

REPENSER L'EAU :

LA PERSPECTIVE D'UNE INFORMATIQUE DU VIVANT

« Chercher, c'est transformer une évidence en question »

(Myriam Suchet, *Indiscipline*)

Gaston Bachelard souligne qu'« [a]ccéder à la science, c'est spirituellement rajeunir, c'est accepter une mutation brusque qui doit contredire un passé »¹. Il y a, de fait, un défi constant à intégrer au fur et à mesure les découvertes qui affinent notre compréhension de la réalité, surtout lorsque celles-ci contredisent ce qui est, à notre échelle, de l'ordre de l'évidence. C'est pourquoi, en corollaire :

[...] c'est dans l'acte même de connaître, intimement, qu'apparaissent, par une sorte de nécessité fonctionnelle, des lenteurs et des troubles. C'est là que nous montrerons des causes de stagnation et même de régression, c'est là que nous décèlerons des causes d'inertie que nous appellerons des obstacles épistémologiques.²

Significativement, alors que le développement de la physique de la relativité et de la physique quantique a bouleversé notre appréhension de catégories fondamentales telles que l'espace, le temps ou la matière, on observe que cela n'a, pour autant, pratiquement pas affecté les conceptions qui déterminent la science appliquée au monde macroscopique. S'il y a bien révolution conceptuelle en ce qui concerne notre intellection de l'univers³, celle-ci n'affecte pas notre façon actuelle d'envisager le vivant.

Dans cette perspective, on continue à se figurer l'eau tel qu'au XIX^e siècle : c'est-à-dire comme un agrégat de molécules, dont la formule bien connue H₂O est une approximation valable uniquement du point de vue de la chimie⁴. Or, la permanence de cette représentation explique l'incrédulité de la communauté scientifique au sujet des phénomènes étonnants mis en évidence par les travaux de Jacques Benveniste et, à sa suite, de Luc Montagnier. Ceux-ci touchent à la « mémoire » de l'eau, une propriété considérée pour l'heure comme purement hypothétique, au point qu'elle se trouve officiellement exclue de la sphère scientifique⁵.

Cette controverse célèbre, qui divise violemment ses quelques partisans de ses contradicteurs, a pour point de départ l'observation de réactions de basophiles – déclenchées habituellement en présence d'un certain

¹ Gaston BACHELARD, *La formation de l'esprit scientifique* [1938], Paris, Vrin, 1999, collection « Librairie philosophique », p. 14.

² *Ibid.*, p. 13.

³ Voir Brian GREENE, *La magie du cosmos. L'espace, le temps, la réalité : tout est à repenser*, Paris, Laffont, 2005.

⁴ Au-delà du fait que l'eau pure ne se trouve pas dans la nature, il faut prendre en compte l'existence d'isotopes atomiques (dont le deutérium et le tritium), qui font que la molécule d'eau isolée peut se présenter sous douze formes différentes.

⁵ Les deux figures pionnières sont devenues des parias au sein de la communauté scientifique : Jacques Benveniste, éminent virologue, s'est retrouvé exclu des financements officiels, et Luc Montagnier subit toujours de fortes pressions qui visent à discréditer la notoriété que lui confère son prix Nobel pour l'identification du virus du SIDA.

type d'anticorps – au contact de dilutions équivalentes aux niveaux homéopathiques⁶. De telles dilutions éliminent pourtant la présence concrète de l'élément chimique. Le tollé provoqué par ces résultats, ayant suscité en réaction des contre-expertises douteuses, illustre cette critique de Chertok et Stengers : « [q]ue peut un fait contre une théorie ? La plupart de ceux qui connaissent un peu d'épistémologie répondront : rien »⁷.

Le problème peut s'énoncer en ces termes : peut-on envisager un pouvoir d'action de l'eau sans le support de la matière ? Au-delà des applications médicales, on comprend que la capacité de l'eau liquide à conserver, sous forme rémanente, les propriétés d'une substance qui ne s'y trouve plus suite à de hautes dilutions touche en profondeur à notre façon d'envisager les possibles dans notre quotidien.

Pour le pharmaco-dynamisme dominant, qui associe à l'existence d'un effet mesurable une origine tangible, force est de considérer l'éventualité d'une « mémoire » de l'eau de l'ordre de l'absurde. Toutefois, s'en tenir à une dogmatique cartésienne et matérialiste revient à faire preuve d'amnésie à l'égard du développement de la théorie quantique à laquelle s'adosent explicitement les recherches de Benveniste et de Montagnier.

Aussi l'objectif de ce texte consiste-t-il à tracer une synthèse des travaux visant à expliquer les propriétés de l'eau liquide à partir de son organisation moléculaire. Celle-ci est en effet la clef à partir de laquelle peut se définir le champ des possibles de cet élément. À cet égard, l'enjeu est de lutter contre l'occultation des efforts de chercheurs dévoués à élucider les secrets de l'eau, en adhérant à la proposition de Bachelard selon laquelle l'« on connaît contre une connaissance antérieure, en détruisant des connaissances mal faites, en surmontant ce qui dans l'esprit fait obstacle à la spiritualisation »⁸.

1 Les paradoxes de l'eau liquide

Dans l'imaginaire collectif, la simplicité de l'eau fait figure de truisme. D'une part, la limpidité de sa phase liquide corrobore l'idée, admise de façon non nécessairement conscientisée, de sa transparence à l'intelligibilité scientifique. D'autre part, son omniprésence sur l'ensemble du globe l'assimile à un élément ordinaire : on la définit significativement comme un fluide thermodynamique d'usage courant⁹ – ce qui traduit en termes techniques son apparente banalité.

Or, dans les faits, les propriétés physico-chimiques de cet élément constituent un défi à la sagacité scientifique. Le dernier congrès international visant à établir un bilan des connaissances à son sujet a abouti à la conclusion, partagée par l'ensemble des experts, selon laquelle l'eau demeure une irréductible inconnue, dans la mesure où elle résiste à l'investigation traditionnelle de la physique et de la chimie. C'est dire qu'elle se présente comme une véritable « *aqua incognita* » selon l'expression de Lo Nostro et Ninham¹⁰.

⁶ Voir Jacques BENVENISTE, *Ma vérité sur la « mémoire de l'eau »*, Paris, Albin Michel, 2005.

⁷ Cité dans Francis BEAUVAIS, *L'âme des molécules. Une histoire de la « mémoire de l'eau »*, Raleigh, Lulu édition, 2007, p. 13.

⁸ Gaston BACHELARD, *La formation de l'esprit scientifique, op. cit.*, p. 13.

⁹ Ernst SCHMIDT et Ulrich GRIGULL, *Properties of Water and Steam in SI-Units*, Berlin/Heidelberg/New-York, Springer Verlag, 1979. L'hydrosphère terrestre qui se situe à plus de 90% dans les océans couvre en effet les trois quarts de la surface de la planète ; voir Roger LAMBERT, *Géographie du cycle de l'eau*, Toulouse, Presses universitaires du Mirail, 1996.

¹⁰ Pierandeo LO NOSTRO et Barry NINHAM, *Aqua Incognita. Why ice floats on water and Galileo 400 years on*, Ballarat, Connor Court Publishing, 2014.

a) Propriétés énigmatiques

La formule chimique de l'eau – H_2O – classe cet élément issu de la combinaison de trois atomes, dont deux différents, parmi les plus modestes disponibles dans la nature. Mais cette simple donnée révèle d'emblée une anomalie en regard des lois de la thermodynamique, lesquelles régissent, entre autres, les relations entre molécules à l'origine des textures de la matière, ou états de phase (solide, liquide ou gazeux).

L'équation d'état du physicien Johannes Diderik van der Waals établit que plus la masse moléculaire d'un liquide est élevée, plus sa température d'ébullition est élevée – et réciproquement¹¹. Or, l'eau vient se positionner en contradiction avec ce cadre prédictif : sa masse moléculaire particulièrement faible (18 g.mol^{-1}) implique qu'elle devrait se comporter comme un gaz, et non comme un liquide¹². Ce fait est d'autant plus troublant que les composés chimiques proches ou apparentés (tels que le sulfure d'hydrogène, l'ammoniac ou le méthane) se comportent bien, pour leur part, comme des matières volatiles.

Ce mystère se complique des autres propriétés physico-chimiques de l'eau, qui ne trouvent non plus aucune explication en regard de la masse et de la taille de la molécule. Sa phase liquide étonnamment stable exige en effet une température d'ébullition fort élevée, et se distingue également par une capacité thermique à pression constante ainsi qu'une capacité de chaleur latente d'évaporation hors pairs. En outre, sa tension superficielle présente une valeur remarquable que seul le mercure dépasse (lequel détient cependant une masse moléculaire de 200 g.mol^{-1}), d'autant plus que l'eau est le liquide le moins visqueux connu¹³.

Aussi la singularité de cette matière réside-t-elle d'abord dans ce paradoxe : le fait que la molécule qui la constitue – l'une des moins complexes de toute la chimie – bénéficie de propriétés aussi exceptionnelles. Or, ces caractéristiques, qui défient à première vue les lois de la nature, ne sont pas sans enjeux, puisqu'elles s'avèrent indispensables à la vie telle que nous la connaissons.

À ces qualités physico-chimiques s'ajoute le problème auquel Galilée s'est heurté il y a quatre cents ans, et au sujet duquel les experts continuent d'être tenus en échec : comment expliquer que la glace flotte sur l'eau liquide ? Il est de fait admis que lorsqu'un corps liquide refroidit, sa densité augmente et devient maximale à la température de solidification – puisque la température, en régulant leur agitation, détermine le volume d'espace que les molécules peuvent occuper au sein d'un matériau.

L'eau fait singulièrement exception à cette loi : sa densité maximale n'est pas atteinte à 0°C , mais à $3,98^\circ\text{C}$ ¹⁴. Il s'agit d'une anomalie dilatométrique qui ne concerne que de rares éléments, à l'origine du phénomène que décrit l'expression « geler à pierre fendre ». Bien que cette propriété bénéficie d'un modèle descriptif qui fournit une explication de type architectural – un édifice cristallin dont les formes annulaires exigent davantage

¹¹ En thermodynamique, des équations d'état établissent les relations entre différents paramètres (température, pression, volume) et l'état d'une matière. Celle de van der Waals décrit la transition liquide-gaz à partir d'un seuil de température critique. Voir Donald A. MCQUARRIE et John D. SIMON, *Chimie physique. Approche moléculaire*, Paris, Dunod, 2000, collection « Sciences Sup ».

¹² La physique statistique explique le comportement de systèmes comportant un grand nombre d'éléments à partir des caractéristiques de leurs constituants ; voir Bernard JANCOVICI, *Thermodynamique & Physique Statistique* [1969], Paris, Nathan Université, 1996, collection « 128 sciences ». À titre indicatif, le radon, qui présente une masse moléculaire de 222 g.mol^{-1} , est un gaz.

¹³ « Molécule d'eau », dans *Wikipédia. L'encyclopédie libre*, https://fr.wikipedia.org/wiki/Mol%C3%A9cule_d%27eau, consulté le 25/09/2019.

¹⁴ Hippolyte FIZEAU, « Mémoire sur la dilatation des corps solides par la chaleur », dans *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris, volume 62, 1866, pp. 1133-1148.

de place que l'agencement moins structuré de la phase liquide –, la logique physique en vertu de laquelle une telle architecture se met en place continue, quant à elle, d'échapper aux spécialistes¹⁵.

b) Impasses de la physique classique

Sur fond de ce tour d'horizon, l'enjeu consiste à définir un cadre conceptuel qui justifie des énergies impliquées dans la cohésion de la phase liquide, aptes à rendre compte de ses qualités. Il est en effet nécessaire d'introduire un facteur énergétique pour comprendre pourquoi les molécules H₂O réagissent entre elles d'une manière qui défie les prédictions de la physique statistique.

Du point de vue de la chimie, le comportement liquide de l'eau s'explique *a priori* à partir des forces de van der Waals, lesquelles désignent des interactions électriques de faible intensité liant les molécules entre elles. Cette hypothèse s'appuie sur le fait que la molécule aqueuse s'assimile à un dipôle électrostatique : sa structure oppose la charge électrique négative de l'atome d'oxygène aux charges positives des atomes d'hydrogène.

Cette approche s'est traduite, à la suite des propositions d'Henry Edward Armstrong, par une modélisation privilégiant des liaisons chimiques établies entre les noyaux d'oxygène des molécules¹⁶ ; ce qui favorise une architecture symétrique où le nombre d'éléments impliqués détermine des assemblages spécifiques. Cependant, cette perspective s'est effondrée face aux tests des physiciens au début du XX^e siècle, et un nouveau concept a été introduit afin de déterminer l'organisation moléculaire de l'eau : la « liaison hydrogène »¹⁷. Cette force intermoléculaire rend possible des structures dans lesquelles l'atome d'hydrogène joue le rôle de pivot en relation avec l'atome d'oxygène d'une autre molécule.

Si ce concept a permis de figurer l'architecture de l'eau selon des structures complexes et mouvantes appelées « clusters », celui-ci n'a pas livré, pour autant, tous les secrets du tissu aqueux. La polarité électrique de la molécule invitait à maintenir l'hypothèse initiale d'une liaison électrostatique¹⁸, celle-ci doit, en toute logique, inscrire le comportement liquide dans le formalisme des interactions entre dipôles formulées soit par Willem Hendrik Keesom (interactions entre dipôles permanents), soit par Peter Debye (interactions entre dipôle permanent et dipôle induit), soit par Fritz London (interactions entre dipôles induits)¹⁹.

Toutefois, la mise à l'épreuve de cette hypothèse par le biais des équations de Maxwell donne des énergies d'interaction de 0,05 eV pour les interactions de Keesom ; de 0,03 eV pour les interactions de Debye ; et de 0,12 eV pour les interactions de London²⁰. Des valeurs qui s'avèrent bien trop inférieures pour rendre compte du point d'ébullition de l'eau à 100°C requérant une énergie minimale de 0,22 eV. Ce qui signifie que la liaison hydrogène ne peut être électrostatique, contrairement à ce qui demeure majoritairement relayé²¹.

¹⁵ Pierandeo LO NOSTRO et Barry NINHAM, *Aqua Incognita. Why ice floats on water and Galileo 400 years on*, *op. cit.*

¹⁶ Henry Edward ARMSTRONG, « The Origin of Osmotic Effects. IV. Hydrodynamic Change in Aqueous Solutions », dans *Proceedings of Royal Society of London*, série A, n°103, 1923, pp. 610-618.

¹⁷ Voir Denis QUANE, « The Reception of Hydrogen Bonding by the Chemical Community : 1920-1937 », dans *Bulletin for the History of Chemistry*, n°7, 1990, pp. 3-13.

¹⁸ Thomas W. MARTIN et Zygmunt S. DEREWENDA, « The name is bond — H bond », dans *Nature Structural Biology*, volume 6, n°5, 1999, pp. 403-406.

¹⁹ Voir Anthony J. STONE, *The Theory of Intermolecular Forces*, Oxford, Presses universitaires d'Oxford, 2002.

²⁰ Marc HENRY, « The Hydrogen Bond », dans *Inference. International Review of Science*, volume 1, issue 2, 2015, <https://inference-review.com/article/the-hydrogen-bond>, consulté le 03/10/2019.

²¹ Voir à titre indicatif l'article « Eau », dans *Wikipédia. L'encyclopédie libre*, https://fr.wikipedia.org/wiki/Eau#Propri%C3%A9t%C3%A9s_chimiques, consulté le 24/07/2019.

Ce paradoxe, qui invalide l'efficacité heuristique de la physique classique, est renforcé en considérant la « permittivité diélectrique » de l'eau. Ce paramètre décrit la réponse d'un milieu à un champ électrique, et que l'on peut déterminer, entre autres, à partir du « moment dipolaire » théorisé par Paul Langevin²². Le moment dipolaire de l'eau relativement élevé ($P_0 = 1,85498$ Debye) donne une valeur prédictive de permittivité diélectrique de 13, indicative d'une sensibilité aux champs électriques²³. Or, la valeur expérimentale mesurée est de 78,5. Ce conflit exorbitant entre cadre conceptuel et donnée expérimentale témoigne ici encore de l'inadéquation des outils d'analyse traditionnels pour expliquer le comportement de cette matière.

c) Possibilités d'un cadre non classique

Ces données problématiques trahissent le fait que les modèles qui privilégient des liaisons de nature électrostatique constituent une impasse. Ce faisant, on touche à la limite de ce que la physique classique peut offrir pour résoudre les énigmes de l'eau liquide : tant les équations de Maxwell que les lois de Coulomb ou celles de Newton, qui constituent le soubassement de l'intellection traditionnelle du réel macroscopique²⁴.

Cette limite invite en retour à explorer d'autres moyens d'investigation ; en particulier la physique quantique, qui s'est développée parallèlement à l'émergence du concept de liaisons hydrogènes. Cette physique a en particulier bouleversé l'appréhension de l'infiniment petit – les atomes et les particules qui sont les composants fondamentaux de l'univers – en rompant avec le postulat de la physique classique selon lequel l'énergie d'un système évolue de façon continue.

La physique quantique énonce en effet qu'à l'échelle subatomique, les observables physiques sont *quantifiées* : c'est-à-dire qu'elles ne prennent de valeur que dans un ensemble « discret »²⁵ de résultats. Par conséquent, l'énergie rayonnante se présente, à cette échelle, comme une structure discontinue composée essentiellement de « grains ». Ces quantités minimales, appelées « quanta », manifestent la mesure indivisible de la réalité en termes d'énergie, de mouvement et de masse, et sont définies par la constante de Planck – constante mathématique qui lie en particulier l'énergie d'une particule à sa fréquence²⁶.

Cette conception d'un univers discontinu est au fondement de la démonstration d'Albert Einstein selon laquelle la lumière, qui est une onde électromagnétique, se présente paradoxalement comme un phénomène composé de particules élémentaires – les photons. À sa suite, Louis de Broglie établit la réciproque en démontrant que la matière corpusculaire se comporte également comme une onde²⁷. Cette dualité contre-intuitive, qui offre de substituer matière et énergie, contredit les principes classiques avec lesquels on analyse usuellement les phénomènes, en décrivant la matière par une fonction d'onde.

Le fait est que la nature ambiguë des particules – qui se résout entre l'un ou l'autre aspect en fonction de la présence d'un observateur – induit une marge d'incertitude quant à leur localisation. La fonction d'onde

²² Lorsqu'une molécule polaire est placée dans un champ électrique, elle est soumise à un couple qui tend à l'orienter dans la direction du champ appliqué – tendance partiellement contrecarrée par l'agitation thermique qui lui donne une orientation aléatoire.

²³ Marc HENRY, « The Hydrogen Bond », *art. cit.*

²⁴ Voir Emilio SEGRÈ, *Les physiciens classiques et leurs découvertes*, Paris, Fayard, 1987.

²⁵ Une structure discrète est formée de points épars, isolés les uns des autres, et s'oppose au concept de structure continue dans laquelle les points ne sont pas individualisés ; voir William Timothy GOWERS (sous la direction de), *The Princeton Companion to Mathematics*, Princeton et Oxford, Presses universitaires de Princeton, 2008.

²⁶ Alberto Pérez IZQUIERDO, *La révolution de l'infiniment petit : Planck et la physique quantique*, Paris, RBA France, 2013.

²⁷ Louis de BROGLIE, *Ondes, corpuscules, mécanique ondulatoire*, Paris, Albin Michel, 1945, collection « Sciences d'aujourd'hui ».

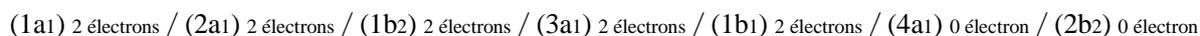
correspond pour cette raison à une amplitude de probabilité, en général à valeur complexe, en ce qui concerne la position d'une particule ainsi que sa densité de présence²⁸. Ce modèle étrange trouve une application dans l'étude du comportement de certains éléments par le biais d'orbitales atomiques ou moléculaires.

Une orbitale délimite visuellement la probabilité de présence d'une particule, généralement un électron, dans une région donnée autour d'un atome ou d'une molécule²⁹. Il s'agit d'un moyen d'analyse efficace des liaisons intermoléculaires, dans la mesure où l'une des conditions d'existence de la phase liquide ou solide consiste en la formation de paires d'électrons – à l'origine des liaisons chimiques « covalentes »³⁰. Aussi la combinaison linéaire de différentes orbitales favorise-t-elle l'identification de paires d'électrons potentielles.

d) Limites de la mécanique quantique

Le diagramme des orbitales de la molécule H₂O doit tenir compte de sa symétrie spécifique et du nombre d'électrons impliqués (10 au total), mais aussi du fait que l'eau présente la propriété singulière d'être diamagnétique. Elle bénéficie en d'autres termes de la capacité à générer son propre champ magnétique en opposition à un champ magnétique extérieur permanent.

Ce phénomène quantique, qui s'explique par une modification des orbitales électroniques, signifie en termes structuraux simplifiés que la molécule aqueuse ne comporte que des électrons appariés, c'est-à-dire en doublet³¹, et non des électrons célibataires. Cette donnée permet de distribuer les électrons sur cinq orbitales selon la formule suivante qui caractérise une molécule à son état énergétique fondamental³² :



Cette distribution met en lumière un écart problématique entre les deux orbitales frontières de la molécule : d'une part l'orbital en énergie la plus haute occupée par au moins un électron (*Highest Occupied Molecular Orbital* ou HOMO, impliquant une symétrie en b₁) ; d'autre part l'orbital en énergie la plus basse non occupée par un électron (*Lowest Unoccupied Molecular Orbital* ou LUMO, impliquant une symétrie en a₁).

Selon le théorème de Fukui, les interactions chimiques les plus importantes concernent les interactions entre HOMO et LUMO – entre une orbitale occupée et une orbitale vacante – parce qu'elles sont de nature stabilisante³³. Toutefois, le diagramme de l'eau révèle que le recouvrement de ces orbitales est nul ; en sorte que toute interaction entre ces orbitales frontières est vouée à l'échec. Force est alors de convenir que les molécules aqueuses ne devraient pas former de liaisons covalentes, donc pas de tissu aqueux.

Cette configuration problématique se complique davantage lorsque l'on soumet l'eau à des expériences visant à identifier l'orbitale impliquée dans la liaison hydrogène. Les analyses spectroscopiques par rayons X révèlent un phénomène en contradiction avec les lois réputées inviolables de la nature : le fait que la liaison

²⁸ Ramamurti SHANKAR, *Principles of quantum mechanics*, New York, Plenum, 1994.

²⁹ On matérialise cette fonction par des iso-surfaces qui dessinent des visuels mouvants issus des harmoniques sphériques.

³⁰ Lorsque les atomes se rapprochent, leurs orbitales interagissent et forment un ensemble d'orbites moléculaires. On distingue celles « liantes » – qui rendent possibles les liaisons chimiques – de celles « anti-liantes ». Voir Raymond CHANG et Luc PAPILLON, *Chimie fondamentale. Principes et problèmes*, Montréal, Chenelière, 1999.

³¹ Paul LANGEVIN, « Sur la théorie du magnétisme », dans *Journal of Theoretical and Applied Physics*, volume 4, n°1, 1905, pp. 678-693.

³² Voir les travaux de Marc Henry présentés dans sa conférence : « Eau, électromagnétisme et cohérence quantique » dans le cadre du colloque de l'UNESCO *La biologie à la lumière des théories physiques : nouvelles frontières en médecine* du 08/10/2014, <https://www.youtube.com/watch?v=7tva66YGzsA>, consulté le 25/07/2019.

³³ Martin POPE et Charles E. SWENBERG, *Electronic processes in Organic Crystals and Polymers*, New York, Presses universitaires d'Oxford, 1999.

hydrogène n'implique pas les électrons en HOMO, mais ceux de l'orbitale inférieure dite « HOMO-1 »³⁴. Une configuration contre-nature dans la mesure où elle s'avère bien plus coûteuse en énergie ; ce qui fait de l'eau une matière unique : la seule à présenter, inexplicablement, ce comportement transgressif.

À cette donnée stupéfiante s'ajoutent les paradoxes qui confrontent les outils d'analyse de la mécanique quantique à ceux de la physique classique. Le procédé d'anisotropie de diffusion Compton – lequel permet de déterminer la nature des liaisons en jeu à partir de la direction des électrons³⁵ – prédit que la liaison hydrogène est non covalente, compte-tenu de son caractère labile dans la glace, mais en revanche une liaison de van der Waals³⁶. Or, il s'agit d'une configuration que réfutent les équations de la physique classique.

Ce paradoxe est pourtant relayé par l'analyse de la densité topologique des électrons. Ce procédé à la pointe de l'analyse par diffraction des rayons X permet d'identifier les points de jonction moléculaire en regard de la densité électronique gravitant autour des noyaux atomiques. Parallèlement aux points de densité négative correspondant aux liaisons covalentes entre l'atome d'oxygène et les atomes d'hydrogène, un troisième point apparaît avec une densité électronique positive, lequel s'avère indicatif d'une interaction de van der Waals³⁷.

Ce survol des principales théories sur lesquelles les scientifiques s'appuient pour rendre compte des liaisons impliquées au cœur de l'eau liquide, témoigne des efforts mis en œuvre pour comprendre cette matière. Et réciproquement de leurs impasses respectives. Ni la physique classique ni la mécanique quantique ne s'avèrent adaptées pour en percer le caractère énigmatique, alors même que la molécule hydrique présente une structure particulièrement simple. Comme le formule le physicien Philipp Ball :

Personne ne comprend vraiment l'eau. Aussi difficile que ce soit à admettre, cette chose qui recouvre les deux-tiers de notre planète est toujours un mystère. Pire, plus on s'y attarde, plus les difficultés s'accroissent : de nouvelles techniques perçant les profondeurs de l'architecture de l'eau liquide font jaillir plus de casse-têtes encore.³⁸

Ce tour d'horizon est, de ce point de vue, révélateur de l'état fragmentaire de nos connaissances au sujet de cette matière. Pour cette raison, il apparaît présomptueux d'attribuer, à partir d'un cadre de pensée purement matérialiste, ce qui est ou non une de ses propriétés. Les énigmes de l'eau sont en retour autant d'invitations à garder une ouverture d'esprit au sujet des expériences de Benveniste et de Montagnier, quand bien même leurs résultats remettent en question les conceptions physiques et chimiques traditionnelles.

³⁴ Anders NILSSON et al., « The Hydrogen Bond in Ice Probed by Soft X-ray Spectroscopy and Density Functional Theory », dans *Journal of Chemical Physics*, n°122, 2005, https://www.researchgate.net/publication/7796162_The_hydrogen_bond_in_ice_probed_by_soft_x-ray_spectroscopy_and_density_functional_theory, consulté le 25/07/2019.

³⁵ La « diffusion Compton » désigne un phénomène de diffusion élastique basé sur la conservation de l'énergie cinétique d'un système lorsqu'un photon entre en collision avec un électron faiblement lié à un atome – phénomène qui a permis d'établir le comportement corpusculaire de la lumière.

³⁶ Aldo ROMERO, Pier Luigi SILVESTRELLI et Michele PARRINELLO, « Compton Scattering and the Character of the Hydrogen Bond in Ice I-h », dans *Journal of Chemical Physics*, volume 115, n°1, 2001, pp. 115-123.

³⁷ Richard BADER, « Atoms in Molecules : a Quantum Theory », dans *International Series of Monographs on Chemistry*, n°22, 1990, pp. 293-299.

³⁸ Philip BALL, « Water : water – an enduring mystery », dans *Nature*, n°452, 2008, pp. 291-292.

2 Les horizons de la théorie des champs

Les impasses précédentes soulignent la nécessité d'envisager un traitement théorique plus audacieux. On peut remarquer que les approches qui sont privilégiées ont en commun d'envisager la molécule d'eau dans son individualité, dans l'espoir d'y déceler, par l'analyse la plus fine possible, les mécanismes qui sous-tendent ses propriétés. Toutefois, c'est ce caractère modeste de la molécule qui démontre l'intérêt d'envisager l'eau comme une structure relativement étendue qui représente davantage que la somme de ses constituants.

Ce passage de la singularité à la pluralité est l'apanage de la théorie quantique des champs, laquelle décentre l'analyse des particules au profit des « champs »³⁹ – qu'elle considère comme plus fondamentaux. Cette théorie s'inscrit dans le cadre de la seconde quantification : à la différence de la mécanique quantique distinguant particules et champs (lesquels y sont envisagés de manière classique à partir des équations de Maxwell), celle-ci intègre cette notion comme une réalité quantique en soi. Selon cette approche, un champ dispose donc d'une énergie qui peut être quantifiée – chaque quantum formant une particule réelle ou virtuelle⁴⁰.

a) Envisager le rôle du vide

Ce qui distingue la théorie des champs quantiques de la mécanique quantique est le fait qu'elle introduit un paramètre clef, généralement occulté dans les études de la matière : le vide. Car envisager un champ d'éléments implique de considérer non seulement la présence de matière, mais aussi l'espace qui se trouve entre les éléments du champ : soit la toile de fond sur laquelle se détachent les atomes et particules.

Loin de correspondre à ce que le terme évoque de manière métaphorique, le concept de « vide » en physique quantique n'est pas réductible à un néant. En plus des propositions associées aux inégalités d'Heisenberg – qui envisagent de pouvoir emprunter de l'énergie au vide pendant un bref laps de temps –, plusieurs expériences attestent que le vide quantique est éminemment sous-tendu par de l'énergie.

On peut concrètement observer l'effet « Casimir statique », qui est la force qui s'applique lorsque deux éléments à une certaine distance s'attirent mutuellement, et ce malgré l'absence de matière⁴¹. Et le phénomène du « décalage de Lamb » – désignant une différence d'énergie entre deux niveaux de l'atome d'hydrogène, non prédite par les équations standards – manifeste également l'interaction de fluctuations issues du vide⁴².

La théorie quantique des champs ouvre ainsi à une autre révolution conceptuelle en introduisant au monde de la *virtualité*, par opposition au monde de la *tangibilité*. Car les fluctuations dont le vide quantique est l'origine proviennent de particules dites « virtuelles », bien présentes mais non observables⁴³. Cette dimension représente alors un champ immense de possibles en friche, à l'origine entre autres du fait que l'énergie d'un

³⁹ Ce concept modélise les modifications d'un espace sous l'action d'une force (gravitation, électromagnétisme). Les champs existent sans support matériel, mais nécessitent une source, localisée ou non. Voir Marc HENRY, « Physique quantique des champs », <https://pr-marchenry.blogspot.com/2014/07/physique-quantique-des-champs.html>, consulté le 19/08/2019.

⁴⁰ Voir Pierre SALATI, *Introduction à la théorie quantique des champs*, Universités de Grenoble Alpes et de Savoie Mont Blanc, 2017-2018, http://laph.cnr.fr/pg-nomin/salati/TOC_UJF_17.pdf, consulté le 26/07/2019.

⁴¹ Bertrand DUPLANTIER, « Introduction à l'effet Casimir. Séminaire Poincaré (Paris, 9 mars 2002) », dans Bertrand DUPLANTIER et Vincent RIVASSEAU, *Poincaré Seminar (Paris, 9 mars 2002) : vacuum energy-renormalization*, Basel/Boston, Birkhäuser Verlag, 2003, pp. 41-54.

⁴² Henning GENZ, *Nothingness. The Science of Empty Space*, New York, Basic Books, 2001.

⁴³ Les équations dérivées de l'effet « Casimir dynamique » rendent possible la transition d'un objet virtuel en un objet réel. Voir E. SASSAROLI et al. (sous la direction de), *Macroscopic Quantum Coherence. Proceedings of the International Conference*, Boston, Northeastern University, 1999 ; Giuliano PREPARATA, *An Introduction to a Realistic Quantum Physics*, Singapour, World Scientific Publishing, 2002.

champ ne peut être nulle. Celui-ci s'avère en principe habité par une infinité d'excitations virtuelles qui le rend capable de produire, spontanément, n'importe quel nombre de quanta d'énergie.

Introduire la notion de vide au sein de l'analyse de l'eau peut paraître à première vue en décalage avec cet objet. Cependant, sa valeur épistémique prend davantage de relief à travers le problème de la glace flottant sur sa phase liquide : cette anomalie dilatométrique traduisant le fait que la glace intègre, en raison de sa structure, davantage de vide que sous forme liquide – ce qui diminue sa densité.

En la faveur de cette hypothèse se tient également la taille minuscule de la molécule H_2O , qui la rend susceptible d'être affectée par l'émission de particules virtuelles, bien que le vide quantique soit une réalité non observable. Si l'énergie de ces particules s'avère toutefois insuffisante pour apparier des électrons – à l'origine des liaisons que la chimie envisage en priorité –, en revanche elle peut être suffisamment élevée pour exciter les molécules au-delà de leur spectre d'énergie fondamental.

Aussi l'hypothèse du professeur Marc Henry – envers qui notre dette intellectuelle est immense – consiste à envisager que cette énergie du vide donne la clef des propriétés de l'eau et de son architecture. Car à l'inverse de la mécanique quantique, pour qui les caractéristiques physico-chimiques proviennent essentiellement des relations entre orbitales électroniques HOMO et LUMO, la théorie des champs défend l'idée que d'autres états d'excitation peuvent jouer un rôle déterminant dans le comportement de la matière.

b) Architecture liquide et « cohérence »

Dès lors que la molécule d'eau est susceptible de réagir à l'énergie de particules virtuelles, la question est de savoir comment elle relaxe cette énergie, qu'elle ne peut conserver pour des raisons thermodynamiques. Cette dynamique fondamentale précise en effet que la matière se trouve régie par une nécessaire entropie, ce qui se traduit par la dissipation de l'énergie vers l'extérieur – à l'origine de l'émission thermique.

Le spectre d'excitation électronique de l'eau révèle qu'au lieu de relaxer pour retrouver son état fondamental (tel que cela se produit à l'état vapeur), celle-ci relaxe à l'état liquide de façon « croisée »⁴⁴. En ce sens, les photons du vide demeurent piégés en excitant identiquement, par transfert, une série de molécules voisines. La complexité de ces données s'avère à cet égard indicative d'un comportement « cohérent » : loin d'être un ensemble d'éléments agissant indépendamment les uns des autres selon un mouvement aléatoire « brownien », l'eau se comporte en réalité comme un champ de matière parfaitement organisé.

Cette organisation n'est pas à confondre avec la structuration en clusters, dont l'architecture polymoléculaire s'inscrit dans l'approche classique des liaisons hydrogènes⁴⁵. Au contraire, l'idée ici consiste à fonder la possibilité de l'eau liquide non en vertu d'interactions statiques – telles que les privilégient la physique classique et la mécanique quantique – mais en vertu d'interactions de plus vaste envergure. En termes mathématiques, cela signifie abandonner l'analyse quantique à partir de la superposition d'espaces de Hilbert⁴⁶ – chacun d'eux servant à l'étude individuelle d'une molécule – au profit d'une extension de ce type d'espace à un « espace de Fock ».

⁴⁴ Wing Fat CHAN, Gyn COOPER et C. E. BRION, « The Electronic Spectrum of Water in the Discrete and Continuum Regions. Absolute Optical Oscillator Strengths for Photoabsorption (6–200 eV) », dans *Chemical Physics*, volume 178, n°1-3, 1993, pp. 387–400.

⁴⁵ Pour plus de précisions au sujet des clusters : Ralf LUDWIG, « Water : From Clusters to the Bulk », dans *Angewandte Chemie International Edition*, volume 40, n°10, 2001, pp. 1808–1827.

⁴⁶ Un espace de Hilbert est un espace mathématique de dimension infinie, adapté à l'analyse du comportement des particules en physique quantique, puisque l'assimilation des particules à des fonctions d'onde les fait remplir tout l'espace à l'infini.

Celui-ci favorise spécifiquement la description des états quantiques d'un nombre variable ou inconnu d'éléments au profit de la mise en lumière d'un comportement collectif.

Les équations de cohérence qui en dérivent permettent d'extraire, à partir du spectre d'excitation de la molécule hydrique, la force d'oscillation de transition électronique entre son état d'énergie fondamental (non excité) et ses différents niveaux d'excitation. Significativement, cette force coïncide avec les valeurs du champ électromagnétique de la particule perturbante ; ce qui suggère l'existence d'une constante de couplage entre l'énergie des photons virtuels et la phase d'oscillation des molécules d'eau⁴⁷.

En d'autres termes, l'énergie du vide fait osciller à l'unisson un large ensemble de molécules, dont le mode de relaxation en maintient la stabilité à l'encontre des fluctuations thermiques. Ce partage d'énergie établit de cette façon un « domaine de cohérence » : soit une sphère d'éléments vibrant en phase avec un champ électromagnétique interne dont l'amplitude maximale se situe en son centre⁴⁸. Un tel domaine ne peut en retour s'étendre que sur une région de la taille de la longueur d'onde du champ.

La condition de possibilité de l'eau liquide apparaît alors une dynamique attractive qui lie les molécules aqueuses à partir de leurs oscillations cohérentes entre deux états d'énergie, sous l'impulsion d'un champ électromagnétique piégé de façon permanente. De ce point de vue, l'eau est à considérer, à l'échelle nanoscopique, comme un conglomérat de rayonnements et de matière profondément intriqués.

c) L'hypothèse d'un « condensat de Bose-Einstein »

Dans la mesure où l'énergie des particules virtuelles ne se propage que sur une distance limitée à la longueur d'onde du champ électromagnétique, la « cohérence » nécessite la prise en compte d'une nouvelle variable : un seuil critique de densité au-delà duquel l'excitation risque de n'affecter que des molécules isolées, vouées à retrouver rapidement leur état fondamental. C'est dire qu'à partir d'une certaine densité critique s'opère un phénomène de « condensation » qui conduit à l'émergence de domaines de cohérence.

Cette hypothèse est d'autant plus séduisante que les propriétés prédites en phase condensée s'avèrent quasiment identiques aux caractéristiques mesurées par les instruments classiques : une énergie de 12,07 eV génère une cohérence de 0,7 eV, largement suffisante pour établir le tissu aqueux, et fournit une densité critique de matière de 0,342 g.cm³ (la valeur expérimentale étant de 0,322 g.cm³)⁴⁹.

À cela s'ajoute la compatibilité de ce modèle au niveau du paramètre de la fréquence. Le réseau labile de liaisons hydrogène au sein de l'architecture liquide présente une fréquence de l'ordre de 10¹³ Hertz, selon les simulations dynamiques évaluant le temps de résidence des atomes d'hydrogène autour de l'atome d'oxygène à quelques picosecondes⁵⁰. Similairement, la fréquence de transition électronique que prédit le spectre d'excitation électronique de l'eau est aussi de 10¹³ Hertz⁵¹.

⁴⁷ Ivan BONO et al., « Emergence of the Coherent Structure of Liquid Water », dans *Water*, n°4, 2012, pp. 510-532.

⁴⁸ Voir E. SASSAROLI et al. (sous la direction de), *Macroscopic Quantum Coherence. Proceedings of the International Conference*, op. cit. ; Giuliano PREPARATA, *QED Coherence in Matter*, Singapour, World Scientific, 1995.

⁴⁹ Ivan BONO et al., « Emergence of the Coherent Structure of Liquid Water », art. cit.

⁵⁰ José TEIXEIRA et al., « Experimental Determination of the Nature of Diffusion Motions of Water Molecules at Low Temperatures », dans *Physical Review*, volume 31, n°3, 1985, pp. 1913-1917.

⁵¹ Ivan BONO et al., « Emergence of the Coherent Structure of Liquid Water », art. cit.

Cette fréquence constitue une donnée significative compte-tenu de la relation commutative entre comportement ondulatoire et corpusculaire qu'établit la physique quantique, car celle-ci permet d'identifier la liaison hydrogène à une quasi-particule d'une masse de 0,48 eV avec une énergie de cohérence de 0,16 eV. On peut reconnaître ici les caractéristiques d'un « boson » ; c'est-à-dire une particule dont le rôle consiste à véhiculer l'interaction nécessaire à l'existence de certains états de phase à l'échelle macroscopique⁵².

Une telle particule est vouée, en particulier, à « condenser » selon la statistique de « Bose-Einstein » (du nom des deux physiciens qui l'ont formulée) qui prédit une transition de phase quantique à partir d'un seuil critique de température. Cette faculté à condenser consiste à atteindre un état de matière formé de particules identiques et occupant un unique état quantique de même énergie qui les rend indiscernables ; c'est-à-dire au profit d'une unique onde quantique de plus vaste envergure⁵³.

Or, singulièrement, l'émergence d'un champ dipolaire de molécules qui oscillent de façon cohérente correspond à une situation de brisure spontanée de symétrie : phénomène en vertu duquel les propriétés de la matière ne respectent plus les équations décrivant les mouvements des particules. Cette configuration non ordinaire est spécifiquement propice à l'émission de bosons dits de « Nambu-Goldstone »⁵⁴.

Cette analyse, qui identifie l'énergie d'une liaison hydrogène à une particule, éclaire en retour pourquoi l'eau liquide échappe invinciblement aux outils de la physique classique et de la mécanique quantique. La liaison hydrogène se conçoit comme la manifestation d'une propriété émergeant d'un couplage non linéaire entre, d'une part, des niveaux d'énergie quantifiés d'un ensemble de molécules et, d'autre part, un champ électromagnétique piégé. Un tel couplage génère des bosons de Nambu-Goldstone qui, parce qu'ils condensent selon la statistique de Bose-Einstein, conduisent à la formation de la phase liquide.

d) Étayage expérimental

Sur fond de ces éléments, l'eau est loin d'être un liquide ordinaire. Non seulement l'état « condensé » ne concerne que les solides – les liquides s'avérant trop dilués pour y être soumis – mais, en outre, le calcul de la longueur d'onde thermique de De Broglie⁵⁵ révèle une température critique de 687 K particulièrement élevée – la condensation ne se produisant, le plus souvent, qu'à des températures proches du zéro absolu.

Il s'agit toutefois de pouvoir fournir des preuves expérimentales qui étayent ces perspectives originales. Or, envisager l'eau comme un condensat de bosons de Nambu-Goldstone pose un obstacle de taille, puisqu'il s'agit de phase quantique par essence non observable – contrairement aux transitions de phase classiques. Ce qui explique en partie pourquoi ces travaux ne bénéficient pas d'une plus large diffusion.

Cela posé, on dispose néanmoins de multiples preuves indirectes qui donnent une sérieuse crédibilité à ce modèle. En premier lieu, on peut évoquer l'étude des mouvements moléculaires de basse fréquence, à l'aide de

⁵² Parallèlement aux particules élémentaires qui structurent la matière (leptons et quarks), les bosons sont des vecteurs de force qui constituent le liant de la matière.

⁵³ Pour une image intuitive de ce phénomène, on peut se référer à cette vidéo pédagogique réalisée par le groupe de recherche « La Physique Autrement » : <https://www.youtube.com/watch?v=6joDoSeq8eg>, consulté le 12/07/2019.

⁵⁴ Il s'agit de particules prédites par Yoichiro Nambu et théorisées par Jeffrey Goldstone. Voir Hiroomi UMEZAWA, « Development in Concepts in Quantum Field Theory in Half Century », dans *Mathematica Japonica*, n°41, 1995, pp. 109–124.

⁵⁵ Cette longueur d'onde associée aux particules définit son étalement spatial. Si les dimensions du système sont inférieures à cette longueur d'onde, les effets d'interférence rendent nécessaires l'application de la mécanique quantique plutôt que la théorie des champs.

la spectroscopie de diffusion Rayleigh non résonante à quatre photons – méthode qui consiste à enregistrer le spectre des librations cohérentes des molécules en interaction avec des champs lasers.

Au préalable, il faut savoir que, bien que cette réalité soit rarement invoquée dans les études biophysiques et physico-chimiques, on distingue, dans les études quantiques, deux types de molécules d'eau en fonction de leur « spin ». Le « spin » est une propriété désignant le fait qu'une particule peut tourner sur elle-même suivant un « moment angulaire intrinsèque »⁵⁶ qui produit des librations spécifiques. On différencie donc l'isomère « ortho » où les spins des atomes d'hydrogènes sont parallèles, de l'isomère « para » où, plus rarement, les spins sont antiparallèles – tous deux apparaissant distinctement à l'état gazeux.

Contre toute attente, l'analyse spectroscopique de l'eau liquide révèle que l'on peut repérer les mêmes librations permettant d'identifier ces deux isomères. La permanence d'un double comportement quantique constitue à cet égard une preuve déterminante de cohérence⁵⁷. Conséquemment, l'eau liquide est à considérer comme un mélange de deux substances qui manifestent des propriétés sensiblement différentes.

Une autre preuve indirecte de l'organisation cohérente de cette matière est également fournie par des expériences qui encapsulent des clusters poly-moléculaires à l'aide de nano-cavités, et que les procédés de diffraction par rayons X offrent ensuite de scruter⁵⁸. Ceux-ci mettent en évidence deux types d'organisation : d'une part des assemblages relativement peu structurés et que l'on peut caractériser de chaînes incohérentes ; d'autre part des agrégats fortement architecturés selon une triple structure élaborée sur le modèle du dodécaèdre de Platon. Ce qui représente une géométrie spatiale éminemment indicative de cohérence.

Cette découverte est corroborée par des analyses topologiques via une mise en diagramme de type « Voronoi » – procédé qui modélise des jonctions entre éléments chimiques à partir d'une projection en 2D par polyèdres. Ces analyses ont, de la sorte, mis en lumière des organisations tétraédriques (à forte géométrie) et non tétraédriques (sans géométrie) liées par des points « isobestiques »⁵⁹, c'est-à-dire des points de croisement entre ces deux types de structures au niveau de l'absorption du rayonnement électromagnétique.

S'il est vrai que l'on se risque avec la théorie quantique des champs dans le domaine de l'hypothétique, celle-ci fournit néanmoins un cadre d'intellection particulièrement séduisant : le seul qui soit, actuellement, apte à proposer un formalisme mathématique expliquant les propriétés de l'eau liquide. De façon spécifique, l'efficacité de cette théorie réside en ce qu'elle intègre le paramètre du vide quantique, que l'on ne peut négliger depuis la découverte du fameux boson de Higgs⁶⁰. Comme le résume Marc Henry :

Si le vide est un néant, tel que l'envisage la physique classique ou la mécanique quantique des débuts, l'eau ne révèle qu'un réseau fluctuant et aléatoire de liaisons hydrogène. Toute interaction quantique est vouée à être

⁵⁶ Voir Sin-Itiro TOMONAGA, *The Story of Spin*, Chicago, Presses universitaires de Chicago, 1998.

⁵⁷ Aleksei BUNKIN, Serguei PERSHIN et Alisher NURMATOV, « Four-Photon Spectroscopy of Ortho/Para Spin-Isomer H₂O Molecule in Liquid Water in Sub-Millimeter Range », dans *Laser Physics Letters*, n°6, 2006, pp. 275–277. La conversion rapide entre eau « ortho » et eau « para » au sein des clusters (Russell SLITER et al., « Fast Nuclear Spin Conversion in Water Clusters and Ices : A Matrix Isolation Study », dans *Journal of Physical Chemistry*, volume 115, n°34, 2011, pp. 9682–9688) étaye leur distinction avec les domaines de cohérence.

⁵⁸ Achim MÜLLER et Marc HENRY, « Nanocapsule Water-based Chemistry », dans *Comptes Rendus Chimie*, volume 6, n°8–10, 2003, pp. 1201–1208 ; Marc HENRY et al., « Chameleon Water : Assemblies Confined in Nanocapsules », dans *Journal of Molecular Liquids*, volume 118, n°1–3, 2005, pp. 155–162.

⁵⁹ Jing-Ping SHIH, Shey-Yi SHEN et Chung-Yuan MOU, « A Voronoi Polyhedra Analysis of Structures of Liquid Water », dans *Journal of Chemical Physics*, volume 100, n°3, 1994, pp. 2202–2212.

⁶⁰ Voir Gilles COHEN-TANNOUDI et Michel SPIRO, *Le boson et le chapeau mexicain*, Paris, Gallimard, 2013, collection « Folio essais ».

répulsive, ne laissant que des forces électrostatiques au faible pouvoir attractif. C'est pourquoi d'ailleurs la liaison hydrogène a d'abord été rejetée par la communauté scientifique, pour des raisons oubliées ou négligées.⁶¹

Si cette approche demeure peu connue, c'est en raison du fait qu'elle manipule des concepts et des axiomes qui sont loin d'être intuitifs, et qui continuent d'être vivement questionnés. Elle invite, significativement, à substituer à la représentation spatiale de l'eau comme un édifice de clusters, la perspective d'une structure temporelle en domaines de cohérence impliquant des millions d'éléments, à partir d'une distinction opérante entre une liaison covalente – de nature dispersive – et une liaison hydrogène, dont l'énergie est liée au vide.

3 De la mémoire à l'informatique liquide

Concevoir l'eau liquide comme un condensat de bosons fournit non seulement un moyen d'élucider ses conditions d'existence, mais aussi d'envisager qu'elle soit un support d'informations – créditant de la sorte les travaux fortement controversés de Benveniste et de Montagnier au sujet de la « mémoire » de l'eau. Le fait est qu'en regard du principe de dualité onde-corpuscule qui associe à une énergie donnée une fréquence, l'hypothèse de la cohérence introduit un nouveau paramètre : celui de « phase quantique »⁶².

La « phase » constitue en particulier le support d'une information effective, s'il est vrai que toute propagation d'énergie est susceptible de véhiculer une information immatérielle⁶³. Dans la mesure où la théorie des champs établit une relation d'incertitude entre nombre de quanta et phase quantique, le comportement collectif définissant la cohérence fixe la phase quantique du champ étudié – c'est-à-dire l'information structurante – au prix de l'indiscernabilité des objets qui participent au champ de cohérence.

a) Sensibilité à un spectre de fréquences

La cohérence résulte de la relation entre deux structures : un champ vibratoire et une collection indéfinie d'éléments qui oscillent en phase. Le premier fournit le principe invisible d'organisation du système, tandis que la seconde manifeste le champ de cohérence. Ce champ prend dès lors des formes variées en fonction de la fréquence de vibration ; ce qui signifie que l'eau est, par principe, sensible à certaines fréquences.

Le réseau des liaisons hydrogènes représente la structure vibrante en mesure de capter les fréquences fournissant l'énergie nécessaire à la phase liquide. Le vide jouant le rôle de milieu propageur, la source vibratoire est donc de nature électromagnétique. Par ailleurs, la relation de phase entre vibration des molécules et champ électromagnétique permet de définir le spectre impliqué : la fréquence de la liaison donne une longueur d'onde d'environ 20 μm – typiquement le rayonnement infrarouge qu'émet la Terre⁶⁴.

⁶¹ Marc HENRY, « The Hydrogen Bond », *art. cit.*

⁶² La phase indique, au sein d'un comportement ondulatoire, la situation instantanée d'une grandeur qui varie cycliquement et qui peut être vue comme un angle (ce que l'on appelle « l'argument de l'onde »). Voir Marc HENRY, « Physique quantique des champs », *art. cit.*

⁶³ À titre d'exemple, le langage verbal repose sur l'émission d'ondes sonores qui propagent de l'énergie acoustique, mais véhiculent également un contenu informationnel que code la phase de l'onde émise vocalement.

⁶⁴ Cette sensibilité est mise en évidence via les réactions du luminol en solution aqueuse qui suivent les cycles circadiens : Vladimir L. VOEIKOV et al. « Activated bicarbonate solutions as models of confined ontic open system and prototypes of living respiring systems », dans *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, n°5, 2010, pp. 30–38.

En parallèle, l'excitation fournie par ce rayonnement infrarouge facilite l'ionisation des domaines de cohérence – l'énergie d'ionisation désignant l'énergie nécessaire pour arracher un électron à une molécule ou un atome. Le seuil nécessaire à l'apparition de domaines de cohérence (12,07 eV) se révèle en effet proche du seuil d'ionisation (12,6 eV) ; si bien qu'il faut peu d'énergie pour arracher des électrons à l'eau cohérente, lesquels ont vocation à former des courants électriques.

Singulièrement, ces courants sont de type supraconducteur, en accord avec le fait que la matière condensée bénéficie de propriétés paradoxales⁶⁵. La supraconductivité désigne concrètement l'absence de résistance électrique au sein d'un matériau ; ce qui signifie que ces courants ne s'amortissent jamais. Ils sont en retour source de champs électromagnétiques avec des fréquences de l'ordre du mégahertz⁶⁶ ; en sorte qu'un autre mode d'action sur l'eau consiste à interagir avec ces champs par le biais d'ondes radio.

On doit également prendre en compte la structure ondulatoire qui se dessine à partir d'un ensemble de domaines de cohérence – puisque chacun d'eux piège un champ électromagnétique dont l'amplitude se trouve en chacun de leur centre. Ce qui signifie que l'eau résonne à une fréquence spécifique à l'échelle des domaines – bien distincte de la fréquence des molécules au sein d'un domaine – de l'ordre du gigahertz⁶⁷.

Cette sensibilité de l'eau aux fréquences électromagnétiques permet de comprendre les résultats des expériences de Benveniste et de Montagnier. S'il est vrai que des ondes électromagnétiques peuvent être émises par du matériel biologique tel que l'ADN⁶⁸, la relation entre matière et rayonnement à l'échelle nanométrique implique que diluer un substrat biologique revient à en concentrer le rayonnement dans le vide qui participe à la coalescence de l'eau. La barrière d'Avogadro – cette limite à partir de laquelle la présence chimique d'un soluté disparaît – ne s'appliquant ni au rayonnement ni au vide, l'objection classique des sceptiques au sujet d'une capacité mémorielle de l'eau s'effondre en conséquence sur elle-même.

b) Performativité de nature ondulatoire

Si l'organisation de l'eau en domaines de cohérence rend compte d'une capacité de mémorisation de fréquences, il s'agit en retour d'éclaircir comment ces fréquences engrammées peuvent ensuite déclencher des réactions biochimiques. Ce qui concerne, en d'autres termes, la performativité de l'eau.

En premier lieu, la cohérence permet d'envisager des effets de type mécanique, car elle implique que tout élément qui n'est pas en mesure de résonner en phase avec elle se trouve rejeté en dehors de son espace d'action. Pour cette raison, les électrolytes – ces substances conductrices composées principalement d'ions nécessaires à la vie – s'accumulent dans les interstices entre domaines⁶⁹.

⁶⁵ John BARDEEN, Leon Neil COOPER et John Robert SCHRIEFFER, « Theory of Superconductivity », dans *Physics Review*, volume 108, n 5, 1957, pp. 1175-1204.

⁶⁶ Marc HENRY, « L'eau et l'électromagnétisme. Le point de vue de la science », conférence à Hohenfeld dans le cadre du « Printemps de l'eau », 2014, <https://www.youtube.com/watch?v=bH9FiHuHieo>, consulté le 23/08/2019. La supraconductivité explique ainsi le diamagnétisme de l'eau via l'effet « Meissner » qui exclut tout champ magnétique en son sein.

⁶⁷ Marc HENRY, « Eau et électromagnétisme », conférence donnée dans le cadre de l'association « Les pieds à la terre », 2018, <https://www.youtube.com/watch?v=1WWqjVdY48>, consulté le 01/10/2019.

⁶⁸ Luc MONTAGNIER et al., « DNA Waves and Water », dans *Journal of Physics Conference Series*, volume 306, n°1, 2011, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/306/1/012007/pdf>, consulté le 01/10/2019.

⁶⁹ Vincent CRAIG, Barry NINHAM et Richard PASHLEY, « The Effect of Electrolytes on Bubble Coalescence in Water », dans *Journal of Physical Chemistry*, n°39, 1993, pp. 192–197.

Cependant, ces électrolytes ne se comportent pas selon le modèle dit « Debye-Hückel » qui prédit la répartition des ions à partir de l'équilibre des charges. Ils forment un plasma déterminé par la sensibilité des ions aux champs magnétiques qu'émettent les courants d'électrons de l'eau cohérente⁷⁰. Cette dynamique explique entre autres pourquoi les ions potassium se trouvent inclus au sein des cellules, tandis que les ions sodium en sont exclus : à l'inverse des ions potassium qui résonnent en phase avec le champ de cohérence, les ions sodium se voient contraints de tourner en périphérie du domaine de cohérence – stabilisé par la présence de polymères organiques dans la cellule – sous l'influence de son champ magnétique⁷¹.

Par extension, on mesure le potentiel d'action de l'eau cohérente sur l'expression des gènes, dans la mesure où l'ADN est une structure de poly-électrolytes. Selon toute vraisemblance, il existe alors une relation symbiotique entre l'information fixée sur la phase des domaines de cohérence et le codage génétique nécessaire pour que la vie s'exprime – la première actualisant le contenu inscrit dans les gènes.

On peut également envisager une efficacité de nature intangible à partir de l'effet « Aharonov-Bohm ». Cette propriété stupéfiante démontrée par Yakir Aharonov et David Bohm désigne la faculté du « potentiel »⁷² magnétique, invisible, à affecter les phases quantiques d'un objet. Cela correspond à un pouvoir d'action mystérieux en ce qu'il dépasse la limite d'influence concrète d'un champ électromagnétique⁷³. C'est dire alors que le champ piégé dans les domaines de cohérence peut agir à distance sur les phases quantiques de certains éléments organiques, tels que les acides aminés, et ainsi dynamiser la synthèse protéique⁷⁴.

On peut objecter à cette analyse identifiant l'eau à un moyen de réguler un organisme complexe, le fait que les membranes cellulaires constituent des obstacles à la communication électromagnétique. Toutefois, dans la mesure où l'eau cohérente se comporte comme un supraconducteur, la séparation entre milieu intracellulaire et milieu extracellulaire correspond à la configuration d'une jonction de Josephson. Bien que les paires d'électrons ne puissent exister dans les membranes des cellules, un courant peut néanmoins s'établir par effet tunnel – cette propriété quantique consistant à franchir une barrière de potentiel en dépit des lois mécaniques – et induire une persistance de cohérence de phase malgré cette séparation⁷⁵.

c) Puissance informatique de l'eau

S'il est vrai que la capacité de l'eau liquide à conserver sous forme rémanente des fréquences lui confère une puissance d'organisation de polymères et de stimulation de structures biologiques⁷⁶, ses propriétés l'identifient à un véritable système *informatique*. Car, de ce point de vue, l'information qu'elle véhicule par le biais de son architecture cohérente s'avère à la fois forme et contenu.

⁷⁰ Emilio del GIUDICE et al., « On the “Unreasonable” Effects of ELF Magnetic Fields upon a System of Ions », dans *Bioelectromagnetics*, volume 23, n°7, 2002, pp. 522–530.

⁷¹ Pierandrea Lo NOSTRO et Barry NINHAM, « Hofmeister Phenomena : An Update in Ion Specificity in Biology », dans *Chemical Reviews*, n°4, 2012, pp. 2286–2322.

⁷² Un potentiel est une quantité physique assimilable à un vecteur en électromagnétisme et qui n'est pas directement mesurable.

⁷³ Joseph IMRY et Richard WEBB, « Les interférences quantiques et l'effet Aharonov-Bohm », dans *Pour la science*, n°140, 1989, pp. 32-39.

⁷⁴ Voir Joël STERNHEIMER, « Musique des particules élémentaires », dans *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, volume 297, série 2, 1983, p. 829.

⁷⁵ Antonio BARONE et Gianfranco PATERNO, *Physics and Application of the Josephson Effect*, New-York, Wiley-Interscience, 1982 ; Mickael TINKHAM, *Introduction to Superconductivity*, New-York, Dover Publication, 2004, collection « Dover Books on Physics ».

⁷⁶ Ce qui lui permet, sous certaines conditions, de répliquer à l'identique des brins complets d'ADN ; voir Luc MONTAGNIER et al., « DNA Waves and Water », *art. cit.*

Cette analogie entre l'eau et un système informatique bénéficie de l'image janusienne qui découle de la perspective quantique des champs, loin de la façon dont la chimie représente cette matière. Puisque les domaines de cohérence s'étendent sur des régions définies par la longueur d'onde du champ électromagnétique qui leur permet d'exister, on peut estimer leur diamètre à 75 nanomètres, lequel contient 5 à 10 millions de molécules. L'eau liquide est donc à voir, à cette échelle, comme une structure fondamentalement granuleuse.

En corollaire, les variations thermiques provoquent l'apparition d'un film d'eau incohérente séparant les domaines en proportion variable. À 30°C, on estime la proportion de 40% d'eau cohérente contre 60% d'eau incohérente, avec un seuil d'énergie de 0,16 eV équivalent à une liaison hydrogène⁷⁷.

Les mesures spectroscopiques attestent de ce caractère duel de la phase liquide qui la fait se présenter sous deux états distincts⁷⁸. Cet état de chose fournit en particulier la clef des propriétés thermodynamiques générales de l'eau : si la *cohérence* est la condition de possibilité d'une informatique du vivant, en retour l'*incohérence* est responsable de sa constante diélectrique et de son seuil de chaleur latente d'évaporation, mais aussi du fait qu'elle est loin d'être un conducteur électronique parfait.

Plus encore, ce modèle janusien invite à établir une relation analogique avec le code binaire qui supporte la mémoire électronique : à l'alignement ferromagnétique codant 1 bit dans un système informatique correspond identiquement un domaine de cohérence pour 1 bit (en associant 0 bit à un espace incohérent). Sur cette base, on peut évaluer qu'un volume d'eau de 18 grammes contient 10^{16} domaines de cohérence ; ce qui représente une capacité de stockage d'1 péta-octet – soit 1 million de giga-octets⁷⁹.

L'efficacité de cette analogie s'appuie sur les intuitions du mathématicien Claude Shannon, dont les travaux ont permis de concevoir l'information non plus en termes de contenu ou de sens – par opposition à l'absurde – mais en termes d'ordre ou de désordre, qui sont des grandeurs mathématisables⁸⁰. Typiquement, le langage binaire au fondement de la communication électronique supprime toute référence à un sens en amont du message, au profit d'une organisation optimale.

Dès lors, l'analyse quantique de l'eau prolonge les intuitions sur le vivant qui s'inscrivent dans le sillage de la cybernétique. La découverte de l'ADN, à la fois mémoire et programme, a significativement suscité l'idée que l'informatique est moins une invention humaine qu'une propriété du vivant. Cette perspective organique est par ailleurs l'intuition déterminante d'Alan Turing, père fondateur de l'informatique : c'est parce que le mécanisme intégral est impossible que l'informatique existe. Elle est pour cette raison une puissance. Réciproquement, dire que l'informatique est une force organique signifie embrasser une conception dynamique de la Vie qui se régule de façon réflexive, à la façon d'un ruban de Moebius se recourbant sur lui-même⁸¹.

⁷⁷ Anders NILSSON et Lars PETTERSSON, « Perspective on the Structure of Liquid Water », dans *Chemical Physics*, n°389, 2011, pp. 1–34.

⁷⁸ Jared SMITH et al., « Unified Description of Temperature-Dependent Hydrogen-Bond Rearrangements in Liquid Water », dans *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, volume 102, n°40, 2005, pp. 14 171–14 174.

⁷⁹ Marc HENRY, « The Hydrogen Bond », *art. cit.* À titre indicatif, la totalité du contenu de tous les livres pourrait être codée dans 3,6 litres d'eau ; et l'on peut estimer la quantité d'informations dans un corps humain à 17 siècles de vidéo en qualité Blue-ray.

⁸⁰ Voir Léon BRILLOUIN, *Science et théorie de l'information*, Paris, éditeur Jacques Gabay, 2000.

⁸¹ « Le vivant est donc doué d'une forme de réflexivité propre aux machines de Turing, compliquée par une autoaffection qui les modifie au fur et à mesure qu'elles codent », Mark ALIZART, *Informatique céleste*, Paris, Presses universitaires de France, 2017, p. 58.

d) Vers une biologie inorganique

Envisager une dimension informatique de l'eau, à la lumière de la théorie quantique des champs, décentre en conséquence la question de l'organisation de cette matière au profit d'une interrogation plus générale de la Vie. Il est vrai que l'analyse de l'eau prend un tout autre sens une fois que l'on convertit la valeur de sa masse au sein d'une cellule (estimée à 70%) en nombre d'objets moléculaires ; car cette opération donne une proportion en mol bien plus significative de 99%⁸².

Au-delà de son caractère théorique, l'hypothèse d'une informatique aqueuse confère un sens à cette topologie en attribuant à l'eau un rôle déterminant, en parallèle aux communications moléculaires sur lesquelles se focalisent les études en biologie. Par extension, puisqu'il s'agit du composant majoritaire au sein de toute cellule, l'étude de l'eau aboutit à un changement radical de paradigme touchant à notre conception de la Vie.

En particulier, la singularité de cet élément réside dans son caractère interdisciplinaire, car elle fait se rejoindre d'un côté la physique quantique – visant à élucider les propriétés de la matière au niveau le plus fondamental – et de l'autre la biologie – dédiée à la description du fonctionnement des organismes. Sa nature complexe transcende ainsi la frontière établie entre l'organique et l'inorganique.

Dans cette perspective, la Vie se donne à voir moins comme une série de processus enzymatiques que comme l'auto-déploiement d'une réalité informatique ; ce qui fait écho aux postulats de la physique quantique pour laquelle la réalité est essentiellement régie par de l'information performative⁸³ – ce que traduit de façon imagée la célèbre formule de John Wheeler : « *it from bit* »⁸⁴.

On ne peut toutefois négliger ici le danger de nature idéologique consistant à réduire un organisme à une machine par transposition métaphorique, quelle que soit son échelle d'organisation. Cela posé, l'hypothèse informatique qui est développée ici ne s'inscrit pas dans l'optique d'assujettir le comportement vivant à un programme unidimensionnel – c'est-à-dire à une mécanique obéissant à un principe transcendant, hétérogène au système. Au contraire, elle envisage la dynamique intriquée du réel physique et de la Vie comme une *automatique* motivée par ce que Mark Alizart nomme la « prodigalité du vide »⁸⁵.

Ce concept philosophique est à distinguer ici de la réalité physique du vide quantique. Le concept de « vide » désigne dans ce cadre de pensée une béance structurelle qui traduit une ressource inépuisable : la possibilité pour un système de se recourber sur lui-même et d'être affecté par ses opérations, de façon à pouvoir automatiquement les interroger et se réorienter en fonction.

Cette lecture rejoint les intuitions phénoménologiques de Michel Henry, qui identifie la Vie à une puissance s'affectant elle-même de façon immanente – les tonalités *pathétiques* du monde constituant autant de modalités de révélation de soi⁸⁶. L'hypothèse informatique substitue de façon similaire à l'idée d'un principe transcendant qui vient animer les organismes, l'idée que le vivant dispose de son propre principe en lui-même.

⁸² Marc HENRY, « Structure quantique cohérente et incohérente de l'eau liquide », ITAB, 2011.

⁸³ À cette échelle, il n'est pas possible de distinguer un phénomène de son observation : mesurer le niveau d'énergie d'une particule aboutit à modifier son état selon le principe de réduction de paquet d'onde.

⁸⁴ John WHEELER, « It from Bit », dans *At Home in the Universe* [1989], New York, American Institute of Physics, 1994.

⁸⁵ Mark ALIZART, *Informatique céleste, op. cit.*, p. 46.

⁸⁶ « [...] les qualités attribuées aux corps ne sont que la projection en eux de sensations et d'impressions qui n'existent jamais ailleurs qu'au lieu où elles se sentent et s'éprouvent elles-mêmes, données à elles-mêmes dans l'auto-donation pathétique de la vie », Michel HENRY, *Incarnation. Une philosophie de la chair*, Paris, Seuil, 2000, p. 145.

Par extension, penser la Vie comme puissance ou comme pure performativité – au sens de ce qui donne forme à un système – conduit à ambitionner une nouvelle biologie : une *biologie inorganique*, qui fasse droit à l'existence des forces électromagnétiques en tant que principe organisateur, non intentionnel, du vivant. Soit une épistémologie qui ne distingue plus de façon oppositive pensée et être, en admettant que la nature se sait fondamentalement elle-même – le passage de l'inanimé à l'animé désignant ce savoir de soi.

À travers la question de la « mémoire » de l'eau, c'est alors à une redéfinition de la Vie que l'on est conduit. La réflexivité du vivant que met en lumière la phénoménologie prend un sens tangible à partir de la structuration temporelle de l'eau en domaines de cohérence, laquelle l'identifie à une matière informatique. Jouant le rôle de médiatrice entre la phase de champs électromagnétiques et le fonctionnement organique, elle fournit de la sorte une réponse au problème qu'énonce Albert Szent-Györgyi :

L'une des difficultés touchant à la chimie protéique venait de ce que je ne pouvais imaginer comment une telle protéine peut « vivre ». Même la protéine la plus évoluée structurellement se montre « stupide », si je puis m'exprimer ainsi... C'est comme si certains éléments basiques au sujet de la vie était toujours manquant sans lesquels aucune compréhension réelle n'est possible.⁸⁷

En retour, c'est à une perspective holiste que l'on est conduit, au sens où penser l'informatique dessine une voie de dépassement des dualismes traditionnels en articulant la matière inerte à la conscience qui nous semble faite d'une toute autre réalité⁸⁸. Loin d'être seulement un objet que l'on peut maîtriser, l'eau se révèle avant tout le milieu à partir duquel l'existence se rend possible. Elle est, de ce point de vue, invitation à se relier intimement au déploiement du monde, plutôt que de s'y vivre comme exilé en son sein.

*
* *

Au terme de ce parcours, il apparaît que l'eau détient une richesse inspirante, loin du mythe actuel d'une matière ordinaire qui ne dissimule rien à l'intelligibilité scientifique. Les recherches pionnières qui sont menées dans une relative confidentialité attestent en particulier de l'enjeu de la considérer dans sa relation privilégiée avec la Vie. Or, en tant que condition de possibilité de cette puissance invisible, on conçoit que l'eau ne puisse être assujettie à l'intellection matérialiste, et dispose de propriétés qui transgressent les conceptions classiques déterminant encore majoritairement notre façon d'envisager les possibles.

En particulier, la théorie quantique des champs, qui résout les énigmes de la phase liquide à partir de l'énergie du vide, révèle l'inadéquation de la réduire à la formule chimique H₂O – qui n'est au mieux qu'un raccourci conceptuel. Son unité minimale devient un ensemble de millions de molécules agissant en cohérence ;

⁸⁷ Albert SZENT-GYÖRGYI, « Towards a New Biochemistry », dans *Science*, volume 93, n°2, 1941, pp. 610–611.

⁸⁸ Significativement, Michel Henry pointe le caractère « invisible » de la Vie considérée sous son angle auto-affectif et qui échappe à l'analyse de la matière organique : « notre chair n'est rien d'autre que *cela qui, s'éprouvant, se souffrant, se subissant et se supportant soi-même et ainsi jouissant de soi selon des impressions toujours renaissantes*, se trouve, pour cette raison, susceptible de sentir le *corps* qui lui est extérieur, de le toucher aussi bien que d'être touché par lui. Cela donc dont le corps extérieur, le corps inerte de l'univers matériel, est par principe incapable », Michel HENRY, *Incarnation. Une philosophie de la chair*, op. cit., pp. 8-9.

soit un comportement complexe qui induit les concepts de fréquence et de phase quantique, et qui fournit un support plausible à la « mémoire » aqueuse qui a mis le feu aux poudres dans le milieu scientifique.

Sur ce point, les réticences de la communauté scientifique se conçoivent comme résistance au paradigme informatique qui en découle. Celui-ci inflige en effet une nouvelle blessure narcissique à l'humanité en lui soustrayant le privilège de la pensée, dans la mesure où il implique que la connaissance fasse partie intégrante de la nature. En conséquence de quoi, comme le présente Turing dans le « jeu de l'imitation », la conscience à partir de laquelle nous fondons notre humanité apparaît comme la production du vide qu'elle est :

On déduit du jeu de l'imitation qu'il est indifférent à Turing de savoir si une machine pense ou pas puisqu'il suffit qu'elle imite quelqu'un qui pense pour qu'on puisse dire qu'elle pense. Mais la position de Turing est plus subtile : elle est que le Soi n'est pas une propriété générique de l'Être. Il est l'inconsistance même « apparaissante ». ⁸⁹

Pour autant, les enjeux humanistes de ce paradigme ne sont pas des moindres ; car notre besoin d'échanger massivement des données par le biais d'ondes électromagnétiques a vocation à interférer avec les échanges informationnels entre l'eau et les structures biologiques. Aussi, admettre la sensibilité de la matière aqueuse à certaines fréquences – dont celles du wifi – constitue un pas décisif pour prendre conscience de l'impact potentiel de nos moyens de communication en pleine expansion sur notre qualité d'existence.

À l'aune du riche dispositif théorique convoqué, la disqualification des recherches sur la « mémoire » de l'eau, en raison de leur inadéquation avec les principes du pharmaco-dynamisme, relève d'une forme d'obscurantisme. Force est alors de constater que l'eau, en tant qu'objet d'étude, touche de façon sensible à la question du rapport au savoir à notre époque.

En particulier, les recherches présentées ici de manière synthétique ne bénéficient que d'une faible diffusion parce qu'elles décloisonnent les disciplines. Cela leur confère une position de marginalité qui manque de légitimité, puisque comme le souligne Christophe Meurée :

[...] malgré la mode de l'interdisciplinarité, une conjonction toujours plus élargie des perspectives théoriques court le danger d'une réception suspicieuse, parce qu'elle œuvre à contre-courant des désirs d'exclusivité qui règnent en maître sur la théorie [...]. ⁹⁰

C'est pourquoi les obstacles à un débat constructif relèvent avant tout d'une sociologie de la science. D'une part, peu de personnes ont réellement lu les publications qui font débat, tant parce que leur contenu n'est en détail accessible qu'à une poignée d'initiés que parce que les chercheurs se contentent de plus en plus de citer les propos d'autres auteurs. D'autre part, le manque de propositions expérimentales indépendantes, lié à la dimension sulfureuse du sujet, enlève la question dans des polémiques stériles et agressives.

Typiquement, on se trouve dans une configuration similaire au moment de l'introduction du concept de liaison hydrogène, formulé à l'origine par un étudiant, Maurice Huggins. Si elle est désormais admise –

⁸⁹ Mark ALIZART, *Informatique céleste*, op. cit., p. 56. Lacan, influencé par la cybernétique en son temps, développe significativement l'idée que la cure psychanalytique consiste à réconcilier la conscience avec elle-même en se nommant comme le vide qu'elle est ; voir Ronan Le ROUX, *Structuralisme(s) et cybernétique(s). Lévi-Strauss, Lacan et les mathématiciens*, Paris, Cetcopra, 2010.

⁹⁰ Christophe MEURÉE, *La scène d'atemporalité dans le récit contemporain de langue française. Inventer l'envers du temps*, thèse en philosophie et lettres (langues et littératures romanes), volume 1, Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, 2009, p. 69.

notamment parce qu'elle résout la structure des protéines et de l'ADN –, elle a d'abord fait scandale parce qu'elle contredisait les lois de Leibniz⁹¹. Aussi peut-on songer que la science, qui dénonce aujourd'hui la « mémoire » de l'eau comme une affabulation, l'admette un jour comme une réalité déterminante.

De ce point de vue, l'époque contemporaine apparaît menacée moins par l'oubli de l'héritage des Lumières, tel que le postule Michel Onfray⁹², que par l'esprit même des Lumières. Le fait est que cette pensée s'oppose à l'assimilation d'un paradigme en faveur du concept d'information, par essence invisible – nul n'ayant jamais vu l'information que transmet par exemple le langage – et qui, pour cette raison, demeure assimilé à un discours spiritualiste sans fondement. Il faut sur ce point donner raison aux inquiétudes de Hegel, tant il est vrai que la confiance aveugle dans le matérialisme fait aujourd'hui obstacle à l'élargissement des horizons qui résulte des recherches sidérantes en physique quantique.

⁹¹ On peut évoquer l'article polémique dont le vocabulaire moraliste agressif est indicatif des rejets sceptiques qui ont freiné l'acceptation de cette hypothèse : Henry E. ARMSTRONG, « Bigamous Hydrogen – a protest », dans *Nature*, n°117, 1926, pp. 553-554. Il faudra attendre la reprise du concept par le double prix Nobel Carl Linus Pauling pour qu'il bénéficie de ses lettres de noblesse actuelles.

⁹² Voir Michel ONFRAY, *Rendre la raison populaire*, Paris, Libro, 2013. L'appropriation des propriétés de l'eau dans les milieux spirituels, à partir de connaissances partielles, est conséquente à la faible diffusion des recherches menées sur l'eau. En témoigne la popularité de Masaru Emoto, dont la démarche est celle d'un artiste et non d'un chercheur, par rapport à d'autres spécialistes qui s'inscrivent dans une démarche rigoureusement scientifique.