

Date : 3 octobre 2024.

DOI : 10.13140/RG.2.2.33521.49766 – License : CC BY-NC-ND 4.0

L'Avatar de travail inconscient

Enquête sur la double dialectique qui régit notre rapport au monde

Ivan O. Godfroid

CHU de Charleroi-Chimay (ULB), service de psychiatrie, Charleroi (Belgique) [ivan.godfroid@humani.be]

&

UMons, Faculté des sciences, Service de Philosophie et Histoire des Sciences, Mons (Belgique) [ivan.godfroid@umons.ac.be]

Résumé

Introduction

Ce que nous nommons *esprit* correspond à l'intrication de deux phénomènes distincts : la conscience et l'inconscient. Ce séminaire explore l'interaction entre conscience et inconscient au travers du concept d'*Avatar de Travail Inconscient* (ATI), un modèle de traitement des informations sensorielles et cognitives, définissant notre rapport au monde. Celui-ci est caractérisé par un double rapport dialectique (conscience/inconscient et raison/émotion).

L'avatar de travail inconscient

Historique En 1992, P.D. Wall a proposé un modèle de gestion virtuelle de la douleur, influencé par les travaux de Hughlings Jackson et des éthologues Lorenz et Tinbergen. L'année suivante, R.C. Miall *et al.* ont élaboré un modèle prédictif appliqué au cervelet, intégrant anticipation motrice et inconscient. L'ATI fusionne ces idées, étendant la gestion inconsciente à tous les sens et fonctions cognitives. **Gestion inconsciente des influx sensoriels et de la prise de décision** Deux processus, la transformation et la prédiction, adaptent les données sensorielles de manière inconsciente avant de les transmettre à la conscience. L'exemple de la vision est à ce propos mis en exergue. Le codage prédictif, basé sur les expériences passées et une présomption probabiliste, fait œuvre de prédiction, permettant une interaction rapide et efficace avec le monde. Des erreurs de prédiction corrigent les inexactitudes. Des expériences comme la rivalité binoculaire et l'illusion de la main en caoutchouc révèlent ces mécanismes inconscients. **Apports de l'étude de l'anxiété** L'anxiété, une peur sans objet qui met l'organisme en état d'alerte, relève de la prédiction aberrante. Son étude montre que les dysfonctionnements dans la gestion inconsciente des influx sensoriels sont fréquents. **Apports de l'étude des situations d'hypoxie intermittente** Le syndrome d'apnées du sommeil (SAS) et l'effort physique intense, qui tous deux induisent une hypoxie intermittente, démontrent comment l'inconscient peut mal interpréter des signaux physiologiques, déclenchant des réactions disproportionnées comme des attaques de panique. Ces erreurs d'interprétation trahissent le fonctionnement automatique de l'ATI et son intervention à distance. **Apports de l'étude de la douleur chronique** La douleur chronique résulte souvent d'une mauvaise interprétation inconsciente des signaux nociceptifs, créant un cercle vicieux où l'inconscient transmet continuellement des informations erronées à la conscience. Ce phénomène démontre la gestion virtuelle de l'ATI. **Présentation de l'hypothèse** L'ATI est une instance inconsciente qui collecte,

analyse et interprète les données sensorielles, dont émergeront des émotions et des comportements. Son fonctionnement est virtuel, rapide et automatique, ce qui l'expose à des dysfonctionnements.

Discussion

Articulation avec nos connaissances des phénomènes inconscients L'ATI montre que l'inconscient joue un rôle crucial dans la transformation et la prédiction des données, des processus essentiels pour une interaction rapide avec le monde. L'ATI postule l'existence d'une raison inconsciente, capable de décisions automatiques, visant à préserver la Vie. **Articulation avec les théories de la conscience** L'ATI présente des similitudes et des divergences avec les quatre approches principales de la conscience, mais se distingue par l'ascendant donné à l'inconscient. Il se caractérise en outre par une perspective à la troisième personne (3PP), au contraire de la conscience qui fonctionne dans une perspective à la première personne (1PP). **Articulation avec les théories de la racine commune** L'ATI est une théorie physicaliste, pouvant s'intégrer à la théorie de la psychiagénie, qui postule l'existence d'une racine commune au cerveau et à l'esprit. **Articulation avec les topiques du temps** L'inconscient est caractérisé par un « temps utopique », distinct des topiques classiques du temps A et B définies par McTaggart. **Implications cliniques** Les dysfonctionnements de l'ATI, comme l'erreur de discrétisation et l'erreur de prédiction toxique, pourraient élucider de nombreux symptômes médicaux inexplicables, comme les troubles neurologiques fonctionnels, les effets placebo et nocebo, ou encore le Déjà-vu.

Conclusion

L'ATI est une instance inconsciente cruciale pour la gestion des données sensorielles et la survie. Cependant, ses erreurs peuvent conduire à des désordres cliniques. Comprendre l'ATI et ses dysfonctionnements ouvre de nouvelles perspectives en neurosciences et en santé mentale.

Mots-clefs

Avatar de travail inconscient ; Conscience ; Inconscient ; ToC ; Psychiagénie ; Anxiété ; Hypoxie ; Douleur chronique ; Erreur de discrétisation ; Erreur de prédiction toxique ; Temps ; Utopie ; Physiosophie.

Introduction

Ce que nous nommons *esprit* correspond à l'intrication de deux phénomènes distincts : la conscience et l'inconscient. L'appel à la notion d'intrication n'est pas abusif : non seulement l'inconscient s'invite-t-il régulièrement dans des processus conscients¹ et la conscience dans des processus inconscients – tel le rêve² –, mais tous deux collaborent étroitement au fonctionnement cognitif.

Le terme *esprit* pourrait laisser croire qu'il est fait référence à une sorte de « substance éthérée », mais il n'en n'est rien : conscient et inconscient sont indissociables du corps, et plus singulièrement du système nerveux, central et périphérique. En explorant la réalité, la science

¹ Yankulova, J.K., Zacher, L.M., Velasquez, A.G., et al. : *Insuppressible cognitions in the reflexive imagery task: Insights and future directions*. *Frontiers in psychology* **13** : 957359, 2022. doi: 10.3389/fpsyg.2022.957359.

² Konkoly, K.R., Appel, K., Chabani, E. et al. : *Real-time dialogue between experimenters and dreamers during REM sleep*. *Current biology* **31** : 1417-1427.e6, 2021. doi: 10.1016/j.cub.2021.01.026.

contemporaine a démontré que celle-ci était constituée de matière³ – de matière *et uniquement de matière*. L'hypothèse de l'existence d'une composante « spirituelle » à la réalité ayant été réfutée, nous devons donc admettre le principe que tout est matière, en ce compris l'esprit⁴, tel qu'il vient d'être défini. D'un point de vue philosophique, il s'agit donc de *matérialisme*, une forme de monisme *quasi* universellement adoptée par les neuroscientifiques⁵.

Conscience et inconscient collaborent notamment dans la gestion des données sensorielles. C'est dans ce cadre que j'ai d'abord proposé la dénomination : *Avatar de travail inconscient*⁶ (ATI). Dans ce séminaire, sa définition va être précisée, et son champ d'application, élargi. Par ATI, je désignerai ainsi une modélisation de la manière virtuelle dont l'inconscient analyse, transforme et interprète les données sensorielles et cognitives avant leur – éventuelle – transmission à la conscience. « Éventuelle », car la synergie entre conscience et inconscient ne va pas de soi : dans de nombreux cas, on peut même parler d'antagonisme entre ces deux pôles de l'esprit – et ceci constitue un premier *rapport dialectique*. On nomme « rapport dialectique » *tout rapport reposant sur le principe de tension-opposition entre deux termes, deux situations, et dépassement de cette opposition*⁷. Un second rapport dialectique réside dans la cohabitation de deux contenus antinomiques de la pensée : l'émotion et la raison. Notre interaction avec le monde est dès lors en permanence influencé par l'équilibre instable entre d'une part conscience et inconscient, et d'autre part raison et émotion – c'est ce que je qualifie de « double dialectique ».

Après un rappel historique et un survol de nos connaissances sur la manière dont le cerveau gère les influx sensoriels et la prise de décision, les apports de l'étude de trois situations cliniques très courantes seront analysés – il s'agit de l'anxiété, de l'hypoxie intermittente et de la douleur chronique. L'hypothèse de l'ATI sera ensuite exposée, puis discutée, tout d'abord en articulation avec nos connaissances sur les phénomènes inconscients, puis avec les théories de la conscience – dont les théories de la racine commune –, les topiques du temps et enfin, les implications importantes pour la clinique.

³ Virdee, T.S. : *Beyond the standard model of particle physics*. Philosophical transactions Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences **374** : 20150259, 2016. doi: 10.1098/rsta.2015.0259.

⁴ Godfroid, I.O. : *Prolégomènes à un essai sur les commencements*. (2023). doi: 10.13140/RG.2.2.17733.83680.

⁵ Melnyk, A. : *Materialism*. Wiley interdisciplinary reviews Cognitive science **3** : 281-292, 2012. doi: 10.1002/wcs.1174.

⁶ Godfroid, I.O. : *La Maison Utopie. Effets placebo & nocebo, troubles fonctionnels, hypnose, intelligence collective, maladies psychogènes de masse et autres situations aux confins des neurosciences*. (2024). doi: 10.13140/RG.2.2.13460.31369.

⁷ Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (CNRS) : <https://www.cnrtl.fr/definition/dialectique> (section I.B.3.).

L'avatar de travail inconscient

Historique

Le médecin algologue Patrick David Wall (1925-2001) fut considéré de son vivant comme l'un des experts mondiaux de la douleur – on lui doit notamment la *Gate control theory*⁸, toujours considérée comme la théorie la mieux à même de rendre compte des aspects physiologiques et psychologiques de la douleur. Au cours d'une allocution sur l'effet placebo, dans le cadre du symposium de la Fondation Ciba consacré aux « Études expérimentales et théoriques sur la conscience » (Londres, 7 au 9 juillet 1992), Wall évoque un modèle de gestion de la douleur de type « réalité / réalité virtuelle », qui n'implique pas la conscience⁹. Dans ce modèle, « certaines classes de sensations [notamment la douleur, la faim, la soif, le vertige] sont liées à la réponse appropriée à la situation, contrairement à la vision classique selon laquelle la sensation est toujours liée à un stimulus qui la provoque »¹⁰. Dans le cas de la douleur, le cerveau gère inconsciemment et de manière virtuelle les données nociceptives puis décide à quel moment il est opportun de les soumettre à la conscience. Wall explique que son modèle s'appuie d'une part sur les travaux du neurologue John Hughlings Jackson (1835-1911), et d'autre part sur ceux des éthologues Konrad Lorenz (1903-1989) et Nikolaas Tinbergen (1907-1988). De Jackson, il retient la notion de système nerveux *hiérarchique* ainsi que ses travaux sur l'aura épileptique, interprétée comme un exemple de réalité virtuelle bien distinct de l'hallucination. Notons que Jackson fut en outre un pionnier de la notion de représentation cérébrale, qu'il envisageait de manière hautement intégrative et indissociable de son substrat biologique¹¹. Des pères de l'éthologie, Wall reprend la notion de priorité assignée *inconsciemment* à certains influx sensoriels, en lien avec leur « valeur de survie »¹². Le modèle proposé par Wall introduisait donc l'idée que dans la gestion de la douleur, il existe un traitement inconscient et

⁸ Melzack, R. & Wall, P.D. : *Pain mechanisms: a new theory*. Science **150** : 971-9, 1965. doi: 10.1126/science.150.3699.971.

⁹ Wall, P.D. : *Pain and the placebo response*. Ciba Foundation symposium **174** : 187-211, 1993.

¹⁰ *Ibid.*

¹¹ Chirimuuta, M. : *Synthesis of contraries: Hughlings Jackson on sensory-motor representation in the brain*. Studies in history and philosophy of biological and biomedical sciences **75** : 34-44, 2019. doi: 10.1016/j.shpsc.2019.01.007.

¹² Barrett, L., Blumstein, D.T., Clutton-Brock, T.H. *et al.* : *Taking note of Tinbergen, or: the promise of a biology of behaviour*. Philosophical transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological sciences **368** : 20120352, 2013. doi: 10.1098/rstb.2012.0352.

virtuel des données, mâtinant les apports sensoriels de leur contexte – dangereux ou non pour le maintien de la Vie.

L'année même de la publication de l'exposé de Wall – 1993 –, R. Christopher Miall et ses collègues proposaient un *modèle interne prédictif* du mouvement¹³. Ce modèle applique au cervelet un concept développé initialement dans le domaine de l'ingénierie par Otto Smith¹⁴, et qui est connu sous l'appellation « Prédicteur de Smith ». Il s'agit d'un type de « régulateur prédictif », conçu pour contrôler des systèmes présentant un délai de rétroaction significatif, tels qu'on en rencontre dans la conception des processeurs : le prédicteur de Smith pronostique ainsi la réponse attendue du système à une commande, ce qui, en termes physiologiques, correspondrait selon Miall à une *anticipation des conséquences sensorielles d'un mouvement*. Ce sont précisément les conditions de fonctionnement du cervelet : il est désormais démontré que cette partie du cerveau joue un rôle d'intégration des influx sensoriels et de la commande motrice afin d'en prédire les conséquences et de l'optimiser¹⁵. Ceci est à mettre en lien avec les théories du *codage prédictif*, qui passent pour les bases biologiques des théories bayésiennes de la perception et de la cognition¹⁶ – nous y reviendrons. Retenons que le modèle interne prédictif de R.C. Miall constituait la première théorie unificatrice de la prédiction motrice, qu'elle impliquait l'inconscient et qu'elle rendait compte de l'expectation consciente de nos mouvements.

Le modèle de l'ATI reprend, fusionne et généralise les propositions de Wall et de Miall. De la première, il développe la notion de gestion virtuelle inconsciente des données sensorielles, et l'étend à tous nos sens. De la seconde, il reprend l'idée d'une prédiction inconsciente, cette fois non limitée au mouvement, mais élargie à toutes les fonctions cognitives. Il en résulte l'hypothèse d'une gestion virtuelle complexe de tout le fonctionnement de l'organisme, située en amont de la conscience.

¹³ Miall, R.C., Weir, D.J., Wolpert, D.M. *et al.* : *Is the cerebellum a smith predictor?* Journal of motor behavior **25** : 203-16, 1993. doi: 10.1080/00222895.1993.9942050.

¹⁴ Smith, O.J.M. : *A controller to overcome dead time.* Instrumentation Systems and Automation Journal **6** : 28-33, 1959.

¹⁵ Tanaka, H., Ishikawa, T., Kakei, S. : *Neural Evidence of the Cerebellum as a State Predictor.* Cerebellum **18** : 349-371, 2019. doi: 10.1007/s12311-018-0996-4.

¹⁶ Heilbron, M. & Chait, M. : *Great Expectations: Is there Evidence for Predictive Coding in Auditory Cortex?* Neuroscience **389** : 54-73, 2018. doi: 10.1016/j.neuroscience.2017.07.061.

Gestion inconsciente des influx sensoriels et de la prise de décision

Afin d'introduire le concept d'ATI, il est indispensable d'avoir à l'esprit les processus complexes de gestion inconsciente des données captées par nos organes sensoriels et de la prise de décision. Nous retiendrons que deux grands types de traitement des données sont à l'œuvre : d'une part la *transformation*, et d'autre part la *prédiction*.

La transformation. Nous sommes en lien avec notre milieu de vie par l'entremise de nos sens : la vue, l'ouïe, l'odorat, le toucher, le goût, mais aussi la proprioception et l'intéroception. Les données recueillies par nos sens ne sont toutefois pas transmises telles quelles à la conscience. Avant cette étape, un travail complexe d'adaptation et d'interprétation a lieu de manière inconsciente. L'impression de continuité dans notre rapport au monde n'est ainsi qu'une illusion. Prenons l'exemple bien connu de la vision. Il est tout d'abord procédé à un *échantillonnage* des données optiques¹⁷ – c'est-à-dire, une sélection arbitraire d'images statiques au départ des données reçues par les nerfs optiques, et ce à une fréquence d'environ 13 images par seconde (13 hertz). C'est la phase de discrétisation¹⁸. Cette succession d'images fixes est ensuite reconditionnée en une *illusion* subjective de continuité – un mécanisme connu depuis 1912 sous l'appellation de phénomène ou effet « phi »¹⁹. L'essentiel de notre rétine ne détectant pas les couleurs, l'inconscient colorise d'autorité le champ visuel périphérique²⁰. Il corrige aussi l'absence anatomique d'image liée à nos papilles optiques par un remplissage *arbitraire* du vide. Située dans l'axe visuel de l'œil, la fovéa est la zone de la rétine où la vision des détails est la plus précise ; le cerveau en utilise les données pour créer une illusion d'uniformité du champ visuel. Ces éléments constituent le phénomène de « remplissage », ou *filling-in*²¹. En outre, l'inconscient supprime les images immobiles du champ visuel en supposant qu'il s'agit de reflets inopportuns, et supprime également les saccades liées à nos globes oculaires afin de stabiliser l'image²², avant de créer une véritable *illusion de complétude visuelle*, ne laissant à aucun moment la conscience suspecter que la perception oculaire initiale

¹⁷ Purves, D., Paydarfar, J.A., Andrews, T.J. : *The wagon wheel illusion in movies and reality*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America **93** : 3693-7, 1996. doi: 10.1073/pnas.93.8.3693.

¹⁸ Naccache, L. : *Apologie de la discrétion. Comment faire partie du monde ?* Paris : Odile Jacob, 2022.

¹⁹ Wertheimer, M. : *Experimentelle Studien über das Sehen von Bewegung*. Zeitschrift für Psychologie **61** : 161–265, 1912.

²⁰ Li, H., Luo, J., Lu, Y., et al. : *Asymmetrical color filling-in from the nasal to the temporal side of the blind spot*. Frontiers in human neuroscience **8** : 534, 2014. doi: 10.3389/fnhum.2014.00534.

²¹ Anstis, S. : *Visual filling-in*. Current biology **20** : R664-6, 2010. doi: 10.1016/j.cub.2010.06.029.

²² New, J.J. & Scholl, B.J. : *Motion-induced blindness for dynamic targets: Further explorations of the perceptual scotoma hypothesis*. Journal of vision **18** : 24, 2018. doi: 10.1167/18.9.24.

a été profondément altérée²³. À partir de cette illusion de complétude visuelle, une série de représentations inconscientes fugaces sont créées, dont seule une partie – appelée mémoire iconique²⁴ – deviendra conscience. C'est grâce à cette mémoire iconique que la succession d'images formant une œuvre cinématographique nous paraît fluide²⁵. Cette démonstration concerne la vision, mais elle peut tout aussi bien être réalisée pour les autres sens. Soulignons toutefois le rôle largement prépondérant de la vision dans notre rapport au monde ; celui-ci est mis en lumière par la possibilité expérimentale de provoquer chez des sujets sains une sensation de déréalisation par le port de lunettes déformant la vision²⁶.

La prédiction. Nous ne pouvons donc prétendre qu'à un accès foncièrement tronqué à notre environnement – une simple « réalité inférée » –, l'accès à la réalité totale nous étant matériellement impossible. C'est à nouveau par un processus inconscient qu'une signification sera d'office attribuée à la perception et soumise à la conscience : c'est la prédiction. Lorsque les données sensorielles parviennent à la conscience, elles sont déjà accompagnées d'une interprétation. Celle-ci repose d'une part sur nos expériences passées, et d'autre part sur une présomption probabiliste. Ce « codage » ou « traitement » prédictif est lui aussi réalisé de manière totalement inconsciente, un aspect qui mérite d'être souligné. Il a été modélisé de différentes manières, mais l'une des plus populaires a trait à l'application aux sciences cognitives du *bayésianisme*, une interprétation de la probabilité centrée non pas sur la fréquence, mais sur l'expectation. Hugo Bottemanne *et al.*²⁷ nous résument le fonctionnement de cet *Esprit prédictif* de la manière suivante : afin de prédire les entrées sensorielles que le corps va expérimenter, ou d'anticiper ses décisions motrices, l'inconscient utilise des prédictions (ou expectations). Lorsque celles-ci s'avèrent inexactes ou inadéquates, il les met à jour en générant des « erreurs de prédiction » à la lumière des influx sensoriels. Ceci se traduit au niveau anatomique par des modifications de l'activation des réseaux neuronaux et de leur connections. Cette phase de prédiction repose donc sur un catalogue de « croyances » sur notre environnement et nos interactions plausibles avec celui-ci ; ces croyances sont en permanence

²³ Komatsu, H. : *The neural mechanisms of perceptual filling-in*. Nature reviews Neurosciences **7** : 220-31, 2006. doi: 10.1038/nrn1869.

²⁴ Sperling, G. : *The information available in brief visual presentations*. Psychological Monographs: General and Applied **74** : 1–29, 1960. doi: 10.1037/h0093759

²⁵ Coltheart, M. : *Iconic memory and visible persistence*. Perception and psychophysics **27** : 183-228, 1980. doi: 10.3758/bf03204258.

²⁶ Renard, S.B.S., Huntjens, R.J.C.R., Pijnenborg, G.H.M.M. : *Inducing dissociation and schizotypal experiences through "vision-deforming" glasses*. Consciousness and cognition **65** : 209-215, 2018. doi: 10.1016/j.concog.2018.06.019.

²⁷ Bottemanne, H., Longuet, Y., Gauld, C. : *L'esprit prédictif : introduction à la théorie du cerveau bayésien*. Encéphale **48** : 436-444, 2022. doi: 10.1016/j.encep.2021.09.011.

mises à jour, corrigées, précisées, par l'analyse des nouvelles données sensorielles. En d'autres termes, le codage prédictif correspond à un signal « top-down », rectifié par une erreur de prédiction « bottom-up ». Retenons que de manière contre-intuitive, la perception peut donc précéder la sensation²⁸.

Plusieurs situations expérimentales trahissent la mécanique inconsciente de gestion de l'information et de prise de décision. Le codage prédictif est notamment mis en lumière par la rivalité binoculaire²⁹, produite par ces images ambiguës de type canard/lapin qui le met en défaut : les « renversements d'image » qui viennent à la conscience résultent d'une sorte d'*affolement* du mécanisme correctif. Dans l'illusion de la main en caoutchouc³⁰, le sujet est progressivement amené à attribuer à un membre factice les sensations de sa main véritable (toucher, douleur, etc.). Autre exemple, la thérapie du miroir, utilisée dans le traitement de la douleur du membre fantôme³¹ ou pour améliorer la fonction motrice après un AVC³², découle de l'observation troublante que des patients amputés d'un bras, observant leur membre sain et son image en miroir, ont le sentiment d'avoir retrouvé leur intégrité corporelle³³.

Transformation et prédiction sont de mieux en mieux cernées par les progrès de la recherche neuroscientifique. Le tableau demeure toutefois incomplet, avec de nombreuses zones d'ombre. Des contradictions peuvent émerger des résultats expérimentaux, telle la possibilité d'un signal prédictif émanant du cortex préfrontal indépendamment d'une erreur de prédiction³⁴. En outre, les signaux moteurs et sensoriels ne sont pas strictement séparés dans le cerveau : les neurones du cortex préfrontal présentent ainsi une propriété nommée « sélectivité mélangée » qui permet leur interconnexion³⁵. D'autre part, si le traitement intégratif inconscient

²⁸ Barrett, L.F. & Simmons, W.K. : *Interoceptive predictions in the brain*. Nature Reviews Neuroscience **16** : 419-29, 2015. doi: 10.1038/nrn3950.

²⁹ Hohwy, J., Roepstorff, A., Friston, K. : *Predictive coding explains binocular rivalry: an epistemological review*. Cognition **108** : 687-701, 2008. doi: 10.1016/j.cognition.2008.05.010.

³⁰ Botvinick, M. & Cohen, J. : *Rubber hands 'feel' touch that eyes see*. Nature **391** : 756, 1998. doi: 10.1038/35784.

³¹ Campo-Prieto, P. & Rodríguez-Fuentes, G. : *Effectiveness of mirror therapy in phantom limb pain: a literature review*. Neurologia (Engl. Ed.) **37** : 668-681, 2022. doi: 10.1016/j.nrleng.2018.08.005.

³² Thieme, H., Morkisch, N., Mehrholz, J. et al. : *Mirror therapy for improving motor function after stroke*. The Cochrane database of systematic reviews **7** : CD008449, 2018. doi: 10.1002/14651858.CD008449.pub3.

³³ Ramachandran, V.S., Rogers-Ramachandran, D., Cobb, S. : *Touching the phantom limb*. Nature **377** : 489-90, 1995. doi: 10.1038/377489a0.

³⁴ Dürschmid, S., Reichert, C., Hinrichs, H. et al. : *Direct Evidence for Prediction Signals in Frontal Cortex Independent of Prediction Error*. Cerebral Cortex **29** : 4530-4538, 2019. doi: 10.1093/cercor/bhy331.

³⁵ Tye, K.M., Miller, E.K., Taschbach, F.H. et al. : *Mixed selectivity: Cellular computations for complexity*. Neuron **112** : 2289-2303, 2024. doi: 10.1016/j.neuron.2024.04.017.

des données n'est pas réfuté, sa démonstration indiscutable fait encore défaut³⁶. Ajoutons en revanche que le mécanisme de discrétisation ne concerne pas seulement le traitement inconscient des données issues de nos sens, mais également le processus de prise de décision³⁷.

Apports de l'étude de l'anxiété

On définit l'anxiété comme une peur « sans objet » : contrairement à la peur – une réponse émotionnelle face à un danger imminent –, l'anxiété survient en effet en l'absence de menace réelle³⁸. Le trouble panique représente l'une de ses formes les plus violentes. L'anxiété s'accompagne de tensions musculaires et d'une mise en alerte des organes sensoriels : l'*hypervigilance*, l'organisme se préparant à répondre à un danger qu'il anticipe. Cette hypervigilance est très coûteuse en énergie : la mémoire de travail et les capacités de concentration sont les premières victimes de ce qui-vive permanent, et se voient considérablement diminuées³⁹. Les fonctions perceptivo-motrices sont également altérées⁴⁰.

L'action apaisante d'une respiration lente et régulière sur l'anxiété est solidement démontrée⁴¹. Il s'agirait possiblement du principal mécanisme d'action des techniques de relaxation les plus courantes, mais aussi de la marche paisible⁴² – et plus particulièrement de la marche dans un environnement boisé⁴³. Il s'avère que cet effet bénéfique sur l'anxiété est en lien direct avec l'intéroception respiratoire – autrement dit, *l'analyse d'une donnée sensorielle* –, par le biais du processus de prédiction et d'erreur de prédiction⁴⁴. Modifiant les sensations

³⁶ Zher-Wen & Yu, R. : *Unconscious integration: Current evidence for integrative processing under subliminal conditions*. British journal of psychology **114** : 430-456, 2023. doi: 10.1111/bjop.12631.

³⁷ Latimer, K.W., Yates, J.L., Meister, M.L. et al. : *NEURONAL MODELING. Single-trial spike trains in parietal cortex reveal discrete steps during decision-making*. Science **349** : 184-187, 2015. doi: 10.1126/science.aaa4056.

³⁸ Hamm, A.O. : *Fear, anxiety, and their disorders from the perspective of psychophysiology*. Psychophysiology **57** : e13474, 2020. doi: 10.1111/psyp.13474.

³⁹ Moran, T.P. : *Anxiety and working memory capacity: A meta-analysis and narrative review*. Psychological bulletin **142** : 831-864, 2016. doi: 10.1037/bul0000051.

⁴⁰ Runswick, O.R., Roca, A., Williams, A.M., et al. : *The effects of anxiety and situation-specific context on perceptual-motor skill: a multi-level investigation*. Psychological research **82** : 708-719, 2018. doi: 10.1007/s00426-017-0856-8.

⁴¹ Bentley, T.G.K., D'Andrea-Penna, G., Rakic, M. et al. : *Breathing Practices for Stress and Anxiety Reduction: Conceptual Framework of Implementation Guidelines Based on a Systematic Review of the Published Literature*. Brain Sciences **13** : 1612, 2023. doi: 10.3390/brainsci13121612.

⁴² Matzer, F., Nagele, E., Lerch, N. et al. : *Combining walking and relaxation for stress reduction-A randomized cross-over trial in healthy adults*. Stress and health **34** : 266-277, 2018. doi: 10.1002/smi.2781.

⁴³ Piva, G., Caruso, L., Gómez, A.C. et al. : *Effects of forest walking on physical and mental health in elderly populations: a systematic review*. Reviews on environmental health **39** : 121-136, 2022. doi: 10.1515/reveh-2022-0093.

⁴⁴ Harrison, O.K., Köchli, L., Marino, S. et al. : *Interoception of breathing and its relationship with anxiety*. Neuron **109** : 4080-4093.e8, 2021. doi: 10.1016/j.neuron.2021.09.045.

intéroceptives de l'arbre respiratoire, la respiration lente et régulière engendre dès lors une erreur de prédiction favorable.

À l'inverse, l'anxiété affecte le processus de prédiction⁴⁵. La prédiction aberrante qui en résulte – la présence d'un danger – conduit à l'inutile mise en alerte de l'organisme (hypervigilance, tachycardie, tachypnée, hypertension artérielle, tension musculaire, etc.). L'objectif est une gestion de la menace anticipée en vue de la survie⁴⁶, comme dans le cas de la peur, dont c'est la fonction. Au niveau conscient, ce « branle-bas de combat » s'accompagne d'un sentiment de danger imminent.

L'étude de l'anxiété nous apprend par conséquent que la gestion inconsciente des influx sensoriels et de la prise de décision connaît non seulement des dysfonctionnements, mais que de surcroît, ceux-ci sont très fréquents – qui n'a jamais éprouvé de l'anxiété ?

Apports de l'étude des situations d'hypoxie intermittente

Les effets de l'anxiété peuvent être explorés plus avant au travers de deux situations cliniques en lien avec l'hypoxie : le syndrome d'apnées du sommeil (SAS) et l'effort physique intense. Ces deux situations sont en effet associées à des symptômes anxieux, et nous allons voir que leur survenue résulte d'une sorte d'*égarement* de l'inconscient.

Il existe un lien bien démontré entre le SAS et le trouble panique⁴⁷. Selon une méta-analyse, environ un tiers des patients atteints d'apnées développe des symptômes anxieux⁴⁸. Les dispositifs de ventilation en pression positive continue, utilisés pour traiter le SAS, réduisent de surcroît la fréquence des symptômes anxieux⁴⁹, ce qui confirme le lien direct entre ces deux affections.

⁴⁵ *Ibid.*

⁴⁶ Hamm, A.O. : *Fear, anxiety, and their disorders from the perspective of psychophysiology. Op. cit.*

⁴⁷ Vanek, J., Belohradova Minarikova, K., Prasko, J. *et al.* : *Obstruction sleep apnoea and panic disorder. Neuroendocrinology letters* **44** : 86-96, 2023.

⁴⁸ Garbarino, S., Bardwell, W.A., Guglielmi, O. *et al.* : *Association of Anxiety and Depression in Obstructive Sleep Apnea Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. Behavioral sleep medicine* **18** : 35-57, 2020. doi: 10.1080/15402002.2018.1545649.

⁴⁹ Lundetræ, R.S., Saxvig, I.W., Lehmann, S. *et al.* : *Effect of continuous positive airway pressure on symptoms of anxiety and depression in patients with obstructive sleep apnea. Sleep & breathing* **25** : 1277-1283, 2021. doi: 10.1007/s11325-020-02234-7.

De manière remarquable, les cas les plus sévères de SAS ne sont pas associés au trouble panique⁵⁰. On l'explique généralement par un seuil de réveil plus bas lié à l'anxiété, et en conséquence une meilleure oxygénation du sang, les événements hypoxiques étant interrompus par les éveils multiples⁵¹. Les attaques de panique jouent en quelque sorte le rôle d'un système d'alarme : réagissant à l'hypoxie comme à un danger vital imminent, l'organisme est mis en état d'alerte.

L'effort physique intense constitue une autre situation d'hypoxie intermittente. Ici, le mécanisme est différent : l'organisme n'est pas confronté à une situation d'ordre pathologique (une maladie), mais l'homéostasie est poussée dans ses derniers retranchements sous l'effet d'une mobilisation extrême des ressources physiologiques. Les conséquences sont toutefois comparables. Il est connu depuis longtemps que le surentraînement des athlètes est néfaste pour leur santé mentale⁵². Le passage répété à un métabolisme anaérobie, suite à l'épuisement des ressources en oxygène, entraîne un dysfonctionnement de l'axe hypothalamo-hypophysaire⁵³. La transition en acidose lactique semble constituer la ligne rouge⁵⁴. La poursuite de l'effort anaérobie, qui agit tel un facteur de stress physiologique et psychologique, devient source d'anxiété⁵⁵. Il n'y a pourtant aucun danger pour la vie : le simple arrêt de l'exercice entraîne un retour à la normale.

L'étude des situations d'hypoxie intermittente nous apporte donc une information fondamentale : le cerveau, et plus précisément, l'inconscient, peut être victime d'*erreurs d'interprétation*. Dans le cas présent, l'erreur est de taille : une hypoxie situationnelle est « confondue » avec une menace vitale imminente, et le protocole d'alerte maximale est déclenché. L'inconscient agit donc de manière automatique, et tient insuffisamment compte du contexte. Il vise au maintien de la vie, certes, mais tout se passe *comme s'il intervenait à distance*, à la manière de l'opérateur d'un service de téléassistance.

⁵⁰ Bjorvatn, B., Rajakulendren, N., Lehmann, S. *et al.* : *Increased severity of obstructive sleep apnea is associated with less anxiety and depression*. Journal of sleep research **27** : e12647, 2018. doi: 10.1111/jsr.12647.

⁵¹ Eckert, D.J. & Younes, M.K. : *Arousal from sleep: implications for obstructive sleep apnea pathogenesis and treatment*. Journal of applied physiology **116** : 302-13, 2014. doi: 10.1152/jappphysiol.00649.2013.

⁵² Raglin, J.S. : *Exercise and mental health. Beneficial and detrimental effects*. Sports medicine **9** : 323-9, 1990. doi: 10.2165/00007256-199009060-00001.

⁵³ McKenzie, D.C. : *Markers of excessive exercise*. Canadian journal of applied physiology **24** : 66-73, 1999. doi: 10.1139/h99-007.

⁵⁴ Araújo, S.R., de Mello, M.T., Leite, J.R. : *Transtornos de ansiedade e exercício físico*. Revista brasileira de psiquiatria **29** : 164-71, 2007. doi: 10.1590/s1516-44462006005000027.

⁵⁵ Broodryk, A., Pienaar, C., Edwards, D. *et al.* : *The psycho-hormonal influence of anaerobic fatigue on semi-professional female soccer players*. Physiology & behavior **180** : 8-14, 2017. doi: 10.1016/j.physbeh.2017.07.031.

Apports de l'étude de la douleur chronique

Tout comme l'anxiété, la douleur chronique s'avère un problème très courant de santé publique – on estime en effet qu'elle atteint près d'une personne sur trois⁵⁶. Ses conséquences sur la santé mentale peuvent être qualifiées de systématiques, avec ici encore dépression et anxiété au premier plan⁵⁷. Le phénomène est complexe. D'une certaine manière, la douleur chronique peut être envisagée comme un système auto-entretenu, dans lequel le cerveau est submergé de messages d'alerte émanant du système nerveux périphérique. Dans l'hypothèse de la sensibilisation centrale, la transmission synaptique nociceptive est augmentée dans la moelle épinière, engendrant une dissociation entre la perception de la douleur et son stimulus réel⁵⁸. Les circuits neuronaux de la douleur ont été mis en cause, au travers d'une plasticité structurelle inadéquate⁵⁹. Le connectome cérébral a également été pointé, avec l'implication des circuits limbiques⁶⁰.

Nous en retirons l'information que dans la douleur chronique, la gestion cérébrale est de nouveau « dupée ». L'inconscient relaie à la conscience une information fautive, une aberration de la prédiction accompagnée d'émotions négatives, qu'aucune intervention thérapeutique ne semble pouvoir corriger. On assiste donc à une déconnection du réel, au travers d'un cercle vicieux sensitif et émotionnel. Et ceci rejoint la démonstration de P.D. Wall évoquée dans l'historique : si un tel phénomène est possible, c'est parce que l'inconscient gère les données *de manière virtuelle*.

Présentation de l'hypothèse

Nous interagissons avec le monde par l'intermédiaire de nos sens. Il en découle la représentation consciente (en d'autres termes, la perspective à la première personne (1PP) –

⁵⁶ Cohen, S.P., Vase, L., Hooten, W.M. : *Chronic pain: an update on burden, best practices, and new advances*. The Lancet **397** : 2082-2097, 2021. doi: 10.1016/S0140-6736(21)00393-7.

⁵⁷ Hooten, W.M. : *Chronic Pain and Mental Health Disorders: Shared Neural Mechanisms, Epidemiology, and Treatment*. Mayo Clinic proceedings **91** : 955-70, 2016. doi: 10.1016/j.mayocp.2016.04.029.

⁵⁸ Woolf, C.J. : *Central sensitization: implications for the diagnosis and treatment of pain*. Pain **152 (3 Suppl.)** : S2-S15, 2011. doi: 10.1016/j.pain.2010.09.030.

⁵⁹ Kuner, R. & Flor, H. : *Structural plasticity and reorganisation in chronic pain*. Nature reviews neuroscience **18** : 20-30, 2016. doi: 10.1038/nrn.2016.162.

⁶⁰ Farmer, M.A., Baliki, M.N., Apkarian, A.V. : *A dynamic network perspective of chronic pain*. Neuroscience letters **520** : 197-203, 2012. doi: 10.1016/j.neulet.2012.05.001.

nous reviendrons sur ce terme) d'un compte rendu direct, exact et continu, qui sert d'assise à notre pensée et notre comportement. Cette représentation tient cependant de l'illusion. En effet, le compte rendu sensoriel n'est pas direct, mais différé – c'est-à-dire : géré au préalable, de manière inconsciente. Il n'est pas exact, mais altéré par un processus de transformation et de prédiction. Enfin, il n'est pas continu, mais issu d'un mécanisme de discrétisation.

Il existe, en amont de la conscience, une instance de travail spécifique que je nomme ATI. L'ATI procède à la manière d'un opérateur à distance. Il a pour fonction de recueillir toutes les données sensorielles, de les analyser, et de leur attribuer une signification puis une priorité. De ces dernières émergeront des émotions et des comportements. Le processus est inconscient. L'organisme est envisagé par cette instance de travail à la manière d'un *avatar* : une représentation symbolique du corps dans un environnement virtuel.

L'ATI agit de manière rapide et automatique. Il reste étranger au ressenti à la 1PP des influx sensoriels. Ce fonctionnement en position « méta » (en recul, à distance) l'expose toutefois à de potentiels dysfonctionnements. L'ATI pilote la conscience de manière anticipatoire et masquée. La conscience s'approprie avec délai les scénarios de l'ATI, dont elle ignore l'existence. Elle garde cependant la capacité de les *moduler*. En effet, la capacité critique de la raison consciente est supérieure à celle de l'ATI.

Discussion

Articulation avec nos connaissances des phénomènes inconscients

Il existe un découplage entre la réalité et la représentation de la réalité que fournit l'ATI à la conscience. Le lien entre les organes sensoriels et la subjectivité est dès lors *indirect*, ce qui pourrait passer en première analyse pour un défaut, une perte de temps. C'est cependant tout l'inverse : si l'évolution a doté l'inconscient d'un ascendant sur le traitement des données en lien avec le monde, c'est justement pour gagner du temps. Ce gain de temps se matérialise au niveau des deux processus que nous avons évoqués en début de séminaire : d'une part la transformation, et d'autre part la prédiction.

La discrétisation de l'information présenterait ainsi plusieurs avantages en termes de performances, tels une vitesse de traitement accrue et un taux d'erreur minoré, mais aussi une

réduction des interférences nuisibles au fonctionnement cérébral⁶¹. L'échantillonnage des données est en effet plus facile à traiter que sa totalité. La prédiction vise également à gagner du temps : parier sur l'avenir immédiat en se basant sur la probabilité et l'historique confère un atout précieux en termes de vitesse. Nos décisions et nos gestes gagnent en vélocité ; charge à l'erreur de prédiction de corriger immédiatement les approximations. Ceci est particulièrement utile quand il s'agit de protéger son existence. Et c'est tout l'objectif de cette mécanique complexe : l'ATI concourt au maintien de la Vie.

L'ensemble de ces processus que nous venons d'évoquer se déroule de manière sous-jacente, imperceptible, dissimulée – autrement dit, de manière inconsciente. Il s'agit pourtant de prendre des *décisions*. Nous pouvons donc en tirer une conclusion inattendue : non seulement le traitement de l'information conduisant à l'émergence des émotions est inconscient⁶², mais dès lors que des choix sont faits, c'est qu'ils découlent d'un « principe pensant ». À côté de l'*émotion inconsciente*, nous devons donc postuler l'existence d'une *raison inconsciente*.

Parmi les processus inconscients dont nous avons tous fait l'expérience, il y a le rêve et les mécanismes mnésiques – tous deux liés de près ou de loin à l'état de sommeil. À l'once de l'ATI, le rêve pourrait passer pour un accès accidentel et partiel à la conscience de données qui n'ont pas pour vocation d'y émerger, un peu comme des fichiers supprimés dans la corbeille. En ce qui concerne la mémoire, il est connu que l'évocation d'un souvenir en modifie le contenu⁶³. Ne pourrions-nous y voir la trace du processus de transformation des données que réalise l'ATI avant toute transmission à la conscience ? Cette hypothèse est soutenue par la démonstration que de nouveaux éléments sont incorporés au souvenir évoqué, et que l'humeur du sujet au moment du souvenir joue un rôle important⁶⁴. Dans le même ordre d'idée, il est bien connu que les traumatismes psychiques font l'objet d'une « scotomisation » : ce rejet hors du champ de la conscience d'une réalité trop pénible pour le sujet est étudié sous la dénomination d'*oubli*

⁶¹ Tee, J.S. & Taylor, D.P. : *Is Information in the Brain Represented in Continuous or Discrete Form?* IEEE Transactions on Molecular, Biological and Multi-Scale Communications **6** : 199-209, 2020. doi: 10.1109/TMBMC.2020.3025249.

⁶² Gainotti, G. : *Unconscious processing of emotions and the right hemisphere*. Handbook of clinical neurology **183** : 27-46, 2021. doi: 10.1016/B978-0-12-822290-4.00003-7.

⁶³ Bridge, D.J. & Paller, K.A. : *Neural correlates of reactivation and retrieval-induced distortion*. The Journal of neuroscience **32** : 12144-51, 2012. doi: 10.1523/JNEUROSCI.1378-12.2012.

⁶⁴ Kiley, C. & Parks, C.M. : *Mechanisms of Memory Updating: State Dependency vs. Reconsolidation*. Journal of cognition **5** : 7, 2022. doi: 10.5334/joc.198.

*actif*⁶⁵. L'oubli actif de souvenirs traumatiques, médié par une série de mécanismes moléculaires, cellulaires et de réseau, dénote une prise de position : n'est-ce pas là le choix délibéré d'une raison inconsciente qui vise à protéger ?

Revenons au concept de double dialectique (conscient/inconscient ; raison/émotion) : à côté de ceux de l'inconscient que nous avons évoqué, la conscience possède elle aussi un pôle raisonnant et un pôle émotionnel. Nous faisons tous l'expérience quotidienne de l'émotion consciente et de la raison consciente – c'est votre cas en ce moment précis. Prenons le cas de la raison : que nous apprend la clinique ? L'ATI est leurré par les apnées du sommeil et le sport trop intense : dans les deux cas, il conclut à tort à une mort imminente et réagit en mettant l'organisme en état d'alerte. La gestion virtuelle pratiquée par l'ATI le prive donc de l'exercice critique qui consiste à tenir compte du contexte. Cela suggère que la raison inconsciente serait en quelque sorte plus primitive, plus « naïve » que la raison consciente.

À l'inverse, si la programmation motrice et la régulation émotionnelle sont d'origine inconsciente, que penser de la notion de libre arbitre ? Serait-il, lui aussi, « inconscient » ? Ce point de vue semble simpliste. Nous devons à tout le moins reconnaître à la conscience la capacité de *moduler* la direction initiée par l'inconscient. Prenons un exemple : on a coutume de prêter aux yogis des capacités physiologiques hors du commun^{66,67} – et plus particulièrement, le contrôle de la résistance à la douleur. Une étude a utilisé l'électroencéphalogramme quantitatif durant des actes de percement de la langue ; elle démontre une réduction de l'activité cérébrale, suggérant que le yogi induirait volontairement un état similaire à ceux observés lors d'une analgésie⁶⁸. Ces résultats pourraient être interprétés comme une possibilité pour la conscience d'influer sur l'ATI (ce que nous avons déjà évoqué dans le cas du rêve au début de ce séminaire).

⁶⁵ Berry, J.A., Guhle, D.C., Davis, R.L. : *Active forgetting and neuropsychiatric diseases*. Molecular psychiatry, 2024. doi: 10.1038/s41380-024-02521-9.

⁶⁶ Vakil, R.J. : *Remarkable feat of endurance by a yogi priest*. The Lancet **256** : 871, 1950. doi: 10.1016/s0140-6736(50)91797-1.

⁶⁷ Kothari, L.K., Bordia, A., Gupta, O.P. : *Studies on a yogi during an eight-day confinement in a sealed underground pit*. The Indian journal of medical research **61** : 1645-50, 1973.

⁶⁸ Peper, E., Wilson, V.E., Gunkelman, J. *et al.* : *Tongue piercing by a Yogi: QEEG observations*. Applied psychophysiology and biofeedback **31** : 331-8, 2006. doi: 10.1007/s10484-006-9025-3.

Articulation avec les théories de la conscience

On distingue selon Seth et Bayne quatre approches théoriques principales de la conscience⁶⁹ : les *théories d'ordre supérieur*, les *théories de l'espace de travail global*, les *théories de la réentrée et du traitement prédictif* et la *théorie de l'information intégrée*. Ajoutons les théories physicalistes, impliquant le plus souvent la physique quantique⁷⁰. Il s'agit d'un domaine de recherche particulièrement complexe, qui dépasse largement le cadre de ce séminaire.

L'une des grandes difficultés de l'étude de la conscience est liée à la nécessité d'intégrer à tout modèle explicatif la perspective à la première personne (1PP), tandis que les autres domaines de la science sont bâtis sur une perspective à la troisième personne (3PP)⁷¹. Pour rappel, la 1PP est centrée sur notre propre corps – et son ressenti subjectif –, tandis que la 3PP nous permet de prendre un point de vue extérieur⁷². Nous devons à Thomas Nagel la plus cinglante démonstration de l'incapacité des neurosciences à rendre compte de l'expérience subjective en dépit des avancées prodigieuses de la compréhension du fonctionnement cérébral⁷³ – une situation couramment qualifiée de « problème difficile » (*hard problem*) de l'étude de la conscience⁷⁴.

Ce problème difficile ne s'allège pas lorsqu'il est abordé sous l'angle de la double dialectique. Mais un élément crucial émerge : si le *résultat* du traitement inconscient des données conduit effectivement à une 1PP, il est intéressant de noter qu'en amont, l'ATI fonctionne quant à lui dans une 3PP. Ceci donne du sens aux apports respectifs de l'étude de l'anxiété, de l'hypoxie intermittente et de la douleur : la distanciation, l'insensibilité propre, la déconnexion du contexte – en résumé, le mode « virtuel ». En corolaire, la 1PP passerait pour une construction artificielle, ce qui rejoint une hypothèse qui a déjà été émise⁷⁵. Il est par ailleurs amusant de relever que nous évoquons systématiquement l'activité de notre cerveau à la

⁶⁹ Seth, A.K. & Bayne, T. : *Theories of consciousness*. Nature reviews Neuroscience **23** : 439-452, 2022. doi: 10.1038/s41583-022-00587-4.

⁷⁰ Hameroff, S. & Penrose, R. : *Consciousness in the universe: a review of the 'Orch OR' theory*. Physics of life reviews **11** : 39-78, 2014. doi: 10.1016/j.plrev.2013.08.002.

⁷¹ Kitchener, P.D. & Hales, C.G. : *What Neuroscientists Think, and Don't Think, About Consciousness*. Frontiers in human neuroscience **16** : 767612, 2022. doi: 10.3389/fnhum.2022.767612.

⁷² Vogeley, K., May, M., Ritzl, A. et al. : *Neural correlates of first-person perspective as one constituent of human self-consciousness*. Journal of cognitive neuroscience **16** : 817-27, 2004. doi: 10.1162/089892904970799.

⁷³ Nagel, T. : *What Is It Like to Be a Bat?* The Philosophical Review **83** : 435–450, 1974. doi: 10.2307/2183914.

⁷⁴ Chalmers, D. : *Facing up to the problem of consciousness*. Journal of Consciousness Studies **2** : 200–219, 1995.

⁷⁵ Dennett, D.C. : *Welcome to Strong Illusionism*. Journal of Consciousness Studies **26** : 48-58, 2019.

troisième personne, comme s'il nous était étranger : « Le cerveau s'adapte et fait ceci », « le cerveau est dupé et croit cela », etc.

L'une des questions centrales à toutes les théories de la conscience a trait à la localisation anatomique des phénomènes. Nous sommes donc conduits à nous poser la question fatidique : « Où se situe l'ATI ? ». À l'ère du *connectome*, la recherche d'une localisation cérébrale unique n'a bien évidemment plus de sens. En d'autres termes, il n'existe pas un « cluster neuronal », pas plus qu'un « noyau » qui correspondrait à l'ATI. Mais je vais plus loin : je postule que c'est la *globalité* du système nerveux qui importe, pas seulement sa partie centrale. Inutile de vous rappeler l'importance du cervelet – qui fut pourtant longtemps négligée. Le rôle du tronc cérébral ne doit pas non plus être éludé⁷⁶. Mais il faut ajouter la moelle épinière et toutes ses ramifications, jusqu'aux plus distales – c'est ce que suggère le rôle central de l'intéroception⁷⁷.

Relevons malgré tout quelques *incontournables* de la recherche sur les corrélats anatomiques des fonctions cognitives. Rappelons tout d'abord que des preuves indiquent qu'une activité des régions corticales antérieures est nécessaire à la conscience perceptuelle (autrement dit, l'expérience du monde)⁷⁸. L'hémisphère droit est impliqué dans le traitement inconscient des émotions⁷⁹, et plus particulièrement l'amygdale⁸⁰. Dans l'expérience de la main en caoutchouc, le sentiment d'appartenance du faux membre est corrélé à une activation du cortex prémoteur⁸¹. Le cortex préfrontal dorsolatéral gauche est associé à la régulation des émotions, la mémoire de travail et le contrôle cognitif ; etc., etc. Nous pourrions continuer ainsi fort longtemps : le corpus biophysique est colossal et en perpétuelle amélioration. Ce point de vue anatomique est cependant nuancé par les théories de la racine commune.

Articulation avec les théories de la racine commune

⁷⁶ Parvizi, J. & Damasio, A. : *Consciousness and the brainstem*. *Cognition* **79** : 135-60, 2001. doi: 10.1016/s0010-0277(00)00127-x.

⁷⁷ Critchley, H.D., Eccles, J., Garfinkel, S.N. : *Interaction between cognition, emotion, and the autonomic nervous system*. *Handbook of clinical neurology* **117** : 59-77, 2013. doi: 10.1016/B978-0-444-53491-0.00006-7.

⁷⁸ Seth, A.K. & Bayne, T. : *Theories of consciousness*. *Op. Cit.*

⁷⁹ Gainotti, G. : *Unconscious processing of emotions and the right hemisphere*. *Op. cit.*

⁸⁰ Làdavas, E. & Bertini, C. : *Right Hemisphere Dominance for Unconscious Emotionally Salient Stimuli*. *Brain sciences* **11** : 823, 2021. doi: 10.3390/brainsci11070823.

⁸¹ Ehrsson, H.H., Spence, C., Passingham, R.E. : *That's my hand! Activity in premotor cortex reflects feeling of ownership of a limb*. *Science* **305** : 875-7, 2004. doi: 10.1126/science.1097011.

L'esprit est une forme de matière, disais-je en introduction à ce séminaire – encore faut-il préciser de quelle matière il est question. D'un point de vue physique, le cerveau peut recevoir une description électromagnétique⁸², une description oscillatoire⁸³ ou encore une description connectomique⁸⁴ (celle qui dérive du *connectome*). Si l'on se réfère au modèle standard de la physique des particules^{85,86}, toutefois, seule une théorie électromagnétique du cerveau-esprit est pertinente⁸⁷. En effet, comme le démontrent Kitchener et Hales, tout dans l'activité neuronale, depuis le niveau atomique jusqu'à l'activité électrique et la diffusion, en passant par le potentiel d'action et l'activité synaptique, nous ramène à des champs électromagnétiques⁸⁸.

L'ATI transmet au conscient un produit linéaire et déterministe qui obéit effectivement aux lois de la physique classique (celle de l'échelle macroscopique). Mais l'ATI lui-même affiche au contraire une logique non linéaire (c'est-à-dire, *discrète*) et probabiliste, qui obéit ontologiquement à la physique des quantas. Or celle-ci s'applique exclusivement à l'échelle infinitésimale. Par conséquent, il est justifié d'appliquer à l'étude de l'esprit des alternatives au modèle standard de la physique des particules. La *théorie de la psychiagénie*⁸⁹ propose ainsi l'utilisation de la théorie des cordes. Il s'agit de l'une des nombreuses théories concurrentes du modèle dominant, baptisé « Λ CDM »⁹⁰.

La théorie de la psychiagénie est une théorie physicaliste, et qui plus est, une théorie de la racine commune – il faut comprendre par là qu'il s'agit d'une théorie qui repose sur l'hypothèse que la physique permet – ou permettra – d'expliquer la relation cerveau-esprit⁹¹ et d'autre part, qu'il existe une racine commune au cerveau et à l'esprit⁹². Cette racine – bien que matérielle – est de nature différente, à la fois du cerveau et de l'esprit. Il faut comprendre :

⁸² Cifra, M., Fields, J.Z., Farhadi, A. : *Electromagnetic cellular interactions*. Progress in biophysics and molecular biology **105** : 223-46, 2011. doi: 10.1016/j.pbiomolbio.2010.07.003.

⁸³ VanRullen, R. : *Perceptual Cycles*. Trends in cognitive sciences **20** : 723-735, 2016. doi: 10.1016/j.tics.2016.07.006.

⁸⁴ Middlebrooks, E.H. & Grewal, S.S. : *Brain Connectomics*. Neuroimaging clinics of North America **32** : 543-552, 2022. doi: 10.1016/j.nic.2022.04.002.

⁸⁵ Kobayashi, T. : *Experimental verification of the standard model of particle physics*. Proceedings of the Japan Academy, Series B, Physical and biological sciences **97** : 211-235, 2021. doi: 10.2183/pjab.97.013.

⁸⁶ Godfroid, I.O. : *Physiologie de l'Univers. Éléments de physique nécessaires à l'élaboration de la physiosophie*. (2024). doi: 10.13140/RG.2.2.27050.84163.

⁸⁷ Kitchener, P.D. & Hales, C.G. : *What Neuroscientists Think, and Don't Think, About Consciousness*. Op. cit.

⁸⁸ *Ibid.*

⁸⁹ Godfroid, I.O. : *Psychiagenia: a gauge theory for the mind-brain problem*. Neuroquantology **1** : 189-199, 2003. doi:10.14704/NQ.2003.1.2.12.

⁹⁰ Godfroid, I.O. : *Physiologie de l'Univers*. Op. Cit.

⁹¹ Bitbol, M. : *Physique et philosophie de l'esprit*. Paris : Flammarion, 2000. ISBN : 9782082112468.

⁹² Della Rocca, M. : *Representation and the Mind-Body Problem in Spinoza*. Oxford : Oxford University Press, 1996.

différente dans ses propriétés physiques. Selon cette théorie, en effet, si les quatre dimensions du cerveau sont accessibles à l'investigation, les [4 + n] dimensions de l'esprit rendraient définitivement hors de portée la modélisation de la perspective à la première personne (1PP) qui caractérise sa composante consciente. Comme nous l'avons vu, l'hypothèse de l'ATI rencontre ce dernier argument. Une piste consisterait à intégrer celle-ci à la théorie de la psychiagénie, ce qui conduirait à « situer » l'ATI dans la racine commune. Ce point est, comme on peut le voir, hautement spéculatif.

Des similitudes et des divergences avec les quatre approches théoriques principales de la conscience sont clairement identifiables. En ce qui concerne les *théories d'ordre supérieur*, l'ATI partage l'accent mis sur les processus d'ordre inférieur et l'importance des structures non corticales du système nerveux, mais pas la localisation des méta-représentations dans les aires corticales antérieures. Contrairement aux *théories de l'espace de travail global*, l'ATI donne l'ascendant à l'inconscient et met en doute l'hégémonie du cortex antérieur ; l'idée de l'existence d'une centralisation des ressources de type « tableau noir » est cependant partagée. L'ATI reconnaît le rôle central donné par les *théories de la réentrée et du traitement prédictif* à l'intéroception, l'expectation et la prédiction, mais là aussi, diverge par l'importance conférée à l'inconscient et l'implication d'une racine commune. Enfin, si ces deux dernières réserves s'appliquent également à la *théorie de l'information intégrée*, auxquelles il faut ajouter la mise en doute du rôle consubstantiel du cortex postérieur et, plus encore, la possibilité qu'envisage cette théorie qu'un système non-biologique puisse accéder à la conscience⁹³, l'importance donnée à l'intégration de l'information est partagée par l'ATI.

Articulation avec les topiques du temps

La définition du temps, et le sens qu'il faut donner à ce phénomène, n'est ni plus ni moins que la question la plus ardue de la science, toutes disciplines confondues⁹⁴. À la suite de McTaggart⁹⁵, on distingue habituellement deux *séries* – ou *topiques* – au temps : « A » différencie le passé, le présent et le futur ; « B », l'antériorité et la postériorité. J'ai proposé d'ajouter à ces deux séries une troisième topique du temps, « C », qui distingue le temps

⁹³ Tononi, G., Koch, C. : *Consciousness: here, there and everywhere?* Philosophical transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological sciences **370** : 20140167, 2015. doi: 10.1098/rstb.2014.0167.

⁹⁴ Oestreicher, C. : *The manifold definitions of time.* Dialogues in clinical neuroscience **14** : 433-9, 2012. doi: 10.31887/DCNS.2012.14.4/coestreicher.

⁹⁵ McTaggart, J.E. : *The Unreality of Time.* Mind **17** : 457-474, 1908. doi: 10.1093/mind/XVII.4.457.

dynamique du temps statique⁹⁶. Le temps dynamique est associé à la Vie – l'autre mystère absolu pour la science⁹⁷, et accessoirement l'objet de toute l'attention de l'ATI.

Le temps est en effet une variable fondamentale pour l'ATI : non seulement constitue-t-il un élément central de tout processus décisionnel⁹⁸, mais tous les mécanismes inconscients que nous avons passés en revue visent à gagner en rapidité dans la gestion des données affluentes et effluentes. Si la topique « A » est associée à la psychologie, au titre de temps de la subjectivité et de l'émotion, elle semble en partie inadaptée à l'inconscient. En effet, on assiste dans les phénomènes inconscients à un véritable « télescopage temporel ». Ainsi, dans le rêve, le présent se mêle-t-il au passé et même à un futur imaginaire, ou plus exactement un futur *probabiliste*. Et ces baïnes de l'esprit tiennent souvent du vortex. C'est aussi ce télescopage temporel qui est à l'œuvre – alors de manière toxique – dans l'anxiété. Enfin, différentes formes de mémoire peuvent reposer sur une représentation compressée du temps⁹⁹.

Je propose une explication à cet aspect kaléidoscopique du temps inconscient : le temps des topiques « A » et « B » *n'existe pas* pour l'ATI. Le temps paradoxal de l'ATI, que l'on pourrait également qualifier de « temps utopique », correspond en réalité au temps de la Vie, celui de la topique « C » dynamique.

Implications cliniques

Toute la démonstration que je viens d'exposer peut sembler purement théorique. Il en découle cependant des implications très concrètes au niveau de notre clinique quotidienne. Et pour aborder ce dernier chapitre, nous devons nous intéresser aux anomalies de l'ATI. Son fonctionnement en position « méta », comme je l'ai indiqué, l'expose en effet à des dysfonctionnements. Ces derniers sont de natures diverses, mais affectent essentiellement les deux grands types de traitement des données qu'il opère : transformation et prédiction. Au stade de la transformation des influx sensoriels, il s'agit de l'erreur de discrétisation¹⁰⁰. À celui de la

⁹⁶ Godfroid, I.O. : *Prolégomènes à un essai sur les commencements*. *Op. cit.*

⁹⁷ Prosdociami, F. & de Farias, S.T. : *Origin of life: Drawing the big picture*. *Progress in biophysics and molecular biology* **180-181** : 28-36, 2023. doi: 10.1016/j.pbiomolbio.2023.04.005.

⁹⁸ Klapproth, F. : *Time and decision making in humans*. *Cognitive, affective & behavioral neuroscience* **8** : 509-24, 2008. doi: 10.3758/CABN.8.4.509.

⁹⁹ Howard, M.W. : *Memory as Perception of the Past: Compressed Time in Mind and Brain*. *Trends in cognitive sciences* **22** : 124-136, 2018. doi: 10.1016/j.tics.2017.11.004.

¹⁰⁰ Godfroid, I.O. : *Les affections psychosomatiques constituent-elles une catégorie utopique ? À propos des troubles neurologiques fonctionnels et de l'hypothèse de l'erreur de discrétisation*. (2023). doi: 10.13140/RG.2.2.26354.07360.

prédiction, c'est l'erreur de prédiction (pour éviter toute confusion, appelons-là, *erreur de prédiction toxique*, cette acceptation du mot *toxique* étant à mettre en lien avec la théorie physiosophique¹⁰¹). Il convient en effet de différencier codage prédictif « sain » et prédiction erronée.

L'erreur de discrétisation, dont résulterait la transmission au niveau conscient d'un avatar altéré de la représentation corporelle, est une étiologie possible des troubles neurologiques fonctionnels¹⁰². Le même processus serait à l'œuvre dans l'effet placebo, l'effet nocebo, ainsi que toute une série de situations cliniques inexplicables que j'ai proposé de rassembler dans une nouvelle classe nosologique appelée « Maison Utopie »¹⁰³.

Le concept d'erreur de prédiction toxique n'est pas neuf. Dans son article original, Otto Smith abordait déjà les problèmes potentiels associés à l'utilisation de son prédicteur¹⁰⁴. Des erreurs de prédiction sont en effet possibles dans un processus industriel¹⁰⁵, tout autant que dans un processus physiologique¹⁰⁶. Un calcul prédictif altéré a notamment été proposé comme explication de la dysmétrie observée dans l'ataxie cérébelleuse¹⁰⁷.

Enfin, il arrive que le temps utopique de l'ATI émerge accidentellement au niveau conscient : c'est par exemple le cas dans le phénomène de *Déjà-vu*¹⁰⁸ ou dans l'illusion de prémonition¹⁰⁹. Il s'agit peut-être aussi de l'étiologie des phénomènes hypnagogiques et hypnopompiques¹¹⁰. De manière plus générale, c'est le type d'incident qui survient à chaque fois que nous nous souvenons de nos rêves.

¹⁰¹ Godfroid, I.O. : *Prolégomènes à un essai sur les commencements*. Op. Cit.

¹⁰² Godfroid, I.O. : *Les affections psychosomatiques constituent-elles une catégorie utopique ?* Op. cit.

¹⁰³ Godfroid, I.O. : *La Maison Utopie*. Op. Cit.

¹⁰⁴ Smith, O.J.M. : *A controller to overcome dead time*. Op. Cit.

¹⁰⁵ Cannon, M. : *On the effect of inverse response on process control*. Chemical Engineering Science **31** : 587-590, 1976.

¹⁰⁶ Clark, A. : *Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science*. The Behavioral and brain sciences **36** : 181-204, 2013. doi: 10.1017/S0140525X12000477.

¹⁰⁷ Cabaraux, P., Gandini, J., Kakei, S. et al. : *Dysmetria and Errors in Predictions: The Role of Internal Forward Model*. International journal of molecular sciences **21** : 6900, 2020. doi: 10.3390/ijms21186900.

¹⁰⁸ Wild, E. : *Deja vu in neurology*. Journal of neurology **252** : 1-7, 2005. doi: 10.1007/s00415-005-0677-3.

¹⁰⁹ Escolà-Gascón, Á., Wright, A.C., Houran, J. : *'Feeling' or 'sensing' the future? Testing for anomalous cognitions in clinical versus healthy populations*. Heliyon **8** : e11303, 2022. doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e11303.

¹¹⁰ Waters, F., Ling, I., Azimi, S. et al. : *Sleep-Related Hallucinations*. Sleep medicine clinics **19** : 143-157, 2024. doi: 10.1016/j.jsmc.2023.10.008.

Conclusion

Ce séminaire constitue la suite logique d'un triptyque consacré à l'utopie en santé mentale, débuté l'automne dernier¹¹¹. La version moderne de l'île d'*Utopia* que nous avons explorée au cours des douze derniers mois tient de la réalité virtuelle, et sur la carte de l'esprit, nous pouvons la situer quelque part dans l'océan de l'inconscient. C'est en effet de manière dérobée qu'une instance d'analyse et de programmation agit dans l'objectif de maintenir la Vie.

Cette instance, l'ATI, exerce son action en amont de la conscience, analysant les données sensorielles par voie de transformation et de prédiction. Cette analyse s'inscrit dans une perspective à la troisième personne ; en émergeront des émotions et des comportements qui, au niveau conscient, prendront l'aspect de la perspective à la première personne.

L'activité de l'ATI connaît des anomalies qui sont la conséquence de son fonctionnement virtuel et distancié, empreint d'une très grande vélocité. Parmi celles-ci, l'erreur de discrétisation, l'erreur de prédiction toxique et les aberrations temporelles sont fréquentes. Leur prise en compte explique un grand nombre de symptômes médicaux inexplicables, au premier rang desquels les troubles fonctionnels, mais également les effets placebo et nocebo, ou encore le déjà-vu.

Au même titre que le cerveau, dont il est indissociable, l'esprit est une entité physique dont l'interaction avec la réalité s'inscrit dans un double rapport dialectique. L'existence de ce dernier est mise en lumière par le fonctionnement même de l'ATI : conscience et inconscient sont tous deux dotés de raison et d'émotion. Tout nous conduit cependant à attribuer à l'inconscient un rôle prépondérant dans notre rapport au monde. Celui-ci nous apparaît enfin comme hiérarchisé : la conscience règne, mais ne gouverne pas.

Remerciements

Je remercie les Prs Jean JACQUY et Mario MANTO pour leur invitation à présenter ce séminaire dans le service de neurologie du CHU de Charleroi-Chimay (ULB).

¹¹¹ Godfroid, I.O. : *Leçon sur la santé mentale comme utopie*. (2023). doi: 10.13140/RG.2.2.24545.48482.

Bibliographie

- Anstis, S. : Visual filling-in. *Current biology* 20 : R664-6, 2010. doi: 10.1016/j.cub.2010.06.029.
- Araújo, S.R., de Mello, M.T., Leite, J.R. : Transtornos de ansiedade e exercício físico. *Revista brasileira de psiquiatria* 29 : 164-71, 2007. doi: 10.1590/s1516-44462006005000027.
- Barrett, L., Blumstein, D.T., Clutton-Brock, T.H. et al. : Taking note of Tinbergen, or: the promise of a biology of behaviour. *Philosophical transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological sciences* 368 : 20120352, 2013. doi: 10.1098/rstb.2012.0352.
- Barrett, L.F. & Simmons, W.K. : Interoceptive predictions in the brain. *Nature Reviews Neuroscience* 16 : 419-29, 2015. doi: 10.1038/nrn3950.
- Bentley, T.G.K., D'Andrea-Penna, G., Rakic, M. et al. : Breathing Practices for Stress and Anxiety Reduction: Conceptual Framework of Implementation Guidelines Based on a Systematic Review of the Published Literature. *Brain Sciences* 13 : 1612, 2023. doi: 10.3390/brainsci13121612.
- Berry, J.A., Guhle, D.C., Davis, R.L. : Active forgetting and neuropsychiatric diseases. *Molecular psychiatry*, 2024. doi: 10.1038/s41380-024-02521-9.
- Bitbol, M. : *Physique et philosophie de l'esprit*. Paris : Flammarion, 2000. ISBN : 9782082112468.
- Bjorvatn, B., Rajakulendren, N., Lehmann, S. et al. : Increased severity of obstructive sleep apnea is associated with less anxiety and depression. *Journal of sleep research* 27 : e12647, 2018. doi: 10.1111/jsr.12647.
- Bottemanne, H., Longuet, Y., Gauld, C. : L'esprit prédictif : introduction à la théorie du cerveau bayésien. *Encéphale* 48 : 436-444, 2022. doi: 10.1016/j.encep.2021.09.011.
- Botvinick, M. & Cohen, J. : Rubber hands 'feel' touch that eyes see. *Nature* 391 : 756, 1998. doi: 10.1038/35784.
- Bridge, D.J. & Paller, K.A. : Neural correlates of reactivation and retrieval-induced distortion. *The Journal of neuroscience* 32 : 12144-51, 2012. doi: 10.1523/JNEUROSCI.1378-12.2012.
- Broodryk, A., Pienaar, C., Edwards, D. et al. : The psycho-hormonal influence of anaerobic fatigue on semi-professional female soccer players. *Physiology & behavior* 180 : 8-14, 2017. doi: 10.1016/j.physbeh.2017.07.031.
- Campo-Prieto, P. & Rodríguez-Fuentes, G. : Effectiveness of mirror therapy in phantom limb pain: a literature review. *Neurologia (Engl. Ed.)* 37 : 668-681, 2022. doi: 10.1016/j.nrleng.2018.08.005.
- Cannon, M. : On the effect of inverse response on process control. *Chemical Engineering Science* 31 : 587-590, 1976.
- Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (CNRS) : <https://www.cnrtl.fr/definition/dialectique> (section I.B.3.).
- Chalmers, D. : Facing up to the problem of consciousness. *Journal of Consciousness Studies* 2 : 200–219, 1995.
- Chirimuuta, M. : Synthesis of contraries: Hughlings Jackson on sensory-motor representation in the brain. *Studies in history and philosophy of biological and biomedical sciences* 75 : 34-44, 2019. doi: 10.1016/j.shpsc.2019.01.007.
- Cifra, M., Fields, J.Z., Farhadi, A. : Electromagnetic cellular interactions. *Progress in biophysics and molecular biology* 105 : 223-46, 2011. doi: 10.1016/j.pbiomolbio.2010.07.003.
- Clark, A. : Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science. *The Behavioral and brain sciences* 36 : 181-204, 2013. doi: 10.1017/S0140525X12000477.
- Cohen, S.P., Vase, L., Hooten, W.M. : Chronic pain: an update on burden, best practices, and new advances. *The Lancet* 397 : 2082-2097, 2021. doi: 10.1016/S0140-6736(21)00393-7.

- Coltheart, M. : Iconic memory and visible persistence. *Perception and psychophysics* 27 : 183-228, 1980. doi: 10.3758/bf03204258.
- Critchley, H.D., Eccles, J., Garfinkel, S.N. : Interaction between cognition, emotion, and the autonomic nervous system. *Handbook of clinical neurology* 117 : 59-77, 2013. doi: 10.1016/B978-0-444-53491-0.00006-7.
- Dennett, D.C. : Welcome to Strong Illusionism. *Journal of Consciousness Studies* 26 : 48-58, 2019.
- Della Rocca, M. : *Representation and the Mind-Body Problem in Spinoza*. Oxford : Oxford University Press, 1996.
- Dürschmid, S., Reichert, C., Hinrichs, H. et al. : Direct Evidence for Prediction Signals in Frontal Cortex Independent of Prediction Error. *Cerebral Cortex* 29 : 4530-4538, 2019. doi: 10.1093/cercor/bhy331.
- Eckert, D.J. & Younes, M.K. : Arousal from sleep: implications for obstructive sleep apnea pathogenesis and treatment. *Journal of applied physiology* 116 : 302-13, 2014. doi: 10.1152/jappphysiol.00649.2013.
- Ehrsson, H.H., Spence, C., Passingham, R.E. : That's my hand! Activity in premotor cortex reflects feeling of ownership of a limb. *Science* 305 : 875-7, 2004. doi: 10.1126/science.1097011.
- Escolà-Gascón, Á., Wright, A.C., Houran, J. : 'Feeling' or 'sensing' the future? Testing for anomalous cognitions in clinical versus healthy populations. *Heliyon* 8 : e11303, 2022. doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e11303.
- Farmer, M.A., Baliki, M.N., Apkarian, A.V. : A dynamic network perspective of chronic pain. *Neuroscience letters* 520 : 197-203, 2012. doi: 10.1016/j.neulet.2012.05.001.
- Gainotti, G. : Unconscious processing of emotions and the right hemisphere. *Handbook of clinical neurology* 183 : 27-46, 2021. doi: 10.1016/B978-0-12-822290-4.00003-7.
- Garbarino, S., Bardwell, W.A., Guglielmi, O. et al. : Association of Anxiety and Depression in Obstructive Sleep Apnea Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Behavioral sleep medicine* 18 : 35-57, 2020. doi: 10.1080/15402002.2018.1545649.
- Godfroid, I.O. : Psychiagenia: a gauge theory for the mind-brain problem. *Neuroquantology* 1 : 189-199, 2003. doi:10.14704/NQ.2003.1.2.12.
- Godfroid, I.O. : Prolégomènes à un essai sur les commencements. (2023). doi: 10.13140/RG.2.2.17733.83680.
- Godfroid, I.O. : Leçon sur la santé mentale comme utopie. (2023). doi: 10.13140/RG.2.2.24545.48482.
- Godfroid, I.O. : Les affections psychosomatiques constituent-elles une catégorie utopique ? À propos des troubles neurologiques fonctionnels et de l'hypothèse de l'erreur de discrétisation. (2023). doi: 10.13140/RG.2.2.26354.07360.
- Godfroid, I.O. : La Maison Utopie. Effets placebo & nocebo, troubles fonctionnels, hypnose, intelligence collective, maladies psychogènes de masse et autres situations aux confins des neurosciences. (2024). doi: 10.13140/RG.2.2.13460.31369.
- Godfroid, I.O. : Physiologie de l'Univers. Éléments de physique nécessaires à l'élaboration de la physiosophie. (2024). doi: 10.13140/RG.2.2.27050.84163.
- Hameroff, S. & Penrose, R. : Consciousness in the universe: a review of the 'Orch OR' theory. *Physics of life reviews* 11 : 39-78, 2014. doi: 10.1016/j.plrev.2013.08.002.
- Hamm, A.O. : Fear, anxiety, and their disorders from the perspective of psychophysiology. *Psychophysiology* 57 : e13474, 2020. doi: 10.1111/psyp.13474.
- Harrison, O.K., Köchli, L., Marino, S. et al. : Interoception of breathing and its relationship with anxiety. *Neuron* 109 : 4080-4093.e8, 2021. doi: 10.1016/j.neuron.2021.09.045.
- Heilbron, M. & Chait, M. : Great Expectations: Is there Evidence for Predictive Coding in Auditory Cortex? *Neuroscience* 389 : 54-73, 2018. doi: 10.1016/j.neuroscience.2017.07.061.

- Hohwy, J., Roepstorff, A., Friston, K. : Predictive coding explains binocular rivalry: an epistemological review. *Cognition* 108 : 687-701, 2008. doi: 10.1016/j.cognition.2008.05.010.
- Hooten, W.M. : Chronic Pain and Mental Health Disorders: Shared Neural Mechanisms, Epidemiology, and Treatment. *Mayo Clinic proceedings* 91 : 955-70, 2016. doi: 10.1016/j.mayocp.2016.04.029.
- Howard, M.W. : Memory as Perception of the Past: Compressed Time in Mind and Brain. *Trends in cognitive sciences* 22 : 124-136, 2018. doi: 10.1016/j.tics.2017.11.004.
- Kiley, C. & Parks, C.M. : Mechanisms of Memory Updating: State Dependency vs. Reconsolidation. *Journal of cognition* 5 : 7, 2022. doi: 10.5334/joc.198.
- Kitchener, P.D. & Hales, C.G. : What Neuroscientists Think, and Don't Think, About Consciousness. *Frontiers in human neuroscience* 16 : 767612, 2022. doi: 10.3389/fnhum.2022.767612.
- Klapproth, F. : Time and decision making in humans. *Cognitive, affective & behavioral neuroscience* 8 : 509-24, 2008. doi: 10.3758/CABN.8.4.509.
- Kobayashi, T. : Experimental verification of the standard model of particle physics. *Proceedings of the Japan Academy, Series B, Physical and biological sciences* 97 : 211-235, 2021. doi: 10.2183/pjab.97.013.
- Komatsu, H. : The neural mechanisms of perceptual filling-in. *Nature reviews Neuroscience* 7 : 220-31, 2006. doi: 10.1038/nrn1869.
- Konkoly, K.R., Appel, K., Chabani, E. et al. : Real-time dialogue between experimenters and dreamers during REM sleep. *Current biology* 31 : 1417-1427.e6, 2021. doi: 10.1016/j.cub.2021.01.026.
- Kothari, L.K., Bordia, A., Gupta, O.P. : Studies on a yogi during an eight-day confinement in a sealed underground pit. *The Indian journal of medical research* 61 : 1645-50, 1973.
- Kuner, R. & Flor, H. : Structural plasticity and reorganisation in chronic pain. *Nature reviews neuroscience* 18 : 20-30, 2016. doi: 10.1038/nrn.2016.162.
- Ladavas, E. & Bertini, C. : Right Hemisphere Dominance for Unconscious Emotionally Salient Stimuli. *Brain sciences* 11 : 823, 2021. doi: 10.3390/brainsci11070823.
- Latimer, K.W., Yates, J.L., Meister, M.L. et al. : NEURONAL MODELING. Single-trial spike trains in parietal cortex reveal discrete steps during decision-making. *Science* 349 : 184-187, 2015. doi: 10.1126/science.aaa4056.
- Li, H., Luo, J., Lu, Y., et al. : Asymmetrical color filling-in from the nasal to the temporal side of the blind spot. *Frontiers in human neuroscience* 8 : 534, 2014. doi: 10.3389/fnhum.2014.00534.
- Lundetræ, R.S., Saxvig, I.W., Lehmann, S. et al. : Effect of continuous positive airway pressure on symptoms of anxiety and depression in patients with obstructive sleep apnea. *Sleep & breathing* 25 : 1277-1283, 2021. doi: 10.1007/s11325-020-02234-7.
- Matzer, F., Nagele, E., Lerch, N. et al. : Combining walking and relaxation for stress reduction-A randomized cross-over trial in healthy adults. *Stress and health* 34 : 266-277, 2018. doi: 10.1002/smi.2781
- McKenzie, D.C. : Markers of excessive exercise. *Canadian journal of applied physiology* 24 : 66-73, 1999. doi: 10.1139/h99-007.
- McTaggart, J.E. : The Unreality of Time. *Mind* 17 : 457-474, 1908. doi: 10.1093/mind/XVII.4.457.
- Melnyk, A. : Materialism. *Wiley interdisciplinary reviews Cognitive science* 3 : 281-292, 2012. doi: 10.1002/wcs.1174.
- Melzack, R. & Wall, P.D. : Pain mechanisms: a new theory. *Science* 150 : 971-9, 1965. doi: 10.1126/science.150.3699.971.
- Miall, R.C., Weir, D.J., Wolpert, D.M. et al. : Is the cerebellum a smith predictor? *Journal of motor behavior* 25 : 203-16, 1993. doi: 10.1080/00222895.1993.9942050.

- Middlebrooks, E.H. & Grewal, S.S. : Brain Connectomics. *Neuroimaging clinics of North America* 32 : 543-552, 2022. doi: 10.1016/j.nic.2022.04.002.
- Moran, T.P. : Anxiety and working memory capacity: A meta-analysis and narrative review. *Psychological bulletin* 142 : 831-864, 2016. doi: 10.1037/bul0000051.
- Naccache, L. : *Apologie de la discrétion. Comment faire partie du monde ?* Paris : Odile Jacob, 2022.
- Nagel, T. : What Is It Like to Be a Bat? *The Philosophical Review* 83 : 435–450, 1974. doi: 10.2307/2183914.
- New, J.J. & Scholl, B.J. : Motion-induced blindness for dynamic targets: Further explorations of the perceptual scotoma hypothesis. *Journal of vision* 18 : 24, 2018. doi: 10.1167/18.9.24.
- Oestreicher, C. : The manifold definitions of time. *Dialogues in clinical neuroscience* 14 : 433-9, 2012. doi: 10.31887/DCNS.2012.14.4/coestreicher.
- Parvizi, J. & Damasio, A. : Consciousness and the brainstem. *Cognition* 79 : 135-60, 2001. doi: 10.1016/s0010-0277(00)00127-x.
- Peper, E., Wilson, V.E., Gunkelman, J. et al. : Tongue piercing by a Yogi: QEEG observations. *Applied psychophysiology and biofeedback* 31 : 331-8, 2006. doi: 10.1007/s10484-006-9025-3.
- Piva, G., Caruso, L., Gómez, A.C. et al. : Effects of forest walking on physical and mental health in elderly populations: a systematic review. *Reviews on environmental health* 39 : 121-136, 2022. doi: 10.1515/reveh-2022-0093.
- Prosdocimi, F. & de Farias, S.T. : Origin of life: Drawing the big picture. *Progress in biophysics and molecular biology* 180-181 : 28-36, 2023. doi: 10.1016/j.pbiomolbio.2023.04.005.
- Purves, D., Paydarfar, J.A., Andrews, T.J. : The wagon wheel illusion in movies and reality. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 93 : 3693-7, 1996. doi: 10.1073/pnas.93.8.3693.
- Raglin, J.S. : Exercise and mental health. Beneficial and detrimental effects. *Sports medicine* 9 : 323-9, 1990. doi: 10.2165/00007256-199009060-00001.
- Ramachandran, V.S., Rogers-Ramachandran, D., Cobb, S. : Touching the phantom limb. *Nature* 377 : 489-90, 1995. doi: 10.1038/377489a0.
- Renard, S.B.S., Huntjens, R.J.C.R., Pijnenborg, G.H.M.M. : Inducing dissociation and schizotypal experiences through "vision-deforming" glasses. *Consciousness and cognition* 65 : 209-215, 2018. doi: 10.1016/j.concog.2018.06.019.
- Runswick, O.R., Roca, A., Williams, A.M., et al. : The effects of anxiety and situation-specific context on perceptual-motor skill: a multi-level investigation. *Psychological research* 82 : 708-719, 2018. doi: 10.1007/s00426-017-0856-8.
- Seth, A.K. & Bayne, T. : Theories of consciousness. *Nature reviews Neuroscience* 23 : 439-452, 2022. doi: 10.1038/s41583-022-00587-4.
- Smith, O.J.M. : A controller to overcome dead time. *Instrumentation Systems and Automation Journal* 6 : 28-33, 1959.
- Sperling, G. : The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs: General and Applied* 74 : 1–29, 1960. doi: 10.1037/h0093759
- Tanaka, H., Ishikawa, T., Kakei, S. : Neural Evidence of the Cerebellum as a State Predictor. *Cerebellum* 18 : 349-371, 2019. doi: 10.1007/s12311-018-0996-4.
- Tee, J.S. & Taylor, D.P. : Is Information in the Brain Represented in Continuous or Discrete Form? *IEEE Transactions on Molecular, Biological and Multi-Scale Communications* 6 : 199-209, 2020. doi: 10.1109/TMBMC.2020.3025249.

- Tononi, G. & Koch, C. : Consciousness: here, there and everywhere? *Philosophical transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological sciences* 370 : 20140167, 2015. doi: 10.1098/rstb.2014.0167.
- Tye, K.M., Miller, E.K., Taschbach, F.H. et al. : Mixed selectivity: Cellular computations for complexity. *Neuron* 112 : 2289-2303, 2024. doi: 10.1016/j.neuron.2024.04.017.
- Thieme, H., Morkisch, N., Mehrholz, J. et al. : Mirror therapy for improving motor function after stroke. *The Cochrane database of systematic reviews* 7 : CD008449, 2018. doi: 10.1002/14651858.CD008449.pub3.
- Vakil, R.J. : Remarkable feat of endurance by a yogi priest. *The Lancet* 256 : 871, 1950. doi: 10.1016/s0140-6736(50)91797-1.
- Vanek, J., Belohradova Minarikova, K., Prasko, J. et al. : Obstruction sleep apnoea and panic disorder. *Neuroendocrinology letters* 44 : 86-96, 2023.
- VanRullen, R. : Perceptual Cycles. *Trends in cognitive sciences* 20 : 723-735, 2016. doi: 10.1016/j.tics.2016.07.006.
- Virdee, T.S. : Beyond the standard model of particle physics. *Philosophical transactions Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences* 374 : 20150259, 2016. doi: 10.1098/rsta.2015.0259.
- Vogeley, K., May, M., Ritzl, A. et al. : Neural correlates of first-person perspective as one constituent of human self-consciousness. *Journal of cognitive neuroscience* 16 : 817-27, 2004. doi: 10.1162/089892904970799.
- Wall, P.D. : Pain and the placebo response. *Ciba Foundation symposium* 174 : 187-211, 1993.
- Waters, F., Ling, I., Azimi, S. et al. : Sleep-Related Hallucinations. *Sleep medicine clinics* 19 : 143-157, 2024. doi: 10.1016/j.jsmc.2023.10.008.
- Wertheimer, M. : Experimentelle Studien über das Sehen von Bewegung. *Zeitschrift für Psychologie* 61 : 161–265, 1912.
- Wild, E. : Déjà vu in neurology. *Journal of neurology* 252 : 1-7, 2005. doi: 10.1007/s00415-005-0677-3.
- Woolf, C.J. : Central sensitization: implications for the diagnosis and treatment of pain. *Pain* 152 (3 Suppl.) : S2-S15, 2011. doi: 10.1016/j.pain.2010.09.030.
- Yankulova, J.K., Zacher, L.M., Velasquez, A.G., et al. : Insuppressible cognitions in the reflexive imagery task: Insights and future directions. *Frontiers in psychology* 13 : 957359, 2022. doi: 10.3389/fpsyg.2022.957359.
- Zher-Wen & Yu, R. : Unconscious integration: Current evidence for integrative processing under subliminal conditions. *British journal of psychology* 114 : 430-456, 2023. doi: 10.1111/bjop.12631.