50 Pause*

**15h50-16h25 *Quelles données subjectives pour l'étude du flux de conscience ?***

**Jérôme SACKUR**, École Polytechnique, EHESS, ENS

16h25- 16h35 Échanges

**16h40-17h15 «*Les « machines pensantes*»**

**HATON Jean-Paul**, Université de Lorraine, LORIA/INRIA/  
NANCY

17h15- 17h25 Échanges

## **Vendredi 16 mars *matin***

### ***Session 3***

Modérateur : Edith PERRIER (AEIS)

#### **9h15-9h50 Neuroimagerie de la mémoire humaine**

**Armelle VIARD**, École Pratique des Hautes Études (EPHE).  
Laboratoire INSERM-EPHE-UNICAEN, Caen

9h50-10h Échanges

#### **10h05-10h40 Mémoire et conscience**

**Francis EUSTACHE**, Directeur Unité INSERM-EPHE-UNICAEN, «Neuropsychologie et imagerie de la Mémoire humaine» (NIMH)

10h40-10h50 Échanges

*10h50-11h05 Pause*

#### **11h05-11h40 Formation des machines à la compréhension du langage naturel**

**Antoine BORDES**, Directeur, Laboratoire Facebook Artificial Intelligence Research, Paris

11h40-11h50 Échanges

*11h50-13h50 Pause déjeuner*

## **Vendredi 16 mars *après-midi***

### ***Session 4***

Modérateur : Jean SCHMETS (AEIS)

#### **14h-14h35 Dimensions affectives et sociales dans les interactions parlées avec des robots**

**Laurence DEVILLERS**, Université Paris-Sorbonne IV (ISHA)/GEMASS/LIMSI/CNRS

14h35-14h45 Échanges

### **15h-16h50            TABLE RONDE**

#### **IA, Potentialités et limites, Déontologie, Éthique**

Animateur: **Raja CHATILA**, Université Pierre et Marie Curie (UPMC),  
Directeur de l'Institut des Systèmes Intelligents et de Robotique (ISIR)

Participants :

**Antoine BORDES**, Directeur du Laboratoire Facebook Artificial Intelligence Research, Paris

**Gérard de BOISBOISSEL**, Centre de recherche des Écoles de Saint-Cyr Coëtquidan (CREC)

**Laurence DEVILLERS**, Université Paris-Sorbonne IV (ISHA)/GEMASS/LIMSI/CNRS

**Francis EUSTACHE**, Université de Caen, Directeur Unité INSERM-EPHE-UNICAEN, Neuropsychologie et imagerie de la Mémoire humaine.

### **16h50-17h**

#### **Remerciements et clôture du colloque**

**Victor MASTRANGELO**, Président de l'AEIS



## RÉSUMÉS DES CONTRIBUTIONS

Les conférenciers sont classés dans l'ordre du programme.

Pour chaque intervenant, sont adjoints une notice bibliographique le concernant, et les résumés en anglais et en français de son intervention.

## **Franck COSSON**

AEIS, Nancy

Maître de Conférences, Université de Nancy

Bibliografie :

*Animalité et humanité. La frontière croisée* (2017, Ovadia)

En préparation : *Phénoménologie de la conscience animale*

### **Appearance of various levels of consciousness in animals up to humans**

Feature, subjectivity and emergence of animal consciousness

Do animals have access to conscious experiments? Should we consider them as subjects in their own right? This conference shows that some animals gain access to a notion of what they experience as sensitive subjects based on global physical self-assignment. The proposed hypothesis attempts to show that certain species escape strict determinism on the basis of a relationship that differs from their environment. This individualized relationship, based on the memorization and reintegration of past experience, reveals subjective states reactivated in relation to the environment encountered. This singularisation and subjectivisation of animal behaviour is discussed in the light of theories of brain functioning and the emergence of original cognitive capacities, data from behavioural ecology and philosophical conceptions that integrate the problem of body-consciousness relations.

## **Apparition des divers niveaux de conscience chez l'animal jusqu'à l'Homme**

Particularité, 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 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 comportementales et de conceptions philosophiques intégrant le problème des relations corps/conscience.

## **Alberto OLIVERIO**

Psicobiologia, Sapienza Università di Roma

Nombreux articles sur la biochimie de la mémoire et particulièrement sur le rôle des structures corticales et sous-corticales sur la mémoire et l'apprentissage.

### **Essential role of memory in the formation of any representation**

The relationships between memory and representation arise today a number of problems. A rather classical model postulates that distinct structures of the medial temporal lobes play different roles in declarative memory. The representational-hierarchical view of amnesia, on the other hand, rejects a strong relationship between declarative memory and medial temporal lobe structures. As a consequence of such approach these structures would not be involved in declarative memory only but in any task requiring complex representations.

However, there are other brain structures that play an important role in memory, such as the basal ganglia, which control cognitive activities such as procedural memories, motivational components of learning, and the execution of motor actions. In addition to that, even if the subdivision between procedural and declarative memories has its own rationality it must not be considered in absolute terms: many declarative memories, repeated and recurrent over time, can be proceduralised, that is to say, transferred to another register belonging to the basal ganglia. These structures, aside from their classic role in motor function, also mediate a variety of learning and memory processes.

A final point concerns the transition between procedural and declarative memories in children, which emphasizes the importance of motor skills within mental representative processes.

Les relations entre la mémoire et la représentation posent aujourd'hui un certain nombre de problèmes. Le modèle classique anatomo-fonctionnel propose que les différentes structures composant le lobe temporal interne contribuent de manière différente à la mémoire déclarative. L'hippocampe, en particulier, supporterait la mémoire contextualisée (mémoire épisodique et spatiale), alors que le cortex périrhinal supporterait la mémoire décontextualisée (mémoire sémantique et mémoire de reconnaissance basée sur la familiarité).

Au contraire, le modèle représentationnel hiérarchique abandonne la relation anatomo-fonctionnelle mémoire déclarative/structures temporales internes. Dans cette approche, les structures temporales ne seraient pas impliquées uniquement dans la mémoire déclarative, mais dans toute tâche cognitive, même perceptive, requérant une représentation complexe.

Cependant, il existe d'autres structures nerveuses qui jouent un rôle important dans la mémoire comme les ganglions de la base, qui contrôlent les activités cognitives telles que les mémoires procédurales, les composantes motivationnelles de l'apprentissage et l'exécution des actions motrices. En outre, même si la subdivision entre mémoires déclaratives et procédurales a sa propre logique, elle ne doit pas être considérée en termes absolus.

Un dernier point concerne la transition entre mémoires procédurales et déclaratives chez l'enfant, ce qui souligne l'importance de la motricité dans les processus représentatifs mentales.

## **Claire SERGENT**

Docteure en Neurosciences Cognitives, Maîtresse de Conférences  
Laboratoire Psychologie de la Perception (UMR 8242) CNRS / Université Paris Descartes

Nombreuses publications de ses travaux sur les mécanismes cérébraux de la vision consciente, utilisant l'IRM et l'EEG.

Centre d'intérêt actuel : les relations entre conscience, attention et mémoire ; exploration de la prise de conscience «après coup».

### **General overview of current knowledge on the neurological bases of consciousness**

In the past fifty years, spectacular progresses have been made on the neurobiological basis of consciousness. This has been made possible by the release of a taboo about the mere possibility to study consciousness scientifically, and also by the explosion of brain imaging techniques (electro and magneto encephalography, functional MRI). This has allowed to discover that, even during wakefulness, non-conscious processes are constantly at work in our brain, and to explore the richness of these unconscious processes. Many studies have contrasted conscious and non-conscious processing of the same sensory stimulation during wakefulness. They have rapidly led to a consensus about the neural correlates of consciousness: when we become conscious of a stimulus, not only does activity increase in the corresponding sensory areas, but we also observe an extension of the neural network processing this information, notably including frontal and parietal areas, as well as an increase in the dialogue between these distant brain areas. Current research aims at understanding the mechanisms behind the correlates, and it is at this mechanistic level that current theoretical debates take place. I will present more specifically the «global workspace model». I will show how certain predictions of this model have led us to reveal astonishing properties of the dynamics of conscious access in the brain. Finally, a major goal of current research is to use this knowledge to improve the diagnosis of disorders of consciousness.

## **Panorama général des connaissances actuelles sur les bases neurologiques de la conscience**

Ces cinquante dernières années, la recherche sur les bases neurobiologiques de la conscience a progressé de manière spectaculaire. Nous le devons à la fois à la levée d'un tabou sur la possibilité même d'étudier scientifiquement le phénomène de conscience, et à l'explosion des techniques d'enregistrement de l'activité cérébrale (électro et magnétoencéphalographie, IRM fonctionnelle). Ceci nous a permis de découvrir que, même à l'éveil, des traitements non-conscients sont constamment à l'œuvre dans notre cerveau, et d'en explorer la richesse. De nombreuses études ont contrasté traitement conscient et non conscient d'une même stimulation sensorielle à l'éveil. Elles ont rapidement mené à un consensus sur les corrélats neuronaux de la conscience : lorsque nous prenons conscience d'une stimulation, non seulement l'activité augmente dans le cortex sensoriel correspondant, mais on observe également une extension du réseau cérébral traitant cette information, incluant notamment des aires pariétales et frontales, ainsi qu'une augmentation du dialogue entre ces aires cérébrales distantes. La recherche actuelle vise à comprendre les mécanismes derrière ces corrélats, et c'est maintenant à ce niveau-là que les débats théoriques ont lieu. Parmi les différentes propositions théoriques actuelles, je présenterai en particulier le modèle « d'espace global de travail conscient ». Je montrerai comment certaines prédictions de ce modèle nous ont amené à révéler des propriétés tout à fait étonnantes de la dynamique de prise de conscience. Enfin, un enjeu majeur de la recherche actuelle est d'utiliser ces connaissances pour améliorer le diagnostic des troubles de la conscience.

## **Zsolt LENKEI**

MD PhD, INSERM research director,  
Specialist of brain cannabinoid receptors.

Results jointly published in Nature Communications, Neuro-Image and Nature and co-founding of a start-up company.

### **Plasticity and integrative abilities of the nervous system: Cannabinoid-induced actomyosin contraction shapes neuronal structure and connectivity at multiple spatiotemporal scales**

We have recently shown rapid cannabinoid-induced remodeling of the neuronal actomyosin cytoskeleton with potentially important roles in developmental brain wiring. Our recent results indicate a role for cannabinoid-induced actomyosin contraction also in synaptic plasticity. Completing our in vitro and ex vivo tools, we participate in the interdisciplinary development of a new in vivo imaging modality, functional fast brain ultrasound (fUS), to investigate the role of cannabinoid-induced actomyosin contraction in the structure and connectivity of the living rodent brain. fUS offers fMRIlike functional imaging, both in anaesthetised and awake animals, with spatio-temporal resolution gains of several orders of magnitude as compared to fMRI.

**Plasticité et capacités intégratives du système nerveux :  
Rôle de la contraction de l'actomyosine induite par les cannabinoïdes dans la structure et la connectivité neuronale à de multiples échelles spatio-temporelles**

Nous avons récemment montré l'induction d'un remodelage rapide par les cannabinoïdes du cytosquelette neuronal constitué d'actomyosine avec des conséquences potentiellement importantes sur le développement du câblage du cerveau . Nos résultats récents mettent en évidence un rôle de la contraction de l'actomyosine induite par les cannabinoïdes dans la plasticité synaptique. En complément de nos outils in vitro et ex vivo , nous participons au développement interdisciplinaire d'un nouveau mode d'imagerie in vivo utilisant des Ultrasons fonctionnels cérébraux rapides ( en anglais: functional fast brain ultrasound (fUS) ) pour explorer le rôle de la contraction de l'actomyosine induite par les cannabinoïdes au niveau de la structure et de la connectivité du cerveau d'un rongeur vivant. Les fUS fournissent une imagerie comparable à celle des IRM fonctionnels (fMRI) pour des animaux anesthésiés et en état d'éveil, avec des gains de résolution de plusieurs ordres de grandeur par rapport à ceux des fMRI.

## **Marie AMALRIC**

Post-doctorante, département «Cerveau et Sciences cognitives»/CAOs lab, Université de ROCHESTER, New York.

2013-2017. Doctorat en Neurosciences Cognitive, sous la direction de Stanislas Dehaene : «Etude des mécanismes cérébraux impliqués dans l'apprentissage et le traitement des concepts mathématiques de haut niveau».

### **How does the human brain conceptualize Logic and Mathematics?**

How does the human brain conceptualize abstract ideas? In particular, what is the origin of mathematical activity, especially when it is associated with high-level of abstraction? Cognitive sciences have now started to investigate this question that has been of great interest to philosophers, mathematicians and educators for a long time. While studies have so far focused on arithmetic processing, my work aims at further investigating the dissociation between mathematical and language processing in the case of advanced mathematical knowledge, which gives better account for the diversity of mathematical activities (analysis, algebra, topology, geometry ...) than simple arithmetic. I will present three fMRI studies that involved professional mathematicians (including the exceptional case of three blind mathematicians), in which subjects had to evaluate the truth-value of advanced spoken mathematical and nonmathematical statements. Even formulated as sentences, all mathematical statements, regardless of their difficulty, domain, or participants' visual experience, activated a reproducible set of bilateral intraparietal and ventrolateral temporal regions that completely dissociated from areas related to language and general-knowledge semantics, but rather coincided with sites activated by simple arithmetic. Conversely, all nonmathematical statements focusing on history, arts or everyday general knowledge, even including logical operations such as quantifiers or negation, activated brain regions classically involved in language processing. These results tend to show that mathematical activity recycles brain areas involved in basic knowledge of number and space, and dissociates from linguistic semantic processing.

## **Comment le Cerveau humain construit-il la Logique et les Mathématiques?**

Comment le Cerveau humain construit-il la Logique et les Mathématiques? Comment le cerveau humain conceptualise-t-il les idées abstraites? En particulier, quelle est l'origine de l'activité mathématique surtout lorsqu'elle est associée à un haut degré d'abstraction? Les sciences cognitives ont maintenant commencé à examiner cette question qui a été depuis longtemps d'un grand intérêt pour les philosophes, les mathématiciens et les enseignants. Alors que les études se sont jusqu'ici focalisées sur le traitement de l'arithmétique, mon travail vise à explorer davantage la dissociation entre le traitement des mathématiques et celui du langage dans le cas d'une culture mathématique approfondie, ce qui rend mieux compte de la diversité des activités mathématiques (analyse, algèbre, topologie, géométrie...) que la simple arithmétique.

Je présenterai trois études d'Imagerie par Résonance fonctionnelle (fMRI) qui ont impliqué des mathématiciens professionnels ( y compris le cas exceptionnel de trois mathématiciens aveugles), dans lesquels les sujets devaient évaluer la valeur de vérité de propositions orales avancées mathématiques et non mathématiques. Même énoncées en tant que phrases, toutes les propositions mathématiques, quelle que soit leur difficulté, de leur domaine, ou de l'expérience visuelle du participant, ont activé un ensemble reproductible de régions temporales bilatérales intrapariétales et ventrolatérales qui sont totalement dissociées des aires impliquées dans le langage et la sémantique de la culture générale mais coïncidaient plutôt avec des sites activés par la simple arithmétique. Réciproquement, toutes les déclarations non mathématiques axées sur l'histoire, les arts ou la culture générale commune, incluant même des opérations logiques telles que des quantifications ou la négation, activaient des régions du cerveau classiquement impliquées dans le traitement linguistique. Ces résultats tendent à montrer que l'activité mathématique recycle des aires du cerveau impliquées dans une connaissance de base des nombres et de l'espace en se dissociant du traitement sémantique linguistique.

## Jérôme SACKUR

Directeur, Laboratoire de Sciences Cognitives et Psycholinguistique,  
ENS, Paris, France

Livres : (2005) *Formes et faits. Analyse et théorie de la connaissance dans l'atomisme logique*, Paris, Vrin ; avec Ch. Chauviré (2003) *Le Vocabulaire de Wittgenstein*, Paris, Ellipses.

Consciousness is now well established as a legitimate field of inquiry in cognitive psychology and neuroscience. Impressive results have been secured on the perceptual dimension of consciousness: what makes a conscious percept special? what are the cognitive and neurophysiological mechanisms responsible for the transition from unconsciousness to consciousness? What is the depth of processing of unconscious representations? these are all questions concerning which a rich body of knowledge exists, and perhaps, even, the sketch of a consensus. I will argue however, that perceptual consciousness is only one dimension of the complex phenomenon of consciousness. Drawing on recent advances in the fields of mind-wandering and introspection, I will present some potential avenues of research through which we might be able to further our understanding of consciousness along the dimensions of time, subjectivity and reflexive consciousness.

### **Quelles données subjectives pour l'étude du flux de conscience?**

Temps, subjectivité et métacognition: nouvelles pistes de recherche empirique sur la conscience

La conscience est actuellement bien reconnue en tant que domaine légitime de recherche en psychologie cognitive et en neuroscience. Des résultats impressionnants sur la dimension perceptive de la conscience ont été obtenus : qu'est ce qui rend spéciale une perception consciente? Quels sont les mécanismes cognitifs et neurophysiologiques responsables du passage de l'inconscient au conscient? Quelle est la profondeur du processus des représentations inconscientes? Telles sont les questions à l'origine d'un vaste corpus de connaissances voire même d'une esquisse de consensus. Je vais cependant défendre le fait que la conscience perceptive n'est qu'une dimension du phénomène complexe de conscience. En m'inspirant des avancées récentes dans les domaines de l'exploration du psychisme et de l'introspection, je vais présenter quelques possibilités de pistes de recherche susceptibles d'approfondir notre compréhension de la conscience en suivant les dimensions du temps, de la subjectivité et de la conscience réflexive.

## **Jean-Paul HATON**

Professeur, Université de Lorraine, LORIA, Vandœuvre-les-Nancy

Mathématicien et informaticien

### **Thinking Machines - Artificial Intelligence: from Games to Consciousness**

Artificial Intelligence (AI) is aimed at designing and achieving intelligent machines. AI is also aimed at a better understanding of human intelligence. It was born during the nineteen fifties at the early beginning of computer science. In 1950, the English mathematician Alan TURING wrote a paper where he was asking « is a machine able to think? ». At the same period, a group of research scientists issued the conjecture that all aspects of learning and more generally of intelligence can in principle be described so precisely that a machine can simulate them. Up to day, this conjecture could not be proved or invalidated and despite the recent widely publicized successes of AI (games, robotics, autonomous cars) no intelligent system with Turing's meaning, does not yet exist.

**Les «machines pensantes»**

**Intelligence artificielle : des jeux à la conscience**

L'intelligence artificielle (IA) a pour but de concevoir et de réaliser des machines intelligentes. L'IA a également pour but de mieux comprendre l'intelligence humaine. Elle est née dans les années 1950, dans les tout débuts de l'informatique. En 1950, le mathématicien anglais Alan Turing écrivait un article dans lequel il posait la question « une machine peut-elle penser ? ». À la même époque, un groupe de chercheurs émettait la conjecture que tous les aspects de l'apprentissage et plus généralement de l'intelligence peuvent être en principe décrits si précisément qu'une machine peut les simuler. Cette conjecture n'a toujours pas été prouvée ni infirmée, et malgré les récents succès largement médiatisés de l'IA (jeux, robotique, voitures autonomes), aucun système intelligent, au sens de Turing, n'existe encore.

## **Armelle VIARD**

Maître de conférences, EPHE, Laboratoire UMR\_S 1077 INSERM-EPHE-UNICAEN, Caen

Centres d'intérêt : les maladies neurodégénératives et neurologiques, stress et mémoire

Nombreuses publications dans des revues internationales à comité de lecture ; 750 citations.

### **Neurological processes of memory**

What we commonly name “memory” refers to episodic memory, a term originally coined by Endel Tulving in 1972. Episodic memory is the memory of autobiographical events embedded in a specific time and place, associated to phenomenological characteristics, such as emotions and contextual details (who, what, when, where, why). Hence, episodic autobiographical memory retrieval entails a complex set of operations, including self-reflection, emotion, visual imagery, attention, executive functions and semantic processes. Brain imaging represents an important contribution to the development of theoretical models of memory and recent methodological advances can tract the many cortical areas associated to autobiographical remembering, showing strong communication across distant cortical sites. Brain imaging has been used both in healthy subjects and patients affected by a memory disorder (Alzheimer’s disease, semantic dementia, post-traumatic stress disorder). Recent studies have explored the role of episodic memory in future thinking or the capacity of mentally projecting ourselves in the future, as a means to anticipate and evaluate upcoming events before they happen.

## **Processus neurologiques de la mémoire**

Ce que nous appelons couramment «mémoire» s'applique à la mémoire épisodique, un terme inventé en 1972 par Endel Tulving. La mémoire épisodique est la mémoire d'événements autobiographiques intégrée dans un temps et une place spécifique, associée à des caractéristiques phénoménologiques telles que les émotions et les détails contextuels (qui, quoi, quand, où, pourquoi). De ce fait, la mémoire autobiographique épisodique comporte un ensemble complexe d'opérations, incluant la réflexion sur soi (autoréflexion), l'émotion, l'imagerie visuelle, l'attention, les fonctions de direction, et les processus sémantiques. L'imagerie cérébrale représente une contribution importante au développement de modèles de mémoire théoriques et de récentes avancées méthodologiques peuvent pister les nombreuses aires corticales associées au souvenir autobiographique mettant en évidence de fortes communications entre des aires corticales distantes. L'imagerie cérébrale a été utilisée aussi bien chez des sujets sains que chez des patients affectés par des troubles de la mémoire (maladie d'Alzheimer, démence sémantique, désordre post stress traumatique). Des études récentes ont exploré le rôle de la mémoire épisodique dans la pensée future ou la capacité de nous projeter mentalement dans le futur en tant que moyen d'anticipation et d'évaluation des événements à venir avant qu'ils ne surviennent.

## **Francis EUSTACHE**

Directeur de l'unité INSERM-EPHE-UNICAEN U1077  
«Neuropsychologie et Imagerie de la Mémoire Humaine» (NIMH)

Pôle des Formations et de Recherche en Santé (PFRS)

### **Memory and Consciousness**

Human memory theories have been partly based on the study of patients affected by various neuropsychological disorders: amnesic syndromes, dementia-related syndromes ...Korsakoff's syndrome and Alzheimer's disease are its emblematic figures. Some patients as the HM or KC case became as famous as Brenda Milner and Endel Tulving, the scientists who followed them during their whole life. Brain imaging represents another main contribution to the development of memory theoretical models. It has been used as well for healthy subjects as for patients affected by a memory sickness. Psychology based disciplines and neurosciences have privileged studying an « individual » memory. Recent studies try to conciliate this approach with that of historians or sociologists describing the mechanisms behind the construction of collective memories.

## **Mémoire et conscience**

Les théories de la mémoire humaine ont été fondées en partie sur l'étude de patients souffrant de divers troubles neuropsychologiques : syndromes amnésiques, syndromes démentiels... Le syndrome de Korsakoff, la maladie d'Alzheimer en constituent des exemples emblématiques. Certains patients comme le cas HM ou le cas KC sont devenus aussi célèbres que les chercheurs qui les ont suivis pendant toute leur vie, Brenda Milner et Endel Tulving. L'imagerie cérébrale constitue un autre apport déterminant dans la construction des modèles théoriques de la mémoire. Celle-ci est utilisée chez le sujet sain comme chez des patients souffrant d'une maladie de la mémoire. Les disciplines relevant de la psychologie et des neurosciences ont privilégié l'étude d'une mémoire «individuelle ». Des travaux récents cherchent à concilier cette approche et celle des historiens et des sociologues décrivant les mécanismes à l'origine de la construction des mémoires collectives.

## **Antoine BORDES**

Antoine Bordes leads the lab of Facebook Artificial Intelligence Research in Paris since 2017. Prior to joining Facebook in 2014, he was a CNRS researcher in Compiègne in France and a postdoctoral fellow in Yoshua Bengio's lab of University of Montreal. Antoine's current interests are centered around natural language understanding using neural networks, with a focus on question answering and dialogue systems. He published more than 50 papers cumulating more than 6,000 citations.

Despite the recent successes of Deep Learning for multiple tasks ranging from image segmentation to speech recognition, understanding language remains a largely unsolved problem for machines. This is still highly challenging for multiple reasons such as the intrinsic complexity of language, the need for machine common-sense or the difficulty of actually evaluating natural language understanding. Yet, current research is making progress and this talk will exhibit some of them in the areas of open-domain question answering (answering questions on any topic) and machine reading (answering questions related to a short piece of text). We will show how the combined use of innovative neural networks architectures with new training and test benchmarks can yield promising results.

## **Formation des machines à la compréhension du langage naturel**

En dépit des récents succès en matière d'«Apprentissage en Profondeur» («Deep Learning») pour de multiples tâches allant de la segmentation des images jusqu'à la reconnaissance de la parole, la compréhension du langage reste un problème largement irrésolu pour les machines. Ceci constitue un défi important pour de multiples raisons telles que la complexité intrinsèque du langage, la nécessité d'avoir un certain bon sens pour la machine ou la difficulté d'évaluer réellement la compréhension du langage. Néanmoins, la recherche en cours fait des progrès et cette présentation va en exposer certains dans les domaines tels que la réponse à une « question appartenant à un domaine ouvert » («open-domain question answering ») ou réponse à des questions sur un sujet quelconque) ou la lecture par la machine (réponse à des questions liées à une petite partie du texte). Nous allons montrer comment la combinaison de l'utilisation d'architectures innovantes de réseaux neuronaux avec de nouveaux niveaux de formation et de contrôle peut procurer des résultats prometteurs.

## **Laurence DEVILLERS**

Professeure à l'Université Paris-Sorbonne IV (ISHA), depuis septembre 2011, rattachée au GEMASS-CNRS et au LIMSI-CNRS, dans le groupe Traitement du langage parlé.

Activités de recherche au carrefour de plusieurs domaines : l'intelligence artificielle, la reconnaissance des formes mais aussi la linguistique et la psychologie et les sciences cognitives.

Plus de cent publications.

### **Affective and social dimensions in spoken interaction with robots**

Laurence Devillers is a full Professor of Computer Science at Sorbonne University and a researcher at LIMSI-CNRS on « Affective and social dimensions in spoken interaction ». She wrote a book « Des robots et des hommes : mythes, fantasmes et réalité » (Plon, 2017). In a near future, socially assistive robotics aims to address some critical gaps in care by automating supervision, coaching, motivation, and companionship aspects of interactions with the elderly, children, disabled people, and even individuals with social phobias among many others. Talk during social interactions naturally involves the exchange of propositional content but also and perhaps more importantly the expression of interpersonal relationships, as well as displays of emotion, affect, interest, etc. It is thus necessary that a bigger ethical thought is combined with the technological development of robots, to ensure the harmony and acceptability of their relation with the human beings. Laurence Devillers is member of the French Commission on the Ethics of Research in Digital Sciences and Technologies (CERNA) d'ALListène. She is involved in « The IEEE Global Initiative for Ethical Considerations in the Design of Autonomous Systems,». She is also involved in the French DataIA institut and the French TransAlgo platform (assessing the accountability and transparency of algorithmic systems) and the FranceIA HUB (Private/Public eco-system) on ethics.

## **Dimensions affectives et sociales dans les interactions parlées avec des robots**

Laurence Devillers est Professeur d'informatique à Sorbonne Université et chercheur au LIMSI-CNRS sur les « Dimensions affectives et sociales dans les interactions parlées ». Elle est l'auteur du livre « Des robots et des hommes : mythes, fantasmes et réalité », (Plon, 2017). Dans un avenir proche, la robotique sociale d'assistance sera utilisée pour certains aspects du soin, en automatisant la surveillance, l'entraînement, la motivation et l'aspect compagnon des robots pour les personnes âgées, les enfants, les personnes handicapées ou même les individus souffrant de phobies sociales. La conversation pendant des interactions sociales implique naturellement l'échange de contenu linguistique, mais aussi et peut-être de façon plus importante l'expression de relations interpersonnelles, aussi bien que d'expressions d'émotion, d'affect, d'intérêt, etc. Il est nécessaire qu'une réflexion éthique soit combinée avec le développement technologique des robots, pour assurer l'harmonie et l'acceptabilité de leur relation avec les êtres humains. Laurence Devillers est membre de la Commission de réflexion sur l'éthique de la recherche en sciences et technologies du numérique (CERNA) d'Allistène et est impliquée dans « The IEEE Global Initiative for Ethical Considerations in the Design of Autonomous Systems » depuis 2016. Elle est chargée de mission à l'institut de convergence DATAIA, et participe au déploiement de la plateforme TransAlgo (transparence et explicabilité des algorithmes) à Paris-Saclay et du HUB FranceIA (écosystème Privé/public) sur la partie éthique.



# AEIS

L'Académie Européenne Interdisciplinaire des Sciences, AEIS a pour but la recherche, la diffusion et la formation dans tous les domaines de la science.

L'Académie se propose de rassembler et de faire étudier les différentes recherches et pensées scientifiques dans un cadre interdisciplinaire d'établir entre les scientifiques un langage commun nécessaire pour une mutuelle compréhension de faire connaître les plus récentes découvertes, inventions ou réalisations des domaines de la connaissance de participer à l'élargissement de la pensée, en particulier sur des sujets frontières des différentes disciplines, pour atténuer la rigueur des délimitations, souvent artificielles.

Ses membres sont issus du monde académique et industriel, les grandes disciplines scientifiques y sont représentées.

L'AEIS reçoit les candidatures de personnes ayant une forte culture scientifique. Cette culture peut être très générale ou fortement spécialisée, mais tous ses membres doivent être aptes à aborder des sujets interdisciplinaires qui sont au principe de ses projets. Les candidats doivent donc présenter un curriculum vitæ qui expose leur niveau scientifique et leurs activités, leurs productions intellectuelles, articles, ouvrages et brevets.

Les éléments du CVV sont détaillés sur l'entrée «candidatures» du site de l'AEIS désigné ci-dessous. Le CV doit être accompagné d'une lettre de motivation.

L'AEIS reçoit des membres (actifs) et des membres correspondants. Ces derniers sont admis sur simple décision du Bureau.

Site : <http://www.science-inter.com/>