

Une Révolution épistémologique

*Par Marc Halévy
Congrès mondial pour la pensée complexe
(Paris, les 8 et 9/12/2016)*

Résumé.

La pensée complexe portée par la physique de l'auto-organisation d'Ilya Prigogine et par "La Méthode" d'Edgar Morin, induit une révolution épistémologique qui fait basculer toute démarche scientifique dans l'après-modernité, dans l'après-mécanicisme, dans l'après-réductionnisme.

Ma contribution portera sur cinq concepts fondamentaux : le processus au-delà de l'objet, le tout au-delà de ses parties, l'émergence au-delà de l'assemblage, l'indétermination au-delà du déterminisme et l'intention au-delà de la cause.

Toutes les sciences modernes se sont construites à partir du refus de la Renaissance de continuer la paradigme aristotélicien d'un univers organiciste, finaliste, géocentrique, limité, divisé en monde céleste et en monde sublunaire et dirigé par le principe de l'harmonie des sphères.

Parmi les premiers, Galilée et Descartes éradiquèrent ce paradigme aristotélicien et le remplacèrent par un paradigme platonicien (donc pythagoricien et atomiste) qui allait devenir le moteur de la pensée entre 1500 et 2000.

Ce paradigme moderne repose tout entier sur le mécanicisme ...

Plongé dans un espace et un temps infinis, l'univers serait un assemblage de briques élémentaires appelées "atomes", interagissant entre eux au moyen de forces élémentaires partout les mêmes (un univers isotrope) et parfaitement quantifiables (un univers mathématique) où tout effet a une cause et où cause et effet sont proportionnés selon des rapports mesurables et permanents, soumis à des lois mathématiques éternelles. Le hasard y joue le rôle central de moteur des évolutions.

Cette vision du monde fut fructueuse et permit de grandes avancées dont les très nombreuses retombées techniques ont radicalement transformé le monde des hommes et leur ont permis, dans bien des cas, de les libérer des contraintes "naturelles" qui pesaient sur eux. Cependant, les sciences modernes, dès la fin du 19^{ème} siècle, mais surtout depuis 1950, se sont heurté, partout, au "mur de la complexité".

Ce "mur de la complexité" a fait prendre conscience que certains systèmes où le nombre des ingrédients et les densités d'interaction entre eux étaient très grands, ne pouvaient plus être compris selon le paradigme mécaniste : ils ne sont pas que des assemblages d'élémentaires car leur tout est irréductible à la simple somme de leurs parties ; là s'observent des propriétés émergentes qui n'appartiennent à aucun des ingrédients impliqués et qui surgissent sans cause particulière, comme solution globale à un problème global. Aristote ressuscite et les traditions indiennes et chinoises viennent à sa rescousse ...

Le dualisme idéaliste commence à s'effondrer face au monisme organiciste.

Ce fut la thermodynamique qui, la première, osa les questions de fond dont la toute première, résolument contradictoire avec les sciences mécanistes, fut celle de l'irréversibilité; celle de la flèche du temps, celle du Devenir en lieu et place de l'Être.

L'univers réel n'est pas une machine mécanique réversible, soumis à des lois mécaniques prédictibles.

Pour le dire autrement, les sciences classiques font des merveilles pourvu que les systèmes auxquels elles s'intéressent, soit d'un niveau de complexité très bas. Alors, l'approximation mécaniste peut être efficace et donne de bons résultats, parfois spectaculaires (il est plus facile d'envoyer une fusée sur Mars que de modéliser la préparation d'un bon cassoulet).

Après la thermodynamique, les sciences de la vie et l'étude des sociétés vivantes ont bien dû constater que le "mur de la complexité" était, pour elles aussi, infranchissable si elles restaient à l'intérieur du paradigme mécaniste.

Disons-le tout cru : la Vie n'est pas réductible à la Matière ; la Pensée n'est pas réductible à la Vie ... et maintenant, on commence à comprendre que même la Matière n'est réductible ni à elle-même, ni à de l'énergie pure.

Au fond : rien n'est réductible à rien : tout ce qui existe, existe par soi et pour soi, émergence locale d'un flux cosmique de devenir. Mais tout ce qui existe, est aussi partie prenante d'un tout plus grand qui l'englobe ... et tout ce qui existe est, en même temps, le résultat des interactions infinies entre les ingrédients multiples qui le constituent en interagissant entre eux.

Rien de ce qui existe, n'est un assemblage construit "de l'extérieur", mais bien plutôt quelque chose qui "pousse de l'intérieur".

Le processus au-delà de l'objet.

Cette dernière remarque permet d'alimenter une réflexion de fond : nous avons pris l'habitude de parler et de penser en termes d'objets : cette table, ce chien, ce nuage, etc ... Et il nous semble naturel de faire de ces mots, les images de ce qui existe en leur gardant une atemporalité abstraite et idéalisante qui ne correspond à rien de réel.

Cette table, ce chien et ce nuage auront changé ... un peu, beaucoup, énormément ... dans trois minutes, dans trois jours, dans trois ans, etc ... Rien n'est permanent dans le réel, même si nos habitudes de pensée, par l'usage de mots figés et abstraits, alimentent notre illusion que tout reste "fondamentalement" identique à soi. Ce qui est notoirement faux.

Tout cela ressortit d'un débat métaphysique qui n'a pas vraiment sa place ici. Disons seulement que la philosophie occidentale est obsédée par la notion d'un Être immuable qui se cacherait "derrière" les accidents et évolutions de tout ce qui existe.

Le pensée complexe prend l'exact contrepied de cette croyance. Il n'y a pas d'Être ; tout est processus. Ce chien appelé "Médor" est l'image, ici et maintenant, d'un processus canin particulier (un individu chien singulier) qui exprime un processus canin global (une lignée canine remontant à des ancêtres chacals, loups et renards) qui, à son tour, est un mode particulier d'expression du processus Vie sur notre petite Terre ... elle-même processus planétaire, lié au processus solaire, lié au processus d'une galaxie parmi d'autres, appelée "voie lactée".

Ce processus chien appelé "Médor" est aussi la résultante de milliards de processus cellulaires qui furent tous déclenchés par la rencontre d'un ovule fertile et d'un spermatozoïde.

Ce que nos mots appellent un "objet", n'est que la photographie extérieure et instantanée d'un processus qui a commencé, comme tout le reste, avec le big-bang. Il n'y a au fond, qu'un seul processus unique : le cosmos pris comme un tout. Ce processus cosmique engendre des processus particuliers, de plus en plus complexes, de plus en plus intriqués les uns aux autres, qui sont autant de processus émergents.

Nous appelons "objet" la surface extérieure apparente d'un processus volumique intérieur qui engendre cette surface. Cette surface objectale n'est que l'emballage apparent de la réalité processuelle sous-jacente.

Les mots s'arrêtent à la surface des choses, à leur apparence que notre mental débarrasse de tout ce qui change pour n'en garder que les caractéristiques atemporelles qui ne changent pas ou peu. Médor est ce chien qui est un berger noir et feu, couché là au soleil, avec quatre pattes, une queue touffue, une truffe noire, deux yeux pétillants, deux oreilles dressées, etc ... "Médor" désigne l'ensemble de ces caractéristiques objectales censées être temporairement permanentes. Mais en fait, "Médor" désigne l'entrelacs de milliers de milliards de processus cellulaires intriqués et corrélés, fédérés par l'intention commune de survivre le mieux possible, dans un environnement peu maîtrisé mais globalement favorable, appelé domesticité.

Le tout au-delà de ses parties.

La méthode analytique, mise à l'honneur par René Descartes, part d'un principe parfaitement arbitraire - et qui se révèlera faux - que le tout est l'exacte somme de ses parties. Que pour comprendre un système, il "suffit" de le démonter en ses constituants, puis ceux-ci en leurs, et ainsi de suite, pour atteindre les élémentaires constitutifs du tout et les comprendre, pour, ensuite, les remonter, étage par étage, afin d'obtenir "logiquement" la compréhension du tout par la compréhension de chacune de ses parties.

On trouve là le fondement ultime du mécanisme qui fait de tout, à l'instar de la machine, un assemblage de parties ayant et gardant une identité propre irréfragable.

Le piston et la soupape sont piston et soupape qu'ils soient, ou non, montés ensemble ou démontés séparément.

Tout l'analytisme repose sur cette hypothèse largement fautive que les interactions entre éléments n'altèrent pas la nature de ces éléments. Ils restent intègres et identifiables qu'il y ait, ou non, des interactions avec d'autres "objets".

Encore une fois, l'analytisme est une approche qui n'est jouable que pour les systèmes rudimentaires où l'hypothèse mécaniste est approximativement acceptable, c'est-à-dire à des niveaux de complexité ridiculement bas.

Un bon exemple de système complexe "simple" où le principe d'analytisme est mis à mal, est la mayonnaise. Rien de plus simple : trois ingrédients et un battage à bonne température. Une fois que la réaction d'émulsion s'est enclenchée et que la mayonnaise a pris, on ne pourra pas la faire "déprendre", même en battant le tout en sens inverse.

Il y a là une irréversibilité liée aux relations émulsives qui unissent entre elles, selon des schémas complexes, des milliards de molécules organiques intriquées les unes aux autres par des ponts "hydrogène", des forces de van der Waals, des quasi-cristallisations, etc ...

Dans l'émulsion "mayonnaise", il n'y a plus de molécules d'huile, de molécules de jaune d'œuf, etc ... Il y a un tout inextricablement corrélé et intriqué, un magma biochimique où plus aucune molécule ne garde sa propre identité. Le tout a absorbé les particularités constitutives des parties pour engendrer, par émergence, quelque chose de neuf appelé "mayonnaise" qui est tout sauf un assemblage de molécules distinctes.

Un autre exemple typique est fourni par le modèle "en goutte liquide" des noyaux atomiques. Le noyau d'hélium n'est pas un assemblage de deux protons et de deux neutrons (comme le neutron n'est pas un assemblage d'un proton avec un électron avec quelques bricoles de plus). Un noyau d'hélium est une entité unitaire, unique et unitive que l'on peut engendrer en faisant

se télescoper violemment nos quatre nucléons. Ceux-ci une fois entré en interaction forte, constitue un objet à part entière où plus aucun neutron ou proton n'existent comme tels. Si l'on percute ce noyau d'hélium avec suffisamment de violence, il peut se faire qu'il vole en éclat et que ces fragments, après un très court temps d'instabilité, reconstituent protons et neutrons. Cela donne l'illusion que ces protons et neutrons seraient rester entiers au sein du noyau. Il n'en est rien.

Un système devient d'autant plus complexe que la puissance des interactions en son sein transforme radicalement la nature et l'identité des ingrédients qui y interviennent. De là, deux conséquences majeures.

Primo : un système vraiment complexe est un tout sans parties distinctes discernables, qui se comporte et évolue comme un tout unique, sans composant. Les méthodes analytiques y sont donc inopérantes.

Secundo : lorsqu'on tente de "démonter" un système vraiment complexe, comme le préconise Descartes, on le tue purement et simplement, pour la bonne raison qu'en le "démontant", on détruit les interactions qui en constituent l'essentiel.

L'émergence au-delà de l'assemblage.

Tout ce qui existe, pousse "du dedans" et rien n'est assemblé "du dehors". Tout ce qui existe, est le développement, par prolifération interne, d'un germe initial que ce soit un nuage, un flocon de neige, un cristal, un brin d'herbe, un arbre, une méduse, un chien ou un être humain. Rien, dans la Nature, n'est assemblé comme le seraient les diverses pièces usinées d'un moteur d'automobile. Seuls les artefacts humains sont des produits d'assemblage qui appellent deux éléments qui n'existent pas dans la Nature : des pièces usinées préfabriquées et un ouvrier ou robot monteur.

Dans la nature, il n'existe pas de pièces préfabriquées exactement selon le plan de montage. Il n'y a d'ailleurs aucun plan de montage.

La Nature procède par émergence et non pas assemblage.

Le processus d'émergence se nourrit des matériaux qu'il trouve à son contact. Il n'y a pas de plan préconçu et, souvent, la solution trouvée naturellement est approximative et imprécise ; l'à-peu-près est acceptable dans la Nature. Par exemple, il est bien rare qu'un cristal naturel soit exempt d'anomalies, de disruptions, d'anisotropies, d'inhomogénéité, etc ...

Si l'on veut bien récapituler, au contraire des procédés d'assemblage des artefacts humains, les processus d'émergence qui forgent tout ce qui existe dans la Nature, ne connaissent ni plan de montage, ni pièces préfabriquées, ni ouvrier monteur, ni outillage externe, ni banc d'essai.

Tout s'y fait de proche en proche, par essais et erreurs, avec les matériaux qui sont là. C'est d'ailleurs la présence dense des matériaux utiles qui, le plus souvent, sera le déclencheur d'un processus d'émergence. C'est parce qu'une solution est sursaturée qu'un processus de cristallisation pourra se mettre en marche autour d'un germe - souvent hétérogène, d'ailleurs ; c'est un petit grain de poussière, présent dans un nuage sursaturé et glacial, qui permettra au flocon de neige de se développer et de produire ses fascinantes et fragiles géométries.

Il en va de même dans le milieu humain où les relations se tissent au gré des rencontres, selon des affinités parfois mystérieuses ; un groupe organisé peut émerger de ces rencontres assez fortuites. Des organisations pourront se mettre en place. Les relations entre les humains pourront rester lâches et distantes, mais des processus quasi fusionnels pourront aussi s'enclencher autour d'une passion commune, par exemple, autour d'un projet motivant ou autour d'une nécessité locale de survie collective, etc ...

La vie quotidienne regorge de telles émergences humaines. Notamment, l'émergence d'une rumeur, d'un *buzz* comme l'on dit aujourd'hui, comme celle d'Orléans qu'a étudiée Edgar en 1969, est un bel exemple typique d'un processus d'émergence informationnelle qu'aucune technique analytique ou mécanique ne permet de démanteler.

L'assemblage et l'émergence ne participent pas du tout de la même logique. Essayer de comprendre une logique d'émergence au moyen d'une analogie assembliste, est voué à l'échec. Ainsi, toutes les fausses analogies entre le fonctionnement assembliste et programmatique d'un ordinateur, et le fonctionnement émergentiste de la pensée dans un cerveau humain, sont définitivement stériles. De façon symétrique, il est absurde de rêver d'une arbre, produit de l'on ne sait quelles vastes mutations génétiques, dont les fruits seraient des automobiles toutes faites, pendant au bout de ses branches.

Parce que l'assemblisme est une démarche additive et programmatique, les mathématiques peuvent y réussir des merveilles de modélisation. En revanche, l'émergentisme n'est pas mathématisable puisqu'il n'est en rien ni additif, ni programmatique ; c'est probablement la raison profonde pour laquelle les sciences classiques ne s'y intéressent pas. Pourtant, tout ce qui existe dans l'univers est le fruit d'une émergence ...!

L'indétermination au-delà du déterminisme.

Toute la physique classique et, derrière elle, une bonne part de la pensée occidentale accepte l'idée de la détermination mécanique de l'évolution de toute chose selon des lois causales universelles et imprescriptibles. Des quatre causes mises en évidence par Aristote, la science moderne n'a retenu que la cause initiale ou efficiente. Tout ce qui se produit, serait le résultat d'une cause qui lui serait antérieure.

Ceci semble du bon sens, mais l'est bien moins qu'il n'y paraît.

De plus, la vulgate scientifique moderne insiste : tout ce qui se produit, serait le résultat d'une cause identifiable, ce qui permet de représenter l'évolution des choses comme des chaînes linéaires de causes et d'effets : chaque effet est effet de sa cause et cause de ses effets. Cette concaténation des causes et des effets est une représentation commode, par son mécanisme même, mais fausse.

Chaque événement local est le résultat d'une infinité de causes. Par exemple, Paul, par dépit amoureux, lance un pierre dans le carreau de la chambre de Virginie. L'effet est le bris de la vitre ; la cause est la pierre. Problème résolu ? Il suffit de poser toutes la séries des "pourquoi" pour se rendre compte qu'il faut encore savoir pourquoi la maison de Virginie est là, pourquoi sa chambre donne sur la rue, pourquoi un caillou traînait-il sur le trottoir, pourquoi Paul a rencontré Virginie et pourquoi il en est tombé amoureux, et pourquoi il a été débouté par Virginie (dont le cœur bat pour Pierre : pourquoi donc ?), pourquoi Paul le prend mal, pourquoi il est violent, pourquoi il veut se venger, pourquoi il lance le caillou efficacement et pourquoi celui-ci atteint sa cible, etc ... à l'infini.

Si l'on veut bien prendre la peine de continuer ces "pourquoi", on en arrive très vite à l'idée que la vitre de la fenêtre de Virginie est volée en éclat parce que tout l'univers, depuis le big-bang, a comploté pour qu'il en soit ainsi.

Pour le dire autrement : tout ce qui arrive ici et maintenant, est un résultat possible de tout ce qui est arrivé partout, depuis toujours. Cette conclusion est l'essence même du processualisme qui s'oppose, dans toutes ses dimensions, au déterminisme mécaniste.

Tout effet possède une vraie infinité de causes ... donc n'en possède aucune. Et toutes ces "causes" potentielles qui convergent en un lieu donné, à un moment donné, induisent un

événement contingent et non pas nécessaire. Une myriade de bonnes raisons aurait pu faire que la vitre de Virginie ne soit pas brisée, ne serait-ce que parce que la fenêtre eût été ouverte ou le volet, baissé.

De plus, lorsqu'une infinité de causes se présentent, on comprend qu'il y ait rarement un seul et unique scénario qui puisse y répondre (ce cas rare est précisément celui du déterminisme mécaniste qui n'opère que dans des univers pauvres et rudimentaires, sans mémoire locale). En fait, dans un monde complexe, un tel faisceau causal ouvre un faisceau de possibles parmi lesquels un choix devra se faire.

Dans un petit ouvrage magnifique intitulé "Le Sablier", Maurice Maeterlinck proposait une vision pouvant se résumer ainsi ...

Chacun de nous est le goulot étroit d'un sablier avec, au-dessous, tout le sable accumulé venu de tout l'univers, depuis l'aube des temps, qui converge vers soi, et, au-dessus, l'éventail de toutes les influences qui engendreront, au fil du temps, des êtres, des choses, des idées, des conséquences.

Chacun n'est que cela : le point de jonction entre le cône convergent de tous ses héritages venant du passé et le cône divergent de tous ses legs allant vers le futur.

L'intention au-delà de la cause.

Le paragraphe précédent a posé un problème qui a été esquivé et sur lequel il faut revenir : le cône convergent des causes infinies induit, ici et maintenant, un cône divergent de possibles entre lesquels le processus devra choisir. Cette notion de choix intrinsèque est évidemment incompatible avec quelque vision mécaniste et déterministe que ce soit. Mais, qui plus est, elle pose la question des critères de choix. Quels sont-ils ? Pourquoi ceux-là et non d'autres ? S'il y a des choix à faire et que ces choix visent une optimisation (le meilleur choix ...), cela signifie qu'il y a une "économie" globale qui préside la logique d'évolution du processus. Chaque processus possède une telle logique intrinsèque, une telle approche économique globale de soi.

Pour le dire autrement, à un instant donné, le processus est dans un certain état global qui *est* son présent et qui *inclut* tout son passé (donc toute sa mémoire). Cet état intrinsèque est confronté à un milieu qui offre des matériaux, des opportunités, des champs causaux, plus ou moins riches. De cette dialectique entre le présent du processus et son milieu, lui aussi au présent, naîtra un champ de possibles (plus ou moins riche selon la complexité locale). Il existe donc une tension intérieure entre ce que le processus *est devenu* au présent, et ce qu'il *pourrait devenir* dans son futur immédiat.

Cette tension intérieure doit être dissipée (au sens qu'Ilya Prigogine donna à sa notion de "structure dissipative"). Et cette dissipation doit être optimale (c'est là que surgit l'idée d'économie logique, intrinsèque du processus).

Il faut donc retenir que cette tension intérieure est une in-tension, c'est-à-dire une intention. La pensée complexe implique nécessairement un intentionnalisme qui s'oppose farouchement aussi bien au déterminisme qu'au hasardisme propres à la science moderne.

"Ni hasard, ni nécessité" fut d'ailleurs le titre d'un de mes ouvrages, publié par Oxus en 2013 et préfacé par ... mon ami Edgar Morin - il n'y a pas de hasard !).

Cette idée d'intention est violemment rejetée par les sciences modernes qui, malicieusement, mais erronément, y voient une forme d'intervention divine au sein de la machinerie cosmique. Bien entendu, rien de tel n'est supposé dans la notion d'intention qu'il faut comprendre comme résolument intrinsèque et immanente, sans aucun *Deus ex machina*.

Mais qu'elle est donc cette "intention" cosmique qui guide tous les choix, à tous les niveaux, du plus global (l'univers pris comme un tout) au plus local (chaque processus particulier, aussi infime et éphémère soit-il) ? La plus simple du monde : accomplir tout ce qui est accomplissable, ici et maintenant. Rien de plus. Rien de moins.

En guise de conclusion.

Mon lecteur l'aura compris, la pensée complexe repose sur cinq notions-clés (processualisme, holisme, émergentisme, indéterminisme et intentionnalisme) qui, chacune, se place à l'exact opposé des fondements de la science moderne : atomisme, analycisme, assemblisme, mécanicisme et hasardisme.

Cette opposition incontournable marque une profonde révolution épistémologique et une immense mutation paradigmatique.

*

* *