

Implications philosophiques et spirituelles des sciences de la complexité

*Marc Halévy
Mars 2009*

Depuis "La nouvelle Alliance" d'Ilya Prigogine, la physique de la complexité a fort évolué. Le cosmos y est vu comme un processus global unique qui engendre lui-même l'espace, le temps, la matière et les lois physiques comme autant de propriétés émergentes. Le temps ne passe pas, mais il s'accumule actant ainsi le principe d'une mémoire cosmique permanente : l'oiseau n'apprend pas à construire son nid, il se le "rappelle". Mais surtout, l'improbabilité notoire de notre univers et de la conjonction des valeurs des constantes cosmiques, induit un questionnement incontournable sur l'idée d'intention qui devient inévitable pour rendre compte de l'improbable. Le principe d'autoréférence devient essentiel pour comprendre la texture réelle de notre univers.

Une brève histoire des sciences ...

L'histoire des sciences, depuis des millénaires jusqu'il y a peu, s'est confondue avec une recherche effrénée des "élémentaires" : particules élémentaires, forces élémentaires et lois élémentaires. Les particules forment les briques, les forces forment le ciment et les lois forment les contraintes de cet assemblage supposé qui constitue l'univers physique.

Tout cela avait commencé du jour où, sur le seuil de sa caverne, le vieil homme constata son incompréhension du monde alentour, si imprévisible, si désordonné, si inextricable alors que là-haut, par une nuit claire, l'ordonnement des astres lui donnait une image parfaite d'ordre et de régularité.

Toute l'histoire des sciences relève, dès ses origines chaldéennes, de ce rêve de faire descendre sur le chaos terrestre, l'ordre géométrique céleste.

L'autre rêve fut alchimique. Devant le spectacle de la diversité et de la disparité des matériaux, la curiosité réductionniste fut excitée : toutes ces matières ne seraient-elles pas le résultat de combinaisons compliquées d'éléments simples ? Les Grecs en inventèrent quatre (l'eau, l'air, le feu et la terre) parfois assortis d'une cinquième : l'éther. Les Chinois, de leur bord, en imaginèrent cinq d'emblée : l'eau, le bois, le métal, la terre et le feu. Quelques siècles plus tard, Mendeleïev classifia une petite centaine d'atomes élémentaires qui se réduisirent à trois particules de base : le proton, le neutron et l'électron.

Grâce à ces découvertes, la Terre et le Ciel se répondaient enfin dans l'ordre de l'élémentarité : partout trois particules élémentaires, partout quatre forces élémentaires (gravifique, électromagnétique, hadronique et leptonique), partout des lois élémentaires : celles de la cosmologie là-haut, celles de la chimie ici-bas. "Dormez, braves gens, l'ordre règne". C'était à la fin du 19^{ème} siècle : Lord Kelvin en Angleterre et Berthelot en France pouvaient allègrement proclamer en chœur : "la science est achevée à quelques détails de calcul près".

L'histoire scientifique du 20^{ème} siècle devait leur donner tort. La technologie offrit à ce dernier siècle des instruments d'investigation et de mesure d'une finesse et d'une précision colossales. Et cette puissance d'analyse centuplée fit voler en éclat le bel ordonnancement de la physique positive et scientiste.

Le Ciel, c'est-à-dire l'Espace-temps, se révéla bientôt être un chaos infernal, peuplé des métriques tordues de la relativité généralisée, peuplé d'étoiles vivantes et explosives, ayant naissance, croissance, maturité, déclin et mort, peuplé d'êtres bizarres et effrayants, inconstants et imprévisibles, comme les trous noirs, peuplé d'énergie noire et de matière sombre inaccessibles, inobservables, intangibles.

Quant à la Terre, c'est-à-dire la Matière, elle offrit le navrant spectacle de l'émission des particules que l'on croyait élémentaires, et d'un foisonnement de particules sub-élémentaires toutes plus instables les unes que les autres. L'incertitude quantique y jeta un trouble définitif. Les forces et les matières ne se distinguèrent plus que par le nom des deux familles de particules insaisissables : bosons là, fermions ici. La théorie de la super symétrie propose un tableau de plus d'une centaine de particules que l'on a du mal à appeler "élémentaires". Et cette théorie est elle-même sous la pression d'un autre modèle : celui des supercordes exigeant une espace à 9, 12 ou 21 dimensions, c'est selon.

Bref, vers la fin du 20^{ème} siècle, la complexité avait rattrapé les physiciens. Plus rien ne semblait élémentaire. A chaque niveau de regard, l'élémentarité du niveau d'avant volait en éclat et reconduisait le chaos qu'il fallut restructurer à grands coups d'hypothèses de plus en plus fumeuses, de plus en plus "magiques", de plus en plus abracadabrantesques. Le panorama, aujourd'hui, est alarmant. La science classique s'appuie sur deux modèles standards, celui dits des "particules élémentaires" et celui dit "cosmologique" qui sont incompatibles entre eux. Chacun de ces deux modèles standards s'enlissent de plus en plus dans d'inextricables contradictions internes qui appellent des hypothèses et des théories de plus en plus farfelues pour sauver la face. De plus, et surtout, aucun de ces deux modèles n'est capable de rendre compte des processus d'auto-organisation et d'autopoïèse qui pourtant gouvernent la Matière, la Vie et la Pensée. Les gesticulations d'un Stephen Weinberg en physique, d'un Richard Dawkins en biologie ou d'un Jean-Pierre Changeux en neurobiologie n'y changeront rien.

Dans le cours des années 1960, la question épistémologique de fond commença d'être posée : la recherche d'une élémentarité foncière derrière le spectacle du chaos universel était-elle légitime ? Le rêve analytique cartésien avait-il un sens ? Bref : la complexité de l'univers réel était-elle réductible à quelques élémentaires ?

Sur ces questions fondamentales, deux écoles émergèrent : l'école de la physique classique qui continua de croire, dur comme fer, que le réductionnisme analytique restait la seule méthode d'accès à la connaissance universelle, et l'école naissante de la physique complexe qui, forte des leçons de l'histoire, prit le parti de ne plus considérer le réductionnisme classique que comme un cas particulier, commis aux systèmes les plus rudimentaires, mais inadéquat partout ailleurs. A la suite de mon maître, Ilya Prigogine, j'appartiens à cette seconde école qui, partout, émerge comme le nouveau paradigme scientifique et physique. Sans entrer dans les détails, je m'en réfère ici à deux noms : Thomas Kuhn pour son travail sur les révolutions scientifiques et les changements de paradigme, et Max Planck pour cette phrase dure mais célèbre : "La vérité ne triomphe jamais, ce sont ses ennemis qui meurent peu à peu". Il suffit donc d'être patient.

Emergence

La notion clé pour comprendre la physique des processus complexes est celle de propriété émergente. Il s'agit d'une propriété que possède le tout sans qu'aucune de ses parties ne la possède en propre. Autrement dit, ce n'est pas une propriété qui est apportée par l'un des composants du système, mais bien une propriété qui surgit des modes d'organisation et

d'agencement entre ces composants au sein même du système. Il s'agit, en somme, d'une propriété au second degré, d'une propriété qui ne soit pas un apport externe mais qui soit une production interne, d'une propriété dynamique et homéostatique qui soit une structure de fonctionnement au-dessus des structures d'agencement.

Le cas le plus simple est celui des atomes de carbone qui cristallisent soit sous la forme transparente et dure du diamant, soit sous la forme opaque et friable du graphite. Les propriétés de dureté et de friabilité, de transparence et d'opacité qui distinguent ces cristaux, ne sont pas des propriétés de l'atome de carbone, mais des propriétés émergentes surgissant de leurs agencements géométriques réciproques au sein du cristal. On comprend que ces propriétés au second degré s'appuient sur les interactions entre atomes de carbone sans se réduire à ces atomes eux-mêmes. Dans la même logique, on peut dire que la Vie est une propriété émergente dynamique qui s'appuie sur des macromolécules biochimiques sans s'y réduire. De même, on peut dire que la Pensée est une propriété émergente dynamique qui s'appuie sur des tissus neuronaux sans s'y réduire.

De façon beaucoup plus générale, tous les phénomènes d'auto-organisation et d'autopoïèse s'affichent comme des processus d'émergence qui s'appuient, sans s'y réduire, sur un substrat loin de l'équilibre, c'est-à-dire sur un milieu riche et actif qui évolue loin des conditions rudimentaires où excelle la physique classique.

Il est intéressant de noter, dans le cadre de l'histoire des idées, que le débat actuel entre réductionnisme et émergentisme ressuscite le vieux débat qui opposa, jadis, les tenants de la création ex-nihilo (le rabbinisme talmudique) et les tenants de l'émanation (le kabbalisme mystique). Pour ceux-là, l'univers était le fruit de la volonté et de l'action extérieures du Dieu créateur ; le monde était le vase sorti des mains d'un potier divin que les physiciens classiques appelleraient aujourd'hui "hasard et nécessité". Pour les autres, par contre, l'univers était le fruit d'une poussée intérieure, comme pousse un arbre au départ de sa graine, sans intervention interne, ni d'un dieu nécessaire, ni du dieu hasard. L'univers, alors, est son propre fruit, son propre produit. Pour reformuler la chose dans le langage de la physique, l'univers est alors perçu comme un processus global autoréférentiel, comme un processus d'auto-déploiement au départ d'un germe, d'une singularité que l'on peut assimiler au big-bang du modèle standard cosmologique.

Cette notion d'autoréférence est cruciale en physique des processus complexes : un processus n'est pas fabriqué de l'extérieur, mais il se fabrique lui-même, de l'intérieur. Il est déploiement de soi. Il est accomplissement de soi, non pas grâce à son milieu extérieur, mais malgré ce milieu. Pour le dire autrement, en inversant les termes : le milieu externe ne détermine pas un processus complexe, mais il le contraint c'est-à-dire qu'il restreint le champ de ses possibles.

Emergentisme vs. déterminisme

Une question essentielle fut longtemps esquivée par la physique classique : si lois universelles de la physique il y a, et si ces lois sont des données intemporels, précédant le big-bang et s'appliquant donc à tout dès l'instant "un", d'où viennent ces lois ? De même, si l'univers se déploie dans l'espace et le temps, d'où vient cet espace-temps préexistant à la matière et à l'énergie qui le courbe et le tord ?

La question dépasse le cadre de la physique et titille un brin la métaphysique. Elle est néanmoins incontournable.

De deux choses l'une, ou bien les lois de la physique préexistent à l'univers réel et il reste à savoir qui ou quoi les ont choisies parmi l'infinité des lois possibles, ou bien ces lois ne préexistent pas à l'univers et doivent donc être produites par lui comme des structures de déploiement adéquates.

Si l'on veut faire l'économie de l'hypothèse d'un dieu créateur, il faudra bien considérer les "lois-structures" de la physique comme des émergences du processus cosmique lui-même. Les lois universelles - et les constantes universelles qui leur sont adjointes - pourraient alors n'être pas immuables et s'élaborer progressivement au fur et à mesure des "besoins" du processus cosmique.

De même encore pour l'espace-temps : s'il n'est pas un "donné" préalable, il faut en conclure que c'est l'univers lui-même qui engendre **de** l'espace et **du** temps afin de pouvoir s'y déployer selon sa propre logique interne. Cet espace-temps qu'il se génère, se construit en fonction des besoins locaux de déploiement et, par conséquent, donne forcément un espace-temps inhomogène donc non euclidien, courbe et tordu, conformément à la théorie de la relativité généralisée.

De même enfin, pour l'énergie-matière : c'est l'univers lui-même qui la produit afin de se donner un substrat et d'y déployer les formes de plus en plus complexes qui correspondent à sa propre évolution.

Retenons, à ce stade, les trois dimensions du déploiement cosmique : des lois-structures, de l'espace-temps, de l'énergie-matière.

Toute la physique classique repose sur l'hypothèse fondatrice d'un univers gouverné par des lois immuables et déterminantes. Cette détermination inhérente à la vision classique passe du déterminisme strict de la mécanique newtonienne ou einsteinienne, au déterminisme probabiliste de la mécanique statistique ou quantique. Peu importe, en somme. L'idée centrale est que tout est soumis à ces lois intemporelles et données a-priori, que rien n'y échappe et qu'elles régissent tous les rapports entre tout ce qui existe. Mais comment alors rendre compte d'un arbre qui pousse ? D'où vient la force qui le pousse à pousser à l'encontre de la force de gravitation, à l'encontre de la loi de l'entropie maximale et du second principe de la thermodynamique ? Comment comprendre qu'il se déploie malgré les circonstances et les fluctuations de son milieu ? D'où lui vient cette énergie intérieure qui ressemble à s'y méprendre à une force d'intention de se réaliser, de se déployer, de s'accomplir le plus complètement possible ? Comment expliquer que cet arbre qui pousse, puisse pousser sans plan, en s'adaptant aux pressions externes, en optimisant à chaque instant le jeu des paramètres de forme qui le caractérisent ?

La vision de la physique des processus complexes est tout autre et inverse la logique de détermination. En fait, la complexité s'élabore comme un immeuble à étages et se construit progressivement depuis les fondations et les premiers étages rudimentaires de la physique classique, vers les étages supérieurs, de plus en plus complexes, articulés sur des architectures de plus en plus sophistiquées.

Sur chaque étage, le cosmos s'organise dynamiquement jusqu'à produire des propriétés émergentes stabilisées qui vont structurer cet étage-là. Aux niveaux les plus bas, ces structures stabilisantes émergentes sont les "élémentaires" de la physique classique : des particules, des forces, des lois.

Mais, de cet étage inférieur, émerge, un jour ou l'autre, les prémisses d'un étage supérieur qui devra élaborer ses propres structures de stabilité parmi toutes les solutions possibles, mais qui devra aussi respecter les structures de l'étage inférieur - s'il ne le faisait pas, le château de cartes s'effondrerait.

Autrement dit : les "lois" du niveau inférieur ne déterminent pas les modes d'organisation du niveau supérieur, mais elles les contraignent. Au-delà de cette contrainte, tous les possibles sont permis et le principe déterministe s'efface. Cela explique pourquoi, plus on monte dans la cathédrale de la complexité, chaque étage devient plus foisonnant, plus riche de formes et d'organisations, plus disparates et apparemment chaotiques.

Au niveau le plus bas, on trouve trois espèces de particules élémentaires stables. Quelques étages plus haut, on trouve plus de 300.000 espèces de coléoptères bigarrés et bicornus, aux comportements individuels et sociaux les plus divers.

A chaque montée d'un niveau de complexité, le nombre de scénarii morphogénétiques possibles devient plus infini, mais les filtres contraignants de tous les niveaux inférieurs restreignent ce nombre qui, malgré tout, augmente considérablement à chaque étage.

Prenons une analogie et partons des 26 lettres de l'alphabet. Avec celles-ci, on pourrait créer 18.278 syllabes de une, deux ou trois lettres. Mais toutes ces syllabes ne seraient pas prononçables. Si on les filtre en imposant au moins une voyelle par syllabe, on obtiendra quelques 4.244 syllabes utilisables. Si l'on veut à présent monter encore d'un étage, et que l'on veuille fabriquer des mots de une, deux ou trois syllabes, on voit très vite le nombre des combinatoires exploser pour offrir un lexique quasi infini. Et l'on peut continuer en assemblant ces mots en phrases soumises à des règles syntaxiques - élaborées progressivement au fur et à mesure du développement du processus linguistique - et l'on obtient des infinités de propositions aux sens les plus variés.

Ce qu'il faut ici bien noter, c'est que les règles de construction des syllabes prononçables, contraignent mais ne déterminent pas les règles syntaxiques des étages supérieurs.

S'il fallait, d'un mot, résumer l'impact de l'émergentisme sur notre vision de l'univers, on pourrait parler d'une sorte d'existentialisme cosmique : rien n'est prédéfini, rien n'est préfabriqué, rien n'est prédéterminé. L'essence ne précède donc pas l'existence. L'univers se crée lui-même, librement, soumis à ses propres seules contraintes, et, chemin faisant, il se découvre des voies de déploiements, inédites et imprévues, qui peuvent ou non se déployer à leur tour dans un nouveau phylum. Plus il monte en complexité, plus le nombre de ces voies morphogénétiques augmentent dans des proportions exponentielles qui frisent l'infini.

Organicisme vs. mécanicisme

On l'a vu : les propriétés émergentes sont des structures secondes qui naissent des interactions entre les composants. L'ensemble devient un tout, paré d'une identité propre qui dépasse celles de ses composants. L'ensemble devient un tout cohérent et cohésif, qui vit alors d'une vie propre, au-delà de la vie propre de ses constituants.

Autrement dit, la mayonnaise est plus que la juxtaposition du jaune d'œuf, de l'huile et de la moutarde. La mayonnaise est une émulsion globale qui "émerge", avec ses propriétés propres, d'un processus d'interaction entre les biomolécules de ses ingrédients.

Qui plus est, cette mayonnaise est irréversible - comme tout processus complexe. Une fois qu'elle a pris, elle ne peut plus se déprendre. Elle peut tourner, moisir, tomber, être transformée de mille manières, mais elle n'est plus démontable. Comme le béton lorsqu'il a séché, comme la glaise du potier une fois cuite, comme la graine après qu'elle ait germé.

La physique classique ne connaît et ne reconnaît que des systèmes mécaniques, c'est-à-dire démontables, analytiquement démontables. Elle excelle donc aux niveaux les plus bas de l'édifice des complexités, là où s'assemblent et se désassemblent les "élémentaires". Là, beaucoup est réversible. Toutes les équations fondamentales de la mécanique rationnelle, relativiste ou quantique, ignorent la flèche du temps. Dans ces équations fondatrices, il serait tout-à-fait loisible d'imaginer l'inversion du cours du temps : les planètes tourneraient dans l'autre sens autour du soleil, voilà tout.

Tel n'est pourtant pas le cas pour les systèmes plus complexes. La flèche du temps ne peut pas s'inverser pour eux. L'adulte ne peut pas rajeunir et retourner dans le ventre de sa mère. La

mayonnaise ne peut pas être remise dans un batteur électroménager qui tournerait à l'envers et rendrait ses trois ingrédients séparés et intacts. Les principes de la thermodynamique s'y opposent formellement. Dès que la loi des grands nombres joue et que des effets statistiques se font jour, le temps devient irréversible, la flèche du temps devient incontournable. Le principe de Carnot-Clausius et l'équation de Boltzmann l'avaient démontré il y a plus de cent ans. La thermodynamique avait alors déjà enfoncé ce coin déstabilisateur dans l'édifice mécaniste de la physique classique.

Car le mécanisme classique s'oppose à l'organicisme complexe. Pourquoi ?

Pour la physique classique, l'univers est un assemblage de briques élémentaires au sein de ce vaste contenant vide mais malléable qu'est l'espace-temps ; cet assemblage résulte du jeu des quelques forces élémentaires soumis à ces quelques lois élémentaires qui les déterminent. Le temps n'y est qu'un paramètre neutre, prêt à recevoir tout mouvement, toute transformation. Le temps y est "offert", en somme, autant que l'espace.

Une telle vision du monde ne peut, en aucun cas, rendre compte des phénomènes de propriété émergente, pour la simple raison que ceux-ci ne sont ni démontables, ni réversibles. Ils ne sont pas réductibles à quelque "élémentaire" que ce soit puisqu'ils constituent des complexes autonomes résultant d'interactions fortes *entre* leurs "élémentaires". Ces phénomènes ne sont pas séparables de la logique interne du processus qui les porte. Et cette logique a un sens, c'est-à-dire au moins une direction (la flèche de "leur" temps), sinon une signification (une finalité).

La physique complexe propose une autre vision de notre univers. Une vision non pas mécaniste, mais organiciste. Pour le dire d'un mot un peu caricatural, pour elle, l'univers est un tout vivant, intégré, unitaire, cohésif et cohérent.

L'univers est un tout : cela signifie qu'il n'est pas un assemblage d'élémentaires séparés et séparables - qui, d'ailleurs, en aurait été le mécanicien-monteur ? -, mais qu'il est un processus global, comme un arbre qui pousse au départ de sa graine.

Cet univers "pousse" mû par trois propensions universelles et par une intention : celle d'accomplir tous les possibles qui s'offrent. Nous y reviendrons plus loin. Cet univers s'engendre de l'espace-temps, de l'énergie-matière et des lois-structures afin de se donner les moyens de son propre déploiement. Cet univers est autoréférentiel qui ne connaît aucun "extérieur", ni matériel, ni immatériel. Cet univers est un vaste processus autopoïétique en marche, qui s'invente, se crée et s'improvise au fil des opportunités de son propre accomplissement et des émergences inédites et imprévisibles qui surgissent.

Ce processus universel se construit par expansion spatiotemporelle, par enrichissement des architectures et par sophistication des régulations ; bref, par une triple montée en complexité. Friedman et Lemaître avaient bien compris que l'univers est en expansion.

Heisenberg avait bien compris que l'univers élabore des poupées russes architecturales.

Prigogine avait bien compris que l'univers génère des régulations dissipatives globales.

Teilhard de Chardin avait bien compris que l'univers évolue vers toujours plus de complexité.

Il suffit à présent d'allier tout cela pour comprendre les enjeux de la physique des processus complexes.

Holisme vs. analycisme

L'existence de propriétés émergentes induit une autre conséquence essentielle. Puisque ces propriétés appartiennent au tout sans appartenir à aucune de ses parties, toute décomposition analytique du système détruit fatalement ces précieuses propriétés émergentes. Lorsque l'on dissèque une cellule vivante, on la tue. Ainsi, si l'on veut connaître les "secrets" de la Vie en

tant que propriété émergeant d'un substrat de macromolécules biochimiques, il faut étudier la cellule vivante dans son ensemble sans la découper en morceaux. Si nous la tronçons, nous serions réduits à inventorier les composants morts de ce qui, naguère, fut une cellule vivante. Les "secrets" de la Vie nous auraient ainsi irrémédiablement échappé. C'est très exactement l'impasse où se trouvent les biochimistes d'aujourd'hui qui veulent réduire la Vie à de la Chimie : ils s'obstinent dans la voie mécaniste et réductionniste en reniant la voie proprement organique des biologistes non réducteurs.

Plus généralement, l'existence de propriétés émergentes de niveau supérieur, irréductibles aux composants du niveau inférieur, implique une conséquence inouïe : le tout est plus que la somme de ses parties. Ce principe simple est appelé le principe holistique et fonde l'holisme : si le tout est plus que la somme des parties, il faut considérer ce tout comme un tout global et non comme l'assemblage de ses parties. Cela signifie encore qu'il faut considérer le tout et ses parties dans un rapport dialectique réciproque où les parties expliquent partiellement le tout, mais où le tout implique partiellement ses parties.

Cette perspective avait été parfaitement perçue par Blaise Pascal contre René Descartes.

Je cite :

"Toute chose étant aidée et aidante, causée et causante, et tout étant lié par un lien insensible qui relie les parties les plus éloignées les unes aux autres, je tiens pour impossible de connaître les parties si je ne connais le tout, comme de connaître le tout si je ne connais les parties".

Et Pascal ajoutait, malicieux : *"Descartes, inutile et incertain"*.

Le principe holistique est central pour la physique des processus complexes. Un processus est un tout, indécomposable. Il est bien plus qu'une succession d'états. Il est bien plus qu'un jeu élémentaire de causes et d'effets, plus ou moins déterministes. En son temps, après la défaite de l'entreprise de fonder, avec Bertrand Russell, une axiomatique mathématique et logique définitive, en 1929, Alfred North Whitehead avait tenté, dans un livre aussi fameux qu'illisible, intitulé "Process and reality", de fonder une logique processuelle au-delà de nos logiques objectales. Cette entreprise est plus que jamais à l'ordre du jour. Essayons d'en tracer les contours.

Si le tout est plus que la somme de ses parties, cela signifie que un plus un n'égal pas deux. Ce qui rend les mathématiques classiques, pourtant langage essentiel et central de la physique classique, inopérante. Si un plus un n'égal pas deux, alors toute la mathématique additive et analytique qui fonde la physique mathématique s'écroule. Et la physique perd son langage de base.

Plus précisément, puisqu'un processus n'est pas un assemblage, c'est-à-dire n'est pas une addition ou une juxtaposition d'élémentaires identifiables et immuables, il faut leur inventer des langages qui renonce à l'analyticité et à l'additivité. Les chimistes, déjà, ont bien connu le problème puisqu'ils ont éradiqué le signe "égale" de leurs équations. On ne dit pas "sodium plus chlore égale sel", on dit "sodium plus chlore DONNE sel". Le sel de cuisine résulte d'une réaction qui n'est pas une addition. Les propriétés du sel ne sont pas la somme des propriétés du sodium et du chlore. Le sel de cuisine est une molécule résolument neuve, dotée de propriétés résolument neuves, même si certains principes, hérités du niveau inférieur, obligent à la conservation de la masse et de l'énergie qui continuent de s'y additionner.

On voit bien, dans l'exemple chimique, que si les mathématiques sont parfaitement bien adaptées pour calculer les coefficients stœchiométriques qui équilibrent la réaction, elles sont, en revanche, impuissantes à prévoir le goût du sel, sa couleur, ses structures cristallines et toutes ses propriétés physiques et chimiques.

Plus généralement, la physique des processus devra compléter son recours aux mathématiques par le recours à d'autres langages scientifiques qui restent encore largement à inventer. La simulation informatique ou la logique conceptuelle sont déjà parmi ceux-là. Mais comme Whitehead l'a montré, nous n'en sommes qu'aux tout premiers balbutiements. Car le saut conceptuel est immense. Depuis toujours, les langages humains traitent des objets, c'est-à-dire des traces laissées par les processus sous-jacents. Ces objets sont identifiables, dénombrables, modélisables, objectivables. Mais qu'en est-il des processus sous-jacents ?

Lorsque l'astronomie décrit le système solaire comme une immense masse en fusion nucléaire entourée de neuf planètes plus ou moins solides, ancrées sur des orbites presque rigoureusement elliptiques, elle fait fi de l'histoire et de l'évolution de tout ce système qui n'apparaît durablement stable qu'à nos yeux myopes et enfermés dans le court terme. En réalité, ce système solaire actuel, n'est que la trace d'un processus qui commença il y a quelques milliards d'années par l'explosion d'une supernova, par l'effondrement gravitationnel des gaz libérés en une immense réaction nucléaire, par la condensation des matières éjectées sur des anneaux qui, peu à peu, se concentrèrent en planète ... et qui s'effondrera, dans quelques milliards d'années lors de l'extinction, par épuisement, de notre soleil.

La physique classique adore faire fi des évolutions et des processus pour se concentrer sur ce qu'elle croit stable, intemporel, sur ce qu'elle croit fait d'objets clairement identifiables. Dans la réalité, il n'y a rien de tel.. Pour le dire plus fortement : dans le réel, rien n'est ni géométrique, ni régulier, ni élémentaire, ni récurrent. Rien n'est intemporel ou immuable. Tout cela n'est qu'idéalisation, simplification, réduction. Car rien n'échappe à l'usure, au frottement, au vieillissement, à la naissance et à la mort. C'est cela qu'affirme la physique complexe lorsqu'elle affirme que tout est processus ; lorsqu'elle affirme que tous les objets et systèmes que nous observons ne sont que des traces de ces processus sous-jacents qui constituent la vie de l'univers, qui en tissent l'histoire et l'évolution, qui en nourrissent le déploiement et l'accomplissement.

Il n'y a donc rien d'intemporel. Tout est sujet au temps. Ou, plus exactement, le temps est en tout puisque nous avons dit que l'univers se crée du temps pour s'y déployer. Le temps est donc un facteur second et endogène.

Mais qu'est-ce donc que ce temps dont Augustin d'Hippone, dans ses confessions, disait : *"Si personne ne me le demande, je le sais bien ; mais si on me le demande, et que j'entreprenne de l'expliquer, je trouve que je l'ignore"*.

Classiquement, le temps est vu comme une suite d'instantanés qui s'enchaînent à la queue-leu-leu, s'annihilant successivement et mutuellement. Un seul instant, éternellement changeant, est réel. Les instantanés passés ne sont plus ; et les instantanés futurs sont à venir et n'existent donc pas encore. L'instant présent est l'interface réelle entre deux éternités irréelles. Bref : le temps passe.

Cette tripartition du temps en passé, présent et futur est typique des langues indo-européennes. Les langues sémitiques, elles, ne connaissent que deux états temporels : l'accompli qui est achevé définitivement, et l'inaccompli qui est en-cours, peut-être pour longtemps encore. Ne fussent que ces deux regards sur le temps induisent l'idée que peut-être notre "temps qui passe" n'est pas la juste interprétation.

Et si le temps ne passait pas ? Et si le temps s'accumulait ?

Et si l'univers se construisait comme se construit un arbre, cerne après cerne, saison après saison. Une mince couche entre bois et écorce, appelée cambium, est seule active et vivante : elle seule produit la vie et engendre les cellules qui feront l'arbre de demain. Mais les couches

inactives et mortes qui sont sous le cambium et qui forment le bois, n'en sont pas moins réelles pour autant : elles participent d'un autre mode d'existence, voilà tout.

Abordons encore le temps de manière légèrement différente : selon la vision classique, le temps s'écoule. Il est le paramètre d'évolution universel. Il passe d'un instant présent à un autre instant présent. Le passé n'existe plus et le futur n'existe pas encore. On représente souvent le présent comme la position d'un curseur qui parcourt un axe infini. Seule sa position présente est réelle : ses positions passées ne sont plus dans le réel et ses positions futures ne sont pas encore dans le réel. Et lorsqu'une position future sera dans le réel, sa position présente ne le sera plus puisque passée.

Tout objet physique est donc vu dans l'instantanéité de son présent. Ses états passés et futurs ne font pas partie du réel, de son réel. Autrement dit : l'objet n'est réel que dans son présent. En retournant cette proposition, il vient que la notion même d'objet naît de ce que l'on n'en "voit" que l'état présent : un objet est une "boule" d'espace vue à l'instant présent.

Dire que le temps s'écoule d'instant en instant et que l'épaisseur du réel se réduit au seul instant présent, est pure hypothèse. Ce n'est pas parce que notre conscience n'a conscience que de l'instant présent que le réel s'y borne.

Imaginons que le présent ne soit pas la totalité du réel, mais seulement sa couche superficielle active, couche infinitésimale (de l'épaisseur d'un seul instant) de laquelle et à laquelle notre conscience participe totalement (comme le surfeur participe de la vague qui le porte, alors que cette vague n'est que la très superficielle manifestation d'un océan infini sous-jacent).

Je propose ici l'hypothèse fondamentale que le temps ne s'écoule pas, mais qu'il s'accumule. Le présent n'est alors que la dernière couche du réel. Sa couche superficielle et active qui ne cesse de se superposer à elle-même comme les cernes du tronc de l'arbre s'accumule, l'un autour de l'autre, année après année.

Cela signifie que tout le passé est encore totalement présent dans le réel, mais "dessous" la couche superficielle du présent à laquelle appartient notre conscience humaine.

Ce qui fait la différence, alors, entre présent et passé est le degré d'activité : le *présent* présent est totalement actif et le *passé* passé est totalement inactif (inerte et mort, comme le bois du tronc sous le cambium actif de sa surface) ; et entre eux deux, il peut y avoir des zones et/ou des couches semi-actives - et/ou peut-être ré-activables - où, probablement, se nichent nos mémoires¹.

On fait ici, donc, l'hypothèse d'une logique accumulative dont la logique successive de la physique classique n'est que l'approximation superficielle. Par parenthèse, il ne serait pas étonnant de découvrir la réalité de l'énergie et de la matière "noires" ou "sombres" des cosmologistes contemporains, dans la masse des matières et énergies du passé, accumulées "sous" la couche active observée dans le présent ; quoi d'étonnant, alors, à ce que la masse active connue ne fasse que quelques maigres pourcents² de la masse totale de l'univers³.

L'hypothèse accumulative signifie que les "objets" de la physique classique ne sont, en fait, que l'apparence "au présent" des processus cumulatifs dont ils ne sont que "l'extrémité"

¹ Pour rappel, on sait aujourd'hui que notre mémoire n'est pas logée dans notre cerveau, nos neurones n'y sont que les supports de nos mécanismes de "rappel".

² De l'ordre de 5% d'après les calculs cosmologiques.

³ Il faut ici attirer l'attention sur le fait que ce que la physique classique appelle "univers" n'en est, en fait, que la couche active superficielle. Nous prendrons, dans la suite, la convention de nommer "Univers" (avec majuscule) la totalité de toutes les couches, passées et présente, du réel et de réserver le mot de "Nature" (aussi avec majuscule) à sa seule couche présente et observable. Ainsi, comme son étymologie le confirme, la physique classique s'occupe exclusivement de la Nature comme manifestation présente de l'Univers.

apparente. Pour reprendre l'imparfaite analogie de l'arbre, on pourrait dire que l'ensemble de tous les "objets" observés par la physique classique est similaire à l'ensemble de tous les bourgeons qui, au printemps, "sortent" de l'arbre (dont la masse totale est faite, à plus de 90%, de bois mort, mais bien réel).

On comprend donc que le passage de la physique classique à la physique complexe exige le passage du temps successif au temps accumulatif, et exige aussi, par voie de conséquence, le passage de la notion d'objet à la notion de processus dont l'objet n'est que l'extrémité "présente".

Sans entrer ici dans les détails, il est loisible de dire que chaque système réel participe d'un phylum mnésique dont il n'est qu'une des extrémités actives présentes. En bref, cela signifie que chaque système participe d'une "mémoire" réelle "selon son espèce", dirait le livre de la Genèse. Ce principe s'appelle "homéomnésie" et consacre le fait qu'une famille de processus-systèmes participe d'une même et unique mémoire collective. Cette hypothèse permet de tenter des explications nouvelles pour tous les processus morphogénétiques comme la technique de nidification chez les oiseaux, comme la construction morphique des embryons, comme l'inconscient collectif et les archétypes de Jung, comme les processus d'autorégulation, d'auto-organisation et d'homéostasie chez tous les organismes complexes, etc ...

Globalisme et réductionnisme

Une autre grande conséquence du regard de la physique des processus complexes et de l'inévitable concept d'émergence, est méthodologique.

Dans les années 1920, les biologistes arrivent avec jubilation à une conclusion claire : tout ce qui vit est construit à partir d'une brique élémentaire appelée "cellule". Connaître le "secret" de la vie revient donc à percer le "secret" de la cellule. Fidèlement à la méthode cartésienne qui impose de "diviser la difficulté en autant de parcelles qu'il serait requis pour la mieux comprendre", les biologistes, armés de leur scalpel, dissèquent la cellule et en arrivent à ne pouvoir inventorier que les constituants ... morts de ce qu'était naguère une cellule vivante. En découpant la cellule, ils l'ont tuées et, ainsi, ils sont passés à côté de l'objet de leur recherche : le secret de la vie. Il en va de même pour tout système complexe : le disséquer, c'est le tuer, et le tuer, c'est se condamner à passer à côté de son essentiel.

Nous en savons ici déjà la cause : disséquer, c'est rompre les interactions subtiles et dynamiques **entre** les constituants, c'est réduire le tout au rudimentaire assemblage de ses parties.

Il faut donc prendre l'affaire par un autre bout. Si ce ne sont pas les constituants qui expliquent le tout, qu'est-ce donc ?

Regardons-nous nous-mêmes. Qu'est-ce qui explique nos comportements, nos actions, nos décisions ? Sont-ce nos organes ? Ou sont-ce nos intentions ? La question est d'importance. Sommes-nous déterminés par le bas ou par le haut ? Sommes-nous le jouet de nos cellules ou sommes-nous porteurs d'une intention de vie qui suscite des objectifs à désirer et des cheminements à inventer pour les atteindre ?

Poser la question, c'est y répondre : nous sommes, chacun d'entre nous, au croisement de ces deux forces qui nous poussent à avancer. Une force qui vient d'en bas et qui nous fait écouter les gargouillis de la faim dans nos estomacs. Mais aussi, une force qui vient d'en haut et qui nous fait entendre des désirs de joie, de plaisir, de bonheur, de paix, de beauté, de vérité, de bonté.

Et ce qui est vrai pour l'homme, peut être généralisé à tous les systèmes de l'univers. Chaque système est poussé sur le chemin de son existence par autre chose que le rudimentaire jeu mécanique des engrenages physico-chimiques. Nous savons, au plus profond de nous, que nous sommes plus que des automates lobotomisés.

Bien longtemps, à la question de ce "plus" qui nous mène sur les chemins de la vie, fut donnée une réponse difficilement acceptable par la science d'aujourd'hui. Cette réponse était celle même de Newton ou de Descartes : l'âme. Le corps n'y était perçu que comme une machine mécanique, mue par le bas ; mais l'âme, parce que d'essence divine et purement spirituelle, échappait aux déterminismes matériels et donnait à la vie humaine une attraction vers le haut, voire le plus haut. Descartes et Newton, en bons chrétiens qu'ils étaient, avaient accepté le dualisme ontologique platonicien et la séparation irrémédiable entre le monde spirituel et le monde matériel dont l'homme n'était que la pénible interface.

La seule alternative à ce dualisme idéaliste et ontologique est-il le monisme matérialiste et mécaniciste ? Il faut répondre "non". Entre le Dieu-créditeur et le dieu-hasard, il y a place pour autre chose : l'intention. Non pas une intention transcendante, venue du dehors, pensée par quelque Dieu personnel extérieur à l'univers, mais bien plutôt une intention immanente, jaillissant du dedans, une intention fondatrice et naturelle dont tout ce qui existe n'est que la conséquence, le déploiement, l'accomplissement.

Pourquoi, si elle est plantée dans des conditions adéquates, la châtaigne devient-elle châtaignier ? Son monde extérieur nourrit sa germination, mais ne l'impose nullement. D'où lui vient ce qui apparaît si évidemment comme une finalité immanente : devenir châtaignier ? D'où lui vient ce qui ressemble tant à une volonté de s'accomplir, de se déployer et de devenir le plus châtaignier possible, non pas grâce à son milieu, mais malgré lui ?

Pour le dire autrement et plus généralement, s'il est bien impossible de comprendre un processus complexe en le réduisant à une mécanique entre ses composants, force est de recourir à une autre compréhension de lui : celle qui passe par la compréhension de sa finalité. "Dis-moi pour quoi tu vis et je te dirai comment tu vis".

Et coupons d'emblée les ailes à un vilain canard : il s'agit ici d'une finalité immanente et évolutive et non d'un finalisme transcendant et fixé une fois pour toute. Tout processus se donne à lui-même sa propre finalité et celle-ci évolue, change, se transforme parfois radicalement, au fur et à mesure que le processus se déploie et s'accomplit.

Cette finalité variable et endogène, la physique des processus complexe lui a donné un nom technique et mathématique : attracteur. Un attracteur est un être mathématique dans l'espace des états qui "attire" le présent d'un processus vers un ensemble de futurs possibles. Plus un processus est complexe, plus ses attracteurs sont en grand nombre et de structures très élaborées. Pour citer un exemple seulement, les attracteurs de processus chaotiques comme le système météorologique terrestre, ou le système économique, ou un écosystème élémentaire, sont des attracteurs dits "étranges" et leur structure est un fractal.

Notons au passage que plus un attracteur est complexe, plus le nombre des avenir possibles s'accroît et plus l'indéterminisme et l'imprévisibilité sont grands. La crise actuelle de notre système économique n'en est que la simple illustration : les économistes s'obstinent à vouloir mécaniser l'économie et à lui imposer des attracteurs élémentaires et mécaniques, donc déterministes, dont elle se rit joyeusement à nos dépens : le processus économique mondial relève d'attracteurs chaotiques complexes dont l'instabilité est une caractéristique foncière.

Lorsque le physicien affirme que tout processus complexe évolue vers ses attracteurs, le philosophe comprend que tout système complexe est porté par une intention et que sa finalité est de l'accomplir en plénitude.

Et puisque cela s'applique à tous les processus complexes, cela s'applique aussi à l'univers pris dans sa globalité. A la source de notre univers, il y a une intention immanente, endogène, naturelle : celle d'accomplir tous les possibles qui s'offrent au fur et à mesure de son déploiement. La matière, l'espace, le temps, pour ne citer que ceux-ci, ne sont qu'autant d'émergences de cette intention native, fondatrice, originelle et universelle.

Rien de surnaturel ou de transcendant là-dedans. Seulement une force dont toutes les autres sont issues comme autant de variantes spécifiques.

Le théologien ne s'y trompera pas, cette idée d'une intention universelle, immanente et endogène ruine autant le créationnisme du Dieu personnel extérieur au monde, que le matérialisme du hasard et de la nécessité. La physique des processus complexes, en ce sens, est beaucoup plus proche de la métaphysique du Tao chinois ou des Upanishads indiens. Ni théiste parce que rien n'existe au dehors de l'univers réel et naturel, ni matérialiste parce qu'une intention n'est pas un être matériel et que, au contraire, la matérialité n'en est qu'une émanation parmi d'autres.

Cette idée essentielle et révolutionnaire d'intention immanente permet d'aborder une autre question fondamentale des sciences physiques d'aujourd'hui : celui de la probabilité de notre univers tel qu'il est.

Admettons, avec Stephen Hawking ou Stephen Weinberg, que le hasard pur soit à l'origine du déploiement de notre univers au départ du big-bang. Cet univers, mû totalement par le hasard, a réussi des prouesses comme la synthèse d'une molécule d'ARN auto-duplicable. Il est possible de calculer la probabilité d'une telle synthèse sous la seule pression du hasard. Il est par conséquent possible de calculer aussi le temps qu'il faudrait à un univers hasardeux pour y arriver. Ce temps est de plusieurs millions de millions de fois l'âge de notre univers actuel. Donc, la vie n'existe pas encore sur Terre, qu'on se le dise.

Dans la même veine, on constate que les constantes universelles qui règlent la structure profonde de notre univers, doivent être assez précisément ce qu'elles sont pour pouvoir faire éclore des structures complexes comme celles de la cellule vivante ou du cerveau humain. La probabilité pour qu'un univers "sorte" d'un big-bang, doté par pur hasard de ces constantes merveilleusement bien ajustées, est nulle.

Autrement dit, l'hypothèse du pur hasard est réfutée par ce qui lui est son propre langage : celui du calcul des probabilités. Alors ?

Alors, les cosmologistes se sont lancés dans des cascades d'hypothèses les plus compliquées et saugrenues qui soient, et dont celle des multivers n'est qu'un exemplaire fameux.

Par contre l'idée d'une intention processuelle immanente offre des réponses moins abracadabrantesques.

D'une part, elle induit une rupture de symétrie dans les calculs de la probabilité d'apparition des structures complexes, du simple fait qu'elle y réduit le rôle du hasard pur. Pour le dire simplement, la probabilité de trouver quelque chose est infiniment plus grande lorsque l'on cherche quelque chose (ce qui suppose une intention) que lorsqu'on ne cherche rien (ce qui n'est alors que du hasard pur).

D'autre part, le concept d'intention immanente propose que les constantes universelles ne soient pas des données originelles et fixées (par qui, d'ailleurs ?), mais bien des propriétés émergentes qui se sont peu à peu cristallisées, par essais et erreurs, au fur et à mesure de l'évolution du processus à la recherche de son chemin d'accomplissement maximal. Les constantes universelles ne tiennent alors plus du tout du miracle surnaturel, mais d'une sélection naturelle progressive de l'ajustement optimal.

Trois moteurs universels d'action

La physique des processus complexes tente de comprendre comment se déploie un tel processus. Quels en sont les moteurs intimes ? Quelles en sont les dimensions ? Quels sont les paramètres qui y entrent en jeu ?

Les trois notions basales de la physique classique sont celle de corps, celle de champ de force et celle de trajectoire. La géométrie classique envisage, parallèlement, trois types de transformation : celui de translation, celui de torsion et celui d'homothétie. La philosophie, quant à elle, avait posé les notions de substance, de forme et de mouvement. Tous ces ternaires classiques convergent pour peu qu'on les généralise adéquatement.

Sans entrer dans les détails techniques, on peut dire que tout processus se construit au départ de trois propensions complémentaires.

La première propension est appelée "dynamique" : elle forge les mouvements et induit les trajectoires, elle génère toutes les translations, toutes les rotations, toutes les vibrations qui animent l'univers ; plus généralement, elle mesure l'**activité** du processus.

La deuxième propension est appelée "eidétique" (du grec *Eidos* qui signifie "forme") : elle sculpte les formes et produit toutes les sortes de matière depuis les particules les plus élémentaires jusqu'aux agrégats de matériaux les plus sophistiqués, depuis les biomolécules de base jusqu'aux organismes vivants les plus étranges, elle mesure la **complexité** du processus.

La troisième et dernière propension est appelée "métrique" : elle joue sur l'espace et le temps, elle engendre de l'espace et du temps pour que le processus puisse s'y déployer, elle courbe et tord cet espace-temps et y induit des champs de forces, elle mesure l'**élasticité** du processus.

Ces trois propensions sont universelles, elles sont présentes dans tout processus aussi minuscule ou immense soit-il. Elles se combinent entre elles selon huit scénarii logiques possibles.

Le premier scénario fait catégorie à part ; c'est celui où les trois propensions sont faibles, presque nulles. C'est le scénario entropique : l'espace et le temps sont vides, l'uniformité règne et il n'y a que du repos. Il ne s'y passe rien : c'est un univers mort.

Il reste donc sept scénarii positifs où il se passe quelque chose. Ces sept types de processus, corrélés avec les sept catégories de la théorie des catastrophes de René Thom, se répartissent en trois types où une des trois propensions est fortement dominante sur les deux autres, en trois autres types où, à l'inverse, une seule des trois propensions est particulièrement faible par rapport aux deux autres, et, enfin, en un septième type où les trois propensions sont totalement actives.

On peut ainsi tracer une intéressante typologie des processus, étagée sur quatre niveaux de complexité. Le niveau le plus bas qui est le niveau entropique où il ne se passe rien. Au niveau suivant, une seule propension est réellement active. Au niveau supérieur, deux propensions sont actives. Et au niveau le plus élevé, les trois propensions jouent à fond. La physique classique ne s'est intéressée qu'aux systèmes des trois niveaux du bas. La physique complexe se place au niveau le plus élevé et le plus général et peut, de là, considérer tous les systèmes étudiés par la physique classique comme autant de cas particuliers du cas général avec trois propensions actives.

Si l'on veut bien projeter tout ce qui vient d'être dit quant aux trois propensions et regarder ce que cela donne au niveau des comportements humains, on entre de plain-pied dans le domaine de l'éthique. La théorie des processus complexes nous susurre à l'oreille que chaque homme possède en lui trois forces intérieures qui le poussent à s'accomplir en plénitude.

La première de ces forces lui conseille de s'activer, c'est-à-dire d'entrer en action, de produire, de travailler, de s'agiter, de bouger, de faire : ainsi naît la dimension économique de l'humanité.

La seconde de ces forces lui enjoint de se construire un espace-temps propre, suffisamment large et tranquille pour pouvoir y déployer son accomplissement, de se créer un territoire spacieux et protégé où vivre en paix : ainsi naît la dimension politique de l'humanité. La dernière des trois forces lui propose de combattre, en tout, la facilité, l'uniformité, le simplisme, l'homogénéité et de leur préférer, en tout, la diversité, la complexité, la sophistication, l'effort, l'hétérogénéité, elle lui révèle que les formes les plus complexes sont celle de la connaissance qui est la science des formes par excellence : ainsi naît la dimension noétique de l'humanité.

Ainsi, et cela fera sans doute plaisir aux mânes de Georges Dumézil, nous avons montré que les trois fonctions de base de toute société humaine, symbolisées respectivement par le marchand, le guerrier et le prêtre, ne sont, en somme, que des applications particulières de la théorie des processus complexes.

De là, il est loisible de dresser le catalogue complet des types de société humaine en observant toutes les combinaisons des trois pouvoirs en termes de dominances et d'alliances. Mais ceci nous mènerait trop loin ici.

On peut cependant encore faire un pas de plus. Des trois dimensions du processus humain, la plus spécifique à l'homme est la dimension noétique, la dimension gnoséologique, liée aux activités culturelles et exprimée, en terme générique, comme la quête de la Connaissance. Il est tentant de franchir le pas et de prétendre que ceci implique que la grande vocation de l'humanité sur Terre est d'y développer cette dimension et de faire ainsi de l'homme le promoteur terrestre de l'esprit au sein du processus cosmique.

Ainsi, curieusement, la physique des processus complexes prend une dimension proprement sotériologique qui reste à creuser.

Connexité et causalité

A ce stade, nous savons que tout processus complexe est animé par une logique interne qui exprime une intention immanente, concrétisée par une finalité évolutive et formalisée par un attracteur mathématique.

Nous savons aussi qu'il existe trois propensions universelles qui induisent une logique ternaire, trialogique, au sein des processus complexes.

Il nous faut aborder maintenant la question de la connexité tant verticale entre les divers échelons des échelles cosmiques, qu'horizontale, sur un même niveau, entre deux événements au sein d'un même processus.

La connexité verticale observe que chaque processus possède sa propre intention immanente, mais aussi que chaque processus est le tout des micro-processus qui le composent, et une partie du macro-processus qui l'englobe. Pour l'illustrer, observons seulement qu'un homme est à la fois le tout de ses organes et une partie de sa communauté. Cet homme, ces organes et cette communauté ont chacun leur intention immanente. Trois logiques processuelles et intentionnelles sont ainsi connectées verticalement, comme les poupées russes dans une matriochka. Rien ne dit que ces trois logiques soient ni convergentes, ni même compatibles. Et voilà que l'éthique pointe son nez car que dit la physique complexe ? Elle dit que l'accomplissement de n'importe quel processus implique qu'il réussisse à établir une bonne convergence entre son propre accomplissement, l'accomplissement de toutes ses parties et l'accomplissement du processus supérieur dont il participe. Autrement dit : la joie de s'accomplir de chaque homme n'est possible que moyennant le bon accomplissement de ses organes c'est-à-dire la santé, et le bon accomplissement de la communauté à laquelle appartient cet homme, c'est-à-dire la paix. Traduit en termes éthiques, cela signifie que le

bonheur se construit "avec" et non "contre", cela signifie que tout est inextricablement interdépendant et que le principe d'harmonie doit gouverner tous les comportements. Cela signifie, au niveau supérieur, que le développement de l'humanité passe par l'épanouissement de chaque homme particulier, ce qui exclut toute tentation totalitaire, et aussi par une respectueuse harmonie avec la Nature, avec la biosphère dont cette humanité procède totalement, ce que notre monde ne semble pas avoir encore compris.

La connexité horizontale est triple et introduit la notion de distance processuelle. Au sein d'un même processus, deux événements sont plongés dans une logique de déploiement unique, qui possède trois dimensions. Une dimension volumique qui induit leur distance spatiotemporelle qui est la distance géométrique classique, l'éloignement, dans l'espace et le temps, des deux événements observés. Une dimension eidétique qui mesure leur similitude de forme, leur ressemblance formelle. Et une dimension dynamique qui mesure la résonance et la corrélation entre leurs mouvements.

Une règle majeure dit que plus un processus est cohérent et cohésif, plus ces trois distances entre les événements qui le composent sont minimales. C'est d'ailleurs cette minimalité qui définit sa cohésion dans l'espace et sa cohérence dans le temps.

Ces notions sont introduites ici afin de lever le voile sur la réponse que la physique des processus complexes propose au paradoxe EPR qui fut inventé par Einstein, Podolsky et Rozen pour tenter de contrer les thèses quantiques de Bohr.

Einstein et consorts proposèrent une expérience de pensée : soit une paire de particules créées ensemble mais s'éloignant l'une de l'autre, porteuses des spins contraires. Si, à un moment donné le milieu extérieur impose le basculement du spin d'une des deux particules, la conservation quantique de la parité des spins impose que l'autre particule, même très éloignée de la première, doive basculer également et immédiatement son propre spin. Einstein en tirait la conclusion suivante : ou bien le signal de basculement de spin circule entre les deux particules à une vitesse infinie ce qui est contraire au principe fondateur de la théorie de la relativité (aucune vitesse réelle ne peut dépasser celle de la lumière), ou bien le principe de conservation de la parité quantique est faux.

Alain Aspect, de 1980 à 1982, a tenté l'expérience réelle et a montré, contre toute attente, qu'Einstein avait tort et Bohr, raison. Les deux particules gardent bien une connexion logique entre elles malgré la distance physique qui les sépare. Faudra-t-il donc choisir entre la théorie relativiste et la théorie quantique ? La physique des processus complexes répond par la négative. La relativité a raison lorsque l'on parle de distance spatiotemporelle et de vitesse de propagation du signal entre les deux événements. La théorie quantique a malgré tout aussi raison grâce aux notions complémentaires de distance eidétique (les deux particules sont de même forme) et de distance dynamique (les deux particules procèdent d'une seule unique logique processuelle et cinétique). Dans le cas qui nous occupe; les deux particules sont effectivement séparées par une grande distance spatiotemporelle, mais cela n'empêche pas, au contraire, leurs distances eidétique et dynamique de rester nulle, ce qui explique leur connexion logique.

Ce dernier exemple montre que, très généralement, la notion de connexité annule et remplace celle de causalité.

En effet, le principe de causalité, au sens classique, repose sur la seule connexité entre événements dans le temps : ceci suit cela donc cela est cause de ceci. En introduisant la triple connexité métrique, eidétique et dynamique, la physique des processus complexes dépasse très largement la seule connexité temporelle.

Le problème n'est plus celui de la succession des événements dans le temps, mais bien celui de la participation de deux événements à une même logique processuelle dans toutes les

dimensions de celle-ci. Le paradoxe EPR évoqué plus haut le démontre déjà. Mais on pourrait en donner des illustrations bien plus prosaïques comme, par exemple, celle du mimétisme animal, celle de l'unité de mouvement d'un vaste banc de poissons ou d'un vol d'étourneaux, celle de la psychologie des foules qui ne se réduit jamais au seul enchaînement des psychologies individuelles.

Dans tous ces exemples, c'est la participation à une logique commune qui explique les comportements, et non les seules relations de cause à effet entre eux.

Un principe universel d'économie et d'optimalité

On l'a vu, tout processus complexe, qu'il soit ou non "isolé", est travaillé de l'intérieur par trois propensions qui œuvrent, en permanence, à tenter d'accomplir ce processus en plénitude. Pour le dire autrement, tout processus complexe tend à aller au bout de lui-même, à épuiser tous ses possibles, en s'appuyant sur trois moteurs complémentaires qui lui créent du volume (de l'espace-temps), de la forme (de la matière-énergie), du mouvement (des structures-lois). Ces propensions se combinent incessamment, se nourrissent, s'amplifient ou s'accélèrent mutuellement. Mais quelle est la logique de ces combinaisons de plus en plus sophistiquées qui ensemencent le réel ?

Cette logique s'exprime comme la constante recherche d'un optimum, d'une optimalité, d'un principe d'économie dont le bien connu principe de moindre action en physique, est une excellente et ancienne illustration.

Tout ce qui existe, tend à s'accomplir par le chemin le plus court. Mais que signifie "par le chemin le plus court" ? De quelle économie s'agit-il ?

C'est encore la notion de connexité, déjà entrevue précédemment, qui ouvre la voie. La physique complexe a pris l'habitude de représenter les processus et les systèmes dans un espace abstrait, nanti de multiples dimensions que l'on appelle "espace des états" ou "espace des phases".

L'état instantané d'un système y est représenté par un seul point et le processus qui le porte, en tant que suite d'états successifs, se représente par une courbe, une trajectoire qui unit les points-états du système.

Dans ce même espace des états, d'autres points ou lignes caractérisent le processus étudié. Ce sont ses attracteurs c'est-à-dire ces états particuliers et potentiels vers lesquels tend à s'accomplir le processus.

Donnons un exemple. Supposons que l'espace de mes états de santé ait trois dimensions à savoir : mon pouls, ma tension artérielle et ma température. Dans cet espace, je pourrais représenter mon état de santé actuel : pouls de 103 (je suis ému), tension de 14 (même cause) et température de 37.8° (idem). Je puis y représenter aussi mon histoire physiologique comme la courbe qui relie tous mes états de santé antérieurs. Et je puis enfin y représenter mon état de santé idéal vers lequel je tends, soit un pouls à 62, une tension à 12 et une température de 36.5° . Ce dernier point de santé "idéale" est l'attracteur vers lequel toute ma physiologie est attirée.

Ceci étant posé, nous pouvons reprendre la discussion sur l'économie des processus complexes et le principe d'optimalité qui guide leurs évolutions. Que signifie, alors, l'expression qui dit que "tout processus tend à s'accomplir par le chemin le plus court" ? Elle signifie que tout processus tend à franchir le plus optimalement la distance qui le sépare de son attracteur actif.

Mais de quelle "distance" parlons-nous ? Est-ce la "distance" classique, spatiotemporelle, qui tend à faire évoluer les processus par les chemins les moins longs et les plus rapides ? Est-ce

la "distance" morphique qui mesure l'écart entre la forme actuelle réelle et la forme finale, entre l'ébauche et le modèle, c'est-à-dire, en somme, la mesure du travail qui reste à faire ? Est-ce, enfin, la "distance" dynamique qui sépare le métabolisme actuel du métabolisme parfaitement économe et homéostatique, comme dans l'exemple de mes états de santé ?

Toute la physique classique s'est cantonnée dans la seule prise en compte de la "distance" spatiotemporelle et de l'optimisation énergétique qui en découle. Toute la mécanique lagrangienne ou hamiltonienne, et toute la thermodynamique en découlent. Mais en revanche, cette physique classique se révèle évidemment inapte à rendre compte des autres formes d'optimalité ou d'optimisation qui relèvent, elles, des deux autres formulations de la "distance" systémique.

Terminons ce point par un exemple.

Tout le monde sait que l'eau qui coule de la montagne, choisit le chemin à la fois le plus court en espace et le plus rapide en temps : cela s'appelle une géodésique.

Mais quel est le chemin le plus efficace entre un problème et sa solution ? Autrement dit, quelle est la méthodologie la meilleure pour réduire la distance eidétique qui sépare la forme du problème posé, à la forme de sa solution la meilleure ?

Ou encore : quel sera le meilleur chemin pour recouvrer ma bonne santé après avoir contracté une maladie virale qui a perturbé grandement mon métabolisme global et mes équilibres homéostatiques ?

On comprend, dans ces deux derniers cas, que l'optimisation spatiotemporelle du "plus vite" ou du "plus court" ne sont pas l'essentiel et que ce sont d'autres optima et d'autres critères d'optimalité que l'on parle ici.

Quelques considérations épistémologiques

Au terme de ce parcours où l'on a vu les prolongements métaphysiques, philosophiques, éthiques, voire même sotériologiques, de la physique des processus complexes, il reste un dernier domaine à explorer : celui de l'épistémologie, c'est-à-dire celui des conditions de validité et de véracité de ces théories et de leurs conséquences.

La raison raisonnante est un outil fabuleux, mais elle a une faiblesse intrinsèque : elle est analytique et convient donc mal à l'approche des processus complexes qui requièrent des méthodologies holistiques, téléologiques et analogiques.

Le grand Henri Poincaré, peu suspect d'irrationalité, disait déjà : " C'est avec la logique que nous prouvons et avec l'intuition que nous trouvons."

L'intuitivité, au côté de la rationalité, entre à présent par la grande porte dans l'épistémologie scientifique. Mais que sait-on, au juste, sur cette intuition ?

L'intuitivité est la capacité à développer et à exploiter valablement son intuition, ses intuitions.

Les phénomènes d'intuition se redécouvrent peu à peu.

La tyrannie rationaliste et scientiste avait interdit jusqu'au mot. Le tabou se lève, à présent. Il y a des gens intuitifs qui perçoivent la réalité par d'autres canaux que leur cinq sens classiques, des gens qui ont développé un sixième sens, voire un septième ou un huitième ou plus.

Sixième sens, intuition féminine : être en prise directe avec la réalité, la sentir, la ressentir...

Non plus raisonner, mais résonner.

Être en phase avec le réel. Le ressentir. Vibrer avec lui.

Point n'est besoin d'hurler au mysticisme. Nous avons tous connu des intuitions flagrantes. Nous avons tous expérimenté cette mystérieuse coïncidence mentale au moins une fois. Ressentir une présence. Avoir une prémonition. Pressentir un imprévu. Etc ... Ressentir une antipathie ou une sympathie au premier regard avec un inconnu, première impression qui est souvent la bonne, dit-on (ce que nous confirmons). On ne sait pas pourquoi, ni comment, mais on sait. Depuis que le tabou a commencé à se lever, l'intuition est étudiée non plus comme un phénomène de foire, mais comme une réelle faculté humaine, objectivable et expérimentable. Nous n'en sommes qu'aux balbutiements, mais la récolte promet d'être fructueuse.

Une chose, déjà, est claire : l'intuitivité, comme la créativité et la visualité (capacité à visualiser anticipativement les détails d'une action ou d'un événement ou d'un processus), se cultive, se muscle, s'exerce.

On naît tous un peu intuitif, mais seuls ceux qui travaillent leur intuition peuvent réellement prétendre en tirer quelque chose de valable.

Ressentir les signaux faibles du milieu ambiant et développer une hypersensibilité en élargissant notre niveau de conscience, est une chose, tout à fait sérieuse et probable. Deviner le prochain numéro lors du tirage du loto en est une autre, tout à fait crétine et imbécile, totalement étrangère aux concepts d'intuitivité et d'intuition.

Il suffit de se laisser surfer sur la toile pour voir combien le mot et le concept "intuition" attire les charlatans et les gogos. Il faut, dès lors, être prudent et bien comprendre que l'intuition n'est ni divination, ni manie, ni magie. Il s'agit de pallier les carences de la raison mais pas de sombrer dans l'irrationnel. Peut-être faudrait-il parler de "transrationnel" ou de "méta-rationnel".

Les mots-clés en matière d'intuitivité sont "signaux faibles", "hypersensibilité" et "niveau de conscience". Les millénaires techniques de méditation extrême-orientales nous éclairent en ce sens.

L'entrée en résonance profonde avec le monde environnant est une réalité psychique largement démontrée et mesurée à partir d'électroencéphalogrammes de moines tibétains, par exemple, qui parviennent, volontairement et consciemment, à contrôler leurs ondes alpha et, ainsi, à atteindre des niveaux de conscience parfois vécus sous l'effet de drogues psychédéliques.

Nos sens "normaux" ne sont sensibles qu'à des signaux grossiers, volumineux, physico-chimiques ; mais notre environnement émet quantités d'autres signaux, plus subtils, plus faibles, plus ténus mais au moins aussi "parlant" à qui sait les entendre. Ces signaux énergétiques faibles peuvent être captés et interprétés au moyen d'une petite antenne spéciale : l'intuitivité.

Mais il faut, pour cela, que cette petite antenne soit convenablement activée : c'est l'hypersensibilité.

Une fois capté, le signal faible doit encore être interprété dans une conscience élargie susceptible de le recevoir et de le comprendre (de le prendre avec soi).

Un autre point épistémologique crucial relève de l'adéquation ou de l'inadéquation, partielles ou totales, des mathématiques comme langage de représentation et de modélisation des processus complexes.

Sans entrer dans le détail, relevons seulement ceci : dans les processus complexes, rien n'est ni additif ni indépendant, rien n'est ni linéaire ni linéarisable, aucun tout n'est réductible à la seule somme de ses parties. Pour le dire d'un mot, lorsque un plus n'égale pas deux, comment recourir à un langage dont cette somme est la base axiomatique ? Comment recourir au calcul

différentiel et intégral lorsque rien n'est décomposable en une suite d'éléments infinitésimal ? Comment ramener une représentation à un référentiel extérieur stable alors que tout processus est strictement autoréférentiel ? Comment mesurer quoi que ce soit lorsqu'il n'existe aucun système d'unités de mesure et que l'on est condamné à ne travailler qu'avec des variables sans dimensions ? Comment faire de la géométrie sans points, ni lignes, ni espace ? Comment comparer des grandeurs locales lorsque toute réduction locale est nécessairement fautive ? Arrêtons là la litanie des questions. Il ne s'agit nullement de trancher entre le "tout-mathématique" et le "rien-mathématique" ; il s'agit plutôt de cerner lucidement les limites du langage mathématique et de constater que celui ne couvre qu'une petite partie du domaine de la physique complexe. Il faut alors prendre son courage à deux mains et se mettre à inventer d'autres langages en espérant qu'ils puissent devenir aussi rigoureux et exact que le langage mathématique.

Epilogue

A l'issue de cet exposé, comment conclure ? Y a-t-il seulement une conclusion possible, alors que tout ne fait que commencer, alors que nous nous trouvons au tout début d'une mutation paradigmatique, au tout début d'une nouvelle science, au tout début d'un nouveau regard sur l'univers, sur la connaissance et sur la métalogue cosmique ? Peut-être faut-il revenir sur une seule idée qui serait celle-ci : la complication est toujours une mauvaise réponse à la complexité !

Perfection et simplicité se répondent, se conjuguent, fusionnent et s'unissent jusqu'aux tréfonds.

Tout perfectionnement est recherche de la plus grande simplicité. Sans simplisme ni simplification. Une simplicité authentique qui respecte, en la magnifiant, la grande complexité du réel. Car contrairement à ce que croient les esprits lourds ou ignorants, simplicité et complexité ne s'opposent jamais. Tout au contraire. Elles se répondent, se nourrissent réciproquement. Rien n'est à la fois aussi complexe et aussi simple que le geste du calligraphe qui, précisément, parce qu'il est à la fois simple et complexe, atteint à la perfection. La perfection, c'est la totale maîtrise de la complexité dans la simplicité.

Les humains n'aiment pas la simplicité. Elle les irrite. Probablement, parce qu'ils sont incapables de l'atteindre. Alors, ils inventent la complication et ils se compliquent la vie qu'ils encombreront de tous les inutiles, de tous les futiles.

C'est probablement cette propension à la complication qui est l'apanage de la modernité. Contre elle monte une nouvelle propension inédite : l'absolue simplicité dans l'intégrale complexité. Assumer - et magnifier - intégralement la complexité du réel dans la simplicité de l'acte. La vie : si complexe et si simple à la fois.

Pourquoi donc les humains sont-ils ainsi si souvent allergiques à la simplicité ? La réponse est claire : parce que la simplicité sied au projet et à l'œuvre, mais dérange l'ego et le sujet. La simplicité diminue l'ego alors que la complication l'enfle. Enflure artificielle, évidemment, mais qui convient à cet autre artifice illusoire qu'est, précisément, le "moi".

Choisir la simplicité, c'est renoncer à l'enflure du "moi".

Et il faut être déjà bien un sage pour faire ce choix contre-culture. Car c'est le cœur de la philosophie occidentale que d'avoir hypertrophié le sujet au détriment du projet, d'avoir opté pour l'Être contre le Devenir. CQFD.

Revenons un instant au couple complexité/simplicité. Il faut bien comprendre que ce couple n'induit aucune dualité. Il n'y a aucun rapport dialectique d'opposition entre ces deux. Complexité et simplicité sont les deux faces du même réel : l'un ne va pas sans l'autre, comme le yin et le yang du taï-chi.

La simplicité EST dans la complexité et la complexité EST dans la simplicité. Le complexe est simple et le simple est complexe. Il ne s'agit ni d'un paradoxe, ni d'un oxymore. Il s'agit d'une vérité conceptuelle fondamentale que les très récentes sciences de la complexité redécouvrent bien après les très anciennes traditions spirituelles et mystiques de l'Orient.

Il faut ici comprendre que le compliqué naît de l'assemblage mécanique d'éléments externes, alors que la complexité/simplicité naît de l'émergence organique de processus internes. Passer de l'assemblage à l'émergence c'est donc passer du compliqué à la complexité/simplicité. C'est passer du mécanique à l'organique. C'est passer de la technique à l'art. C'est passer de l'exogène à l'endogène. C'est passer de l'extériorité à l'intériorité. C'est passer du paraître au devenir.

Mutation profonde. Pour chaque homme. Pour tout notre monde au sortir de sa très contemporaine modernité moribonde.

La complexité/simplicité, c'est comme l'art de rouler à vélo. Lorsqu'on sait, c'est facile. Mais c'est extrêmement compliqué - voire impossible - à exprimer. On n'apprend pas à rouler à vélo dans les livres, mais bien dans le vécu, dans l'expérientiel. On peut décrire ou expliquer le roulage à vélo, sans savoir rouler soi-même, mais ce sera très compliqué. Rouler vraiment à vélo, comprendre réellement le roulage à vélo, passent nécessairement par la complexité/simplicité de l'apprentissage direct, par soi-même, au-delà des échecs, des chutes et de éraflures.

C'est cette leçon primordiale que véhicule la nouvelle sagesse : si l'on veut dépasser le fait d'exister et apprendre à vivre réellement, il faut abandonner les complications de l'apparence et faire patiemment l'apprentissage, par soi-même, de la complexité/simplicité de la vie.

*

**