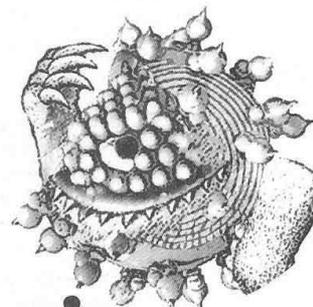


Protéodie,

À travers sa recherche originale et ses « protéodies », Joël Sternheimer suit une démarche scientifique « éthique » pour laquelle l'objet de l'observation est considéré comme sujet à part entière d'un système commun, qu'il s'agisse d'une particule, d'une cellule ou de ses composants, au même titre que tout être vivant. En appliquant aux systèmes biologiques des équations issues de la prise en compte du « sujet mesurant » en mécanique quantique, ce chercheur a ouvert un champ d'exploration passionnant : le rôle de la musique dans les processus de vie.



la symphonie du VIVANT



Les travaux de Joël Sternheimer ont toujours été subordonnés à une éthique consistant à respecter l'objet d'étude au point de considérer ce dernier comme potentiellement sujet lui-même. « Il faut bien, explique-t-il dans un entretien accordé à la revue *Alliance*, arriver à reconnaître du "sujet" dans les bactéries si l'on veut dialoguer avec elles, les apprivoiser et non plus avoir ce comportement de panique qui va susciter une attitude agressive, à courte vue. Dans le judaïsme, dont la tradition m'imprègne, il y a un passage de la Pâque juive où l'on insiste sur la différence entre le sage et le pervers : le sage est celui qui s'inclut comme partie prenante dans l'univers qu'il étudie, alors que le pervers le considère au contraire du dehors. Cela m'a toujours frappé parce que, dans cette optique-là, la science contemporaine tend à être perverse, dans la mesure où elle exclut le sujet de sa description du monde [...]. [Et si on suit cette logique,] on en arrive [...] à non plus seulement décrire, mais également transformer notre monde en objet - nous-mêmes inclus. »

Titulaire d'une thèse de physique théorique sur le problème de masse des particules élémentaires, il est envoyé en mission à Princeton, aux États-Unis, par de Broglie, à la fin des années 60. Le projet consiste à travailler à la mise en évidence de relations non linéaires entre les masses des particules élémentaires. En d'autres termes, il s'agit de montrer que nous ne sommes pas simplement des objets constitués d'assemblages de particules - une grosse particule étant la somme de petites - mais que les organismes vivants fonctionnent « différemment ». Toute la question étant précisément de définir ce « différemment ».



Par Vincent Crousier

Encouragé par Oppenheimer

Mais c'est l'époque de la guerre du Vietnam et, face aux réorientations des crédits américains, la politique de recherche scientifique change radicalement une fois sur place : il ne s'agit plus de « respecter » les particules élémentaires pour tenter de les comprendre, mais de les « casser » pour en étudier les composants. Sternheimer refuse catégoriquement de se plier à ces nouvelles directives : « Ce n'est pas en cassant les particules, estime-t-il, qu'on peut comprendre leur fonctionnement. »

À cette époque, Oppenheimer dirige l'*Institute of Advanced Studies*. Il comprend le dilemme du jeune

Sternheimer et l'encouragement à devenir indépendant. « Si j'avais votre âge, c'est ce que je ferais... », lui avoue alors le père de la bombe atomique. « Un tel conseil venant du père de la big science... cela n'était pas rien... », confie aujourd'hui Sternheimer. C'est ce qui se passe : il rentre en France et sous le pseudonyme d'Evariste, signe un disque qui remporte un franc succès... lui permettant de financer ses recherches. Par la suite, deux apports scientifiques majeurs vont le mettre sur la voie de sa principale découverte.

Les étapes de sa découverte

Avec Bargman, c'est le principe évoqué plus haut de la différence entre les « propriétés d'invariance des objets » et les « propriétés d'invariance du rapport sujet-objet » ou plus prosaïquement, de la distinction entre un objet étudié « de l'extérieur » et

« Il est faux de dire : "En science, il faut être objectif, il faut éliminer le sujet". Non, la science, ce n'est pas l'élimination du sujet, c'est la distinction entre le sujet et l'objet, et cette distinction peut très bien inclure le sujet. »

« de l'intérieur », qui va pouvoir être mathématisé. « Les relations d'Eisenberg, explique Sternheimer, qui décrivent, en mécanique quantique, la mesure d'un objet, ne sont pas homogènes. Si on les rend homogènes, on est amené à introduire deux dimensions additionnelles à l'espace-temps, qui sont des dimensions, pour ainsi dire, de l'ordre du sujet. Cela amène à ajouter des termes additionnels aux ondes de de Broglie, dont des ondes d'échelle qui relient entre elles des échelles différentes. En d'autres termes, il est faux de dire : "En science, il faut être objectif : il faut éliminer le sujet". Non : la science, ce n'est pas l'élimination du sujet, c'est la distinction entre le sujet et l'objet, et cette distinction peut très bien inclure le sujet ».

Cette distinction sujet-objet mise en équation, il manque l'élément qui va permettre de faire le lien entre cette mathématisation et les particules élémentaires sur lesquelles Sternheimer travaille.

C'est là qu'intervient la découverte faite par Julian Schwinger en 1968. Ce physicien américain met en évidence que les masses des particules élémentaires sont reliées par des écarts relatifs de masse de type « $\Delta m/m = \text{constante}$ ». Cette constante étant égale à 0,1186. Cette découverte établit en fait que la relation entre les masses des particules n'est pas linéaire mais bien exponentielle, comme l'avait « pressenti » Sternheimer. Étant exponentielle, c'est une propriété de type invariance d'échelle. Autrement dit, pour expliquer la régularité qui existe entre les masses

des particules, il ne faut pas en mesurer le poids en les « cassant », en les décortiquant, mais évaluer leur différence de poids en pourcentage. C'est ce paramètre qui, intégré aux ondes d'échelles de de Broglie, permet de faire le lien entre la mathématisation de la distinction sujet-objet et les particules élémentaires.

Vient enfin l'année décisive. En 1983, Sternheimer découvre que la valeur de la constante de Schwinger vaut deux fois l'augmentation relative de fréquence d'un demi-ton de la gamme tempérée. Il met ainsi en évidence l'élément qui relie la musique et les masses des particules. Mais ce n'est pas tout : il se trouve que les fréquences propres associées aux particules se synchronisent sur la gamme tempérée à une durée très caractéristique : au bout de $10^{12,5}$ secondes. Coïncidence : cette valeur a une pertinence dans la synthèse des protéines. C'est en effet une durée caractéristique de l'accrochage d'un acide aminé à son ARN de transfert.

« Un acide aminé à l'état libre, explique le chercheur, rencontre une particule qui va le dévier dans sa trajectoire – c'est le mouvement brownien – environ toutes les 10^{13} secondes. Il va ensuite s'accrocher sur l'ARN de transfert, et ce temps caractéristique du passage de l'agitation thermique au mouvement brownien passe à 10^{12} secondes environ. Il se trouve que la valeur de synchronisation sur la gamme tempérée est juste entre les deux. De là, j'en ai inféré que la même loi qui s'applique aux particules élémentaires s'applique également aux acides aminés lorsqu'ils s'accrochent sur leurs ARN de transfert. C'est-à-dire qu'à ce moment précis, dans la cellule, les vingt acides aminés qui ont donc vingt fréquences initiales, vont se synchroniser sur une gamme. Résultat : les vingt acides aminés vont donner dix fréquences. »

Quantiquement impossible

Problème : si on s'en tient aux lois de la mécanique quantique, cela est impossible. En effet, lorsque l'acide aminé va sur l'ARN de transfert puis sur l'ARN messenger fixé sur le ribosome, il est fortement stabilisé vis-à-vis de son agitation thermique. Son comportement devient ondulatoire pendant un bref instant pour redevenir immédiatement particule. Il ne devrait donc pas y avoir de corrélation entre les fréquences successives des différents acides aminés. Or l'onde d'échelle, émise par l'état ondulatoire de la particule, possède la propriété suivante : elle est plus pérenne que la particule elle-même. Donc, l'onde devrait se poursuivre et des corrélations devraient apparaître à cause des coïncidences harmoniques, permettant d'observer des relations entre les fréquences des particules successives.

Quel est donc le modèle qui se vérifie ? « Au regard

C'est le corps qui choisit, pas le médecin

Les exemples de résultats positifs à l'écoute de protéodies sont nombreux. Ainsi, le cas d'une personne, quasiment aveugle et sourde : « Cette personne n'entendait plus que dans la bande des 8 kHz, là où nous n'entendons qu'un sifflement. Elle était également presque aveugle, ne voyant plus que des ombres. Avec l'aide d'un acousticien, elle a écouté la transposition de deux protéodies : celle de l'endorphine et celle du cytochrome dans la bande des 8 kHz. À l'écoute de la protéodie d'endorphine – qui favorise normalement l'endormissement – elle a eu des nausées ; par contre à l'écoute de la protéodie du cytochrome, elle s'est écriée : « Mais... je vois... je vois du bleu ! » Effectivement, il y avait des volets bleus devant elle. Elle avait retrouvé un début de vision. »

Des résultats ont également été obtenus dans le cas du cancer. Ici encore, on constate que c'est l'organisme qui trouve sa propre stratégie. En effet, suite à l'écoute de protéodies, plusieurs effets ont été observés, qui ont été mis en évidence par des analyses cytologiques. « Dans les meilleurs cas, rapporte Sternheimer, il y a eu réversion des cellules tumorales vers la normale : ce qui signifie qu'il ne faut pas forcément les détruire. Dans d'autres cas, les défenses immunitaires se sont réveillées. Mais dans tous les cas, c'est l'organisme qui fait le choix : pas le médecin ». Médecin auquel il peut toutefois arriver d'intervenir d'une manière pour le moins inattendue : « Parfois, il arrive qu'en présence de la personne qui souffre, la mélodie vienne d'elle-même, c'est d'ailleurs ce processus qui est à l'œuvre dans les chants destinés à provoquer la guérison dans les traditions chamaniques. »

En ce qui concerne la démocratisation du procédé, les Japonais ont été les premiers à franchir le pas d'exploiter ce processus dans une dimension thérapeutique. Après une étude pilote au Department of Medical Science de la St Marianna University de Kawasaki au Japon, de 2000 à 2004, une consultation a été ouverte au public en janvier 2005 à la Joshi-Ikai université de Tokyo. On y étudie la corrélation entre le goût prononcé des malades pour certains passages de certaines chansons, et les molécules protidiques leur correspondant, avec d'intéressants résultats.

des protéines réelles, constate le chercheur, si la mécanique quantique disait vrai, on devrait avoir les répartitions des intervalles comme formant une courbe d'apparence gaussienne.

Or ce n'est pas le cas, la courbe présente des oscillations : il y a donc bien des régularités dans la succession de ces fréquences. »

Les acides aminés, en s'assemblant pour former une protéine, émettent donc bien des fréquences composites qui incluent des harmoniques. Quant à la succession similaire d'intervalles, elle autorise un phénomène de résonance, donc d'amplitude, permettant d'agir sur leur taux de synthèse de manière conservée par transposition de ces fréquences au domaine audible. Joël Sternheimer, en décryptant ces protéines, offre ainsi la possibilité aux organismes vivants de dialoguer entre eux par la musique. C'est cette rencontre entre protéine et mélodie qu'il a baptisée « protéodie ».

Cantate pour tomates

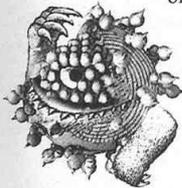
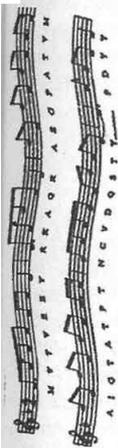
Comment cela fonctionne-t-il ? En faisant écouter une protéodie à un organisme vivant, la synthèse d'une protéine se trouve stimulée ou inhibée. Les premiers tests, qui remontent à plusieurs années, ont été réalisés en agriculture (voir NEXUS n° 1). Récemment encore, au domaine de Chardenoux, à Bruailles, à côté de Lons-le-Saunier, le chercheur a procédé à une expérimentation sur un plan de tomates : « Des tomates étaient affectées d'un repliement sévère des feuilles, dont on ne connaissait pas l'origine. Mais comme il existe un virus qui correspond à cette pathologie, j'ai

fait l'hypothèse que cela pouvait être en relation. J'ai donc fait le décodage du virus en inhibition. On a passé la protéodie inhibitrice de l'enveloppe du virus responsable du repliement sévère des feuilles de tomates, et le résultat a été spectaculaire, car toutes les feuilles exposées à cette mélodie sont devenues vertes et belles. »

Un dialogue thérapeutique

Un changement au niveau du symptôme a ainsi pu être établi. Par ailleurs, le lien entre la « réaction positive » à l'exposition à une protéodie et l'effet sur la synthèse protéique correspondante, est précisément ce qui a été reconnu dans un jugement de l'office européen des brevets en 2004. Mais attention : « Le traitement thérapeutique du corps humain et animal, précise le chercheur, est exclu de la brevetabilité par la loi européenne, de même que la « présentation d'informations ». Ce même jugement introduit dans la loi une catégorie distincte des deux précédentes : s'il ne s'agit en effet ni d'un simple "traitement du corps" ni d'une information à caractère purement intellectuel, c'est bien une forme de dialogue avec l'expression génétique correspondante qu'autorise l'écoute attentive de la protéodie adéquate, dont la précision moléculaire permet d'interagir avec elle, tout en restant suffisamment conscient pour en garder le contrôle. Même si les mots "dialogue" et "âme" ne sont pas prononcés, c'est bien une forme laïque de cette notion qui est pertinente ici. »

Ainsi, dans le cas de l'être humain, les protéodies permettent une reconnaissance pleine et entière du



sujet, « qui ne doit pas être traité en parent pauvre de la science », comme le souligne Sternheimer.

Le rapport sujet-objet, qui sous-tend les travaux du chercheur, est ici fondamental. En effet, il ne faut pas comprendre la protéodie comme une mélodie qui, correspondant à telle pathologie, serait « administrée » tel un médicament à n'importe quelle personne. Ce serait à nouveau considérer l'homme, ou l'agent pathogène, comme un objet. Un diagnostic peut certes donner une probabilité que telle molécule soit impliquée dans les symptômes d'un individu ; mais c'est le sujet qui reconnaîtra *in fine* s'il s'agit de la bonne molécule dans sa situation, et apprécier la « dose », c'est-à-dire la durée d'écoute à ce moment-là.

Mais... que doit-on comprendre par « reconnaissance par le sujet » ? Qu'en est-il finalement de l'unité de mesure permettant de déterminer la dose à laquelle une protéodie peut être écoutée ? Prenons un exemple : si un patient trouve un sens à une mélodie, s'il la trouve logique, belle, si elle est en résonance avec lui, c'est l'expression de son besoin pour cette protéodie à ce moment. En ce sens, la « mesure » se traduit par une forme de dialogue entre le sujet et l'« objet » qui est à l'origine de la pathologie. L'amplitude de l'effet est d'ailleurs corrélée avec l'ampleur de la réaction subjective du patient. Par contre, il se peut très bien que, plus tard, le patient n'ait plus besoin de cette protéodie ; il la percevra alors très différemment, ce qui peut aller jusqu'à être incapable de la reconnaître quelque temps plus tard. Dans la pratique, il s'agit d'arrêter l'écoute lorsque la sensation agréable disparaît. Cela dit, le contrôle du pouls peut également être utilisé comme outil de mesure, car « l'émotion perçue se traduit par une augmentation de l'amplitude du pouls radial qui cesse dès que l'émotion disparaît. »

Avec les ondes d'échelles, Joël Sternheimer montre qu'il est possible de guérir d'une pathologie non pas en éliminant le virus, mais en dialoguant musicalement avec lui.

et dans le judaïsme, c'est la mélodie sur laquelle sont venues s'aligner les lettres. »

Pour illustrer la relation permanente que le vivant entretient avec la musique, il suffit de considérer le nombre de mélodies familières qui cor-

respondent à la synthèse d'une protéine. « En 2000, raconte Sternheimer, une chanson a eu un énorme succès : « Aimer », extrait de la comédie musicale *Roméo et Juliette*. Il se trouve que le thème de cette chanson est l'inhibiteur de l'inhibine beta-C qui favorise la fertilité. Et l'on peut observer qu'il y a eu un boom de la natalité à la même époque. La chanson correspondait à un besoin qui était dans l'air du temps ». Autre exemple : les huit notes qui reviennent constamment dans le *Canon* de Pachelbel correspondent à une protéine anti-stress. Ou encore, les notes de la phrase « j'ai trouvé l'eau si belle » dans « À la claire fontaine » correspondent à une protéine qui dénitrifie l'eau. La *Valse en la bémol majeur* de Brahms op. 39 n° 15 comprend, elle, le thème de la beta-lactamase du *Bacillus Cereus*. Dernier exemple parmi tant d'autres : le thème de l'*andante* de la fin du premier acte du *Lac des Cygnes* de Tchaïkovsky inhibe la synthèse de la tuberculine'.

Enfin, entre une inspiration musicale qui coïncide avec la synthèse des protéines, et des protéines dont le décodage permet de faire communiquer un sujet avec le mal qui l'habite, comment ne

pas considérer la découverte des protéodies comme une étape vers un monde dans lequel l'homme serait réellement conscient de son implication dans le Vivant ? Avec les ondes d'échelles, Joël Sternheimer montre qu'il est possible de guérir d'une pathologie non pas en agressant le virus, mais en dialoguant musicalement avec lui. Non seulement il vérifie l'adage selon lequel « la musique adoucit les mœurs » mais il décrypte la base biologique des relations sensibles, artistiques et spirituelles qu'entretient l'humain avec la vie.

Vincent Crousier



Des « tubes » curatifs

Cependant, il serait réducteur de cantonner les répercussions éthiques de ces travaux aux seules applications thérapeutiques. Les protéodies sont davantage un prélude à une conception du Vivant non plus soumise à une logique d'opposition, mais élargie à un dialogue, grâce à la musique. Sternheimer l'évoque en ces termes : « [Les traditions orientales donnent le son comme première manifestation], dans le christianisme, c'est le Verbe qui est créateur,

Notes

* Ces exemples sont tirés du site Internet de Radio-France.

À propos de l'auteur

Vincent Crousier est journaliste scientifique indépendant. Il a collaboré à *Science et Vie* et à *L'Express* (rubrique Découvertes). Il a publié son premier essai en juin dernier : *Génétique : entre réalité scientifique et mythe médiatique*, aux éditions Le Manuscrit.