

3.2

Au delà de la « mémoire de l'eau »... sans eau

Se non è vero è bene trovato

(Expression italienne)

Arguments expérimentaux en faveur de la modélisation proposée

Tout d'abord l'un des arguments en faveur de la modélisation décrite dans le chapitre précédent est la possibilité de décrire les expériences de J. Benveniste dans un cadre logique. Dans ce contexte, toutes les caractéristiques de ces expériences, y compris leurs « bizarreries », y trouvent leur place :

- 1) Emergence d'un « signal » biologique (variation d'un paramètre biologique)
- 2) Concordance entre « étiquettes » et états du système biologique
- 3) « Sauts » erratiques du « signal » biologique au cours des expériences à l'aveugle avec superviseur distant.

Les « sauts » au hasard qui avaient posé tant de problème à J. Benveniste et son équipe sont par conséquent parfaitement décrits sans qu'il soit besoin de faire appel à des explications *ad hoc* telles que des contaminations ou des perturbations électromagnétiques. Bien que l'hypothèse de « mémoire de l'eau » ou toute autre explication « locale » ne puisse être formellement écartée, aucune hypothèse sur des différences physiques entre les différents échantillons n'a été introduite ; seules les étiquettes des échantillons permettent de les différencier.

La logique de ce formalisme peut s'adapter à d'autres situations expérimentales en biologie et en médecine. C'est pourquoi dans un article publié en 2013, j'avais proposé de faire un parallèle logique entre les essais cliniques de produits homéopathiques et l'auto-interférence des photons dans un appareil de

Mach-Zehnder (un dispositif dont le fonctionnement est comparable à l'expérience des deux fentes de Young) :

Homeopathy 2013; 102: 106-13

ORIGINAL PAPER

A quantum-like model of homeopathy clinical trials: importance of *in situ* randomization and unblinding

Francis Beauvais*

Cette similarité (dont le principe est comparable à la modélisation décrite dans le chapitre précédent) permettait de prédire qu'un taux de succès plus élevé devrait être obtenu dans les essais à l'aveugle à condition de réaliser l'aveugle localement. En effet, comme nous l'avons vu, l'absence de superviseur distant permet l'établissement de corrélations « quantum-like ». Dans le cas où un superviseur distant intervient (essai à l'aveugle avec randomisation centralisée), un mélange apparent des résultats se produit selon les étiquettes « placebo » et « produit homéopathique » et on n'observe pas de différence significative entre les groupes de traitement. Il doit être bien compris que dans ce cas on ne fait que comparer les effets associés à deux placebos.

Une expérience destinée à tester cette hypothèse a été rapportée en 2016 par Thieves *et al.* Ces auteurs ont utilisé un modèle de germination et croissance du blé et ils ont comparé deux plans d'expériences : aveugle local (pas de superviseur distant) vs. aveugle centralisé (avec superviseur distant). Les deux groupes de traitement comportaient un placebo et un produit homéopathique (« Sulfure » à hautes dilutions) :

Homeopathy 2016; 105: 270-9

ORIGINAL PAPER

First evidence of Beauvais' hypothesis in a plant model

Karin Thieves^{1,*a}, Andreas Gleiss², Karl Wilhelm Kratky³ and Michael Frass^{4,5}

¹*Sola Salus, Institute for Homeopathic Research, Vienna, Austria*

²*Medical University of Vienna, Center for Medical Statistics, Informatics, and Intelligent Systems, Vienna, Austria*

³*University of Vienna, Faculty of Physics, Vienna, Austria*

⁴*Medical University of Vienna, Department of Medicine I, Outpatient Unit Homeopathy in Malignant Diseases, Vienna, Austria*

⁵*Scientific Society for Homeopathy, Köthen, Germany*

L'hypothèse initiale a été confirmée et il existait une différence significative avec ou sans superviseur distant ($p = 0,004$ pour l'interaction statistique entre les deux plans d'expérience). Cette expérience est par conséquent un argument

important en faveur de l'émergence possible de corrélations « quantum-like » au cours d'expérience de biologie. En effet, une hypothèse « locale » telle que la « mémoire de l'eau » ne peut pas expliquer la différence entre les deux plans d'expérience. De plus, au-delà de la question de la « mémoire de l'eau », ces résultats contre-intuitifs sont inexplicables dans le cadre des probabilités classiques. Ces observations devront donc être confirmées par d'autres équipes et dans d'autres modèles.

D'un point de vue « historique », il est intéressant de noter que ces expériences ont reproduit avec un modèle expérimental différent la « pierre d'achoppement » qui a empêché J. Benveniste de convaincre ses « pairs », en particulier lors des « démonstrations publiques » qui étaient destinées à être des « preuves de concept ». Ce qui était un obstacle pour J. Benveniste (la différence de résultats avec ou sans superviseur distant) était, dans les expériences Thieves *et al*, le but de l'expérimentation !

Au-delà de la « mémoire de l'eau »...

On pense généralement que le monde macroscopique échappe aux conséquences de la physique quantique du fait du phénomène de décohérence dont nous avons parlé dans la deuxième partie. Par conséquent, on considère généralement que les systèmes biologiques ont un comportement qui est toujours classique. Néanmoins certains phénomènes biologiques tels que la photosynthèse ou l'orientation des oiseaux selon le champ magnétique terrestre semblent avoir des fondements quantiques.¹ De plus des situations expérimentales avec des dispositifs macroscopiques peuvent avoir un comportement qui suit la logique quantique. Ainsi, Aerts a montré que les probabilités quantiques pouvaient être introduites comme la conséquence d'un manque de connaissance à propos des fluctuations qui se produisent durant l'interaction entre un appareil de mesure et l'objet à mesurer.² En psychologie expérimentale, certains phénomènes cognitifs semblent obéir à des lois « quantum-like ».³

La plupart des auteurs qui utilisent les probabilités quantiques en dehors de la physique quantique ne considèrent pas que les systèmes qu'ils décrivent sont réellement quantiques. Des outils issus des probabilités quantiques sont simplement utilisés pour décrire des résultats qui seraient sans cela considérés

¹ Lambert, N et al. Quantum biology. *Nat Phys* 2013; 9: 10-18.

² Aerts, D. Quantum structures due to fluctuations of the measurement situations. *Int J Theor Phys* 1993; 32: 2207-2220.

³ Busemeyer, J.R. and Bruza, P.D. Quantum models of cognition and decision, Cambridge University Press (2012).

comme paradoxaux (par exemple, dans le domaine de la psychologie, dans la prise de décision ou les erreurs de jugements). En effet, la physique quantique est non seulement une nouvelle physique mais également une nouvelle théorie des probabilités. L'extension des probabilités classiques avec certains outils empruntés aux probabilités (par exemple, superposition, intrication, interférences) apparaît donc fructueuse dans ces différents domaines.

Une question centrale est la généralisation du modèle proposé à d'autres situations expérimentales. En effet, on pourrait soutenir qu'après tout le même modèle pourrait s'appliquer à des paris sur le lancer d'une pièce de monnaie en remplaçant les « étiquettes » par les paris (« pile » *vs.* « face ») qui ne sont rien d'autre que des « résultats attendus » et en substituant le système biologique par la pièce de monnaie elle-même.

La réponse à cette question est dans l'équation 6 du chapitre précédent. En effet, cette dernière suppose tout d'abord que le système S a une structure interne qui est soumise à des fluctuations aléatoires (des fluctuations thermiques par exemple) et ensuite que chaque valeur p_{n+1} est fortement dépendante de la valeur p_n . En d'autres termes, les probabilités p_{n+1} sont corrélées aux probabilités p_n . Cette dernière caractéristique est appelée *autocorrélation temporelle* et elle est une caractéristique des systèmes avec des *fluctuations aléatoires lentes* tels que les systèmes soumis au mouvement brownien ou les systèmes biologiques.

Au contraire, pour des systèmes basés sur des phénomènes non soumis à des fluctuations internes (radioactivité) ou avec une inertie mécanique suffisante pour ne pas être influencés (systèmes rigides tels que le lancer d'une pièce de monnaie ou d'un dé à jouer), ϵ est égal à zéro et aucune transition n'est possible. Pour des systèmes expérimentaux soumis à des fluctuations internes, mais avec des états successifs qui ne sont pas autocorrélés du fait de forces de rappels fortes (systèmes « élastiques ») ou de fluctuations aléatoires trop rapides (bruit électronique), une transition de la probabilité de « succès » n'est pas possible (seules des fluctuations autour de 1/2 sont observées).

Pour être scientifique, toute théorie doit pouvoir être testée. La modélisation proposée prédit que les corrélations « quantum-like » disparaissent quand elles sont évaluées par un superviseur distant. Seules des évaluations locales permettent des « interférences » et dans ce cas les effets « attendus » sont corrélés avec les effets observés. Il est important de souligner que cette modélisation ne décrit pas une relation causale entre des états mentaux (une intention, par exemple) et des états physiques. En effet, seules des corrélations « quantum-like » sont autorisées et il n'y a aucun moyen de transmettre des messages, des instructions ou des ordres d'un observateur à un autre.

Il n'est pas exclu des corrélations « quantum-like » soient observées au cours d'essais cliniques et s'ajoutent ainsi à une relation causale classique entre un médicament et un effet pharmacologique « local ». Dans ce cas ces éventuelles corrélations « non classiques » pourraient constituer une des composantes de l'effet placebo. Ici également, la comparaison des évaluations locales et à distance pourraient apporter une réponse. L'existence possible de corrélations « quantum-like » dans le cadre de l'effet expérimentateur est également un élément intéressant à explorer dans le débat actuel sur la reproductibilité en sciences et tout particulièrement dans les sciences de la vie.¹ L'expérimentation en biologie, médecine et psychologie pourrait ainsi bénéficier d'une théorie des probabilités plus étendue que les probabilités classiques en autorisant des interférences entre les probabilités (plus précisément entre les amplitudes de probabilité).

En guise d'épilogue (provisoire...)

Seul le futur dira si l'hypothèse que nous proposons, en quelque sorte une « mémoire de l'eau »... sans eau, a quelque fondement. L'un au moins de ses mérites aura été de montrer qu'il existe une voie moyenne entre d'une part l'adhésion à tout crin à la « mémoire de l'eau », aux effets des hautes dilutions et à la « biologie numérique » et d'autre part le refus total de ces expériences.

Les expériences concernant la « mémoire de l'eau » furent vraisemblablement un épiphénomène dont les fondements étaient mal compris ; elles questionnent notre rapport au monde et notre relation à ce que nous convenons d'appeler la réalité extérieure. Les chercheurs qui pensaient explorer le monde n'ont fait qu'observer leur propre pensée dans le miroir de l'eau... Il est d'ailleurs possible que des phénomènes comparables soient parfois rencontrés dans certains laboratoires (ou hors des laboratoires...) mais ne soient pas reconnus comme étant liés à un effet de ce type.² Lorsqu'il est confronté à ce type de situation, l'expérimentateur qui pense être dans une situation causale classique ne fait que construire ce qu'il décrit et décrire ce qu'il construit.

L'interprétation que nous proposons pour ces phénomènes nous oblige à revenir à une démarche scientifique qui s'interdit d'extrapoler en dehors d'observations. En d'autres termes, ce qui n'a pas été observé, n'a pas de résultat. Cette démarche n'est toutefois pas un solipsisme car différents

¹ Reality check on reproducibility. *Nature* 2016; 533: 437.

² Ainsi, en médecine, les effets attribués à divers placebos ou à l'homéopathie (une simple collection de placebos ?) pourraient s'expliquer par ce même mécanisme. L'échec des essais cliniques homéopathiques lors de la procédure en double aveugle (équivalente à une évaluation par un superviseur distant) est un argument dans ce sens.

observateurs s'accordent sur leurs observations et construisent ensemble une représentation cohérente du monde. Ces expériences nous rappellent que nous ne devons pas confondre la représentation que nous nous faisons du monde et le monde lui-même auquel nous n'avons accès que par la médiation de nos corps matériels. Cette approche inspirée largement de l'interprétation relationnelle rejoint (et s'inspire également) d'autres travaux dans le domaine de la cognition quantique ou d'analyses utilisant les principes du bayésianisme quantique ¹.

Nous devons peut-être commencer à nous convaincre que décidément nous ne vivons pas dans un monde « classique »...



¹ Bruza *et al* (2009) Introduction to the special issue on quantum cognition. *J Math Psychol* 53:303 ; Busemeyer, Bruza (2012) Quantum models of cognition and decision: Cambridge University Press ; Fuchs (2010) QBism, the perimeter of quantum Bayesianism. *arXiv preprint* arXiv:1003.5209 ; Fuchs *et al* (2013) An introduction to QBism with an application to the locality of quantum mechanics. *arXiv preprint* arXiv:1311.5253 ; Mermin (2014) Physics: QBism puts the scientist back into science. *Nature* 507: 421.