

AFSCET

Res-Systemica

Revue Française de Systémique
Fondée par Evelyne Andreewsky

Volume 18, automne 2018

La systémique face à la question du déterminisme

Res-Systemica, volume 18, article 02

Causalité, déterminisme, finalisme

Gilbert Belaubre

16 pages

contribution reçue le 03 mai 2018



Creative Commons

Causalité, déterminisme, finalisme (pour ANDE 2018).

Je souhaite aborder le déterminisme à partir d'une réflexion sur le fonctionnement mental.

Le fonctionnement mental peut s'entendre de deux manières, l'une ancienne, philosophique, l'autre encore dans les limbes, neuronale. La vision neuronale n'exclut pas la vision philosophique, mais elle peut la conforter, ou la mettre en défaut.

Interprétations Philosophique :

La réflexion sur la genèse des représentations et de l'entendement procède généralement d'une conception du monde. Le premier philosophe qui a porté un regard moderne sur cette question est Locke. Leibniz, n'ayant pas pu converser directement avec Locke, reprit intégralement l'ouvrage de Locke, « Essai sur l'entendement humain », et en fit un dialogue « Nouvel essai..... »/

Lorsque je mis le dialogue de Leibniz, je trouve Locke beaucoup plus moderne que Leibniz.

Ne pouvant pas, ici, traiter ce genre de questionnement, je me bornerai à évoquer deux exemples d'interprétations différentes.

Ex. 1 : La gravitation :

Newton , avec sa force gravitationnelle, voyait le grand astre imposant aux planètes sa loi et leur dictant la forme et l'allure de leurs orbites.

Einstein nous propose un tout autre monde : Les masses engendrent un champ gravitationnel, et , sur ce champ, chaque objet céleste va son petit bonhomme de chemin en se laissant aller le long de sa géodésique

Vision autoritaire vs vision « démocratique »

Autre exemple : Créationnisme vs darwinisme.

Le créationnisme fonde le monde sur un dessein, c'est-à-dire une intention. Darwin refuse toute intentionnalité et il instaure le couple « hasard – sélection naturelle ».

Darwin ne connaissait pas la génétique, ni les atomes et molécules mais sa vision a, aujourd'hui, une portée philosophique : la vision d'un monde se développant dans une histoire, irréversible et sans finalité.

Fonctionnement neurologique

La connaissance du fonctionnement neurologique a commencé à la fin du 19^{ème} siècle avec les travaux de Broca, Vernicke, Proust, Ramon y Cajal (les principaux neurologues expérimentaux.)

Aujourd'hui, depuis les travaux de Dinger, Edelman, Dehaene, pour n'énoncer que par trois noms les grandes étapes de la recherche, nous savons que le fonctionnement du cerveau procède de la mise en excitation périodique synchrone de boucles de milliers de neurones formant des faisceaux de rejoignant dans des aires spécifiques du cerveau. Wolf Singer, le premier, a montré que la vision consciente se manifestait lorsque les stimuli reçus par la rétine étaient dirigés vers le cortex visuel en respectant strictement la structure rétinienne, que cette structure était transmise à un faisceau de neurones allant à l'hippocampe, qu'un deuxième faisceau transporte ce qui sera une « information » de l'hippocampe au cortex pariétal, et qu'enfin, un troisième réseau revient vers le cortex visuel.

Ces trois faisceaux de neurones se mettent en activation périodique synchrone à 41 Hz ((chez le chat) Singer nous dit : « cette activation synchrone en boucle, c'est : le chat voit ».

Tous les travaux ultérieurs ont montré que toute activité neuronale était fondée sur la formation de systèmes neuronaux en boucles en activation synchrone.

Dehaene a étudié de nombreuses fonctions qui se caractérisent par les zones que relie les faisceaux de neurones et leur fréquence d'activation...

Ce point fondamental permet de considérer que les stimuli deviennent des perceptions dès lors qu'étant reçus dans la zone spécifique du cerveau, des réseaux en boucles qui se forment deviennent dès lors des perceptions, donc des informations.

Le point le plus important est le suivant : l'activation ne peut pas se prolonger très longtemps ; elle s'affaiblit, mais les liens synaptiques ainsi créés peuvent, à la faveur de stimuli assez voisins, être relancés. Dès lors, la perception ancienne est relancée : c'est le phénomène de mémoire. Cette découverte fondamentale est magistralement présentée par Rosenfield dans son ouvrage « L'invention de la mémoire ».

Nous savons aujourd'hui que chaque neurone peut recevoir des impulsions synaptiques de milliers de neurones, et chaque neurone envoie par des dendrites des liens synaptiques à des milliers de neurones.

Il s'ensuit que chaque réseau de neurones portant d'une information primaire peut réactiver des liens synaptiques mettant en activation d'autres réseaux. Ainsi des réseaux porteurs d'informations concernant des structures spatiales, des structures langagières, des structures d'évènements mémorisés peuvent être relancés.

Tout ce travail est inconscient. Dehaene a montré que le passage à la conscience met en activation de très nombreuses boucles reliant des aires très nombreuses du cerveau : il appelle cela l'embrassement de la conscience.

Je ferai ci-après une distinction entre les réseaux de transmission de stimuli, que nous sommes en général en mesure d'interpréter comme données d'observation ou d'expérimentation, et les réseaux qui tendent à caractériser ces données en les entrant dans des typologies, puis dans des modèles portés d'abord par des vocables, puis par des symboles, en particulier mathématiques.

J'appelle mes premiers « catégories de la nature », parcequ'ils nous apportent quelque chose au sujet de la nature, les autres « catégories de l'esprit », parcequ'ils intègrent les premiers dans des circuits d'information, et qu'ils nous donnent des descriptions, des représentations explicatives, et même nous permettent d'accéder à des prévisions.

Catégories de la nature, catégories de l'esprit

Les éclaircissements récents concernant le fonctionnement du cerveau ne sont pour l'instant que fragmentaires mais ils nous permettent de comprendre des aspects majeurs : ce qu'est la mémoire, qui permet de comprendre combien elle peut être vaste, et combien elle peut être fragile, comment des connexions peuvent s'établir entre « éléments bruts » et éléments de structures : spatiale, temporelle, sémantique, langagière, comment les éléments affectifs peuvent interférer avec les éléments de structures rationnelles.

Dès maintenant, des études tendent à cerner les mécanismes par lesquels les éléments de structure deviennent de plus en plus abstraits, comment naît et se développe la pensée mathématique.

La leçon essentielle à tirer de ces recherches est que le cerveau établit, sur le mode fondamental des boucles synchrones, des réseaux d'interface avec les stimuli reçus du monde extérieur.

J'appelle « catégories de la nature » ces interfaces, pour établir clairement que nous ne pouvons avoir aucune connaissance directe de la réalité. Ceci ne doit pas nous faire renoncer au postulat de l'objectivité du réel.

Il va de soi que toutes les constructions que notre cerveau fabrique pour nous aider à nous adapter au réel, à le comprendre, à l'utiliser pour notre survie sont des « catégories de l'esprit ».

Ces interfaces, qui sont, par nature, des « reflets » du monde extérieur, nous introduisent à une résurgence du mythe de la caverne.

Nous sommes, définitivement, séparés de toute « donnée immédiate ». Sur ce point, le bergsonisme est révoqué.

Il n'empêche que ces stimuli nous disent des choses sur la nature, et que nous arrivons, progressivement, à atteindre des connaissances de plus en plus profondes sur le monde. Certes, chaque avancée étend l'horizon de nos connaissances, mais aussi, à chaque pas, nous savons que l'inconnu se cache derrière l'horizon.

Les conceptions du monde évoluent

La vision macroscopique du monde n'a guère changé au cours des temps.

Tous les hommes ont toujours vu la voûte étoilée, la lune et le soleil tournant d'est en ouest en 24 heures.

Il a fallu qu'Eratostène, Kepler, Copernic fassent d'admirables réflexions et de subtiles observations pour échapper au géocentrisme.

Ensuite, la mécanique, la physique, la chimie, la botanique, la zoologie se sont développées, mais il a fallu attendre que les microscopes et les télescopes viennent au secours de l'œil humain pour que la vision s'élargisse.

La science s'est développée en Occident, mais la culture héritée des traditions antiques relayées par les religions imprégnaient et imprègnent encore les regards sur le monde.

A vrai dire, les mentalités évoluent rapidement depuis la fin de la deuxième guerre mondiale.

Le terrible tremblement de terre qui a ravagé Lisbonne avait remué l'Europe entière et avait entraîné une vague d'athéisme .

Les désastres humains de la guerre et particulièrement les persécutions antisémites ont contribué à développer une vision humaniste dégagée des métaphysiques religieuses, surtout des monothéismes. L'islam, qui a ,moins que d'autres religions, été marqué par ces horreurs, a gardé de ce fait un potentiel de brutalité.

Mais, dans le monde occidental et extrême-oriental, les consciences individuelles se sont largement tournées vers l'humanisme, revenu de fait la religion dominante de l'humanité.

En occident, les croyants sincères, s'ils ont une culture générale, ne croient plus à l'enfer, même pas au Paradis, et beaucoup de curés ne croient plus en Dieu. Cela ne les empêche pas d'être dualistes, mais les affirmations de la science appuyées sur les faits expérimentaux sont aujourd'hui admises comme prévalant sur les affirmations de ceux qui ont écrit les « textes sacrés » il y a quelques centaines ou milliers d'années.

De nouvelles interrogations

En regard de ces changements de mentalité qui devraient instaurer un nouveau régime de pensée stable, la science, depuis cent ans, nous assaille de questions sans réponses et nous offre des controverses sur le bien fondé des visions du monde qui se développent de manière souvent irréconciliables.

C'est aux confins des connaissances que se développent ces divergences. Elles sont souvent le résultat d'affrontement entre visions rationalistes et monistes d'une part et un goût pour le mystère hérité des métaphysiques religieuses.

Un autre aspect des visions à priori du monde concerne l'idée d'une organisation harmonieuse de l'Univers.

Les philosophes antiques avaient pris la mesure des régularités que nous offre le monde relativement stable dans lequel nous vivons.

Ils croyaient à une harmonie générale. Aristote concevait un monde centré sur la Terre et constitué de sphères concentriques sur lesquelles se déplaçaient harmonieusement les divers objets célestes.

Ces visions se fondent évidemment sur toutes les régularités qui conditionnent notre existence.

Cette vision se rencontre à toutes les époques ; Au 18^{ème} siècle, l'image de cycles temporels a été érigée dans une théorie émise par le géologue anglais Hutton, , théorie ressuscitée par Stephen Jay Gould dans son ouvrage « Time's arrow, time's cycles »

Bien avant l'avènement des fractales, l'astronome anglais Adams a conçu une organisation des Galaxies selon un modèle géométrique simple inspiré par la structure du flocon de neige.

Les capacités d'observation qui se sont développées au 20^{ème} siècle nous invitent à voir le monde dans une immense variété de structures qui exclut tout schéma unificateur. Le chapitre d'astrophysique montre à quel point le monde n'a aucune autre règle de comportement qu'une expansion que l'on croit exponentielle ;

En effet, les mesures de vitesse et d'accélération par effet Doppler nous montrent que les galaxies sont d'autant plus accélérées dans cette expansion qu'elles sont plus lointaines. Mais il est bien difficile de décrire le monde « tel qu'il est ».

La lumière qui nous parvient de ces galaxies lointaines a été émise il y a des milliards d'années, et l'image que nous donne le satellite planck est la superposition progressive d'images de plus en plus anciennes de notre Univers.

« où sont les neiges d'antan ? »

Il est bien hasardeux de penser que ces mêmes nébuleuses lointaines n'ont cessé de s'éloigner en accélération permanente et de dresser, ou plutôt de « redresser » les cartes données par Planck pour les actualiser. Même si l'on se met dans la perspective assez séduisante émise par Lemaître d'un Univers en expansion et dépressions successives, nous ne savons pas où nous en sommes de cette histoire périodique.

En revanche, ce que nous savons, c'est que dans l'univers,, les amas de nébuleuses sont de taille très variées , de quelques dizaines de nébuleuses à des milliers

Ces nébuleuses elles-mêmes sont de forme et de taille tellement variées qu'une typologie est bien incertaine. Quant à la structure des nébuleuses, des astres qui les composent, les astronomes font bien des classements, mais les répartitions de ces classes n'ont rien de systématique.

Nous savons aujourd'hui que les étoiles subissent des développements très variés, que leurs masses vont de même, les plus nombreuses de $1 / 10^{\text{ème}}$ à $1 / 100^{\text{ème}}$ de masse solaire à des millions de soleils, que leur évolution se termine souvent par des cataclysmes, qu'il n'y a guère d'harmonie dans le ciel, mais que, dans cette immense variété de structures en développement, des régularités apparaissent et , pendant qu'elles subsistent, elles peuvent engendrer de régularités extrêmement complexes telles que celles que la Terre a connues au cours de son existence et dont nous sommes un exemple, dont nous sommes les témoins.

Et, dans cette perspective, nous n'avons aucune raison de penser, -ce que font pourtant un certain nombre d'astronomes que je considère comme une espèce de secte, - que nous avons été placés là pour témoigner de la grandeur de la création ! Le créateur en question doit avoir besoin d'un témoin qui le rassure sur sa production.. C'est une variante (incertaine) de dieu, assez différente de celle d'un dieu pervers qui a donné la liberté à l'homme pour pouvoir le punir.

Des mystères qui s'effritent

Tout au long du 20^{ème} siècle les phénomènes de transition générateurs de complexifications ont provoqué des prises de position irrationnelles.

Un courant « émergentiste » n'hésitait pas à affirmer comme un acte de foi « l'irréductible novation » de phénomènes de transition que les moyens expérimentaux, par manque de puissance ou de prévision, ne permettaient pas d'élucider.

Par exemple, les curieuses propriétés physiques de l'eau étaient considérées comme définitivement mystérieuses.

Parallèlement, et surtout à partir de 1980, les mystères n'ont cessé de s'effondrer.

J'ai passé en revue les fantasmes de la « causalité descendante », ceux des émergences,, ceux de l'interprétation intentionnelle des phénomènes biologiques ; (Monod parlait de téléonomie » pour éviter, - mais en vain ! – d'affirmer une espèce d'intention pré-écrite, une finalité...

Aujourd'hui, de nouveaux fantasmes se développent à partir de théories qui bouleversent notre vision du monde. Ils sont, souvent, le résultat d'une « interprétation ; des mathématiques comme lecture toute puissante de la nature.

Ils peuvent être aussi le résultat d'une attribution à la nature, comme « catégorie » de la nature, d'un concept intellectuel, d'une « catégorie de l'esprit ».

Ainsi, quand nos capacités calculatoires nous empêchent de traiter les événements autrement que par des calculs probabilistes, on en appelle au hasard pour « gouverner » le monde.

Pour certains physiciens, le hasard est au cœur de certains phénomènes ! En Physique Quantique, le hasard est, pour eux, fondamental.

Il en va de même avec le concept d'information, qui est analysé à propos de l'entropie. Je reviendrai plus loin sur ce point capital.

Ces déviations sont autant de risques d'intrusion métaphysiques dans la Science.

L'argument selon lequel notre cerveau travaille selon les conditions du monde macroscopique qui s'impose à notre vision peut être invoqué pour justifier la nécessité d'admettre des affirmations concernant le monde qui échappent à notre entendement.

Mais il faut circonscrire les domaines sur lesquels notre entendement butte.

Nous sommes incapables de nous représenter l'espace-temps à quatre dimensions. Nous sommes incapables de nous représenter des « états superposés » ;

Nous avons du mal à accepter l'idée d'une vitesse limite, celle de la lumière, pour les corps massifs. Nous ne pouvons pas concevoir l'intrication de deux particules issues d'une même réaction.

Et pourtant, dans tous ces cas, nous devons réserver l'avenir d'énoncés accessibles à notre entendement.

La notion d'espace-temps n'est peut-être qu'une formulation, sans signification, de la variabilité de la mesure du temps par une horloge.

Je veux dire par là que nous ne concevons le temps qu'à travers les événements successifs, et particulièrement, des événements périodiques.

L'onde électromagnétique (dans son état corpusculaire, le photon) est le phénomène périodique le plus fondamental.

Est-ce qu'il « s'inscrit » dans le temps, ou est-ce qu'il « fait » le temps ?

Si un Univers était statique, le temps existerait-il ? Notre intuition nous dit que non.

Cette même intuition nous invite à penser que le temps résulte de l'enchaînement causal des événements.

Cette vision institue un temps local, caractérisant la dynamique locale, le temps global que nous concevons résultant de l'enchevêtrement inextricable des événements. Poincaré et Einstein ont rencontré cette idée à propos de leurs travaux sur la simultanéité.

Catégories de la nature, catégories de l'esprit

Il y a , dans nos concepts scientifiques, des « catégories de la nature, et ce sont celles qui nous servent à déterminer les équations aux dimensions grâce auxquelles nous bâtissons les modèles et les théories.

Et puis, il y a des catégories de l'esprit, qui nous servent à structurer nos pensées. Ce sont toujours des concepts sans dimension. Ce sont les concepts logiques et mathématiques, c'est le concept d'information, qui permet de digitaliser toutes les forme d'expression, en particulier les expressions verbales, ce sont aussi des concepts philosophiques qui nous aident à donner du sens à notre vision du monde : déterminisme, libre arbitre, causalité, hasard, probabilité, .

Un mot introduit par r l'informatique tend aujourd'hui à l'hégémonie dans la description du monde : l'algorithme.

Qu'est-ce qu'un algorithme ?

Un algorithme est un ensemble de commandes qui permet d'obtenir d'un ordinateur une description complète d'un objet ou d'un processus

La généralité de ce concept provient du fait que l'ordinateur est l'outil par lequel toute information peut être traduite en langage d'ordinateur, c'est-à-dire en dispositions de séries de transistors associés en « octets » (ou unités plus importantes)

L'algorithme étant la représentation, en principe la plus économique d'un système ou d'un processus, l'algorithme est devenu la symbolisation de n'importe quoi.

Dans le langage courant, aujourd'hui, un snobisme instaure « le « logiciel » pour parler d'un comportement, et « d'algorithme pour parler d'une représentation plus ou moins symbolique ;*

Il s'ensuit qu'une nouvelle religion s'installe, qui ne voit le monde qu'à travers des algorithmes.

Pour cette nouvelle religion, le monde n'est qu'un immense algorithme.

Pour cette nouvelle religion, les ordinateurs, devenus pensants, seront les maîtres de l'Univers.

Ces déviations idéologiques sont l'ultime développement de l'usurpation, par des artefacts, de la réalité du monde.

Ce n'est pas nouveau. L'anthropocentrisme a toujours été présent dans les esprits humains. Pythagore, voyant partout des rapports rationnels, prétendait que le monde était construit sur des rapports rationnels.

Galilée, constatant la capacité des mathématiques à représenter les résultats de ses expériences, affirmait que le monde était « écrit » dans le langage des mathématiques.

La plupart des physiciens croient que les lois de la physique sont les lois physiques de l'Univers.

Einstein, découvrant que son équation de la relativité générale avait la structure d'une équation ondulatoire, en conclut à l'existence d'ondes gravitationnelles, et il avait raison, puisque cent ans après cette prédiction, les ondes gravitationnelles ont été détectées.

Mais, en l'occurrence, les prémisses de ces calculs comportaient le principe ondulatoire, qu'on retrouve au final des calculs.

Il ne faut pas s'y tromper : les lois de la physique proviennent toujours d'une réflexion, aussi profonde que possible, sur le comportement des objets naturels. Plus cette réflexion est profonde, plus fidèle est la représentation qu'elle nous donne de la nature.

Einstein exprimait, au-delà de ce niveau de réflexion, dans une boutade, que « l'on doit chercher des représentations aussi simples que possible, mais pas plus. »

Ainsi, au terme de cette longue histoire, l'algorithme, maître-mot des sciences informatiques qui, désormais, investit tous les champs de la pensée humaine, devient, par une transposition ontologique déraisonnable, la réalité idéale de la nature.

Ce projet est donc la forme moderne d'un réalisme platonicien.

Laissons ces fantasmes et revenons aux concepts qui symbolisent, le plus souvent, les recherches scientifiques.

Elles se fondent, en général, sur l'idée de causalité et sur les développements qui en résultent.

Causalité, déterminisme, finalisme.

D'où vient l'idée de déterminisme ?

L'astrophysique, aujourd'hui, nous montre l'Univers comme un vaste chaos au sein duquel apparaissent des régularités, provisoires certes, à toutes les échelles d'espace et de temps. A notre échelle humaine, nous jugeons comme éternelles les révolutions des planètes autour de notre soleil, et bien plus encore, les étoiles et les galaxies. Les événements d'une ampleur énergétique qui perturbent cet ordre souverain nous montrent que l'Univers n'est sûrement pas un ensemble ordonné, du moins à l'échelle du million d'années.

Le monde dans lequel nous vivons est, aujourd'hui, remarquablement stable. Les tsunamis et les tremblements de terre sont des détails par rapport aux événements géologiques du passé.

A l'opposé, nous voyons les événements biologiques se dérouler avec une grande régularité ; Les embryogenèses et le développement des êtres vivants suivent des parcours d'une parfaite régularité. Mais, lorsque nous arrivons, aujourd'hui, à suivre dans leurs détails les mouvements des molécules qui vont au contact de l'ADN, nous mesurons que des millions de contacts sont sans suite et que quelques-uns seulement, provoquent des liaisons durables, formant, au contact de l'ADN qui agit comme un catalyseur, des protéines qui, à leur tour, auront un parcours interminablement erratique avant de se fixer sur une membrane où elles favoriseront un métabolisme.

Car le « temps des étoiles » se compte en millions d'années, et c'est pourquoi elles nous paraissent tellement stables, et que nous interprétons les évolutions des astres comme résultant d'un déterminisme profond ;

Et, le « temps de la cellule » est largement inférieur à la nanoseconde, proche de la femtoseconde, et c'est la raison pour laquelle nous ne percevons le résultat lointain de leurs errances comme un résultat déterministe.

L'enchaînement des événements, origine de l'interprétation causale.

L'enchaînement des événements élémentaires est interprété par nous comme succession causale, C'est l'inextricable complexité de ces enchaînements qui entraîne leur irréversibilité et crée, localement, le temps. L'investigation microscopique a montré que la décomposition en éléments de plus en plus petits avait une limite.

La notion de quanta est arrivée pour préciser celle d'atomes (hérités des Grecs) ;

Mais la physique qui en a été formulée a buté sur le fait que l'instrument de mesure était le photon, qui est à la fois une particule qu'on pourrait utiliser en la prenant pour ponctuelle. Mais c'est aussi une onde qui a une étendue. IL s'ensuit que toute mesure est irrémédiablement biaisée, et que l'on désigne ce biais par « principe d'incertitude ».

Nous pourrions, sans doute, un jour pas très lointain, analyser les événements quantiques en ouvrant les boîtes noires que sont les « principes d'incertitudes ou les « intégrales de Feynman ».

Mais, dès aujourd'hui, le niveau mésoscopique permet d'analyser de petits groupes d'atomes.

Les dimensions de De Broglie, le libre parcours moyen, le parcours moyen de déphasage permettent d'aborder les phénomènes élémentaires sans passer par les statistiques, donc sans user de lois probabilistes.

La succession des événements, dans leur complexité, est toujours interprétée en termes probabilistes, mais leur accumulation conduit à la prévalence des plus probables, et c'est ce phénomène qui conduit à l'interprétation déterministe et à la construction de théories prédictives. Ces constats nous conduisent à invoquer un déterminisme propre à la nature. C'est aller un peu trop loin, car la seule assurance que nous avons est que notre représentation est déterministe.

Alors, il faut bien distinguer entre déterminisme comme résultat apparent de séries causales convergentes, et déterminisme en tant que résultat d'un déroulement prédéterminé.

Cette dernière option est celle que Monod et Jacob ont développée dans la notion de « téléonomie » mot nouveau qui masque l'hésitation que ces grands scientifiques avaient à parler de finalisme.

Et, en une autre interprétation, le darwinisme nous propose une histoire de l'évolution.

Cette histoire, que Darwin développe sans connaître ni le génome, ni les modalités de formation des protéines et des enzymes, invoque « le hasard, suivi de la sélection naturelle ».

Je pense, à la lecture de « l'origine des espèces », que Darwin pensait le hasard au sens de Cournot, c'est à dire au sens de « concours de circonstances », c'est à dire de « rencontre de deux séries causales indépendantes ». Sinon, le hasard est un mot vide de sens.

Il est peut-être plus facile d'exposer cette vision en faisant appel à la définition que les scolastiques ont utilisé en les attribuant indûment à Aristote.

Je veux parler des niveaux « successifs » des causalités : matérielles, formelles, fonctionnelles (on disait efficientes), et finales.

La nature a produit des oiseaux. Il a fallu des centaines de millions d'années pour que des matériaux s'assemblent, que ces assemblages forment des organes, que ces organes soient dotés de fonctions permettant à l'ensemble, végétal ou animal, de perdurer. La cellule vivante, est en principe éternelle, si elle se trouve dans un milieu assurant sa survie. En revanche, l'être vivant multicellulaire est soumis à trop d'aléas, que sa survie n'est possible que dans une lignée de descendance, car, comme je l'ai entendu dans la bouche d'un paysan, « il y a tant de façons de mourir qu'à la fin, il ne reste plus personne ».

En fait, on ne peut penser l'être vivant que dans un enchaînement solidaire dans le temps, la lignée généalogique, et dans l'espace, le groupement d'individus.

Et c'est cette solidarité, qui caractérise particulièrement l'espèce humaine, qui lui a permis de se rendre maîtresse de la terre.

Mais je reviens aux oiseaux.

La scolastique a prétendu invoquer Aristote en énonçant la série des causes, :

Les matériaux qu'on utilise : la cause matérielle. La façon de

les assembler : la cause formelle,

La fonction que les organes peuvent remplir : la cause efficiente,

L'intention qui a permis cette organisation : la cause finale.

La forte pensée de Darwin est que la nature, au prix d'essais et d'erreurs, ou plutôt de concours de circonstances et de stabilisations dynamiques, a accompli les trois premiers stades dans l'évolution, sans aucune prédestination, sans finalité.

Tout au contraire, l'Ingénieur, arrivé à un certain niveau de connaissances et de moyens techniques, a défini un but, a pensé les fonctions nécessaires à son accomplissement, a défini les organes assumant ces fonctions, et a choisi les matériaux pour construire ces organes.

En un instant, par rapport aux millions d'années nécessaires pour qu'apparaissent des oiseaux, il a construit des avions et en sillonne le ciel.

Dans la vision darwinienne, toute interprétation finaliste est un anthropomorphisme,

Dans la vision que j'ai exposée plus haut, le déterminisme n'est que le résultat, toujours approximatif, d'une répartition de probabilités qui donne à la moyenne un poids écrasant

Il est bien clair que dans cette vision, le déterminisme est une catégorie de l'esprit, et non une catégorie de la nature.

Il est bien clair, également, que la notion de probabilité est une pure création du cerveau humain. Notons qu'Einstein avait bien conscience de cette spécificité, et que, voulant être au plus près de la nature, il utilisait la notion de fréquence, qui est une quantité mesurable, ce qui lui permettait d'éviter d'invoquer le « principe de raison insuffisante », et d'échapper à la notion d'équiprobabilité.

Cette vision a une portée plus générale : les catégories de l'esprit ne peuvent être importées dans la nature que sous forme d'anthropomorphismes. C'est en particulier le cas de la notion d'information, notion qui n'est apparue que lorsque l'informatique est née.

Le statut de l'information

Avant cette date, personne n'aurait invoqué l'information comme une catégorie de la nature.

Mais l'histoire a voulu que, au cours du 19^{ème} siècle, se soient développées des théories qui n'ont pu être unifiées que au début du 20^{ème} siècle ! je veux parler de la fusion des notions de chaleur, de travail et d'énergie. Faute d'éléments pour accomplir cette unification, la thermodynamique a développé la théorie de la chaleur en acceptant la notion de température comme d'un repère sans signification physique. IL s'en est suivi que l'entropie a été considérée comme une grandeur physique dont on ne parvenait pas à expliciter la signification. Il s'en est suivi naturellement que la constante de Boltzmann a été considérée comme la quatrième constante universelle.

Le comble est arrivé lorsque Shannon, établissant sa théorie de l'information, montra sa formule fondamentale à Von Neumann qui lui dit tout de go : « Ta formule a la même forme que celle de Boltzmann, et, comme ce concept n'est pas clair, tu n'as qu'à l'appeler Entropie ». Ce fut l'origine d'un grand cafouillage.

Si l'on avait compris que la chaleur, le travail et l'énergie étaient trois expressions de la même réalité, on aurait donné à la température le statut d'une énergie, et l'entropie serait apparue pour ce qu'elle est : un outil de l'esprit. On n'a pas vidé à fond ce problème, mais la température est désormais utilisée pour signifier un niveau d'énergie. On désigne par $2,7^\circ \text{K}$ le niveau d'énergie du « rayonnement fossile », on mesure en degrés C l'énergie d'une source lumineuse, on désigne en termes d'électrons-volts des températures. Le grand Lev Landau était conscient de ces anomalies, mais, comme elles n'entravaient pas la progression des sciences, il se bornait à le constater.

Mais l'ambiguïté qui domine l'utilisation du terme « information a fait des dégâts au plan épistémologique et surtout au plan idéologique : on a installé l'information, notion sans équation aux dimensions, comme catégorie de la nature. Et, comme la notion d'information est toujours plus ou moins associée à celle d'intentionnalité, on revient à une forme de finalisme (téléonomie).

Les « systémiciens ont fait de ce terme un élément majeur d'un discours ambigu.

L'information est qualifiée « d'immatérielle ». Elle est enregistrée sur un support matériel (aujourd'hui les supports électroniques ont toujours un caractère matériel). Mais l'information « est supposée exister indépendamment de ce support ».

Dans cette vision, le pas épistémologique consiste à appeler information le résultat d'un travail du cerveau qui, à partir de mesures effectuées par un artefact, retient le résultat de la mesure comme une catégorie de l'événement mesuré.

Un exemple typique de ce transfert épistémologique nous est donné par le paradoxe de Hawkins sur les trous noirs.

Lorsque la Relativité Générale affirme que les effondrements de matière et d'énergie dans les trous noirs les y retient définitivement, elle ne nous dit pas que les atomes et les photons ont été annihilés.

Elle nous dit que nous les avons perdus de vue.

Dire alors, dans un glissement de pensée, que l'information a disparu, c'est dire quelle a été annihilée n'a pas de signification matérielle. Certes, l'information dont nous pouvions disposer sur les objets quantiques absorbés par le trou noir est définitivement perdue. Mais il s'agit de notre information.

Et, quand Hawkins, dans une pensée très profonde, assure que le trou noir s'évapore, il nous dit qu'un jour ou l'autre, les atomes et les photons seront à nouveau libérés.

Quelle est ma raison de l'utilisation du terme « information ???

Lorsque des atomes s'assemblent en molécules, il y a un échange d'énergie. Lorsque la molécule est rompue (par choc, élévation de température, etc...) l'échange d'énergie se produit en sens inverse.

Dans un trou noir, les objets plus ou moins structurés soumis à des conditions extrêmes sont certainement décomposés ; nous disons qu'il y a perte d'information.

Mais l'énergie et la masse ses composants sont globalement conservés.

L'idée de perte d'information ne concerne que nous-mêmes et notre façon de représenter les phénomènes

Pourvu que l'on réserve précieusement à l'information, son statut de catégorie de l'esprit, il n'y a plus de paradoxe. Einstein et Bohr peuvent reposer en paix.

Il est possible de faire la même réflexion dans tous des domaines.

Par exemple, en biologie, le phénomène énergétique fondamental est l'adsorption ou la désorption d'un radical phosphate par une molécule d'adénosine. La molécule, sous forme d'adénosine diphosphate (ADP), capte un ion phosphate (adénosine triphosphate, ATP) en utilisant un quantum d'énergie présent dans son milieu. Si deux molécules voisines tendent à s'unir, elles ont besoin d'un quantum d'énergie, et elles le trouvent en perturbant une molécule d'adénosine triphosphate qui perd un ion phosphate en libérant le quantum d'énergie correspondant. Le résultat est exprimé par une stricte conservation de l'énergie : si l'énergie libérée par l'ATP -> ADP est supérieure à l'énergie nécessaire à l'association des deux molécules, le reliquat énergétique est relâché dans le milieu ambiant sous forme d'un quantum de basse énergie.

Les biologistes aiment parler d'information : information génétique, ARN « messenger », ADN codant pour une protéine, etc..

De quoi s'agit-il ?

A l'échelle humaine, celle de la seconde, tous ces événements se produisent avec une régularité saisissante. La notion de déterminisme en biologie en résulte. Cette notion sous-tend une prédétermination, c'est-à-dire un « programme » qui décrit la destination finale de l'ensemble des événements.

Mais qu'en est-il au niveau moléculaire ? C'est-à-dire à l'échelle de temps des molécules, proche de la femtoseconde?

Nous savons bien que la vie exige une profusion de ses éléments constitutifs pour se développer durablement.

C'est par dizaines de milliers que les molécules basiques vont former des protéines. Beaucoup de contacts sans suite avec l'ADN, suffisamment pour que se produisent des contacts, des adsorptions, durables.

C'est grâce à ces adsorptions (en général liaisons H assez faibles), que se produisent les rencontres moléculaires qui donnent naissance aux protéines.

Bien entendu, les adsorptions moléculaires durables sont spécifiques de certaines molécules, et les réactions chimiques qui produisent des protéines sont également spécifiques. Mais la formation d'une protéine donnée est un événement favorable parmi des quantités d'échecs. Autrement dit, c'est grâce à la profusion des contacts moléculaires que se produisent, inéluctablement, des résultats favorables. La forte cohésion de la protéine fait qu'elle se détache de ses liens (des liaisons H assez faibles) et qu'elle va errer dans le milieu intracellulaire.

Et là encore, la multiplicité des contacts, et leur rapidité, fait qu'au terme d'une errance dont les détails nous échappent, la protéine va trouver un site qui la retient et qu'elle va contribuer à un métabolisme. Au sens de Darwin, ce processus a été retenu parce qu'il a prévalu et que la structure d'ADN qui a favorisé cette catalyse a perduré en tant qu'élément de l'évolution. Darwin parlait de hasard, nous mesurons aujourd'hui que ce mot ne représente pas la réalité du phénomène, pas plus que le mot de téléonomie, inutile pour affirmer que « ce phénomène avait toutes les chances de se produire ».

Hasard, information, téléonomie, sont autant de catégories de l'esprit pour approcher, à notre échelle de temps, le phénomène biologique.

Conclusion

Aucune des catégories de l'esprit n'a de réalité physique.

Les nombres, les mathématiques, les algorithmes, l'information, les théories scientifiques et philosophiques, les attitudes éthiques sont des catégories de l'esprit. Toutes ces catégories correspondent à des processus neuronaux qui arrivent à notre conscience. Les structures neuronales sont les supports sur lequel s'organisent des processus en boucles en activation synchrone, des processus électriques qui lient des milliers de neurones. Ces processus n'ont pas de signification en eux-mêmes, ils n'en ont que par leur rapport avec un assemblage de processus correspondant à des vocables grâce auxquels nous créons une image symbolique du monde, de notre environnement, mais aussi de notre monde intérieur. Les vocables sont le résultat de réductions drastiques sur les myriades de stimuli que notre cerveau enregistre pour en faire de l'information. Ces informations sont elles-mêmes associées à toutes sortes de processus (qui sont autant d'informations concernant aussi bien la représentation des événements naturels que de nos propres expériences subjectives. Ces ensembles sont eux-mêmes intégrés à une intersubjectivité du groupe humain qui est essentiellement colportée par le langage.

Certains pourront objecter que les stimuli sont déjà des informations.

J'explique mon choix par un simple exemple :

Quand Ronsard écrit « Mignonne, allons voir si la rose,..... » que nous dit-il ? Il nous parle de l'idée que nous avons de la rose, de la proximité de cette idée avec l'idée qu'il se fait de la fraîcheur et de la beauté de la jeune fille.

Quelle est la nature du stimulus ? Des faisceaux de rayons lumineux, venus du soleil, seraient perçus par notre œil comme de la lumière blanche. Mais la rose absorbe tous ces rayons, sauf ceux de lumière rouge que reçoit notre œil, et c'est pourquoi la « rose est rouge ». La rose n'a aucune intention de nous montrer qu'elle est rouge. Nous recevons une vibration lumineuse rouge. C'est tout.

Le poète allemand Alosius Silesius a dit quelque chose de semblable dans de très beaux vers :

« La rose fleurit
Parce qu'elle fleurit
Sans souci du pourquoi,

Sans désir d'être vue ».

Tous nos stimuli, introduits dans des réseaux neuronaux, sont connectés avec des réseaux qui les spécifient comme informations.

Ces informations sont des typologies, des scènes, des souvenirs, des affects.

Elles introduisent la vision présente de la rose dans un vécu environnemental et dans un vécu intérieur.

Et ce sont des deux ordres de « vécus » qui ouvrent sur notre vision du monde.

Ernesto Di Mauro me rappelle que Montaigne a déjà proposé cette forte pensée qui lui est inspirée par Aristote. Il distingue la raison proférée (logos prophorikos) et la raison intérieure (logos endiathetos).

Cette distinction est reprise aujourd'hui par les psychologues dans modèle intérieur et modèles extérieurs dont les interactions nous donnent notre vision du monde.

Ces pensées ont pris naissance dans le monde, puisque notre cerveau fait partie du monde.

Mais des formes différentes de ce genre de processus existent dans les cerveaux de nombreux animaux, et leur principe ne diffère pas essentiellement des processus qui ont animé le cerveau d'Aristote ou celui de Niels Bohr ou d'Albert Einstein.

Mais, si, en tant que processus neuronaux, ils peuvent être en principe décrits par une analyse physiologique, le sens que chacun de ces petits ou de ces grands cerveaux leur donne correspond à une symbolisation qui appartient en propre à l'être vivant qui les produit et n'a aucune réalité physique autre que celle de processus neuronal.

Le dualisme s'arrête là.

Tout est production de l'esprit aux mille fenêtres qui s'ouvrent sur le monde.