

Quelques réflexions sur le concept d'information

J.P. Bernat

SCIP France

Résumé: Pendant de nombreuses années l'information a plutôt été étudiée sous un angle non significatif. Ramenée au simple transfert d'un signal, elle a fait l'objet d'une approche thermodynamique mettant en valeur la notion d'entropie : image statistique de la notion d'ordre. Dans le monde actuel, l'évolution des sociétés est essentiellement basée sur une approche de gestion optimale de l'information. Ce concept sous-entend une prise en compte de la signification de l'information, de son contenu qualitatif. Dès lors, la thermodynamique ne semble plus en mesure de constituer un modèle représentatif des systèmes observés. Il semble que l'analogie doive plutôt porter vers des systèmes intégrant des "événements", tels que les actions à distance, la conservation de certaines propriétés, ou l'élimination du concept causalité/Finalité. Le modèle qui paraît le plus pertinent est alors celui des champs, modèle utilisé en physique fondamentale. Comme il existe des champs électromagnétiques, des champs quantiques, des champs gravitationnels, n'existerait-il pas un champ informatif? La question vaut d'être posée, par contre, si une réponse immédiate ne peut être apportée, une telle hypothèse soulève à son tour d'autres questions telles que: que signifie "une information" dans un tel environnement? Comment interpréter l'acte de "comprendre" ?.. Cette brève et partielle réflexion incite à étudier ces nouvelles approches.

Entropie n.f. (gr. *entropé*. retour) Grandeur qui, en thermodynamique, permet d'évaluer la dégradation de l'énergie d'un système (l'entropie d'un système caractérise son degré de désordre). Dans la théorie de la communication, nombre qui mesure l'incertitude de la nature d'un message donné à partir de celui qui le précède (l'entropie est nulle quand il n'existe pas d'incertitude).

Forme n.f. (lut. *forma*) Manière d'être extérieure, configuration des corps, des objets, aspect particulier. Manière dont une idée est présentée.

Information n.f. Action d'informer ou de s'informer. Renseignement quelconque. *Quantité d'information*, mesure quantitative de l'incertitude d'un message en fonction du degré de probabilité de chaque signal composant ce message. *Théorie de l'information*, théorie qui a pour objet de définir et d'étudier les quantités d'information, le codage de ces informations, les canaux de transmission et leur capacité.

Informer v.t. (lat. *informare*, donner, une forme) Mettre au courant de qqch, donner des renseignements sur. avertir. instruire. *S'informer* interroger afin d'être renseigné.

[Dictionnaire encyclopédique Larousse]

Quelques réflexions sur le concept d'information

JP BERNAT
SCIP France

1 - Pour une critique (constructive) de l'approche thermodynamique de l'information

Il est un fait qui peut toujours surprendre, c'est la similitude existant entre les concepts "d'information élémentaire" et de "molécule chimique". Il en va de l'une comme de l'autre, avec les possibilités de classification (dans un cas en domaine de recherche, technologie, économie, et dans l'autre cas en ceux d'organique, de minérale...). On peut également les classer en fonction de leur complexité (élémentaire, élaborée...; versus corps simple, composé, multifonctionnel). On peut aussi remarquer qu'il en va des informations, comme des molécules chimiques puisqu'elles peuvent être inertes, réactives, interactives, et dans ce dernier cas, leurs possibilités d'interaction peuvent donner des produits dérivés aux caractéristiques fort différentes des produits de départ. Il faut enfin noter qu'en matière d'information on parle aussi souvent (par abus de langage, mais n'est-ce que cela?) d'interaction, voire de neutralisation.

Dès lors, comment ne pas être tenté d'appliquer dans le domaine de l'information, le formidable outil d'analyse développé depuis plus d'un siècle et destiné à l'étude du comportement des molécules chimiques: la thermodynamique (étude prise sous son aspect énergétique puisque la partie cinétique fait l'objet d'une autre discipline). C'est ce qu'a fait SHANNON² en développant les principes d'une théorie de l'information, théorie qui permet de dégager des concepts tels que la notion d'entropie d'un système d'information.

Le fait mérite cependant que l'on s'y attarde quelques instants. Il a été très correctement analysé dans un ouvrage de H

ATLAN³ qui fait remarquer que l'approche de Shannon rejoint celle de Boltzmann dans la définition des entropies. Que nous dit cet auteur: " Là. au lieu de probabilités de présence de molécules dans un état donné, il s'agit, de façon plus générale, de probabilité de présence de signes en un lieu donné d'un message, après qu'on ait bien précisé que ces signes et ce message ne sont analysés que par ces probabilités mêmes et *sans que leur signification soit jamais prise en compte.*"

2 - Quelques réflexions sur les concepts d'information de connaissance et de décision

L'analyse de la pensée scientifique fait apparaître une démarche systématique, celle ci suit globalement trois étapes:

l'observation ⇒ la compréhension ⇒ la description prédictive

Or l'étude des phénomènes de la gestion intellectuelle d'un lot d'informations a souvent ignoré cette démarche. Mêlant le continu et le discontinu, le prévisible (conséquences) et l'imprévisible (hypothèses), procédant tantôt par "étirement" «les mathématiciens parleraient d'extrapolation), tantôt par liaison (là on aurait alors l'interpolation) la pensée va et vient dans le domaine de la connaissance par des incursions brèves mais fréquentes au delà des frontières

² C.E. SHANNON et W WEAVER The mathematical theory of communication, Urbana, University of Illinois Press 1949

³ Entre le cristal et la fumée - H ATLAN Editions du Seuil

communément admises. On peut dire par analogie que la pensée progresse comme le font les pseudopodes dans une espèce de marche hésitante faite alternativement d'avancées et de retours.

Si on analyse l'ensemble des étapes qui président à la structuration d'une connaissance on voit que celles-ci se décomposent comme suit:

Phase 1 : acquisition d'une information et mise en regard de celle-ci et du corpus de connaissances de l'individu . De cette évaluation, deux conséquences peuvent en découler :

- l'information fait partie du corpus de connaissances, on sait déjà ce que l'on perçoit, le système est stable
- l'information est extérieure au corpus de connaissances (le langage courant dirait que l'information nous interpelle). Le système est instable, et un processus va alors s'enclencher pour résorber cette instabilité.

Phase 2 : comparaison de cette information avec un certain nombre de faits appartenant au corpus de connaissances. C'est dans cette phase riche en réflexions que vont s'établir divers types de raisonnements tels que les raisonnements déductifs, analogiques.... Le but de ces raisonnements étant double, d'une part vérifier la solidité de l'information (absence de contradiction, application de la règle du tiers exclu), c'est ici que l'on peut espérer déceler les fausses informations lorsque l'on pratique de l'intelligence économique, et d'autre part structurer un réseau reliant cette nouvelle information à un certain nombre de points-information du corpus de connaissances. C'est en sorte une phase d'appréhension de la nouvelle information, d'assimilation.

Phase 3 : consolidation de cet acquis par intégration de cette information à notre base de connaissances et procédure de mise en corrélation avec, sinon l'ensemble, du moins une grande partie de nos connaissances préexistantes dans les domaines connexes. Vulgairement parlant on essaye de voir quelles sont toutes les déductions faisables entre ce nouveau fait et ce que nous savions déjà dans le domaine concerné. Suivant les résultats de ce test l'information s'intègre "dans" le corpus de connaissances (ce qui modifie la profondeur de nos connaissances), ou "en limite" du corpus (ce qui modifie alors le périmètre de nos connaissances).

Il est évident que dans ces phénomènes de couplage il faut y voir à la fois une approche quantitative et qualitative. Quantitative, car elle peut se traduire par des notions de fiabilité (plus les liens avec des faits déjà connus sont nombreux et plus l'information paraîtra acceptable), qualitative, car elle peut se traduire par des notions de richesse (plus les liens avec un ensemble de concepts sont forts et plus elle est porteuse d'innovation). En résumé, on peut dire qu'une information à liens très nombreux mais faibles, débouchera sur une confirmation, voire une tautologie, alors qu'une information ayant des liens plus épars mais forts est susceptible d'être à l'origine d'une innovation.

Ce qui est important dans cette réflexion, c'est avant tout l'aspect répétitif de cette chaîne d'appréhension du savoir:

Information (matière inerte) → [réflexion] Renseignement (matière structurée) → Construction d'un schéma mental → Expérimentation du schéma mental → Qualification du schéma → Evolution du corpus de connaissances.

On peut alors envisager le système stable utilisé dans nombre de domaines scientifiques :

La mise au point d'une nouvelle théorie entraîne la recherche d'un modèle expérimental applicatif → Un nouveau résultat expérimental entraîne une réflexion visant à trouver son explication théorique.

Ainsi comme l'explique JP CHANGELX⁴, le néo-zélandais V JONES commença un travail sur la classification des sous-facteurs d'un facteur donné, travail purement mathématique, à priori sans grande utilité, pour déboucher quelques années plus tard sur une branche de la théorie des nœuds, théorie des plus utiles puisque utilisée en biologie et dans le codage moléculaire des polymères.

On peut alors passer du processus de compréhension au processus de décision qui procède par d'autres voies, mais qui suit lui aussi la même logique.

Que fait un être humain lorsqu'il est amené à prendre une décision? Il procède suivant une méthodologie qui peut globalement se résumer en trois étapes:

- **dans un premier temps** il va essayer de situer le contexte dans lequel il va être amené à "décider" d'un acte, d'un geste ou de toute autre évolution comportementale, et pour ce, il va collecter un certain nombre "d'informations" plus ou moins reliées à son domaine de préoccupation. On peut schématiquement dire qu'il va générer une bulle informative visant à repousser son domaine de non-connaissance.

- **Dans un second temps**, il va hiérarchiser et ordonner les informations présentes dans cette bulle, en procédant à des évaluations de crédibilité, à des recoupements ainsi qu'à des analogies avec d'autres scénarios vécus antérieurement et mémorisés. Cette phase (consciente ou non) ayant pour but de dégager de cet ensemble brut quelques directions plus importantes, on peut parler d'axes de décision, (l'expression populaire parle alors de "peser le pour et le contre", ou "d'évaluer les choix possibles"). Il va en somme définir des "avenirs" en leur affectant le cas échéant des probabilités de vraisemblance ou de succès.

- **Enfin**, dans un troisième temps il va passer effectivement au choix d'un de ces scénarios, action essentiellement stratégique qui correspond à ce que l'on nomme de manière effective "prendre une décision" et de ce fait, il va neutraliser l'ensemble des autres avenir (potentiels) au profit d'un seul qui va, lui, se concrétiser en terme de réalité.

3 - Propositions pour une nouvelle approche de la théorie de l'information

Nous avons vu en début d'article que la thermodynamique était capable de rendre compte d'un certain nombre de phénomènes liés au transfert de l'information mais que ses limites étaient rapidement atteintes dès lors que l'on s'intéressait au concept de l'information prise dans son intégralité. En effet la première restriction mise en avant par SHANNON lui-même est la non-signification du message. H ATLAN⁵ le fait remarquer lorsqu'il écrit " .. on sait bien qu'un message sans signification n'a pas d'intérêt et, à la limite, n'existe pas. Et cette information shannonienne réduite à l'incertitude probabiliste n'a, elle, d'intérêt qu'opérateur". De même l'analogie imaginée entre molécules chimiques et informations montre vite ses limites. Si les informations peuvent réagir entre elles pour donner naissance à de nouveaux concepts, elles ne le peuvent que par un processus préalable d'assimilation (nous pourrions presque dire de digestion) au sein d'un corpus cognitif, mais ce qui arrête ici l'analogie entre une thermodynamique chimique et une thermodynamique de l'information c'est que:

⁴ Matière à penser - JP CHANCEUX Editions du Seuil

⁵ Entre le cristal et la fumée H ATLAN Editions du Seuil

1 - l'assimilation des informations est un processus irréversible, on peut ne pas comprendre, on peut ne pas utiliser une information, mais une fois qu'une information a été intégrée à notre domaine cognitif, on ne peut pas la "désapprendre" (sauf cas de maladie mentale de type Alzheimer). Il n'y a pas ici la réversibilité condition de base de la thermodynamique chimique.

2 - Dès lors que ce premier handicap serait contourné par l'application d'un modèle de type thermodynamique des processus irréversibles, on peut alors soulever une seconde objection. Les réactions chimiques tendent vers un modèle stable (en principe unique, au plus binaire dans le cas de réactions de type oscillatoire). Cet état stable est dit "à entropie maximale", au contraire en information il y a plusieurs niveaux de stabilité, nous qualifierons de métastables. Chaque niveau étant la résultante logique d'un corpus de connaissances, ces connaissances n'étant pas obligatoirement dépendantes les unes des autres on ne peut hiérarchiser ces niveaux.

3 - Enfin le point qui semble combattre le plus une vision thermodynamique de l'information est celui de la communication entre les différents éléments d'un milieu homogène, le milieu scientifique par exemple. Comment progresse la connaissance globale, tout simplement par échange d'informations, informations émises au fil des communications écrites (publications) ou orales (colloques). Celles-ci étant bien sur passées au filtre critique du jugement des pairs pour être ensuite intégrées au patrimoine de la connaissance commune. Mais si on examine ce qui se passe entre l'émission d'une information par un scientifique donné et ses effets auprès de divers autres membres de la même communauté on peut voir que:

- à la différence des phénomènes physiques, il n'y a pas ce phénomène "d'usure" qui fait qu'une molécule n'intervient que dans un nombre restreint de réactions. Ici bien au contraire un fait peut "interpeller" une fois, dix fois cent fois d'autres personnes avec toujours autant de force et d'efficacité.

- à la différence des phénomènes physiques, il n'y a pas ce "ciblage" évident ou masqué entre l'émetteur et les récepteurs. On publie sans savoir qui exactement nous lira et surtout, sans pouvoir mesurer les tenants et les aboutissants que va provoquer dans la pensée de nos lecteurs l'information mise à leur disposition dans la publication concernée. Par delà la confirmation scientifique de son exactitude, les hypothèses logiques ou osées qu'elle va susciter dépassent bien souvent l'émetteur. PLANCK ou EINSTEIN étaient-ils en mesure d'imaginer tout ce que leurs "informations" allaient générer d'hypothèses, de théories et de connaissances? On voit bien qu'une thermodynamique, fût elle des phénomènes irréversibles, fut-elle des phénomènes biologiques, ne peut intégrer ces contradictions, et, force est de constater que puisque le modèle mathématique ne permet plus de donner une image satisfaisante de la réalité, il convient de changer de modèle, nos amis physiciens ne font rien d'autre lorsqu'au fil de leurs expérimentations ils créent des modèles de plus en plus complexes, parce que de plus en plus complets, il faut donc abandonner une vision thermodynamique de l'information si l'on veut pouvoir y intégrer les aspects cognitif et décisionnel.

Le point central de cette réflexion consiste alors à se demander quel modèle serait susceptible de rendre une image la plus correcte possible des processus cognitifs auxquels nous sommes quotidiennement soumis? Pour ce, examinons les contraintes caractéristiques de ces processus.

1 - CONTRAINTE d'UNIVERSALITE : il faut entendre par cette contrainte le fait qu'une information doit être compréhensible par un échantillon homogène de personnes, et que les seules barrières à son assimilation sont des barrières d'ordre culturel ou linguistique. Cette contrainte vise à avaliser le phénomène dit de "validation par les pairs". Si une population

homogène (en termes de connaissances) accepte un fait comme formel, rien ne peut justifier son rejet par un autre membre de la même population (sauf information contradictoire ou complémentaire remettant en cause une partie de ladite information)

2 - CONTRAINTE d'INTEMPORALITE : il faut entendre par cette contrainte le fait qu'une information admise ne soit remise en cause que par une nouvelle information qui permet une autre compréhension du système concerné. Là encore, cette contrainte vise à avaliser la pérennité de la pensée scientifique, où tout nouveau travail part d'un acquis communément admis, et ne doit donc pas redémontrer les principes de base de cet acquis.

3 - CONTRAINTE de PERMANENCE : il faut entendre par cette contrainte le fait qu'une information possède une valeur interne indépendante des associations d'idées dont elle peut être l'objet, et que cette valeur n'est pas obligatoirement dépendante de l'utilisation qui en est faite. Ce concept est assez difficile à exprimer, on pourrait le résumer en disant qu'une information peut servir un très grand nombre de fois avec toujours la même efficacité, ou même, qu'une information ne s'use pas. et ce, quel que soit l'utilisation que l'on en fait. On va voir que cet élément est essentiel dans l'approche du nouveau modèle.

4 - CONTRAINTE d'INTERDEPENDANCE : il faut entendre par cette contrainte le fait qu'une information possède une valeur qui est fonction de l'interaction qu'elle peut avoir avec un corpus de connaissances. Ce fait est assez connu puisqu'il sous-tend tout le marché de l'information. Telle information sans aucune valeur pour un technicien s'avère d'une importance capitale pour un financier.

Ces conditions étant posées, examinons maintenant quel est le modèle qui semble le plus correspondre à notre schéma. RUTHERFORD a dit un jour "qualitative is nothing but poor quantitative", cette formule contient beaucoup de vérité. Si l'on veut qu'un modèle soit pragmatique, efficace, alors nécessairement ce modèle doit contenir une composante quantitative permettant la localisation spatio-temporelle des phénomènes qu'il décrit. Une prédiction purement qualitative, qui n'est assortie d'aucune fourchette de dates ou de lieux, n'a en fait que peu d'intérêt (sauf dans certains domaines comme la philosophie). Les modèles à considérer sont ceux qui permettent la localisation spatio-temporelle des phénomènes. Ils sont donc nécessairement quantitatifs, au moins en ce qui concerne cette localisation. On est donc amené aux conclusions suivantes: pour qu'un modèle conduise à de bonnes possibilités de prévision, et par suite d'action, il est nécessaire que ce modèle soit quantitatif, qu'il soit défini par des êtres mathématiques analytiques sur un espace substrat lui-même analytique.

Les espaces substrats introduits dans les modèles de nos sciences sont de deux types. Il y a d'abord l'espace-temps de la réalité quotidienne à notre échelle: comme tout phénomène est - en dernière analyse - perçu par nos sens. il est juste de dire que l'espace-temps est le substrat ultime auquel tous les autres devraient se réduire par des constructions mathématiques explicites. Ensuite il y a des espaces substrats abstraits, dont la définition ne peut être rapportée à l'espace-temps. Tels sont par exemple:

➤ les espaces de fréquences statistiques qui mesurent la fréquence avec laquelle apparaît une information de type déterminé (projections factorielles. test du khi-2. arbres hiérarchiques....).

➤ les espaces à n-dimensions utilisés en physique quantique pour décrire la configuration et les interactions des particules élémentaires.

Dans une théorie scientifique, la notion de phénomène peut évidemment prendre un caractère médiat: ainsi une bosse sur une courbe empirique peut être considérée comme un

"phénomène" bien qu'en pareil cas le substrat ait une interprétation qui peut être très éloigné de l'espace-temps (on constate au passage que l'on ne fait que revenir à la notion originelle de *phénomène* = ce qui est perçu par nos sens, ce qui apparaît, se qui se manifeste à la conscience)

Les travaux du mathématicien français René THOM ont montré que l'on pouvait introduire un nouveau substrat, une variable "interne" qui est un axe de fréquence statistique pour l'apparition de tel ou tel type d'événement (qu'il nomme "accident"). On définira ainsi sur l'espace temps une structure fibrée⁶ et convenir que l'état de connaissance est représenté par une section de ce fibré.

Cette approche donnera une sorte de "super-encéphalogramme" comme représentatif du diagramme de connaissance d'un individu X . Bien entendu, comme il serait tout aussi illusoire de vouloir représenter le fonctionnement de l'ensemble de la structure cervicale d'un individu par une accumulation d'électroencéphalogrammes (le nombre nécessaire, même s'il était accessible serait considérable), que d'essayer d'expliquer par cette approche l'ensemble des connaissances de l'individu.

Par contre, si l'on maintient l'analogie entre la représentation graphique avancée, et l'état de connaissance, on peut alors tenter d'expliquer le phénomène de communication et par delà de transfert de connaissances entre deux individus, comme une interaction entre les domaines respectifs de connaissances. Il y a une déformation de leur champs cognitifs respectifs. On assiste à un phénomène analogue à celui qui existe dans le domaine de la gravitation, où, à l'intérieur d'un champ gravitationnel, la présence de deux masses, provoque des déformations locales de ce champ, déformations que l'on perçoit comme l'attraction réciproque des deux masses. De même ici nous auront une déformation du champ cognitif de chaque individu en fonction de sa structure interne de connaissance. Quels sont les conséquences d'une telle vision?

1 - La contrainte d'universalité est respectée, en effet dès lors que l'émetteur et le récepteur de l'information ont un champ cognitif analogue il peut y avoir interaction, donc déformation de leurs champs respectifs ce qui caractérisera l'échange.

2 - La contrainte d'intemporalité est également conservée, une information, à l'analogie d'une masse, produira une déformation locale permanente du champ cognitif et seule son annulation par une contre-information pourra amoindrir voire neutraliser cette information (de même qu'en théorie gravitationnelle seule une diminution de la masse peut provoquer une diminution de la déformation locale du champ gravitationnel).

3 - La contrainte de permanence est respectée, en effet une information ne "s'use pas" par son utilisation de même qu'une masse ne "s'use pas" lorsqu'elle entre en interaction avec la déformation du champ gravitationnel produite par une autre masse. Une information peut servir une fois, dix fois cent fois par rapport à un, dix. cent récepteurs et ce avec des effets totalement différents (on peut pousser l'analogie en introduisant les notions de "poids" de l'information entre l'émetteur et le récepteur, ici le poids sera l'importance de l'information donc l'importance de la déformation au niveau du récepteur).

⁶ Sans vouloir entrer dans l'analyse complexe des espaces fibres qui relève de notions géométriques et topologiques. il suffit de savoir que l'on peut associer à une variété mathématique un ensemble de structures de telle sorte que l'analyse de ces structures permette d'obtenir des informations corrélatives sur la variété concernée. Ces considérations sont à l'origine de très nombreux travaux dont certains ont donné naissance aux ensembles connus sous la dénomination de groupes de Lie

4 - Enfin la contrainte d'interdépendance est respectée c'est le niveau de compréhension qui peut exister entre l'émetteur et le récepteur cette contrainte peut être représentée par la distance qui sépare deux masses dans le phénomène gravitationnel (là encore ne parle-t-on pas de distance entre deux cultures ?)

4 - Est-ce une théorie complètement nouvelle ?

Certes, cette approche peut paraître un tant soit peu révolutionnaire, et pourtant... Pourtant elle ne l'est pas tant qu'il y paraît, à titre d'illustration je voudrais vous proposer quelques extraits d'un article paru il y a presque dix années dans le journal "Le Monde" sous la signature de Catherine Vincent et intitulé **La pensée en quanta:**

Dans cet article l'auteur Sir John ECCLES, un des plus brillants neurobiologistes de notre siècle et dont les découvertes fondamentales sur la transmission de l'influx nerveux ont été couronnées par le prix Nobel de médecine en 1964 se pose un certain nombre de questions sur le fonctionnement du cerveau et plus précisément sur l'émergence de la pensée. Après avoir passé en revue l'évolution du cerveau des hominidés et la spécialisation des lobes cervicaux Sir ECCLES écrit " *Comment expliquer l'unicité de la conscience humaine? Comment ce "moi" unique à chacun de nous peut-il émerger de milliards de configurations neuronales. et perdurer tout au long de notre existence? Qu'en est-il, enfin, de la "conscience de soi", celle que l'évolutionniste DOBZHANSKY, rappelant que "l'être qui sait qu'il va mourir un jour est né d'ancêtres qui ne le savaient pas" ? Le débat, certes, n'est pas neuf Mais "l'âme" de PLATON et d'ARISTOTE, entité non matérielle censée interagir avec le corps, ne s'opposait pas encore à la science. Et le "cogito ergo sum" de DESCARTES restait plus philosophique que scientifique, faute de connaissances suffisantes sur le fonctionnement du cerveau.*

La rédactrice constate ensuite que, compte tenu des progrès accomplis par la biologie contemporaine, la structure intime du cerveau nous est maintenant presque parfaitement connue, mais que cette structure étonnamment complexe ne permet pas pour autant de comprendre l'éventuel clivage entre les activités mentales et les activités neuronales. Et c'est ici qu'intervient Sir ECCLES qui reprenant une thèse soutenue par son vieil ami le philosophe et épistémologiste Karl POPPER pose comme hypothèse que la pensée, selon lui, pourrait être considérée comme "**un champ de conscience**" **dépourvu de masse et d'énergie**, qui exercerait néanmoins une influence sur la transmission de l'influx nerveux en activant certaines particules biologiques élémentaires présentes dans les synapses nerveuses. ces minuscules points de contact par lesquels l'excitation nerveuse se transmet d'un neurone à l'autre. Selon l'hypothèse de John ECCLES. la structure hexagonale de ce réseau détermine à son tour toute une série de "microsites", dont l'activation par le "champ de conscience" serait impliquée dans la transmission de l'influx nerveux.

Le problème à résoudre est de déterminer comment rendre compatible l'action d'un événement immatériel (la pensée) sur des organes matériels (les neurones) avec les lois de conservation de l'énergie imposées par la mécanique classique? Pour échapper à cette contradiction, ECCLES fait appel à la physique théorique, et compare son "champ de conscience" aux champs de probabilité décrits par la mécanique quantique. "*L'esprit interviendrait ainsi sur le néocortex en augmentant la probabilité que se produisent certains événements neuronaux, et conférerait au cerveau le rôle non plus d'émetteur mais du récepteur de la conscience - non plus du poste de radio mais de la bande magnétique.*"

Sir ECCLES le reconnaît lui-même: la validité de son hypothèse, si elle s'appuie sur une irréfutable connaissance de la physiologie cérébrale, reste entièrement spéculative. Les

spécialistes de la mécanique théorique ne manqueront pas de lui rétorquer qu'il y a loin de la synapse à l'atome, du microsite à l'électron, et que les lois de la physique quantique, qui traitent d'objets présentant à la fois des propriétés ondulatoires et corpusculaires, ne peuvent être appliquées tout à trac au domaine du vivant.

5 - Conclusion

Bien sûr tout ceci n'est pour l'instant que pure spéculation, mais il semblerait utile d'analyser ces spéculations pour, soit en démontrer l'aspect erroné, soit en faire une étude plus approfondie, et par là même faire évoluer l'état des connaissances sur ce domaine. Il semble en effet important de dépasser le stade de la thermodynamique de l'information telle que celle-ci a été lors des premières réflexions de SHANNON pour entrer dans celui, oh combien plus complexe, d'une théorie quantique de l'information. Après tout la physique atomique a connu les mêmes tâtonnements il y a maintenant environ un siècle, butant sur le fameux problème du corps noir elle a osé ouvrir les portes d'un monde éminemment plus complexe. Cette analogie nous amène à nous poser un certain nombre de questions: qu'est-ce qu'une information? comment structurons nous des information pour prendre ensuite des décisions? Il y a là des problèmes majeurs puisque suivant la formule aujourd'hui célèbre de H BLOCH LAINE "Toute décision naît de la conjonction d'une information et d'une compétence", or qu'est ce que la compétence sinon le fruit de l'expérience (apprise ou vécue) issue de l'assimilation d'une certain nombre d'informations. On peut donc voir l'acuité de telles questions. Pour ce qui est des réponses à y apporter, celles-ci seront certainement tout aussi complexes et ardues que l'ont été celles posées par l'introduction de la mécanique quantique dans le domaine de la physique atomique, nous laisserons à d'autres personnes beaucoup plus compétentes le soin de réfléchir à ces approches et aux réponses qu'elles engendrent puisque suivant un vieil adage il n'y a pas de bonnes ou de mauvaises réponses mais simplement des problèmes correctement ou incorrectement posés.

Bibliographie

- APOSTEL L., MANDELBROT B. & MORF A.; Logique, langage et théorie de l'information, Paris, 1957
ASH R.B.; Information theory. Interscience, New York. 1965
BARTZ W.H.; Memoirv. Dubuque (Iowa), 1968
BAVELAS A.; « A Communication Patten in task-oriented groups », in Journ. Acoust. Soc.Amer.,tXXII, 1950
BELL D.A.; Information theory and Its Engineering Application. Pitman. New York. 1962
BERGSON H.; L'évolution créatrice, Paris, 1907
BOGOLIOBOV N.N. & CHIRKOV D.V.; Introduction à la théorie quantique des champs, Dunod, Paris, 1960
BOVET D., FESSARD A-, FLORES C..FRYDA N.H..INHELDER B.,MILNER B.&PIAGETJ.; La mémoire, Paris, 1970
BLTNGEM.; Philosophy of Physics, Seui. Paris, 1975
CHOMSKYN.; Current Issues in Linguistic Theory, Mouton, La Haye, 1964
COSTA de BEAUREGARD O.; Le second principe de la science du temps, Paris, 1963
CUENOT L.; Invention et finalité en biologie, Paris, 1941
D'ESPAGNAT B.; Conceptions de la physique contemporaine, Hermann.Paris, 1965
FEYN'MAN R.P.; Character ofPhysical Law, Seuil, Paris, 1980
FLAMENT C.; Réseaux de communication et structure de groupe, La pensée universitaire, Aix en Provence, 1964

HALSTEAD W.C.; « Brain and intelligence » in L.A. Jeffress Cérébral Mechanisms and Behavior, New York, 1951

HOMANS G.C.; Social Behavior. Its Elementary Forms, Harcourt Brace, New York. 1961

HYDEN H.; « Is there a biochemical correlate to the engram ? » in Proc. Amer. Philo. Soc. 1 111, 1967

JOHN E.R.; Mechanism of memory, Londres, 1967

LENTIN A.; « Rapport sur la recherche cognitive » in Imlectica n°3, 1982

LEWIN K.; Principles of Topological Psychology, McGraw Hill, New York, 1936

LICHNEROWICZ A. & COHEN-TANNOUDJI C.; « Les implications conceptuelles de la physique quantique » in Jour. Phys. Vol XLII, Colloque C-2, suppl. au n°3, Paris, 1981

LINSAY D. & NORMAN D.; Traitement de l'information et comportement humain, Etudes vivantes, Montréal-Paris, 1980

MARCUS S.; Introduction mathématique à la linguistique structurale, Paris, 1967

MORENO J.L.; Who Shall Survive ?, Beacon House, Beacon (NY), 1934

MORRIS C.; Sips, Language and Behavior, New York, 1946

RUYER R.; Paradoxes de la conscience et limites de l'automatisme, Paris, 1966

SHANNON C.E.; A mathematical theory of communication, Bell System Techn. JOURNAL, 1948

WEAVER W.; The Mathematical Theory of Communication, Univ. Of Illinois Press, Urbana (111), 1949