

## Complexité : un modèle à cinq dimensions

*Marc Halévy pour l'UNESCO  
à l'occasion du Congrès Mondial pour le Pensée Complexe  
en hommage à Edgar Morin*

*Le 10/10/2016*

### RESUME - ABSTRACT

*Tout système complexe n'est que l'image instantanée d'un processus complexe qui se déploie dans le durée. Mais pourquoi tout ce qui existe évolue-t-il ? Le moteur central de toute évolution est la tension interne qui existe entre ce que le processus est devenu au travers de son passé (l'état de sa mémoire) et ce que le processus pourrait devenir vers ses futurs possibles (ses attracteurs ou sa "vocation").*

*Le lieu de cette évolution est le présent où trois "ingrédients" sont indispensables : des ressources, des modèles (ou règles) et des activités.*

*Mémoire, vocation, ressources, modèles et activités forment les cinq dimensions où tout processus complexe s'accomplit.*

*Any complex system is just the instantaneous image of a complex process that achieves itself in time. Why is everything evolving ? The key engine for any evolution is the internal tension between what the process had become through its past (its memory) and what the process can become towards its possible futures (its attractors or "vocation").*

*This evolution takes place in the present where three ingredients are necessary : resources, models (or rules) and activities.*

*Here are the five dimensions needed by any process achieving itself : memory, vocation, resources, models and activities.*

### **La complexité**

La complexité n'est pas la complication. Au contraire. La complexité est simple - mais plus la complexité est grande, plus cette simplicité est difficile à appréhender et à comprendre. Simplicité n'est pas facilité.

Un système compliqué possède de très nombreux composants ; il est un assemblage que l'on peut démonter et remonter, comme le moteur d'une voiture ou la comptabilité d'une entreprise. La mesure de la complication d'un système est le temps qu'il est nécessaire de consacrer à son démontage et à son remontage et dépend de l'habileté et de l'expérience du technicien. La nature des relations et liaisons entre les composants d'un système compliqué est mécanique : un boulon et un écrou, une vis, un rivet, une règle ou convention logique (comme en comptabilité), etc ... C'est cette nature mécanique des liaisons qui permet à un système compliqué d'être démonté et remonté, c'est-à-dire réversible. On qualifie ces "systèmes assemblés mécaniquement", parfois très compliqués, de "systèmes mécaniques". Ils constituent l'échelon le plus bas de l'échelle de la complexité.

Un système complexe n'est pas forcément compliqué, même si certains de ses composants prennent parfois des allures mécaniques. Le plus simple des systèmes complexes est la

mayonnaise, faite de trois ingrédients : de l'huile, du jaune d'œuf et de la moutarde, mais totalement irréversible : lorsque la mayonnaise a pris, on ne peut plus la faire se déprendre. Un système complexe n'est pas un assemblage, il est une production, une émergence, une émanation : il est le résultat d'un processus.

Un système complexe ne se fabrique pas : il se construit lui-même, de l'intérieur, comme un arbre pousse "de l'intérieur" à partir de sa graine : c'est cela l'autopoïèse. On ne fabrique pas un arbre par assemblage de molécules.

Tout système complexe possède une structure gigogne, comme les matriochkas russes, où plusieurs strates s'empilent et s'intriquent : les macromolécules organiques engendrent les cellules, qui engendrent les tissus, qui engendrent les organes, qui engendrent l'organisme. Le tout ne vit que de ses parties et chaque partie ne vit que dans son tout. Il n'y a aucune hiérarchie entre ces strates, entre ces cellules ou entre ces organes ; ils forment un tout indissociable, marqué du sceau vital d'un fonctionnement collaboratif et évolutif, sur tous les niveaux, entre tous les niveaux.

Dans un système complexe, les liaisons et relations entre ses "ingrédients" ne sont pas mécaniques (démontables et remontables) mais organiques (évolutives et collaboratives). Un système complexe n'est pas démontable et remontable puisque le démonter consisterait à rompre ces liaisons organiques irréversibles et à tuer le système : les méthodes analytiques ne peuvent donc être efficaces puisqu'elles forcent, cassent, appauvrissent le tout et ses parties. Un système complexe n'est pas une machine ; les méthodes, langages et modèles du mécanisme classique ne lui sont pas applicables.

### **La problématique de la modélisation des processus complexes**

Un système mécanique est un assemblage de composants tenus ensemble par des liaisons mécaniques. On l'a vu. Aristote aussi, dans sa théorie des quatre causes ... Il suffit de posséder les matières premières brutes (cause matérielle), les outillages idoines et les plans d'ensemble et de détail (cause formelle) pour pouvoir, avec du travail, de l'habileté et du savoir-faire (cause efficiente), construire la machine en question (cause finale). C'est la possession des plans qui est, ici, déterminante. C'est elle le fruit de l'intelligence humaine.

Mais comment dessiner le plan d'ensemble et de détail d'une mayonnaise ? C'est proprement impossible. La réaction physico-chimique d'émulsion qui la constitue, n'est ni modélisable, ni mathématisable. On ne peut pas en tracer le "plan", mais on peut en donner la "recette". Plan et recette ne sont pas du tout comparables. Le plan décrit l'objet, la recette décrit le processus dont émergera, s'il réussit, l'objet.

Dans notre jargon, on dira que l'approche mécanique est objectale (elle s'intéresse d'abord aux objets et à leur forme) alors que l'approche systémique<sup>1</sup> est processuelle (elle s'intéresse d'abord aux processus et à leur logique).

Ces approches sont incompatibles entre elles. On ne peut pas, à la fois, suivre l'histoire du film (approche processuelle) et étudier les détails de chaque photographie en arrêt sur image perpétuel (approche objectale).

On peut donc parfaitement bien décrire un objet mécanique grâce aux méthodes analytiques. Mais comment décrire, le mieux possible, un processus systémique ? En en décrivant la

---

<sup>1</sup> L'approche systémique est, pour les systèmes complexes, la méthodologie symétrique de l'approche analytique réservée aux systèmes mécaniques. La systémique est la science qui s'occupe de l'élaboration et de la théorisation de ces méthodologies holistiques propres aux systèmes complexes.

logique. Comprendre un processus, c'est en saisir la logique interne de développement. La modélisation cherche à représenter cette logique processuelle à l'œuvre.

### **Les cinq axes universels**

"Pourquoi y a-t-il quelque chose plutôt que rien ?" interrogeait Leibniz. Cette question est une aporie dont la seule réponse métaphysique possible est "il y a". Mais une autre question avoisine celle-ci : pourquoi tout dans le Réel évolue-t-il ? Pourquoi les choses ne restent-elles pas éternellement ce qu'elles sont, une bonne fois pour toute ? Autrement dit : pourquoi le Réel est-il un processus et non pas un objet ? La découverte de l'évolution universelle fut sans doute la plus grande innovation du 20<sup>ème</sup> siècle. Tout évolue. Rien n'est permanent et tout est impermanent. Il n'y a pas d'Être ; il n'y a que du Devenir.

Lamarck, à partir d'une intuition de Buffon observant des fossiles, montre que les espèces vivantes évoluent, que la Vie sur Terre va se complexifiant au travers d'espèces de plus en plus sophistiquées. Lamarck a un admirateur : Erasmus Darwin, le grand-père de Charles. Il forme son petit-fils et inspire un autre grand biologiste à qui la gloire de Charles Darwin a fait beaucoup trop d'ombre : Alfred Russel Wallace. Le problème étudié, indépendamment l'un de l'autre, par ces deux biologistes (naturalistes, comme on disait alors) était celui du mécanisme de ces évolutions du Vivant. Charles Darwin développa la théorie de la sélection naturelle du plus apte qui n'est, on le sait aujourd'hui, qu'une des nombreuses formes que prend la régulation des espèces. Charles Darwin était mécaniste alors que Wallace ne l'était pas et avait compris, le premier, qu'il ne peut y avoir d'évolution sans intention. Ce mot est crucial ; nous y reviendrons tout de suite. Mais avant, continuons à regarder l'histoire des sciences.

En physique théorique, le modèle cosmologique (Einstein, 1916 ; Friedmann, 1922 et Lemaître, 1926) montra que l'univers était né il y a quatorze milliards d'années et qu'il évoluait globalement par expansion. Ainsi, il n'y avait pas que la Vie qui était en évolution permanente ; le grand Tout de l'univers évolue lui aussi.

Tout évolue ! Soit. Mais pourquoi et pour quoi ?

Il n'y a pas d'évolution complexifiante, s'il n'y a pas d'intention d'évoluer. Le hasard ne produit pas de complexité. Les mutations génétiques laissées au gré du seul hasard ne produisent que des montres ... ou rien. Pour le dire prosaïquement : qui ne cherche pas, ne trouve rien. Un univers sans intention ne produit pas de complexité.

Mais cette intention n'a rien de surnaturel ; elle est une propriété intrinsèque, inhérente à l'univers.

Deux questions se posent : quelle est cette intention ? que faut-il pour qu'une telle intention puisse se réaliser ?

Pour répondre à la question de la nature profonde de l'intention universelle, il faut aller au plus simple : l'intention immanente du Réel est de réaliser tous les possibles qui se présentent (parfois aussi par hasard). Cette intention (cette in-tension, cette tension intérieure) vise donc à l'accomplissement de tous les accomplissables.

L'intention universelle est l'accomplissement en plénitude de soi. Et comme chaque accomplissement partiel fait émerger de nouveaux possibles inédits et imprévisibles, le processus est sans fin.

Mais quelle condition faut-il remplir pour que cette intention demeure fidèle à elle-même, au fil du temps, et expliquer l'incroyable cohérence logique de l'univers ? Il faut de la mémoire ! Voilà le deuxième concept-clé : il ne peut pas y avoir d'évolution complexifiante s'il n'y a pas de mémoire dans l'univers..

Une évolution n'est possible que s'il y a une bipolarité entre mémoire et intention. La mémoire, c'est tout ce qui est advenu ; et l'intention, c'est tout ce qui pourrait advenir. Sans intention, il n'y a rien à construire ; sans mémoire, il n'y a rien sur quoi construire.

Ainsi, l'intention, c'est le futur, et la mémoire, c'est le passé.

Mais au présent que se passe-t-il ? Dans le présent, le processus d'évolution fait tout ce qui est possible pour réaliser son intention avec les matériaux que lui offrent sa mémoire ou son environnement. Il confronte ses potentialités internes avec les opportunités externes pour profiter de toutes les conjonctions favorables et pour éviter toutes les situations défavorables. Il n'y a pas d'autres fondements à toutes les lois, celles de la physique comme celles de la morale.

Que faut-il donc pour qu'un processus puisse évoluer ? Trois dimensions.

D'abord il faut des ressources que l'on puise dans ses propres patrimoines ou que l'on extrait de son milieu. Ressources, donc.

Ensuite, il faut une organisation, c'est-à-dire une logique de travail, avec ses règles, ses modèles, ses normes, qui organise la mise en œuvre des ressources au service de l'intention, du projet (les lois de la physique ne font rien d'autre).

Enfin, il faut une activité, c'est-à-dire du travail proprement dit, de la production de flux, matériels ou immatériels.

Ainsi sont posés les cinq axes du modèle général qui permet de comprendre un processus complexe. Récapitulons avec des mots précis.

Pour qu'un processus complexe puisse se mettre en place et se construire par autopoïèse, il faut :

1. Une **Intentionnalité** c'est-à-dire une intention, un projet, une volonté.
2. Une **Historicité** c'est-à-dire une mémoire, des patrimoines accumulés.
3. Une **Territorialité** c'est-à-dire une ensemble de ressources accessibles.
4. Une **Organicité** c'est-à-dire une organisation, des modèles, des règles, des normes.
5. Une **Activité** c'est-à-dire un travail, une production, une mise en œuvre.

### **Les systèmes de régulation**

Si un processus complexe se réduisait à l'affirmation de ses cinq axes d'évolution, se serait trop facile. En fait, ces cinq dimensions doivent être coordonnées entre elles. Il faut qu'elles soient compatibles, en harmonie, en cohésion et en cohérence. Elles rétroagissent les unes sur les autres.

Pour répondre à ces impératifs de cohérence durable de l'ensemble, les processus complexes mettent en œuvre des processus internes de régulation dont la mission est de veiller, en permanence, à ce que le tout de ce qui évolue, évolue bien dans le sens voulu (celui de l'intention, du projet).

Il faut se rappeler, ici, que plus un système devient complexe, plus le nombre des strates organiques qui le composent sont nombreuses. Rappelons-nous : depuis les magmas de particules émergent les atomes dont émergent des radicaux chimiques dont émergent des macromolécules organiques dont émergent des cellules dont émergent des tissus dont émergent des organes dont émerge l'organisme. Longue cascade dont chaque strate fonctionne selon ses propres besoins, selon ses propres règles, selon ses propres possibilités. Et ces

besoins, règles et possibilités ne sont pas forcément compatibles entre elles. Lorsqu'elles convergent, tout va bien ; lorsqu'elles divergent, il faut s'attendre à des dysfonctionnements. Prenons l'exemple d'une autre cascade intriquée, celle de nos sociétés civiles. Tout en bas de l'échelle, il y a des individus qui engendrent des familles, qui engendrent des communautés, qui engendrent des terroirs, qui engendrent des nations. Chacune de ces strates a des intérêts propres qui, souvent, sont en contradiction avec les intérêts d'une autre strate, concurrente, inférieure ou supérieure. Comment éviter que ces contradictions ne dégénèrent en conflits, luttes ou guerres ? C'est à cette question que sont censées répondre les institutions politiques dont la mission est de mettre en place des dispositifs supposés prévenir ou résoudre ou punir les antagonismes.

Ce sont les instances de régulation qui produisent tout ce que l'on nomme les lois, les règlements, les normes, les procédures, etc ...

Il faut se rappeler, dans tous les cas, que les processus internes de régulation consomment des ressources, mais ne produisent rien. Cela signifie qu'au sein même d'un processus complexe, l'activité productrice et l'activité régulatrice doivent être dans un rapport optimal c'est-à-dire que l'activité régulatrice doit être aussi minime que possible.

L'hypertrophie des processus de régulation est une des maladies graves des gros organismes de notre monde contemporain.

On distingue, généralement, deux grandes familles de processus régulateurs : les régulations mécaniques dont s'occupe la cybernétique sur le principe essentiel de la boucle de rétroaction, et les régulations organiques qui sont des processus diffus, pas réellement distincts du reste du processus qu'elles régulent, mais qui consomment des ressources.

Pour bien comprendre la différence entre ces régulations mécaniques et organiques, l'exemple de la régulation thermique est parlant.

Dans un appartement ou une maison classique, dotés d'un chauffage central, la régulation thermique est assurée par un couple thermostat/chaudière : on fixe une consigne de température au thermostat et, si la température ambiante descend sous la consigne, le thermostat déclenche l'allumage de la chaudière qui chauffe l'eau qui circule et qui réchauffe l'air ambiant via les radiateurs, jusqu'à ce que la température soit suffisamment remontée pour que le thermostat déclenche l'arrêt de la chaudière. C'est la boucle de rétroaction classique de la cybernétique mécanique.

Mais notre corps aussi possède une régulation thermique (bien plus précise que celle du chauffage central) sans qu'il y ait ni thermostat, ni chaudière. Ou, plutôt, chacune de nos cellules est à la fois thermostat et chaudière. Chaque cellule "sait" que pour travailler efficacement, sa température doit être de 36,5 °C. Elle opère les échanges "qu'il faut" avec les fluides circulants pour qu'il en soit ainsi. Et il y a, dans notre corps, cent mille milliards de cellules et autant de bactéries qui en font autant, de proche en proche, par ajustement mutuel.

### **Les trois dialectiques entre un processus particulier et son milieu**

L'affrontement entre le processus et son milieu se place dans le présent puisque le passé est figé et que futur n'existe pas. Il ne peut se dérouler que dans le présent, donc sur les trois axes du présent : celui des ressources, celui des modèles et celui des activités.

On le sait, tout processus a besoin de ressources pour alimenter son évolution vers la réalisation de son intention. Ces ressources peuvent provenir de deux sources : de ses propres patrimoines accumulés au fil du temps, ou de son milieu où il va tenter d'aller puiser.

Ce que le système considère comme des ressources externes qu'il convient d'aller puiser, font en fait partie intégrante des patrimoines de son sur-système<sup>2</sup> qu'il appelle son "milieu" ou son "environnement".

Mais ce milieu n'est pas qu'un réservoir passif. Lui aussi participe d'un processus plus vaste qui, lui aussi, est mû par une intentionnalité, une historicité, une territorialité, une organicité et une activité.

Pour le dire autrement : tout système est le sur-système de ses sous-systèmes et un sous-système de son sur-système. Voilà une autre manière de parler de la structure gigogne des processus complexes.

Le milieu ne laissera un système particulier puiser les ressources dont il a besoin, dans ses propres patrimoines que si et seulement si l'activité de ce système particulier est favorable à son propre projet, d'une manière ou d'une autre. Tout est affaire de *transactions* sur les ressources.

On sait aussi qu'un système ne sera toléré dans un milieu si les modes de fonctionnement de ce système particulier (ses organisations, ses règles, ses normes, ...) sont compatibles avec les modes de fonctionnement de ce milieu. Si tel n'est pas le cas, des réactions de rejet se mettront en place pour éliminer l'intrus. Voilà la deuxième dialectique : celle des *conformations* entre les modèles.

On sait enfin qu'un système particulier sera d'autant mieux toléré dans son milieu si ses activités particulières sont en phase avec les activités et attentes de son milieu. C'est la troisième dialectique : celle des *adéquations* entre activités.

Un processus a d'autant plus de chance de s'accomplir qu'il est compatible avec son milieu. On comprend vite que cela aussi, est un des problèmes majeurs de notre époque où le système humain ne tient absolument pas compte des attentes de son milieu terrestre naturel et le considère comme un réservoir passif de ressources où il suffit de puiser sans contrainte. Cette attitude est évidemment dramatique - même si une prise de conscience est timidement en chemin avec le dérèglement climatique, la raréfaction de toutes les ressources non renouvelables, l'effondrement de la biodiversité, etc ...

## **La notion de bifurcation**

On l'a vu, la logique processuelle d'un système repose sur cinq axes : son intentionnalité (son projet), son historicité (sa mémoire et ses patrimoines), sa territorialité (les ressources accessibles dans son milieu), son organicité (ses organisations, modèles et normes en conformation avec son milieu) et son activité (ses productions et évolutions en adéquation avec son milieu).

Cette logique interne en cinq points est en permanence confrontée avec l'évolution du milieu qui alimente son accomplissement. Lorsque l'écart se creuse entre un de ces axes et le milieu, des actions correctrices sont nécessaires et c'est la mission des processus de régulation de les mettre en œuvre.

---

<sup>2</sup> Tout système (moi, par exemple) évolue au sein d'un sur-système plus vaste, du niveau "au-dessus" qui l'englobe (la Nature ou la société française), et est composé de sous-systèmes plus petits qui le constituent (mes organes, mes cellules). Ces trois niveaux (le système, son sur-système et ses sous-systèmes) évoluent ensemble, mais ne visent pas forcément les mêmes buts, n'ont pas nécessairement les mêmes besoins, ne fonctionnent pas obligatoirement selon les mêmes logiques, selon les mêmes normes, avec les mêmes patrimoines. La règle de base est la suivante (et de bon sens) : aucun système ne peut survivre et prospérer *contre* son sur-système et/ou *contre* ses sous-systèmes.

Mais lorsqu'on constate une divergence croissante et persistante entre **tous** les cinq axes du processus et l'évolution de son milieu, la vie même du processus est en danger et sa logique interne n'est plus adéquate. Cette situation où la survie même du processus est en jeu, s'appelle un point de **bifurcation** et elle exige que les cinq axes directeurs de son fonctionnement soient redéfinis complètement.

Pour survivre après le point de bifurcation, c'est-à-dire après le constat d'obsolescence de sa logique interne, le processus doit transformer cette logique. Cette mutation paradigmatique est une bifurcation. La métamorphose d'une chenille en papillon en est une bonne illustration.

\*

\* \*