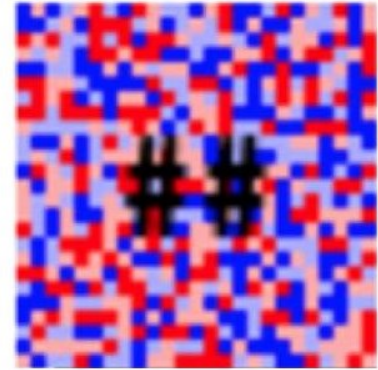
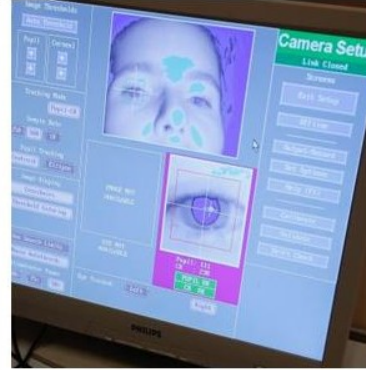
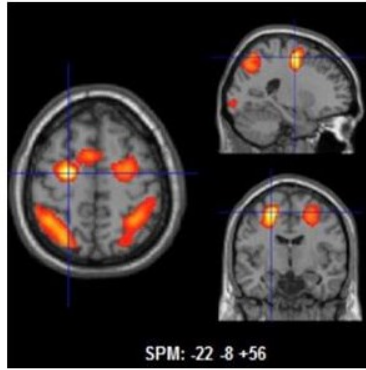


# LES MECANISMES DE LA CONSCIENCE

COMMENT L'ACTIVITÉ DU CERVEAU PRODUIT-ELLE L'EXPÉRIENCE SUBJECTIVE QUE NOUS AVONS DU MONDE ?  
QUE SOMMES-NOUS CAPABLES DE FAIRE SANS CONSCIENCE ?



Quel effet cela fait-il d'être un chauve-souris ? En 1974, le philosophe Thomas Nagel mis le doigt sur le défi fondamental que pose l'étude de la conscience : Nous aurions beau tout savoir du fonctionnement du système nerveux des chiroptères, nous n'en saurions toujours pas plus sur l'effet que cela fait de chasser des insectes au crépuscule et de percevoir l'espace grâce à un système apparenté au sonar...

**Axel CLEEREMANS**

## 1 LA QUESTION DE LA CONSCIENCE

Comprendre les mécanismes de la conscience est un des plus grands défis scientifiques du 21<sup>ème</sup> siècle.

Nous savons tous ce qu'est la conscience : C'est la capacité que nous avons de faire l'expérience du monde.

Et pourtant, personne ne peut aujourd'hui prétendre comprendre les mécanismes de la conscience : Nous ne savons tout simplement pas ni comment ni pourquoi l'activité du cerveau s'accompagne d'une vie mentale subjective vécue à la première personne.

La conscience demeure donc aujourd'hui un mystère, « un problème auquel on ne sait pas encore comment il faut penser » (Daniel Dennett).

Contrairement à toutes les théories existantes, nous défendons l'idée que la conscience est quelque chose que le cerveau apprend inconsciemment.

L'objectif central de ce projet est de développer une approche expérimentale de la conscience enracinée dans une théorie novatrice de ses fonctions.



**Axel Cleeremans**

Née en 1962, Docteur en psychologie cognitive (Carnegie Mellon), Licence en psychologie et agrégation de l'enseignement supérieur (ULB). Co-Directeur du ULB Neuroscience Institute, Directeur du Groupe Conscience, Cognition & Computation (CO3) (Faculté des Sciences psychologiques et de l'éducation, ULB) Directeur de recherche au FNRS. Membre de l'Académie royale des Sciences de Belgique et de l'Association for Psychological Science, ancien Président du European Society for Cognitive Psychology. Axel Cleeremans a reçu de prestigieux financements et distinctions scientifiques, dont notamment: European Research Council Advanced Grant (2013), CHAOS award (2011), Belgian American Education Foundation (1987), Commission Européenne, FNRS, BELSPO.

**RIEN N'EST À LA FOIS PLUS PROCHE ET PLUS ÉLOIGNÉ QUE NOTRE CONSCIENCE**

(Thomas Metzinger)

## 2 LES MECANISMES DE LA CONSCIENCE

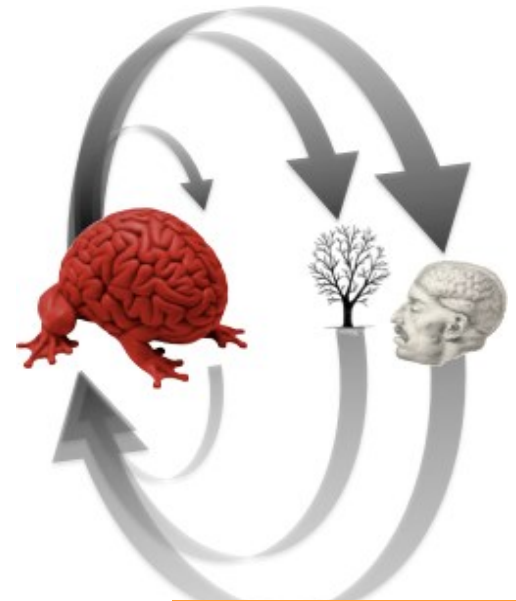
Depuis que la question est redevenue acceptable en tant qu'objet d'étude scientifique suite à l'apparition de méthodes d'imagerie cérébrale permettant d'apprécier les rapport corps-esprit sous un angle nouveau, de nombreuses avancées expérimentales ont été réalisées, dans différents domaines, de la perception subliminale à la prise de décision, de la question du libre-arbitre aux états de conscience minimaux.

La plupart de ces travaux ont cependant négligé l'idée que la conscience est un processus dynamique plutôt qu'un phénomène statique.

Dans ce projet, nous adoptons une perspective profondément originale sur la question de la conscience. Contrairement à toutes les théories existantes, nous défendons l'idée que la conscience est quelque chose qui s'apprend.

Dans notre perspective, l'expérience subjective que nous faisons du monde résulte de processus d'apprentissages inconscients via lesquels le cerveau apprend continuellement à prédire les conséquences de sa propre activité sur son propre fonctionnement (la **boucle interne**), sur le monde (la **boucle perception-action**) et sur les autres (la **boucle soi-autrui**).

Ces trois boucles prédictives sont enchevêtrées (au sens de Douglas Hofstadter) et permettent au cerveau de redécrire sa propre activité à lui-même, rendant ainsi explicites des représentations implicites. La conscience émerge donc à partir de la connaissance que nous avons de nous-même alors que nous interagissons avec notre corps, avec le monde, et avec les autres. L'objectif du projet est d'éprouver différents aspects de cette théorie.



Trois boucles interactives enchevêtrées: Le cerveau interagit constamment avec lui-même, avec le monde, et avec autrui.



La réalité virtuelle donne l'illusion que nous sommes ailleurs. Et si notre conscience était-elle aussi tout simplement une forme d'illusion?

## 3 TECHNOLOGIES NOUVELLES POUR EXPLORER LA CONSCIENCE

Afin de catalyser les recherches concernant la conscience, le projet est essentiellement centré sur le développement de technologies de pointe qui permettront d'une part de raffiner considérablement les méthodes existantes et d'autre part d'explorer des questions totalement nouvelles.

### 1. UN TACHISTOSCOPE MODERNE POUR EXPLORER LES LIMITES DE LA PERCEPTION SANS CONSCIENCE

La perception subliminale est le processus via lequel un stimulus (par exemple, un mot présenté sur l'écran d'un ordinateur) est susceptible

d'influencer notre comportement en dehors de la conscience. Bien connu tant dans le monde du marketing que dans le domaine de la psychologie cognitive, ce phénomène demeure cependant fort controversé.

Un des défis principaux qui se pose aux chercheurs est la difficulté d'établir avec certitude que le stimulus est effectivement resté inconscient.

Cette difficulté est en partie liée aux méthodes utilisées pour interroger les participants, et en partie liée aux limites technologiques des écrans d'ordinateur, qui ne permettent pas

d'obtenir une précision temporelle suffisante.

Pour rencontrer ce défi, nous voulons développer et tester un tachistoscope moderne — un dispositif permettant de présenter sur un écran LCD des stimuli visuels avec une précision de l'ordre de la milliseconde.

## 2. UN DISPOSITIF DE RÉALITÉ SUBSTITUÉE POUR EXPLORER LA BOUCLE SOI-AUTRUI

La conscience que nous avons du monde est une sorte d'illusion : Subjectivement, notre expérience de la réalité est limitée par ce que nos sens nous donnent à percevoir. La réalité virtuelle est une technologie récente qui permet de donner l'impression au participant qu'il se trouve véritablement dans un monde qui n'est cependant que virtuel.

Récemment est apparu le concept de réalité substituée, une méthode exploitant un casque de réalité virtuelle équipé de caméras qui montrent au participant ce qu'il verrait s'il ne portait pas le casque... Ce dispositif permet alors de montrer des séquences vidéo 360° qui sont totalement indistinguables de la réalité.

Cette technologie révolutionnaire, qui est basée sur un équipement OCULUS RIFT modifié, ouvre d'innombrables possibilités aux chercheurs d'étudier la manière dont nous prenons conscience du monde.



Main robotique: le prototype de main robotique que le CO3 utilise pour explorer le sens que nous sommes bien les auteurs de nos actions

## 3. UNE MAIN ROBOTISÉE POUR EXPLORER LA BOUCLE PERCEPTION-ACTION

Le sentiment d'être maître de nos actions est au cœur de l'expérience que nous faisons de nous-mêmes et du monde. Nous éprouvons, vis-à-vis de notre corps, tant un sentiment d'agentivité qu'un sentiment de possession.

Ces sentiments peuvent également s'étendre à des objets que nous sommes capables de contrôler (par exemple une voiture). Quand ces objets ressemblent à nos propres membres (par exemple une main en caoutchouc), nous pouvons même éprouver le sentiment qu'ils font partie de notre corps.

En collaboration avec l'équipe de Bram Vanderborgh à la VUB, nous avons récemment développé le prototype d'une main robotisée dont les participants peuvent contrôler les mouvements.

Cette main robotisée nous permet d'explorer en détail la manière dont les participants s'approprient un membre artificiel, et donc d'interroger la manière dont l'expérience subjective que nous faisons de notre corps est modulée par divers facteurs temporels et spatiaux qui peuvent maintenant être paramétrisés de manière précise.



Le CO3, en collaboration avec le Centre de Recherche en Psychologie Sociale et Interculturelle (ULB), s'est récemment distingué en tentant de répliquer une expérience célèbre en psychologie sociale. Dans l'étude originale, Bargh et al. (1996) ont montré que des participants exposés sans le savoir à des mots associés au concept de la vieillesse marchaient plus lentement en quittant le laboratoire, suggérant ainsi qu'un comportement complexe peut être amorcé sans conscience. Dans notre tentative de réplique, nous avons montré que cet effet ne s'observe que si les expérimentateurs s'attendent à ce que leurs participants marchent plus lentement. Notre étude (Doyen et al., 2012), qui démontre que les attentes des expérimentateurs influencent les résultats obtenus, suscita une controverse centrée à la fois autour de la question de savoir s'il est bel et bien possible d'influencer le comportement en dehors de la conscience et autour de la question de la répliquabilité des études expérimentales en psychologie.

## 4. UNE INTERFACE CERVEAU-ORDINATEUR POUR EXPLORER LA BOUCLE INTERNE

Il est maintenant possible de contrôler un ordinateur ou n'importe quel autre dispositif par la pensée. Le principe de base consiste à récolter, en temps réel, des informations concernant l'activité cérébrale du participant (par exemple via un équipement d'électro-encéphalographie) et de décoder cette activité cérébrale de manière à commander un effecteur.

On peut ainsi apprendre à déplacer un curseur sur l'écran d'un ordinateur en imaginant tantôt jouer au tennis, tantôt à se déplacer dans les pièces de notre maison. Nous voulons développer cette technologie à l'ULB de manière à pouvoir explorer comment la conscience que nous avons de nos propres intentions est modulée par la perception de l'activité cérébrale qui produit ces intentions : Que se passe-t-il quand je vois que mon cerveau a décidé d'agir avant même que je ne prenne conscience de l'intention que j'ai d'agir ?

## 5 LE GROUPE CONSCIENCE, COGNITION & COMPUTATION (CO3)

Le Groupe de Recherche « Conscience, Cognition & Computation (CO3) », créé en 1996 par Axel Cleeremans, est une unité de recherche rattachée à la Faculté des Sciences Psychologiques et de l'Education. Actuellement fort d'une quinzaine de chercheurs, le groupe s'intéresse principalement aux différences entre traitement de l'information avec et sans conscience.

Formé à Carnegie Mellon (U.S.A.) sous la direction de J.L. McClelland, Axel Cleeremans a longtemps consacré ses travaux à l'exploration des apprentissages implicites — la possibilité que nous avons d'apprendre sans conscience.

Depuis la création du CO3, ses intérêts de recherche se sont diversifiés et intéressent maintenant des domaines distincts tels que les apprentissages associatifs, l'apprentissage du langage, la perception subliminale, la prise de décision, ou encore la cognition sociale.

Le groupe a développé une expertise dans l'utilisation de méthodes expérimentales permettant de mesurer la conscience.

Afin d'explorer ces questions, le CO3 déploie toutes les méthodes caractéristiques des neurosciences cognitives contemporaines, à savoir des méthodes comportementales, par imagerie cérébrale (MEG, RMNf, TMS, EEG, EMG et EOG), et par modélisation computationnelle. Le CO3 fait partie du Centre de Recherche Cognition & Neurosciences et collabore activement tant avec les équipes du nouvellement créé « ULB Neuroscience Institute » qu'avec de nombreuses équipes étrangères.



CENTER FOR RESEARCH IN  
COGNITION & NEUROSCIENCES  
/CO3

## 6 BUDGET SUR 4 ANS

L'équipe d'Axel Cleeremans est déjà soutenue par diverses sources de financement, dont une prestigieuse bourse ERC. Le défi principal est cependant de développer rapidement les différentes technologies évoquées ci-dessus : Chacune de ces technologies est en effet un préliminaire indispensable à la réalisation des recherches elles-mêmes.

Afin d'atteindre cet objectif, l'équipe souhaite engager un ingénieur de recherche susceptible de construire, de programmer et de tester les différents équipements concernés (tachistoscope, réalité virtuelle, main robotisée, interface cerveau-ordinateur) ainsi que deux doctorants.

La réalisation de l'ensemble des projets décrits ci-dessus demande en outre un poste « fonctionnement » destiné à compenser les volontaires qui participent aux expériences (10 €/h) ainsi qu'à réaliser, le cas échéant, des études en imagerie cérébrale (150 euros/h) et un poste « équipement » permettant d'acheter le matériel nécessaire.

<b>RESSOURCES HUMAINES</b>	
Ingénieur de recherche (4 ans)	250.000€
Deux doctorants (4 ans)	440.000€
<b>EQUIPEMENT</b>	
Tachistoscope	15.000€
Réalité virtuelle	20.000€
Main robotique	25.000€
Interface cerveau-ordinateur	50.000€
<b>FONCTIONNEMENT</b>	
Coordination, échanges et séjours scientifiques (4ans)	100.000 €
<b>BUDGET TOTAL</b>	<b>900.000 €</b>