Rupert Sheldrake : Le soleil est-il conscient ?

14 Apr 2021

Traduction libre

Résumé : Le récent tournant panpsychiste en philosophie ouvre la possibilité que les systèmes auto-organisés à tous les niveaux de complexité, y compris les étoiles et les galaxies, puissent avoir une expérience, un savoir ou une conscience. La philosophie organiste ou holistique de la nature va dans le même sens. Au fait, les théories des champs de la conscience proposent que certains champs électromagnétiques soient en fait conscients, et que ces champs soient par nature intégratifs. Appliquées au soleil, ces théories des champs suggèrent une base physique possible pour l'esprit solaire, à la fois dans le corps du soleil lui-même et dans tout le système solaire. Si le soleil est conscient, il peut être concerné par la régulation de son propre corps et de l'ensemble du système solaire par le biais de son activité électromagnétique, y compris les éruptions solaires et les éjections de masse coronale. Il peut également communiquer avec les autres systèmes stellaires de la galaxie.

1. Introduction

Le soleil est-il conscient ?

Évidemment non, du point de vue du matérialisme mécaniste ou du physicalisme. L'univers est un système mécanique. La nature est non-consciente. Les esprits conscients sont des épiphénomènes produits par l'activité physique des cerveaux ; ou ils sont identiques aux activités physiques des cerveaux, tout comme l'eau et H_2O sont identiques, mais portent des noms différents ; ou ce sont des illusions produites par les cerveaux ; ou ce ne sont rien de plus qu'une croyance populaire, non encore éclairée par les neurosciences objectives (Churchland, 1986). Par conséquent, quiconque suppose que le soleil est conscient commet une erreur enfantine, en projetant des illusions anthropomorphiques sur la nature inanimée. Le fait que les enfants dessinent souvent le soleil avec un visage souriant montre que cette idée est littéralement enfantine. La question elle-même est ridicule.

Dans presque toutes les autres sociétés et civilisations, y compris l'Europe médiévale, on pensait que le soleil et les autres corps célestes étaient vivants et intelligents. Nos ancêtres vivaient dans un monde animiste. La terre, le soleil, les planètes et les étoiles étaient des êtres vivants. Comme l'a dit Platon, « Ce monde… est devenu en vérité une créature vivante dotée d'une âme et d'une raison… une seule créature vivante visible, contenant en elle-même tous les êtres vivants dont la nature est du même ordre » (Platon, traduit par Cornford, 1959). Pour Platon, et pour de nombreux philosophes après lui, le soleil, les planètes et les étoiles étaient des « dieux visibles », dotés d'âmes et d'intelligences (Runia, 2008). Nous appelons encore les planètes par les noms d'anciens dieux et déesses comme Mars et Vénus, et nous nous référons à notre foyer planétaire sous le nom de Mère Terre, ou Gaia.

Dans certaines cultures, le soleil était un dieu : par exemple, *Sol* dans la Rome antique et *Surya*

en Inde. Dans d'autres, le soleil était une déesse : *Amaterasu* au Japon, et *Sunna* parmi les premières tribus germaniques. En conséquence, dans les langues latines contemporaines, le soleil est masculin, comme en français, *le soleil*, et dans les langues germaniques, il est féminin, comme en allemand, *die Sonne*.

L'un des chants fondamentaux de la tradition hindoue, le *Gayatri* mantra, est une invocation pour que la lumière divine du soleil illumine notre méditation. Selon la traduction de S. Radhakrishnan, « Nous méditons sur la gloire adorable du soleil radieux ; puisse-t-il inspirer notre intelligence » (Radhakrishnan, 1994, p. 229).

Cette discussion pourrait sembler purement historique ou anthropologique si nous supposons que la science mécaniste a triomphé des visions archaïques du monde des mythologies et des religions. Depuis le XVII^{e} siècle, l'hypothèse scientifique standard est que le soleil est un objet inanimé et non conscient, comme tout le reste. Le voir comme conscient est au mieux poétique.

Néanmoins, malgré la domination de la théorie mécaniste, l'idée que le soleil et les autres étoiles puissent être conscients n'a jamais disparu. C'est un thème récurrent dans la science-fiction, notamment dans l'un des classiques du genre, *Starmaker (*1937) d'Olaf Stapledon, dans lequel les étoiles sont des êtres conscients dans un univers imprégné de conscience, en quête de la découverte de soi. J'ai moi-même pris part à des discussions sur la conscience solaire (Fox et Sheldrake, 1996 ; Sheldrake, McKenna et Abraham, 1998), et plusieurs autres auteurs ont exploré ce sujet (par exemple Haldane, 1934 ; Sams, 2009 ; Harding, 2011).

Greg Matloff, physicien et pionnier des systèmes de propulsion à voile solaire pour les engins spatiaux, a ouvert une nouvelle dimension à cette discussion avec son « hypothèse de l'étoile volitive » (Matloff, 2015). Il propose une alternative à l'hypothèse conventionnelle de la « matière noire ». Cette forme hypothétique de matière est par définition invisible. Il n'existe aucune preuve empirique de son existence, malgré de nombreux efforts pour la trouver (Bertone et Tait, 2018). Je reviens plus tard sur une discussion des idées de Matloff.

La question de la conscience solaire prend une nouvelle importance à la lumière du récent regain d'intérêt pour la philosophie du panpsychisme. Comme les animistes traditionnels, les panpsychistes soutiennent que l'esprit, ou l'expérience, ou les formes de conscience, sont des aspects de la nature à de nombreux niveaux d'organisation, et ne sont pas confinés aux cerveaux.

2. Le panpsychisme et l'intégration de l'information

Une grande partie de la discussion récente sur le panpsychisme a eu lieu dans le contexte du « problème difficile » d'expliquer comment et pourquoi nous avons des expériences phénoménales qui sont qualitativement différentes des processus physiques qui se déroulent dans les cerveaux et les corps. Pour éviter le problème d'une dualité radicale, ou d'une différence de nature, entre les esprits et la matière, les panpsychistes préfèrent penser en termes de différence de degré.

L'un des pionniers du panpsychisme moderne, Galen Strawson, présente l'argument comme suit : « Il était une fois une matière relativement inorganisée, avec des caractéristiques fondamentales à la fois expérientielles et non expérientielles. Elle s'est organisée en formes de plus en plus complexes, à la fois expérientielles et non expérientielles, par de nombreux

processus, dont l'évolution par sélection naturelle » (Strawson, 2006). Le philosophe Philip Goff fait une remarque similaire : « Plutôt que d'essayer de rendre compte de la conscience en termes de non-conscience, le panpsychiste aspire à expliquer la conscience *complexe* des cerveaux humains et animaux en termes de formes *simples* de conscience dont on postule l'existence en tant qu'aspects fondamentaux de la matière « (Goff, 2019, p. 115).

Strawson et Goff précisent tous deux qu'ils ne proposent pas que tous les objets physiques soient conscients ou sensibles. Leurs arguments s'appliquent aux systèmes auto-organisés tels que les atomes, les cellules et les organismes vivants, et non aux structures composites telles que les pierres, les tables et les ordinateurs. Comme le dit Goff, les panpsychistes « croient que les constituants fondamentaux du monde physique sont conscients, mais ils n'ont pas besoin de croire que chaque arrangement aléatoire de ces particules résulte en un sujet conscient. La plupart des panpsychistes nieront que vos chaussettes sont conscientes, tout en affirmant qu'elles sont finalement composées de choses qui sont conscientes » (*ibid.* , p. 113).

La théorie de l'information intégrée de la conscience (TII), proposée pour la première fois par Giulio Tononi, permet de concevoir le panpsychisme en termes de processus intégratifs. Les systèmes tels que le cerveau humain ont un niveau élevé d'information intégrée, quantifié dans une quantité mathématique appelée ? (phi) et sont en conséquence hautement conscients, avec des expériences complexes et significatives. Les systèmes d'un faible ? ont moins de conscience avec seulement des expériences simples et rudimentaires. Les systèmes dont le ? est nul ne sont pas du tout conscients.

Les détails de cette théorie sont utiles pour examiner la conscience du soleil plus loin dans cet article. Dans ce contexte de la TII, le mot « information » a une signification particulière : il s'agit de « différences qui font une différence » qui dépend de la quantité d'informations qu'un système possède sur lui-même. Un système possède des informations de cause-effet si son état actuel a des causes passées sélectives et des effets futurs sélectifs au sein du système (Tononi, 2012). L'activité d'un cerveau à un moment donné dépend largement de ses états d'activité précédents et de ses états futurs. Le cerveau est bien sûr influencé par des conditions extérieures, notamment les processus dans le corps et l'environnement sensoriel, mais ses réactions dépendent dans une large mesure du cerveau lui-même. En revanche, dans une rétine, l'état actuel de la rétine n'a pas beaucoup d'effet sur la détermination de ses états passés et futurs, car ceux-ci dépendent principalement de l'environnement extérieur.

Selon la TII, en plus de posséder un niveau élevé d'informations sur lui-même, un système doit être capable d'*intégrer* ces informations pour être conscient. L'intégration dépend des interconnexions entre les parties du système et est perdue si le système est découpé. L'information intégrée est irréductible : elle ne peut être réduite à l'information contenue dans les sous-systèmes qui ne sont pas interconnectés (Tononi et Koch, 2015). La quantité d'informations qu'un système contient sur lui-même dépend également du nombre d'états possibles. Le cerveau est constitué de milliards de neurones avec de nombreuses combinaisons différentes de décharge et de non-décharge, ce qui donne un nombre énorme d'états possibles. En revanche, une simple photodiode peut être allumée ou éteinte. Elle contient très peu d'informations sur elle-même, car elle n'a que deux états.

la TII a une autre exigence pour la conscience, appelée le « postulat d'exclusion ». Un système

conscient est un maximum d'informations intégrées. Il doit avoir plus d'informations intégrées que ses propres parties, et aussi que tout système plus grand dont il fait partie. Ainsi, le cerveau dans son ensemble doit avoir un ? plus élevé que les groupes de neurones qui le composent, ou que les molécules et atomes qui constituent ces cellules. Il doit également avoir un ? plus élevé que le corps dans son ensemble, ou l'internet, ou tout autre système plus vaste dont il fait partie (*ibid*.).

Comme le résume Hedda Mørch, « la conscience, selon la TII, est une question d'équilibre. D'une part, elle exige la complexité et la variation comme conditions d'une information supérieure. De l'autre, elle exige l'unité et l'intégration – les parties d'un système conscient doivent être plus fortement connectées les unes aux autres qu'elles ne le sont à quoi que ce soit d'autre » (Mørch, 2017).

Cependant, les mathématiques de la TII impliquent tellement de combinaisons possibles d'éléments et de sous-systèmes que le calcul de ? pour les cerveaux est impossible en pratique, même avec une nouvelle version mathématique simplifiée de la théorie (Kleiner et Tull, 2020). Certains calculs montrent que l'utilisation des algorithmes de la TII pour calculer ? pour un cerveau humain, contenant 86 milliards de neurones, prendrait plusieurs fois plus de temps que l'âge de l'univers. Même pour calculer ? pour le cerveau de 302 neurones d'un ver nématode, il faudrait 5×10^{79} ans sur un ordinateur personnel (Brooks, 2020).

Un autre courant du panpsychisme trouve ses racines dans la philosophie d'Alfred North Whitehead, qui a commencé sa carrière comme mathématicien. Whitehead a été le premier philosophe à reconnaître les implications radicales de la physique quantique. Il a vu que la théorie ondulatoire de la matière détruisait l'ancienne idée des corps matériels comme étant essentiellement spatiaux, existant à des points dans le temps, mais dépourvu de temps en eux. Selon la physique quantique, chaque élément primordial de la matière est « un système organisé de flux vibratoires d'énergie » (Griffin, 2008). Une onde n'existe pas en un instant – elle prend du temps ; ses ondes relient le passé et le futur. Whitehead considérait que le monde physique était constitué non pas d'objets matériels mais d'*événements*. Un évènement est ce qui se passe ou un devenir. Il a du temps en lui. Tous les objets physiques sont des processus. La physique quantique montre qu'il existe une durée minimale pour les événements, car tout est vibratoire, et aucune vibration ne peut être instantanée. Les unités fondamentales de la nature, y compris les photons et les électrons, sont temporelles aussi bien que spatiales. La « nature à un instant » n'existe pas (*ibid*.).

La caractéristique la plus originale de la théorie de Whitehead est peut-être sa vision du lien entre l'esprit et le corps comme une relation dans le *temps*. Pour Whitehead, l'esprit et la matière sont liés comme les phases d'un processus. Le temps, et non l'espace, est la clé de leur relation. La réalité est constituée de processus, et un moment informe le suivant. La distinction entre les moments exige que l'expérimentateur ressente la différence entre le moment présent et le passé ou le futur. Whitehead a résumé cela par la phrase « Maintenant sujet, ensuite objet » (De Quincy, 2008). L'expérience est toujours « maintenant », et la matière est toujours « il y a (*ago*) ». Le lien du passé au présent est la causalité physique, comme dans la physique ordinaire, et du présent au passé est le sentiment ou, pour utiliser le terme technique de Whitehead, la « préhension », qui signifie littéralement saisir ou s'emparer.

Whitehead ne proposait pas que les atomes soient conscients de la même manière que nous le sommes, mais plutôt qu'ils aient des expériences et des sentiments (Segall, 2020). Les sentiments et les expériences sont plus fondamentaux que la conscience humaine, et les événements mentaux sont informés et conditionnés par les événements matériels. Savoir ne peut se produire que parce que le passé afflue dans le présent, le formant et le façonnant, et qu'en même temps le sujet choisit parmi les possibilités qui contribuent à déterminer son avenir (De Quincy, 2008).

Whitehead a également été l'un des principaux pionniers de la philosophie holistique ou organiste de la nature. Dans cette philosophie de l'organisme, les atomes ne sont pas des particules inertes de matière, comme dans l'atomisme à l'ancienne. Au contraire, comme le révèle la physique quantique, ce sont des structures d'activité, des schémas de vibration énergétique au sein de champs. Selon Whitehead, « la biologie est l'étude des grands organismes, tandis que la physique est l'étude des petits organismes » (Whitehead, 1925). Whitehead écrivait avant la reconnaissance de l'existence de galaxies au-delà de la nôtre, et bien avant la cosmologie évolutionniste, qui n'est devenue l'orthodoxie qu'après 1966 (Singh, 2004). À la lumière de la cosmologie moderne, la physique est aussi l'étude des très grands organismes, comme les planètes, les systèmes solaires, les galaxies et l'univers entier. L'exemple le plus connu de cette approche est l'hypothèse Gaïa, l'idée que la terre est un organisme vivant (Harding, 2009).

À la lumière de la philosophie de l'organisme, partout où nous regardons dans la nature, à tous les niveaux et à toutes les échelles, nous trouvons des ensembles constitués de parties, qui sont elles-mêmes des ensembles à un niveau inférieur : par exemple, les cristaux sont constitués de molécules ; les molécules d'atomes ; les atomes de noyaux et d'électrons ; les noyaux atomiques de protons et de neutrons, et les protons et les neutrons de quarks. Ou encore, les écosystèmes sont constitués d'organismes, les organismes d'organes, les organes de tissus, les tissus de cellules, les cellules d'organites, les organites de molécules… Ou encore, les amas galactiques sont constitués de galaxies, les galaxies de systèmes solaires, les systèmes solaires d'étoiles et de planètes. Les langues ont le même type d'organisation : des phrases composées d'expressions ; des expressions de mots ; des mots de syllabes ; des syllabes de phonèmes (Sheldrake, 2012).

Ces systèmes organisés sont tous des *hiérarchies imbriquées*. À chaque niveau, le tout inclut les parties. Les parties sont littéralement à l'*intérieur* du tout. À chaque niveau, le tout est plus que la somme des parties, avec des propriétés qui ne peuvent être prédites à partir de l'étude des parties prises isolément. Arthur Koestler a proposé le terme *holon* pour désigner de tels ensembles composés de parties qui sont elles-mêmes des ensembles : « Chaque holon a une double tendance à préserver et à affirmer son individualité en tant qu'ensemble quasi-autonome ; et à fonctionner comme une partie intégrée d'un ensemble plus vaste (existant ou en évolution) » (Koestler, 1967, p. 385). Koestler voyait la conscience comme une manifestation de la tendance intégrative inhérente à tous les holons.

Pour de telles hiérarchies imbriquées de holons, Koestler a proposé le terme *holarchie*. À chaque niveau supérieur, il y a un plus grand degré de conscience : « Puisque la variété des choix alternatifs augmente avec une complexité croissante à des niveaux plus élevés, chaque déplacement vers le haut s'accompagne par l'expérience subjective de la liberté de décision » (*ibid.* , p. 215).

La philosophie holistique de la nature, ainsi que les différents courants du panpsychisme, soulèvent inévitablement la possibilité que le soleil et les autres étoiles soient conscients.

Pour que le soleil soit conscient, il doit être capable de détecter ce qui se passe dans son propre corps et dans son corps étendu, le système solaire, et d'intégrer ces informations. L'intégration des informations peut se faire notamment par le biais de champs, y compris les champs électriques et magnétiques, comme je vais maintenant l'expliquer. J'aborderai ensuite la question de la conscience possible du soleil à la lumière de ces idées.

3. Théories de la conscience liées aux champs électromagnétiques

Les champs sont intrinsèquement intégratifs. Ils sont également holistiques par leur nature même. Pensez au champ magnétique d'une barre de fer aimantée. Le champ émerge de nombreux domaines magnétiques microscopiques au sein du métal. Dans le même temps, il exerce une influence descendante sur ces domaines magnétiques et crée des schémas d'influence tridimensionnels au-delà de son corps matériel. Lorsque de la limaille de fer est saupoudrée autour d'un barreau aimanté sur une surface horizontale, une image bidimensionnelle de ce champ tridimensionnel apparaît sous la forme de lignes de force incurvées. La limaille de fer ne prend pas sa position par le biais d'interactions locales ascendantes ; le champ magnétique descendant façonne les schémas dans lesquels elle est disposée.

Les champs gravitationnels fonctionnent également de haut en bas. Le champ gravitationnel universel contient tout dans l'univers et relie tous les corps matériels à tout le reste. Tous les corps matériels affectent le champ gravitationnel et sont à leur tour affectés par celui-ci.

De la même façon, les champs électriques affectent tout ce qui est chargé électriquement dans leur rayon d'action ; les champs magnétiques affectent tout ce qui est magnétisé ou magnétisable. Ces champs sont à leur tour influencés par les charges électriques et les champs magnétiques. Et les champs électriques et magnétiques interagissent. Comme l'a montré Michael Faraday dans ses recherches classiques, un champ électrique variable crée un champ magnétique, et un champ magnétique variable crée un champ électrique. Ces principes sont à la base des moteurs électriques et des dynamos.

Les systèmes nerveux en général, et le cerveau en particulier, fonctionnent de manière électromagnétique. Les membranes des cellules nerveuses, ou neurones, sont chargées électriquement ; l'intérieur de la cellule est électriquement négatif par rapport à l'extérieur chargé positivement. Le potentiel de repos des membranes des cellules nerveuses est généralement d'environ 60 millivolts. Lorsque des impulsions passent le long des axones des nerfs, qui sont comme les fils du système nerveux, le potentiel de repos est temporairement dépolarisé. Lorsque cette onde de dépolarisation passe le long de l'axone, elle modifie les champs électriques et magnétiques ambiants.

Dans le cerveau, des schémas rythmiques d'activité électrique à grande échelle émergent de l'activité d'innombrables neurones, tels que les ondes alpha (7-15 Hz) associées à la relaxation en état de veille avec les yeux fermés, les ondes thêta (3-8 Hz) pendant le sommeil, et les ondes gamma (25-140 Hz) associées à des activités cérébrales à grande échelle qui peuvent jouer un rôle dans la formation de perceptions unifiées. Ces champs électriques oscillants peuvent être mesurés par des électrodes placées sur le crâne, comme dans les électroencéphalographes (EEG).

Ces ondes électriques créent des champs magnétiques oscillants.

Les champs électriques dans le cerveau affectent également l'activité des neurones eux-mêmes. Outre la communication entre les cellules nerveuses par le biais des neurotransmetteurs libérés au niveau des synapses, les neurones sont également affectés par l'activité électrique des neurones voisins par le biais de champs électriques locaux, un processus connu sous le nom de « couplage éphaptique » (Su *et al*., 2012).

La plupart des chercheurs s'accordent à dire que la conscience est liée d'une manière ou d'une autre à l'activité électrique du cerveau. Certains vont plus loin et proposent que les champs électromagnétiques du cerveau *soient* en fait conscients. Dans son hypothèse du « champ d'information électromagnétique conscient » (Cemi), John-Joe McFadden souligne que le cerveau génère des champs électromagnétiques qui l'influencent. Le champ électromagnétique affecte les canaux ioniques sensibles au champ et dépendant du voltage dans les membranes neuronales :

Les informations présentes dans les neurones sont donc regroupées, intégrées et renvoyées dans les neurones par l'intermédiaire du champ électromagnétique du cerveau et de son influence sur les schémas de décharge des neurones… [C]ette boucle autoréférencielle possède des propriétés physiques et dynamiques qui correspondent précisément à la conscience et qui s'expliquent de la manière la plus parcimonieuse si le champ électromagnétique du cerveau est en fait le substrat physique de la conscience et que la volition consciente résulte de l'influence du champ électromagnétique du cerveau sur les neurones qui initient les actions motrices. (McFadden, 2012)

McFadden fait également remarquer qu'une telle théorie des champs fournirait « une solution naturelle au problème de la liaison », c'est-à-dire de la difficulté à expliquer comment différentes entrées sensorielles et activités dans différentes régions du cerveau sont combinées entre elles pour fournir des expériences unifiées.

De même, la neurophysiologiste Susan Pockett, soutient que certains modèles de champs électromagnétiques tridimensionnels dans les cerveaux sont conscients : « les expériences conscientes peuvent en fait être des schémas spatiaux transitoires de grand champ de potentiels : en d'autres termes, des schémas spatiaux transitoires d'électromagnétisme » (Pockett, 2012). Elle propose que les champs conscients, par opposition aux champs non conscients, existent dans une direction radiale dans le cerveau, perpendiculaire à la surface du cortex, et impliquent une couche superficielle de charge négative au-dessus de deux couches plus profondes de charge positive, séparées par une couche neutre distincte (*ibid*.).

Il existe au moins huit autres théories de la conscience basées sur les champs électromagnétiques (passées en revue par Joye, 2019). En outre, le neuroscientifique Todd Murphy propose une théorie de la conscience principalement magnétique. Murphy a travaillé expérimentalement sur l'induction d'états modifiés de conscience par la stimulation magnétique trans-crânienne des cerveaux. Il écrit :

La conscience (le champ magnétique du cerveau) est constamment influencée par l'activité électrique des neurones par le biais de la relation classiquement connue entre les champs magnétiques et les courants électriques… Ce que nous vivons à chaque instant peut être le

corrélat phénoménologique des zones les plus excitées, les plus cohérentes ou les plus riches en informations de ce champ, ou encore les régions dont le contenu en informations est le plus important… Les champs magnétiques se propagent dans le cerveau beaucoup plus rapidement que les processus neuroélectriques ou neurochimiques. Cela fait de la communication par champ magnétique dans le cerveau le type de communication le plus rapide qui soit. Les organismes répondront aux menaces et aux opportunités plus rapidement si la base de la conscience se trouvait dans le substrat magnétique du cerveau que si elle était basée sur les processus chimiques ou électriques plus lents. (Murphy, 2019, p. 650)

Murphy souligne également que l'hypothèse du champ magnétique offre une solution au problème de la liaison ou de la combinaison. Les champs magnétiques, comme d'autres types de champs, sont fondamentalement intégratifs.

Il est donc généralement admis que les activités de l'esprit sont liées d'une manière ou d'une autre à l'activité électromagnétique du cerveau, et certains chercheurs suggèrent que ces champs ne sont pas seulement liés aux processus conscients, mais qu'*ils sont* en fait des processus conscients. Certaines de ces idées pourraient-elles être pertinentes pour le soleil ?

J'aborde tout d'abord l'hypothèse de Matloff selon laquelle certaines étoiles ajustent leur position au sein des galaxies en contrôlant la direction des jets électromagnétiques, puis je discute des champs électromagnétiques du soleil.

4. L'hypothèse de l'étoile volante

La cosmologie et l'astronomie contemporaines reposent sur l'hypothèse que l'univers contient non seulement des formes connues de matière, mais aussi des formes inconnues de matière appelées matière noire, dont la quantité dépasse largement celle de la matière ordinaire. C'est dans ce contexte que s'inscrit la proposition de Matloff.

Dans les années 1930, Fritz Zwicky, un astrophysicien suisse, a étudié les mouvements des galaxies au sein des amas galactiques et s'est rendu compte que les amas ne pouvaient se maintenir ensemble par une gravitation normale. Les galaxies s'attiraient trop fortement. La force qui les maintenait ensemble semblait être bien plus importante que ce que la gravitation de la matière visible pouvait expliquer (Singh, 2004). Les résultats de Zwicky ont été ignorés pendant des décennies, mais ils ont été pris au sérieux lorsqu'il est devenu évident que les orbites des étoiles dans les galaxies ne pouvaient pas être expliquées par l'attraction gravitationnelle des types de matière connus. Une force trop importante semblait agir sur les étoiles. Les astronomes ont cartographié les influences gravitationnelles et ont découvert que les sources apparentes de gravitation ne correspondaient pas à la structure observable des galaxies. Au lieu de cela, il y avait des nuages de matière apparemment invisible, qu'ils ont appelé matière noire, s'étendant bien au-delà des périphéries des galaxies lumineuses, formant de vastes halos s'étendant dans l'espace intergalactique (*ibid*.).

La matière noire permet d'expliquer les mouvements des étoiles au sein des galaxies et les relations entre les galaxies au sein des amas galactiques, mais elle le fait à un prix élevé : personne ne sait ce qu'elle est, et toutes les tentatives pour la détecter expérimentalement ont échoué (Bertone et Tait, 2018). Quelques physiciens pensent pouvoir se débarrasser complètement de la matière noire en modifiant les lois de la gravitation (Chown, 2014). Mais les

galaxies et les étoiles pourraient se comporter d'une manière qui n'est pas entièrement explicable en termes gravitationnels, sans qu'il soit nécessaire de postuler la matière noire ou de modifier les lois de la gravitation. Pour une analogie biologique, pensez aux cellules d'un embryon en croissance. Elles se déplacent de leur propre chef pour occuper la place qui leur revient dans l'embryon. Elles ne se déplacent pas sous l'influence gravitationnelle de la matière noire invisible qui entoure l'embryon.

Dans son hypothèse d'étoile volitive, Matloff suggère que les étoiles ajustent leurs positions au sein des galaxies en tirant des jets à énergie électromagnétique plus dans une direction que dans une autre, se dirigeant d'elles-mêmes vers leurs positions appropriées. « La volition stellaire dans une galaxie pourrait être analogue à la tendance des cellules d'un organisme vivant à s'auto-organiser en organes » (Matloff, 2015, p. 146). Il souligne que cette hypothèse proposent des prédictions testables. L'une d'elles est que le nombre de jets directionnels devrait augmenter à mesure que la distance des étoiles par rapport au centre de la galaxie augmente. Une autre est que la direction des jets devrait être alignée à l'opposé de la trajectoire galactique d'une étoile jeune.

L'hypothèse de l'étoile volitive est minimaliste, dans le sens où le fait de se déplacer au bon endroit par rapport à d'autres étoiles ne nécessite pas nécessairement un haut degré de conscience, peut-être pas plus élevé que celui des cellules d'un embryon. D'autre part, les mouvements volontaires peuvent n'être qu'une manifestation d'un degré de conscience beaucoup plus élevé. Les humains, par exemple, accomplissent des mouvements volontaires par rapport à d'autres humains, comme celui de former des files d'attente, mais la conscience humaine ne se limite pas à un comportement de file d'attente.

Le philosophe Clément Vidal a proposé une vision très différente des étoiles volitives dans son hypothèse stellivore. Vidal suggère que certaines étoiles pourraient être des prédateurs qui recherchent des victimes, dont ils aspirent la matière pour se nourrir. Elles le font dans des systèmes d'étoiles binaires dans lesquels l'une des étoiles de la paire, la stellivore, accrète la matière de l'autre (Vidal, 2016).

Lorsque nous regardons le ciel, la plupart des étoiles semblent être des points lumineux uniques, mais une observation plus attentive révèle que la majorité d'entre elles sont des systèmes d'étoiles doubles ou multiples, tournant les unes autour des autres. Les systèmes d'étoiles binaires sont connus depuis le XVII^{e} siècle ; au XIX^{e} siècle, on a découvert qu'ils ont des orbites elliptiques les uns autour des autres. Certaines étoiles binaires sont séparées par de grandes distances et se comportent de manière plus ou moins indépendante. D'autres sont proches les unes des autres et interagissent par transfert de matière. Sirius, l'étoile du chien, l'une des étoiles les plus brillantes du ciel, est en fait un système binaire. Sirius A brille de mille feux et son compagnon, Sirius B, beaucoup plus pâle, est une naine blanche ; ils tournent l'une autour de l'autre tous les 50 ans. Ces deux étoiles n'ont probablement pas toujours été ce qu'elles sont aujourd'hui : Sirius B était plus massive au départ, et Sirius A a grandi à ses dépens (Gerbaldi, 1988).

Le transfert de masse entre étoiles binaires n'est pas controversé, mais l'interprétation de ce comportement par Vidal est surprenante :

Il existe des binaires qui se déplacent rapidement dans la galaxie… J'ai prédit que si les

stellivores sont vivants, le mouvement de ces binaires à haute vitesse ne devrait pas être aléatoire, mais dirigé vers l'étoile la plus proche, parce qu'il serait à la recherche de la prochaine source de nourriture la plus proche. Nous pourrions également prédire que les binaires à haute vitesse ont des compagnons de plus faible masse en moyenne, ce qui signifie que leur source d'énergie est presque épuisée et qu'elles doivent trouver et accréter une nouvelle étoile. Un tel comportement de recherche d'énergie est déjà testable avec les données existantes et constituerait une preuve assez intrigante d'un comportement intelligent. (Vidal, 2020)

Heureusement, notre propre soleil est une étoile unique, ni menacée par un stellivore, ni un stellivore lui-même.

5. Les champs électromagnétiques du soleil

C'est un cliché de la vulgarisation scientifique que de dire que « le cerveau humain est la structure la plus complexe de l'univers » (par exemple, BBC, 2014). Cette affirmation prend une importance excessive à la lumière de nos connaissances croissantes en matière de physique solaire. Le soleil est un système électromagnétique extraordinairement complexe dont les effets imprègnent le système solaire et s'étendent bien au-delà par le biais du rayonnement électromagnétique et des rayons cosmiques.

Le soleil est composé de plasma, une matière chaude et chargée électriquement dans laquelle les noyaux atomiques et les électrons sont séparés. La plupart des noyaux atomiques du soleil sont des noyaux d'hydrogène, autrement dit des protons. Le soleil tourne sur son axe en 28 jours environ et, ce faisant, le plasma tourbillonne avec les couches extérieures qui se déplacent plus rapidement que les couches intérieures. Ces mouvements de plasma électrifié créent un vaste champ magnétique, qui s'étend à travers tout le corps du soleil et bien au-delà, jusqu'aux limites du système solaire, et plus loin encore. Comme dans le cas de la Terre, les pôles magnétiques nord et sud du Soleil sont proches des pôles de rotation, mais ne coïncident pas exactement avec eux. Les mouvements de la charge électrique à l'intérieur et au-delà de la surface du soleil donnent lieu à des champs magnétiques, et les champs magnétiques changeants à l'intérieur et au-delà du soleil donnent lieu à des courants électriques dans le plasma (Lang, 2001). En outre, conformément aux principes de la magnétohydrodynamique, les lignes de champ magnétique autour du soleil sont « gelées » dans le plasma. Les particules chargées du plasma tournent en spirale autour des lignes de champ, et maintiennent le magnétisme des lignes, et à leur tour, les lignes de champ magnétique gardent les particules chargées électriquement en mouvement autour d'elles. Ainsi, les champs magnétiques contrôlent les mouvements du plasma et les mouvements du plasma contrôlent les champs (Green, 2016).

Dans les couches du soleil situées sous la photosphère, la surface visible, des courants de convection complexes de plasma chaud forment des structures cellulaires appelées granulations, dont on compte plus d'un million sur la face visible du soleil. À leur tour, ces structures sont contenues dans des structures beaucoup plus grandes appelées super-granulations. Toutes ces masses mobiles de particules chargées créent des courants électriques qui créent des champs magnétiques dans le champ magnétique global qui imprègne le soleil et le système solaire. En outre, les spicules électriquement chargées se projettent au dessus de la photosphère, et celles-ci aussi sont chargées électriquement et créent des champs magnétiques autour d'elles (Lang, 2001).

Le soleil entier subit des vibrations acoustiques, se réverbérant comme une cloche sphérique avec une large gamme de fréquences de résonance. Ces vibrations sont influencées par les événements qui se produisent à la surface du soleil, comme les éruptions solaires et les taches solaires. En surveillant et en analysant ces schémas rythmiques, les héliosismologues sont en mesure de comprendre ce qui se passe sur la face invisible du soleil grâce aux vibrations qui se reflètent dans l'ensemble du corps solaire. Ces vibrations du plasma chargé électriquement créent des vibrations correspondantes dans les champs électriques et magnétiques du soleil (Green, 2016).

Le soleil connaît des cycles d'activité d'environ 11 ans. Lorsque son activité est maximale, il y a de nombreuses taches solaires, à partir desquelles des champs magnétiques extraordinairement puissants émergent de l'intérieur du soleil, font une boucle au-dessus de la photosphère et rentrent dans le soleil par des taches de polarité magnétique opposée. Les taches solaires se produisent par paires et, par convention, les lignes de champ magnétique se déplacent vers l'extérieur à partir des taches solaires de polarité nord et vers l'intérieur à travers les taches partenaires de polarité sud. Ces champs magnétiques sont si puissants qu'ils excluent tous les courants de convection normaux et les flux de plasma, ce qui explique l'aspect sombre des taches solaires. Au moment de l'activité maximale des taches solaires, la polarité magnétique globale du soleil s'inverse, de sorte que le pôle nord du soleil, dans son ensemble, devient le pôle sud magnétique, et vice versa (Lang, 2001). Ainsi, un cycle solaire complet, au cours duquel la polarité initiale est rétablie, dure environ 22 ans. (Les pôles magnétiques de la Terre subissent également des inversions, mais beaucoup moins fréquemment. La dernière inversion a eu lieu il y a environ 780 000 ans).

Parfois, ces boucles d'énergie magnétique extraordinairement puissantes se brisent et se reconnectent, émettant d'énormes quantités d'énergie. Les « reconnexions » magnétiques à grande échelle créent des éruptions solaires qui projettent de l'énergie électromagnétique et des particules chargées dans le système solaire. Certains de ces événements électromagnétiques conduisent à des éjections de masse coronale dans lesquelles des milliards de tonnes de plasma chargé électriquement sont projetées vers l'extérieur (Green, 2016).

L'activité variable du soleil est le principal facteur contribuant à la météo spatiale, et l'administration nationale océanique et atmosphérique américaine (NOAA) publie régulièrement des prévisions de météo spatiale, car l'activité du soleil affecte le champ magnétique terrestre et influence les aurores boréales et australes, les transmissions radio et la fréquence des éclairs. Si les éruptions solaires ou les éjections de masse coronale sont dirigées vers la terre, elles peuvent provoquer des pannes catastrophiques des systèmes électriques ; les lignes de transmission électrique à longue distance servent d'antennes pour cette énergie électrique (Witze, 2016).

Si les champs électromagnétiques associés aux activités des cerveaux constituent la principale interface entre les activités physiques mesurables et les esprits conscients et inconscients, alors l'activité électromagnétique du soleil pourrait bien être la principale interface entre l'activité physique du soleil et l'esprit solaire.

Pour ceux qui croient que les champs électromagnétiques complexes *sont* conscients, comme dans la théorie de la conscience des champs électromagnétiques de McFadden, et dans la théorie des champs magnétiques de Murphy, alors la conscience du soleil pourrait n'être autre que

l'expérience subjective de ces champs.

De manière générale, le soleil semble répondre aux critères de la TII pour un ? élevé, ou information intégrée. Le soleil possède un niveau élevé d'informations sur lui-même dans ses champs électromagnétiques, et ces informations sont intégrées dans le champ électromagnétique global qui imprègne l'héliosphère. Selon la TII, la quantité d'informations qu'un système contient sur lui-même dépend du nombre d'états possibles. Les cerveaux ont de nombreux états possibles. Il en va de même pour le soleil. L'esprit du soleil, bien que centré dans le soleil lui-même, peut intégrer des informations provenant de l'ensemble de l'héliosphère, tout comme notre esprit, centré dans le cerveau, intègre des informations provenant de notre propre corps et du monde qui nous entoure. Et tout comme les réactions du cerveau dépendent dans une large mesure du cerveau lui-même, comme le souligne la TII, les réactions du soleil dépendent dans une large mesure du soleil lui-même. Des principes similaires peuvent s'appliquer à d'innombrables autres étoiles et systèmes solaires.

Cependant, calculer la valeur ? du soleil n'est pas réalisable à l'heure actuelle. Si les méthodes actuelles nécessiteraient des milliards d'années pour calculer ? pour le minuscule système nerveux d'un ver nématode, la vaste complexité du soleil exigerait des multivers de temps informatique. Néanmoins, la TII attire utilement l'attention sur le rôle des combinaisons de sous-systèmes dans la composition de l'information intégrée. Dans le soleil, les millions de granulations pourraient être considérées comme des systèmes pouvant être combinés en systèmes d'ordre supérieur tels que les super-granulations, tout comme les neurones peuvent se combiner en groupes de neurones.

la TII attire également l'attention sur les informations de cause à effet qui comptent pour la conscience : l'état passé des éléments contraint l'état présent, qui à son tour contraint les états futurs. Il existe une relation de cause à effet dans le soleil. Comme dans le cas du cerveau, c'est une question empirique de savoir dans quelle mesure les états futurs des systèmes et sous-systèmes du soleil sont affectés de manière probabiliste par les états actuels.

Selon la TII, de plus grandes quantités d'informations intégrées seront associées à des réseaux comportant des boucles de rétroaction multiples et complexes et des connexions dispersées conduisant à un échange d'informations non local. Les réseaux trop réguliers ou les simples systèmes prédictifs (*feed-forward*) n'auront pas beaucoup, voire pas du tout, d'informations intégrées. Par exemple, le cervelet, qui dans le cerveau humain contient 3,6 fois plus de neurones que le néocortex, a une structure architecturale répétitive ; bien qu'il puisse avoir la capacité de traiter plus d'informations que le néocortex, il n'est pas associé à l'expérience consciente (Oizumi, Albantakis et Tononi, 2014). En ce qui concerne le soleil, il s'agirait d'une question empirique pour savoir dans quelle mesure les boucles de rétroaction et les interactions non locales pourraient générer des informations intégrées. L'existence de grandes macro-structures spatio-temporelles telles que les taches solaires ou les super-granulations suggère qu'une telle information intégrée est au moins possible.

Cependant, que la TII soit appliquée au cerveau ou au soleil, son approche ascendante déclenche une explosion combinatoire. Le nombre de combinaisons et d'interactions possibles de sous-systèmes et de systèmes, comme les neurones individuels et les groupes de neurones, devient rapidement intraitable. D'où les temps de calcul énorme comme l'univers. Dans leurs récentes

formulations de la TII, Tononi et ses collègues reconnaissent explicitement la nécessité d'aller au-delà de l'hypothèse réductionniste standard selon laquelle la causalité au micro-niveau est toute puissante et sous-tend les macro-niveaux de l'organisation. Comme ils le disent, « le pouvoir causal peut être plus fort à des macro-niveaux plutôt qu'à des micro-niveaux » (Hoel *et al*., 2016).

Dans la réalité physique, les effets des processus à tous les niveaux d'organisation sont intégrés dans des champs électriques et magnétiques, qui exercent des influences causales descendantes tant dans les cerveaux que dans les étoiles. Dans ses formes actuelles, la TII ignore les activités intégratives de ces champs.

Outre son caractère irréductible sur le plan informatique, l'un des principaux postulats de la TII pose problème par rapport au soleil. Le postulat d'exclusion est un principe où le vainqueur-emporte-tout, selon lequel le plus haut niveau d'intégration est conscient alors que les sous-systèmes qui le composent ne le sont pas. Le système solaire fait partie de la galaxie de la Voie lactée. Par conséquent, si la galaxie devenait consciente par l'intégration des informations des sous-systèmes qui la composent, le soleil cesserait d'être conscient. Et si l'univers dans son ensemble devenait conscient, alors toutes les galaxies perdraient leur conscience. Dans une vision holistique et panpsychiste du monde, ce postulat d'exclusion devra peut-être être révisé pour permettre de multiples niveaux de conscience.

Les champs électriques et magnétiques à l'intérieur et autour du soleil semblent être un point de départ plus prometteur pour une discussion sur la conscience solaire que la TII dans ses formes actuelles.

6. Comment l'esprit du soleil peut-il fonctionner ?

Dans la mesure où l'esprit du soleil fonctionne de manière habituelle, il est probablement inconscient, tout comme nous sommes inconscients de la plupart de nos propres schémas d'activité habituels. Selon le principe général d'une relation temporelle entre les esprits et la matière suggéré par Whitehead, discuté ci-dessus, si le soleil est conscient, son esprit conscient est susceptible d'être concerné par des actions possibles et des choix parmi celles-ci. Ses choix peuvent inclure une influence sur le nombre, l'emplacement et l'activité des taches solaires, le moment et la direction des éruptions solaires et des éjections de masse coronale, la coordination des granules et des super-granules dans les couches superficielles du soleil, ainsi que les schémas d'écoulement dans les régions internes du corps solaire. Toutes ces activités affectent à leur tour les vibrations acoustiques réverbérées à l'intérieur du corps du soleil, qui à leur tour créent des schémas rythmiques dans ses champs électromagnétiques.

Le soleil serait capable de percevoir ce qui se passe dans le système solaire grâce au champ électromagnétique qui imprègne l'héliosphère, qui pourrait agir comme son principal organe sensoriel. Ainsi, l'esprit du soleil pourrait, en principe, connaître tous les événements du système solaire. Tous ces schémas électromagnétiques seraient intégrés dans les champs électriques et magnétiques globaux du soleil. Le soleil serait également capable de percevoir, grâce à son champ gravitationnel, les positions et les mouvements des planètes du système solaire, qui exercent des forces de marée sur son corps (Stefani, Giesecke et Weiser, 2019).

Si l'esprit du soleil est lié, voire identique, à ses champs électriques et magnétiques, nous

pouvons estimer la vitesse maximale des pensées et des perceptions solaires. Le soleil lui-même a un diamètre d'environ 1,4 million de km (Lang, 2001). La vitesse maximale à laquelle les modifications des champs magnétiques et électriques peuvent se propager est la vitesse de la lumière, soit environ 300 000 km par seconde. Ainsi, les effets d'un changement dans les champs électriques et magnétiques d'un côté du soleil prendraient au moins 4,6 secondes pour atteindre l'autre côté. Pour que le soleil perçoive un changement dans la limite extérieure de l'héliosphère, l'héliopause, il faudrait beaucoup plus de temps. L'héliopause se trouve à environ 120 unités astronomiques du soleil, ou en d'autres termes, à environ 120 fois la distance entre la terre et le soleil (*ibid*.) ; pour parcourir cette distance d'environ 18 milliards de km à la vitesse de la lumière, il faudrait environ 60 000 secondes ou 16,7 heures. Ainsi, selon nos normes, les pensées et les perceptions solaires seraient lentes.

Si le soleil est conscient, s'il a des expériences, des sentiments, des désirs, des souvenirs, des imaginations et des intentions, alors de quoi peut-il se préoccuper ?

En premier lieu, le soleil est vraisemblablement préoccupé par la régulation et la préservation de son propre corps, le soleil lui-même, et de son corps étendu, le système solaire, jusqu'à l'héliopause, la membrane plasmique qui est la frontière entre le vent solaire s'échappant du soleil et le vent galactique soufflant à travers la galaxie, tous deux constitués de particules chargées, de courants électriques et de champs magnétiques. À l'intérieur de cette frontière électromagnétique, l'ensemble du système solaire, l'héliosphère, est une sorte d'organisme avec le soleil en son centre. L'esprit du soleil peut être intimement préoccupé par la modulation du système solaire, en l'influençant par l'intensité du vent solaire, par des éruptions solaires directionnelles et, surtout, par des éjections de masse coronale déversant des milliards de tonnes de particules chargées sur tout ce qui se trouve sur leur passage. Le soleil peut détecter et influencer ce qui se passe dans le système solaire grâce à ses champs électromagnétiques.

Deuxièmement, le soleil peut être conscient de sa position et de ses interactions avec d'autres étoiles et systèmes solaires dans son voisinage immédiat, et finalement dans toute la galaxie. Ces systèmes peuvent à leur tour faire partie d'un esprit galactique, comme des neurones d'un cerveau galactique. Ils sont littéralement interconnectés par le plasma qui imprègne les bras de la galaxie, à travers lequel circulent de vastes courants électriques, en spirale autour d'énormes lignes de champ magnétique qui rayonnent à travers les bras galactiques sur des dizaines de milliers d'années-lumière. Le soleil fait partie d'un système électromagnétique beaucoup plus vaste. Les schémas rythmiques d'activité du soleil et d'autres étoiles peuvent leur permettre de communiquer entre eux à la fois par le biais de rayonnements électromagnétiques, notamment les rayons X, les ondes radio et la lumière visible, et par des flux de particules chargées d'énergie, notamment les rayons cosmiques.

Au centre de notre galaxie se trouve un trou noir supermassif qui émet d'énormes quantités d'énergie, avec un vent galactique passant le long des bras spiraux s'étendant vers l'extérieur de celui-ci (Keeney *et al*., 2006). Les niveaux d'activité de ce centre galactique changent assez rapidement, avec plusieurs éruptions majeures par an (Mossoux *et al*., 2020). Lorsque le soleil et les autres étoiles tournent autour de lui, ils sont également influencés par d'énormes ondes dans le gaz interstellaire (Alves *et al*., 2020). Le soleil est influencé par les schémas d'activité électromagnétiques au sein de la galaxie dans son ensemble, qui pourrait à son tour être étroitement liée à un esprit galactique, peut-être centré dans ou autour du trou noir supermassif

au centre galactique. L'esprit galactique pourrait influencer ce qui se passe ici sur terre par ses effets sur le soleil et l'esprit solaire.

En supposant que l'esprit galactique fonctionne dans et à travers des champs électromagnétiques, ses pensées et ses perceptions doivent être très lentes, selon nos normes. Le rayon de la Voie lactée étant d'environ 50 000 années-lumière, il faudrait au moins ce laps de temps pour que le centre galactique perçoive ce qui se passe à la périphérie, et autant de temps encore pour qu'il agisse sur les systèmes stellaires de la périphérie.

Notre galaxie fait partie d'un « groupe local » qui contient plus de 50 autres galaxies, qui peuvent à leur tour influencer l'activité physique et mentale de notre propre galaxie. Des filaments magnétiques relient ces galaxies entre elles. À une échelle encore plus grande, les amas galactiques sont reliés entre eux par des filaments magnétiques longs de centaines de millions d'années-lumière, qui font partie d'une « toile cosmique » d'interconnexions électromagnétiques s'étendant dans tout l'univers (Vacca *et al.* , 2018).

7. Conclusions

Nous pouvons choisir de croire que l'univers entier est inconscient, qu'il est régi par des lois mathématiques éternelles et qu'il évolue selon des processus sans but et sans esprit. Nous pouvons penser que notre propre esprit n'est rien d'autre que l'activité physique de notre cerveau et considérer que l'expérience que nous avons de faire des choix est illusoire. Nous pouvons espérer que les progrès des neurosciences finiront par résoudre mécaniquement le « problème difficile » de la conscience. En d'autres termes, nous pouvons faire confiance au matérialisme mécaniste ou au physicalisme.

Le panpsychisme offre une alternative à cette orthodoxie. Les cerveaux humains et animaux ne sont peut-être pas les seules structures conscientes de l'univers. La conscience, le savoir ou l'expérience peuvent être présents dans des systèmes auto-organisés à de nombreux niveaux de complexité.

La possibilité que le soleil soit conscient élargit le champ de notre réflexion. Nous pouvons dépasser les débats familiers sur le « problème difficile », dont la principale préoccupation est d'expliquer l'émergence de l'esprit humain à partir de systèmes plus petits et moins complexes, et placer cette discussion dans un contexte littéralement panpsychiste, où « pan » signifie « tout », et « tout » inclut les étoiles, les systèmes solaires, les galaxies, la toile cosmique et, finalement, l'univers dans son ensemble.

Remerciements

Je remercie Shamil Chandaria, Philip Goff, Kelvin Long, Greg Matloff, Matt Segall, Merlin Sheldrake et Clément Vidal pour leurs commentaires sur les versions préliminaires de cet article. Je remercie la Planet Heritage Foundation, Naples, Floride, la Peter Hesse Foundation, Dusseldorf, Allemagne, et la Watson Foundation, Londres, pour leur soutien financier.

***

Correspondence: *Email: rupertsheldrake@gmail.com*

References

Alves, J., Zucker, C., Goodman, A.A., Speagle, J.S., Meingaat, S., Robitaille, T., Finkheiner, D.P., Schlafly, E.F. & Green, G.M. (2020) A galactic-scale gas wave in the solar neighbourhood, *Nature*, **578**, pp. 237–239.

BBC (2014) The brain is the 'most complex thing in the universe, [Online], https://www.bbc.co.uk/news/uk-scotland-18233409 [24 February 2020].

Bertone, G. & Tait, T.M.P. (2018) A new era in the search for dark matter, *Nature*, **562**, pp. 51–53.

Brooks, M. (2020) Is the universe conscious? It seems impossible until you do the maths, *New Scientist*, 29 April, pp. 40–44.

Chown, M. (2014) It's time to give up on dark matter, *New Scientist*, 3 May, pp. 26–27.

Churchland, P.S. (1986) *Neurophilosophy: Toward a Unified Science of the Mind/Brain*, Cambridge, MA: MIT Press.

De Quincy, C. (2008) Reality bubbles, *Journal of Consciousness Studies*, **15** (8), pp. 94–101.

Fox, M. & Sheldrake, R. (1996) *The Physics of Angels: Exploring the Realm Where Science and Spirit Meet*, San Francisco, CA: HarperCollins.

Gerbaldi, M. (1988) Binary stars, in Audouze, J. & Israël, G. (eds.) *The Cambridge Atlas of Astronomy*, Cambridge: Cambridge University Press.

Goff. P. (2019) *Galileo's Error: Foundations for a New Science of Consciousness*, London: Rider.

Green, L. (2016) *15 Million Degrees: A Journey to the Centre of the Sun*, London: Viking.

Griffin, D.R. (2008) *Unsnarling the World-Knot: Consciousness, Freedom and the Mind–Body Problem*, Eugene, OR: Wipf and Stock.

Haldane, J.B.S (1934) Quantum mechanics as a basis for philosophy, *Philosophy of Science*, **1**, pp. 78–98.

Harding, D.E. (2011) *The Hierarchy of Heaven and Earth*, London: Sholland Trust.

Harding, S. (2009) *Animate Earth: Science, Intuition and Gaia*, Cambridge: Green Books.

Hoel, E.P., Albantakis, L., Marshall, W. & Tononi, G. (2016) Can the macro beat the micro? Integrated information across spatiotemporal scales, *Neuroscience of Consciousness*, **1**, niw012.

Joye, S.R. (2019) *Ten Electromagnetic Field Theories of Consciousness*, Shingletown, CA:

Viola Institute.

Keeney, B.A., Danforth, C.W., Stocke, J.T., Penton, S.V., Shull, J.M. & Sembach, K.R. (2006) Does the Milky Way produce a nuclear galactic wind?, *The Astrophysical Journal*, **646**, pp. 951–964.

Kleiner, J. & Tull, S. (2020) The mathematical structure of integrated information theory, *ArXiv*, [Online], arXiv:2002.07655.

Koestler, A. (1967) *The Ghost in the Machine*, London: Hutchinson.

Lang, K.R. (2001) *The Cambridge Encyclopedia of the Sun*, Cambridge: Cambridge University Press.

Matloff, G. (2015) *Starlight, Starbright: Are Stars Conscious?*, New York: Curtis Press.

McFadden, J. (2012) The conscious electromagnetic information (Cemi) field theory: The hard problem made easy?, *Journal of Consciousness Studies*, **9** (8), pp. 45–60.

Mørch, H.H. (2017) The integrated information theory of consciousness, *Philosophy Now*, August/September.

Mossoux, E., Finociety, B., Beckers, J-M. & Vincent, F.H. (2020) Continuation of the X-ray monitoring of Sgr A*: the increase in bright flaring rate confirmed, *ArXiv*, [Online], arXiv: 2003.06191.

Murphy, T. (2019) Solving the 'hard problem': Consciousness as an intrinsic property of magnetic fields, *Journal of Consciousness Exploration and Research*, **8**, pp. 646–659.

Oizumi, M., Albantakis, L. & Tononi, G. (2014) From the phenomenology to the mechanisms of consciousness: Integrated information theory 3.0, *PLoS Computational Biology*, **10** (5), e1003588.

Plato (1959) *Timaeus*, Cornford, F.M. (trans.), p. 20, Indianapolis, IN: Bobbs-Merrill Co.

Pockett, S. (2012) The electromagnetic field theory of consciousness: A testable hypothesis about the characteristics of conscious as opposed to non-conscious fields, *Journal of Consciousness Studies*, **19** (11–12), pp. 191–223.

Radhakrishnan, S. (1994) *The Principal Upanishads*, New Delhi: HarperCollins.

Runia, D.T. (2008) Worshipping the visible gods, in Houtman, A., de Jong, A. & Misset-van der Weg, M. (eds.) *Empsychoi Logoi — Religious Innovations in Antiquity*, Leiden: Brill.

Sams, G. (2009) *Sun of God: Discover the Self-Organizing Consciousness that Underlies Everything*, Newburyport, MA: Weiser Books.

Segall, M.T. (2020) The varieties of physicalist ontology: A study in Whitehead's process-

relational alternative, *Journal of Philosophy, Theology and the Sciences*, **7**, pp. 105–131.

Sheldrake, R. (2012) *The Science Delusion: Freeing the Spirit of Enquiry*, chapter 1, London: Coronet.

Sheldrake, R., McKenna, T. & Abraham, R. (1998) *The Evolutionary Mind: Trialogues at the Edge of the Unthinkable*, chapter 9, Santa Cruz, CA: Trialogue Press.

Singh, S. (2004) *Big Bang*, London: Fourth Estate.

Stapledon, O. (1937) *Star Maker*, London: Methuen.

Stefani, F., Giesecke, A. & Weier, Y. (2019) A model of a tidally synchronized solar dynamo, *Solar Physics*, [Online], https://doi.org/10.1007/s11207-019-1447-1.

Strawson, G. (2006) Realistic monism: Why physicalism entails panpsychism, *Journal of Consciousness Studies*, **13** (10–11), pp. 3–31.

Su, C.Y., Menuz, K., Reisert, J. & Carlson, J.R. (2012) Non-synaptic inhibition between grouped neurons in the olfactory circuit, *Nature*, **492**, pp. 66–71.

Tononi, G. (2012) Integrated information theory of consciousness: An updated account, *Archives Italiennes de Biologie*, **150**, pp. 290–326.

Tononi, G. & Koch, C. (2015) Consciousness: Here, there and everywhere?, *Proceedings of the Royal Society B*, **370**, 20140167.

Vacca, V., Murgia, M., Govoni, F., Ensslin, T., Oppermann, N., Feretti, L.,

Giovannini, G. & Loi, F. (2018) Magnetic fields in galaxy clusters and in the large-scale structure of the universe, *Galaxies*, **6**, [Online], doi:10.3390/galaxies6040142.

Vidal, C. (2016), Stellivore extraterrestrials? Binary stars as living systems, *Acta Astronautica*, **128**, pp. 251–256.

Vidal, C. (2020) Energy rate density as a technosignature: The case for stellivores, presentation at *Life in the Universe: Big History, SETI and the Future of Humankind: IBHA & INAF-IASF MI Symposium 15–16 July 2019*, [Online], http://www.clemvidal.com/s/Vidal-2020-ERD-as-a-technosignature-case-forstellivores.pdf.

Whitehead, A.N. (1925) *Science and the Modern World*, New York: Macmillan.

Witze, A. (2016) US sharpens surveillance of crippling solar storms, *Nature*, **537**, pp. 458–459.