

COMPLEXITE RESTREINTE, COMPLEXITE GENERALE

Edgar MORIN

Avant que G Bachelard n'évoque en 1934 *l'idéal de complexité de la science contemporaine*, ni la science ni la philosophie n'ont manifesté une attention sensible à la complexité en tant que telle. Certes, l'apport de chaque grand philosophe est une contribution à notre entendement de la complexité de notre rapport à l'univers, même si cette contribution prend souvent la forme d'un système réducteur enfermant plutôt que révélant cette complexité. Mais dans le même temps, la science classique en se formant au fil des quatre derniers siècles, voulant se détacher de la philosophie, a délibérément écarté ou rejeté l'idée de complexité. Rejet ou peur d'un idéal de la pensée qu'il nous faut d'abord tenter de comprendre.

Les trois principes du rejet de la complexité par la 'science classique'

La science classique a rejeté la complexité en vertu de trois principes explicatifs fondamentaux.

- 1) Le principe du déterminisme universel, illustré par le Démon de Laplace, capable grâce à son intelligence et ses sens extrêmement développés de non seulement connaître tout événement du passé, mais de prédire tout événement du futur.
- 2) Le principe de réduction, qui consiste à connaître un tout composite à partir de la connaissance des éléments premiers qui le constituent.
- 3) Le principe de disjonction, qui consiste à isoler et séparer les difficultés cognitives les unes des autres, ce qui a conduit à la séparation entre disciplines devenues hermétiques les unes aux autres

Ces principes ont conduit à des développements extrêmement brillants, importants et positifs, de la connaissance scientifique jusqu'au moment où les limites d'intelligibilité qu'ils comportaient sont devenus aussi voire plus importants que leurs élucidations.

Dans cette conception scientifique, la notion de 'complexité' est absolument rejetée. D'une part, elle signifie couramment confusion et incertitude ; l'expression «c'est complexe» exprime de fait la difficulté à donner une définition ou une explication. D'autre part, comme le critère de vérité de la science classique s'exprime par des lois et des concepts simples, la complexité ne concerne que les apparences superficielles ou illusives. Apparemment, les phénomènes se présentent de façon confuse et incertaine, mais la mission de la science est de débusquer, derrière ces apparences, l'ordre caché qui est la réalité authentique de l'univers.

Certes, la science occidentale n'a pas été la seule à chercher la 'vraie' réalité derrière les apparences ; dans la conception hindouiste le monde d'apparences, la *mâyâ*, est illusoire, et dans la conception bouddhiste le *samsara*, monde des phénomènes, n'est pas la réalité ultime ; mais la vraie réalité, dans les mondes hindouiste ou bouddhiste, est indicible et à la limite inconnaissable. Alors que, dans la science classique, il y a, derrière les apparences, l'ordre impeccable et implacable de la nature.

Enfin la complexité est invisible dans le découpage disciplinaire du réel. En effet, le sens premier du mot, qui vient du *complexus* latin, signifie : ce qui est tissé ensemble. Le propre, non pas de la discipline en soi, mais de la discipline telle qu'elle est conçue, non communicante avec les autres disciplines, fermée sur elle-même, désintègre naturellement la complexité.

Pour toutes ces raisons, l'on comprend que la complexité fut invisible ou illusoire, et que le terme fut rejeté délibérément.

Complexité : Une première brèche : l'irréversibilité

Mais une première brèche s'opère dans l'univers scientifique au cours du 19^{ème} siècle ; la complexité va en jaillir de facto avant de commencer à être reconnue de jure.

Elle va jaillir de facto avec l'énoncé du deuxième principe de la thermodynamique, qui indique que l'énergie se dégrade sous forme calorifique : ce principe s'inscrit dans l'irréversibilité du temps, alors que jusqu'alors, les lois physiques étaient en principe réversibles et que même dans la conception de la vie, le fixisme des espèces n'avait pas besoin du temps.

L'important n'est pas seulement l'irruption de l'irréversibilité, donc du temps, c'est aussi l'apparition d'un désordre dès lors que la chaleur est conçue comme une agitation de molécules ; le mouvement désordonné de chaque molécule est imprédictible, sauf si l'on se met à l'échelle statistique où effectivement on arrive à déterminer des lois de distribution.

La loi de croissance irréversible de l'entropie a donné lieu à de multiples spéculations, et, au-delà de l'étude des systèmes clos, à une première réflexion sur l'univers, puisque celui-ci, s'il est soumis au deuxième principe tendrait vers la dispersion, l'uniformité donc vers la mort. Cette conception de la mort de l'univers, longtemps rejetée, réapparaît aujourd'hui en cosmologie, avec la découverte de ce que l'on appelle l'énergie noire, qui conduirait à la dispersion des galaxies et semblerait nous annoncer que l'univers tend à une dispersion généralisée. Comme disait le poète Eliott *l'univers mourra dans un chuchotement* (« whisper »)...

Ainsi l'arrivée du désordre, de la dispersion, de la désintégration, constitue une atteinte fatale à la vision parfaite, ordonnée et déterministe.

Et il faudra beaucoup d'efforts - on n'y est pas encore arrivé, justement parce que c'est contraire au paradigme régnant - pour comprendre que le principe de dispersion, qui apparaît dès la naissance de l'univers avec cette déflagration inouïe nommée improprement big - bang, se combine à un principe contraire de liaison et d'organisation qui se manifeste dans la création de noyaux, d'atomes, de galaxies, d'étoiles, de molécules, de la vie.

Interaction Ordre/Désordre/Organisation

Comme se fait-il que les deux phénomènes soient liés ?

C'est ce que j'ai tenté de montrer dans le premier volume de *La Méthode*. Il nous faut associer les principes antagonistes d'ordre et de désordre, et les associer en faisant émerger un autre principe qui est celui de l'organisation.

Voici une vision en fait complexe, qu'on a refusé pendant très longtemps de considérer, parce que l'on ne peut concevoir que le désordre puisse être compatible avec l'ordre, et que l'organisation puisse être liée au désordre tout en lui étant antagoniste.

En même temps que celui de l'univers, l'ordre implacable de la vie s'est altéré. Lamarck introduit l'idée d'évolution, Darwin introduit la variation et la compétition comme moteurs de l'évolution. Le post-darwinisme, s'il a, dans certains cas, atténué le caractère radical du conflit, a apporté cette autre antinomie à l'ordre : le hasard, je dirais même une débauche de hasard. Dans la conception néo darwinienne, pour éviter d'appeler « création » ou « invention » les formes nouvelles de l'organisation vivante comme les ailes, l'oeil, - on a très peur du mot « invention » et du mot « création » -, on a mis le hasard à la proue. On peut comprendre du reste la peur de la création parce que la science rejette le créationnisme, c'est-à-dire l'idée que Dieu soit créateur de formes vivantes. Mais le rejet du créationnisme a fini par masquer la créativité qui se manifeste dans l'histoire de la vie et dans l'histoire de l'humanité. Et, du point de vue philosophique, c'est assez récemment que Bergson puis d'une autre façon, Castoriadis, ont mis au centre de leur conception l'idée de création.

D'autre part, au début du 20^{ème} siècle, la microphysique a introduit une incertitude fondamentale dans l'univers des particules qui cesse d'obéir aux conceptions de l'espace et du temps propres à notre univers appelé macro-physique. Comment donc ces deux univers, qui sont les mêmes, mais à une

échelle différente, sont-ils compatibles ? On commence aujourd'hui à concevoir qu'on peut passer, de l'univers micro-physique au notre, dès lors que se relie entre eux un certain nombre d'éléments quantiques, en vertu d'un processus appelé la décohérence. Mais il reste ce formidable hiatus logique et conceptuel entre les deux physiques.

Enfin à très grande échelle – mega - physique- la théorie einsteinienne découvre qu'espace et temps sont relationnés l'un à l'autre, ce qui fait que notre réalité vécue et perçue devient seulement meso-physique, située entre la réalité micro-physique et la réalité mega-physique.

Le chaos

Tout ceci fait que les dogmes de la science classique sont atteints, mais de facto : bien que de plus en plus momifiés, ils demeurent.

Et pourtant vont apparaître un certain nombre de termes étranges. Par exemple, le terme de « catastrophes », suggéré par René Thom pour essayer de rendre intelligibles les changements de forme discontinus ; puis le fractalisme de Mandelbrot ; puis les théories physiques du chaos, qui du reste se généralisent, puisque aujourd'hui on pense que le système solaire lui-même, qui semble obéir à un ordre absolument impeccable et mesurable avec la plus extrême précision, est, dès lors qu'on considère son évolution en millions d'années, un système chaotique comportant une instabilité dynamique modifiant par exemple la rotation de la Terre autour d'elle-même ou autour du Soleil. Le processus chaotique peut obéir à des états initiaux déterministes, mais ceux-ci ne peuvent être connus de façon exhaustive, et les interactions se développant dans ce processus altèrent toute prévision. D'infimes variations ont des conséquences considérables sur de grandes échelles de temps. Le mot chaos, dans cette physique, a une acception très limitée : celle de désordre apparent et d'imprédictibilité. Le déterminisme est sauvé dans son principe, mais il est inopérant puisqu'on ne peut connaître de façon exhaustive les états initiaux.

Nous sommes en fait, depuis la déflagration originare et à jamais, plongés dans un univers chaotique

L'émergence de la notion de la complexité

Toutefois la complexité reste toujours inconçue en physique, en biologie, en sciences humaines. Certes, il y a maintenant plus d'un demi-siècle, le mot de complexité a fait irruption, mais dans un domaine resté aussi bien imperméable aux sciences humaines et sociales qu'aux sciences naturelles proprement dites. C'est au sein d'une sorte de nébuleuse spirale de mathématiciens et d'ingénieurs où ont surgi à peu près en même temps et se sont reliés aussitôt, dans les années 40-50, la théorie de l'Information, la Cybernétique et la théorie des Systèmes. Dans cette nébuleuse, la complexité va apparaître avec W Weaver, puis chez Ashby pour définir le degré de variété dans un système donné. Le mot apparaît, mais ne contamine pas, parce que dans le fond, la nouvelle pensée reste très confinée ; les apports de Von Neumann, de Von Foerster vont rester complètement méconnus, et le restent encore dans les sciences disciplinaires closes sur elles-mêmes. On peut dire aussi que la définition du hasard de Chaitin comme incompressibilité algorithmique devient applicable à la complexité. Dès lors les termes de hasard, désordre, complexité tendent à se chevaucher les uns les autres et parfois se confondre.

Il y donc des brèches, mais pas encore de percée.

Celle-ci va venir de l'Institut de Santa Fe (1984) où le mot va s'imposer pour désigner comme « systèmes complexes », des systèmes dynamiques avec un très grand nombre d'interactions et de rétroactions, à l'intérieur desquels se déroulent des processus très difficiles à prédire et à contrôler, que la conception classique était incapable d'envisager..

Ainsi, les dogmes ou paradigmes de la science classique commencent à être contestés.

La notion d'émergence apparaît ; Dans *le Hasard et la nécessité*, Jacques Monod fait un grand état de l'émergence, c'est à dire des qualités et propriétés qui apparaissent une fois que l'organisation d'un

système vivant s'est constituée, qualités qui n'existaient évidemment pas au niveau des parties telles qu'elles se présentaient isolément. Cette notion est reprise, ici et là, de plus en plus, mais comme un simple constat sans être vraiment interrogée (alors que c'est une bombe conceptuelle).

C'est ainsi que l'on est arrivé à la complexité que j'appelle « restreinte » : le mot complexité est introduit dans « la théorie des systèmes complexes » ; par ailleurs, ici et là on introduit l'idée de « sciences de la complexité » en y englobant la conception fractaliste, ou la théorie du chaos.

La complexité restreinte s'est répandue assez récemment, et, depuis une dizaine d'années en France, beaucoup de barrières ont sauté. Pourquoi ? Parce que de plus en plus on affrontait un vide théorique, là où apparaissaient les idées de chaos, de fractales, de désordre et d'incertitude, et il fallait à ce moment-là que le mot complexité recouvre cet ensemble. Seulement cette complexité est restreinte aux systèmes que l'on juge complexes parce qu'empiriquement ils se présentent dans une multiplicité de processus interrelationnés, interdépendants et rétroactivement associés. De fait, la complexité n'est jamais interrogée ni pensée épistémologiquement.

Ici apparaît ici la coupure épistémologique entre complexité restreinte et complexité généralisée car je pense que tout système, quel qu'il soit, est (ou peut-être entendu) complexe dans sa nature même. La complexité restreinte a permis de faire des avancées importantes dans la formalisation, dans les possibilités de modélisation, qui elles-mêmes favorisent des potentialités interdisciplinaires. Mais on reste dans l'épistémologie de la science classique. Quand on cherche les « lois de la complexité », on accroche encore la complexité comme une sorte de wagon derrière la locomotive véritable, celle qui produit des lois. Il s'est formé un hybride entre les principes de la science classique et les avancées vers son au-delà. En réalité, on évite le problème fondamental de la complexité qui est épistémologique, cognitif, paradigmatique. En quelque sorte, on reconnaît la complexité, mais en la décomplexifiant. De ce fait, on ouvre la brèche, puis on essaie de la colmater : le paradigme de la science classique demeure, seulement fissuré.

La complexité généralisée

Mais alors, qu'est-ce que la complexité « généralisée » ? Elle nécessite, je le répète, une repensée épistémologique, c'est-à-dire portant sur l'organisation de la connaissance elle-même.

Et c'est un problème paradigmatique dans le sens où j'ai défini « paradigme¹ ». Puisqu'un paradigme de simplification contrôle la science classique, en imposant un principe de réduction et un principe de disjonction à toute connaissance, il devrait y avoir un paradigme de complexité qui imposerait un principe de distinction et un principe de conjonction.

Par opposition à la réduction, la complexité demande que l'on essaie de comprendre les relations entre le tout et les parties. La connaissance des parties ne suffit pas, la connaissance du tout en tant que tout ne suffit pas, si on ignore celle des parties ; on est donc amené à faire un va et vient en boucle pour réunir la connaissance du tout et celle des parties. Ainsi, au principe de réduction, on substitue un principe qui conçoit la relation d'implication mutuelle tout-parties.

Au principe de la disjonction, de la séparation (entre les objets, entre les disciplines, entre les notions, entre le sujet et l'objet de la connaissance), on devrait substituer un principe qui maintienne la distinction, mais qui essaie d'établir la relation.

Au principe du déterminisme généralisé, on devrait substituer un principe qui conçoit une relation entre l'ordre, le désordre et l'organisation. Etant bien entendu que l'ordre ne signifie pas seulement les lois, mais aussi les stabilités, les régularités, les cycles organisateurs, et que le désordre n'est pas

¹ Cf. Méthode 4, Les idées, p.211-238, Le Seuil, 1990

seulement la dispersion, la désintégration, ce peut être aussi le tamponnement, les collisions, les irrégularités.

Reprenons maintenant la parole de W.Weaver, dans un texte de 1948, auquel nous nous sommes souvent référé, qui disait à peu près : le XIX^{ème} siècle a été le siècle de la complexité désorganisée et le XX^{ème} siècle doit être celui de la complexité organisée.

Quand il disait « complexité désorganisée », il pensait à l'irruption du deuxième principe de la thermodynamique et à ses conséquences. La complexité organisée, elle, signifie à nos yeux que les systèmes sont eux-mêmes complexes parce que leur organisation suppose, comporte, ou produit de la complexité.

Dès lors, un grand problème est la relation, inséparable (avons nous montré dans *La Méthode 1*), entre la complexité désorganisée et la complexité organisée.

Parlons maintenant des trois notions qui sont présentes, mais à mon avis non vraiment pensées, dans la complexité restreinte : la notion de système, celle d'émergence, celle de chaos.

1. Système : il faut concevoir que «tout système est complexe.

- Qu'est-ce qu'un système ? C'est une relation entre des parties qui peuvent être très différentes les unes des autres et qui constituent un tout à la fois organisé, organisant et organisateur.

Là-dessus on connaît la formule très ancienne que le tout est plus que la somme des parties, car l'addition des qualités ou propriétés des parties ne suffit pas pour connaître celles du tout : il apparaît des qualités ou propriétés nouvelles, dues à l'organisation de ces parties en un tout, ce sont les émergences.

Mais il y a aussi une soustractivité que j'ai voulu mettre en relief en énonçant que le tout est non seulement plus que la somme des parties, mais il est aussi moins que la somme des parties.

Pourquoi ?

Parce qu'un certain nombre de qualités et de propriétés présentes dans les parties peuvent être inhibées par l'organisation du tout. Ainsi, bien que chacune de nos cellules contienne la totalité de notre patrimoine génétique, seule une petite part s'y trouve activée, le reste étant inhibé. Dans la relation humaine individu-société, les possibilités de libertés à la limite délinquantes ou criminelles inhérentes à chaque individu, vont se trouver inhibées par l'organisation de la police, des lois, de l'ordre social.

Dès lors, comme le disait Pascal, il nous faut concevoir la relation circulaire : *On ne peut pas connaître les parties si l'on ne connaît le tout, mais on ne peut pas connaître le tout si l'on ne connaît les parties.*

Dès lors, la notion d'organisation devient capitale, puisque c'est à travers l'organisation des parties en un tout qu'apparaissent les qualités émergentes et que disparaissent les qualités inhibées².

2. Emergence de la notion d'émergence

Ce qui est important dans l'émergence, c'est le fait qu'elle soit irréductible des qualités des parties, et donc irréductible ; elle apparaît seulement à partir de l'organisation du tout. Cette complexité est présente dans tout système à commencer par H₂O, la molécule d'eau qui a un certain nombre de qualités ou de propriétés que n'ont pas l'hydrogène ou l'oxygène séparés, lesquels ont des qualités que n'a pas la molécule d'eau.

² Je développe tout ce que l'organisation comporte de complexité dans *La Méthode 1, La nature de la nature*, p.94-151, Le Seuil, 1977.

Il y a un récent numéro de la revue *Science et Avenir* qui est consacré à l'émergence ; au de relier l'émergence à l'organisation, on s'y demande si elle est une force cachée dans la nature, une vertu intrinsèque.

A partir de la découverte de la structure du patrimoine génétique dans l'ADN, où il est apparu que la vie était constituée d'ingrédients physico-chimiques présents dans le monde matériel, donc à partir du moment où il a été clair qu'il n'y a pas une matière spécifiquement vivante, une substance spécifiquement vivante, qu'il n'y a pas d'élan vital au sens bergsonien, mais seulement de la matière physico-chimique qui à un certain degré de complexité organisatrice produit des qualités qui sont celles du vivant - dont l'auto-reproduction, l'auto-réparation, ainsi qu'un certain nombre d'aptitudes cognitives ou informationnelles, à partir de ce moment-là, le vitalisme est rejeté, le réductionnisme devrait être rejeté, et c'est la notion d'émergence qui prend une importance capitale, puisqu'un certain type de complexité organisatrice produit les qualités spécifiques de l'auto-organisation.

L'esprit (*mens, mente*) est une émergence. C'est la relation cerveau-culture qui produit comme émergence les qualités psychiques, mentales, avec tout ce que cela comporte de langage, conscience, etc

Les réductionnistes sont incapables de concevoir la réalité de l'esprit et veulent tout expliquer à partir des neurones. Les spiritualistes, incapables de concevoir l'émergence de l'esprit à partir de la relation cerveau-culture, font du cerveau tout au plus une sorte de relais de télévision,

La complexité de l'organisation

La notion d'émergence est une notion capitale, mais elle renvoie au problème de l'organisation, et c'est l'organisation qui donne consistance à notre univers. Pourquoi y a-t-il de l'organisation dans l'univers ? Nous ne pouvons répondre à cette question mais nous pouvons examiner la nature de l'organisation.

Si nous pensons déjà qu'il y a des problèmes d'irréductibilité, d'indéductibilité, de relations complexes entre les parties et le tout, et si nous pensons de plus qu'un système est une unité composé de parties différentes, on est obligé d'unir la notion d'unité et celle de pluralité ou du moins de diversité. Alors nous nous rendons compte qu'il faut arriver à une complexité logique, parce qu'il nous faut unir des notions qui normalement se repoussent logiquement, comme l'unité et la diversité. Et même le hasard et la nécessité, le désordre et l'ordre, se combinent nécessairement pour concevoir la genèse des organisations physiques, comme dans l'hypothèse plausible où l'atome de carbone nécessaire à la création de la vie s'est constitué dans une étoile antérieure à notre soleil, par la rencontre exactement au même moment –coïncidence absolue - de trois noyaux d'hélium. Donc voici des étoiles où il y a des milliards d'interactions et de rencontres, le hasard fait se rencontrer ces trois noyaux, mais quand ce hasard se produit, il est nécessaire qu'il se constitue un atome de carbone.

Vous êtes obligé de relier ces notions toutes disjointes dans l'entendement qui nous a été inculqué depuis, malheureusement, l'enfance, ordre, désordre, organisation.

Nous en arrivons alors à concevoir ce que j'ai appelé l'auto-éco-organisation, c'est à dire l'organisation vivante.

L'auto-éco-organisation.

Le mot d'auto-organisation avait surgi et avait été utilisé dès la fin des années 50 par des mathématiciens, des ingénieurs, des cybernéticiens, des neurologues.

Trois colloques importants s'étaient tenus sur le thème « self organizing systems », mais, chose paradoxale, le mot n'avait pas percé en biologie, et c'est un biologiste marginal, Henri Atlan, qui avait repris cette idée, dans un grand isolement intellectuel au sein de sa corporation, dans les années 70. Enfin le mot a surgi dans les années 80-90 à Santa Fe comme une idée nouvelle alors qu'elle existait déjà depuis près d'un demi-siècle. Mais il ne s'est pas encore imposé en biologie

J'ai appelé auto-éco-organisation l'organisation vivante, selon l'idée que l'auto-organisation dépend de son environnement pour y puiser de l'énergie et de l'information : en effet, comme elle constitue une organisation qui travaille à s'auto-entretenir, elle dégrade de l'énergie par son travail, donc doit puiser de l'énergie dans son environnement. De plus, elle doit chercher sa nourriture et se défendre contre ce qui la menace, donc doit comporter un minimum de capacités cognitives.

On arrive à ce que j'appelle logiquement le complexe d'autonomie-dépendance. Pour qu'un être vivant soit autonome, il faut qu'il dépende de son environnement en matière et en énergie, et aussi en connaissance et en information. Plus l'autonomie va se développer, plus des dépendances multiples vont se développer. Plus mon ordinateur va me permettre d'avoir une pensée autonome, plus il va dépendre de l'électricité, de réseaux, de contraintes sociologiques et matérielles. On arrive alors à une nouvelle complexité pour concevoir l'organisation vivante: l'autonomie ne peut se concevoir sans son écologie. De plus, il nous faut voir un processus auto-générateur et auto-producteur, c'est-à-dire l'idée d'une boucle récursive qui nous oblige à rompre avec nos idées classiques de produit → producteur, et de cause → effet.

Dans un processus auto-générateur ou auto-producteur ou auto-poétique ou auto-organisateur, les produits sont nécessaires à leur propre production. Nous sommes les produits d'un processus de reproduction, mais ce processus ne peut continuer que si nous, individus, nous nous accouplons pour continuer le processus. La société est le produit d'interactions entre individus humains, mais la société se constitue avec ses émergences, sa culture, son langage, qui rétroagit sur les individus et ainsi les produit comme individus humains en leur fournissant le langage et la culture. Nous sommes produits et producteurs. Les causes produisent des effets qui sont nécessaires pour leur propre causation.

Déjà l'idée de boucle avait été dégagée par Norbert Wiener dans l'idée de rétroaction, aussi bien négative que positive, enfin surtout négative ; puis elle s'est généralisée sans qu'on ait vraiment réfléchi sur les conséquences épistémologiques qu'elle comportait. Même dans l'exemple le plus banal qui est celui d'un système thermique alimenté par une chaudière qui fournit le chauffage d'un immeuble, nous avons cette idée d'inséparabilité de l'effet et de la cause : grâce au dispositif du contrôle de la température, quand on atteint 20°, le chauffage s'arrête ; quand la température a trop baissé, le chauffage se met en marche, c'est un système circulaire, où l'effet lui-même intervient dans la cause ce qui permet l'autonomie thermique de l'ensemble par rapport à un environnement froid. C'est-à-dire que la rétroaction est un processus, qui complexifie la causalité. Mais les conséquences de ceci n'avaient pas été tirées sur le plan épistémologique.

Donc la rétroaction est déjà un concept complexe, même dans les systèmes non vivants. La rétroaction négative est ce qui permet d'annuler les déviations qui sans cesse tendent à se former comme l'abaissement de la température par rapport à la norme. La rétroaction positive se développe quand le système de régulation n'est plus capable d'annuler les déviations ; celles-ci peuvent alors s'amplifier et aller vers un runaway, sorte de désintégration généralisée, ce qui est souvent le cas dans notre monde physique. Mais nous avons pu voir, à la suite d'une idée avancée il y a plus de 50 ans par Magoroh Maruyama, que le feed-back positif, c'est-à-dire la déviation croissante, est un élément qui permet la transformation dans l'histoire humaine. Tous les grands processus de transformation ont commencé par des déviations, comme la déviation monothéiste dans un monde polythéiste, la déviation religieuse du message de Jésus au sein du monde juif, puis, déviation dans la déviation, sa transformation par Paul au sein de l'empire romain ; déviation, le message de Mahomet chassé de La Mecque qui se réfugie à Médine. La naissance du capitalisme est elle-même déviante dans un monde féodal. La naissance de la science moderne est un processus déviant à partir du XVI^{ème} siècle. Le socialisme est une idée déviante dans le XIX^{ème} siècle... Autrement dit, tous les processus commencent par des déviations qui, quand elles ne sont pas étouffées, exterminées, sont alors capables d'opérer des transformations en chaîne.

La relation entre le local et le global

Dans la complexité *logique*, vous avez la relation entre le local et le global. On a cru pouvoir assumer les deux vérités du global et du local avec des axiomes du style : *Penser globalement et agir*

localement. En réalité, on est, je crois, contraint dans notre époque planétaire de penser conjointement localement et globalement et d'essayer d'agir à la fois localement et globalement. Du reste, ce qui est également complexe, c'est que des vérités locales peuvent devenir des erreurs globales. Par exemple, quand notre système immunologique rejette avec la plus grande énergie le cœur qu'on lui greffe, comme un sale étranger, cette vérité locale devient une erreur globale, parce que l'organisme meurt. Mais on peut dire aussi que des vérités globales peuvent conduire à des erreurs locales, la vérité de la nécessité de lutter contre le terrorisme peut conduire à des interventions, qui elles, vont encore plus favoriser le développement du terrorisme, regardez l'Irak.

Héraclite : « vivre de mort, mourir de vie »

Dans cette union de notions *logiquement* complexes, il y a la relation vie - mort.

J'ai souvent cité la phrase illuminante d'Héraclite, vieille de six siècles avant notre ère : *Vivre de mort, mourir de vie*. Elle est devenue intelligible de façon récente, à partir du moment où nous avons appris que notre organisme dégradant son énergie, devait donc non seulement reconstituer des molécules, mais que nos cellules elles-mêmes se dégradaient et que nous produisions de nouvelles cellules. Nous vivons de la mort de nos cellules. Et ce processus de régénération permanente presque de rejuvénalisation permanente, c'est le processus de la vie. Ce qui permet d'ajouter à la formule très juste de Bichat, disant : *La vie c'est l'ensemble des fonctions qui luttent contre la mort*, ce complément étrange qui nous présente **une complexité logique** : *En intégrant la mort pour mieux lutter contre la mort*. Ce qu'on sait de nouveau sur ce processus est extrêmement intéressant : on a appris assez récemment que les cellules qui meurent ne sont pas seulement des cellules vieilles; ce sont des cellules apparemment saines qui recevant différents messages des cellules voisines, « décident », à un moment donné, de se suicider. Elles se suicident et des phagocytes vont dévorer leurs débris. Ainsi l'organisme détermine que les cellules doivent mourir avant qu'elles n'aient atteint l'âge de la sénescence. C'est dire que la mise à mort des cellules et leur liquidation post mortem sont incluses dans l'organisation vivante.

Il y a une sorte de phénomène d'auto-destruction, d'apoptose, puisqu'on a repris ce terme au monde végétal, désignant la scission des tiges opérées par des arbres à l'automne pour que les feuilles mortes tombent.

D'une part, quand il y a une insuffisance de morts cellulaires à la suite de différents accidents et perturbations, il y a un certain nombre de maux qui sont mortels à terme, comme l'ostéoporose, diverses scléroses et certains cancers, où des cellules refusent de mourir, **deviennent amortelles**, forment des tumeurs et vont se balader sous forme de métastases (Il peut sembler que c'est une révolte de cellules contre leur mort individuelle qui conduit à ces formes de mort de l'organisme). D'autre part l'excès de morts cellulaires détermine le sida, le Parkinson, la maladie d'Alzheimer.

Vous voyez à quel point est complexe cette relation vie - mort: il faut que des cellules meurent, mais pas trop! On vit entre deux catastrophes, l'excès ou l'insuffisance de mortalité. On retrouve le problème fondamentalement épistémologique de la complexité généralisée.

Des machines non triviales

Les êtres vivants sont des machines certes, mais à la différence des machines artificielles qui sont des machines triviales déterministes (dont on connaît les outputs quand on en connaît les inputs), ce sont des machines non triviales (von Foerster) dont on peut prédire les comportements innovateurs.

Nous sommes des machines, il y avait cette vérité-là déjà dans *L'homme-machine* de La Mettrie. Nous sommes des machines physiques, des machines thermiques, nous fonctionnons à la température de 37°. Mais nous sommes des machines complexes.

Von Neumann a établi la différence entre les machines vivantes et les machines artificielles produites par la technique : les composants des machines techniques ont beau être extrêmement fiables, celles-ci

vont vers leur dégénération, vers leur usure, dès le début de leur fonctionnement. Alors que la machine vivante, elle, constituée en grande partie de composants très peu fiables, les protéines qui se dégradent – et l'on comprend très bien que c'est cette faiblesse de fiabilité des protéines qui permet de les reconstituer sans arrêt – est capable de se régénérer et de se réparer ; elle va aussi vers la mort, mais après un processus de développement. La clé de cette différence est dans la capacité d'auto-réparation et d'auto-régénération. Le mot de régénération est ici capital.

On peut dire que le propre des innovations qui surgissent dans l'évolution vivante, (qu'elles soient surdéterminées par des changements environnementaux, ou par l'irruption d'aléas multiples), comme l'apparition du squelette chez les vertébrés, des ailes chez l'insecte ou l'oiseau, la chauve-souris, toutes ces créations, sont le propre de machines non triviales. C'est-à-dire qui donnent une réponse nouvelle à des défis insurmontables sans cette réponse.

Tous les personnages importants de l'histoire humaine, sur le plan intellectuel, religieux, messianique, politique, ont été des machines non triviales. On peut avancer que toute l'Histoire de l'Humanité, qui commence il y a dix mille ans - est une histoire non triviale, c'est-à-dire une histoire faite d'imprévisibles, d'inattendus, de destructions et de créations. L'histoire de la vie qui la précède est une histoire non triviale, et l'histoire de l'univers où la naissance de la vie puis de l'humanité sont incluses, est une histoire non triviale.

Nous sommes obligés de détrivialiser la connaissance et notre vision du monde.

Complexifier la notion de chaos

Nous avons vu comment la notion de système nous amène à des complexités d'organisation qui elles-mêmes nous conduisent à des complexités logiques. Regardons maintenant la notion de chaos, telle qu'elle apparaît au sein de la théorie du chaos, et qui comporte désordre et imprédictibilité. Le battement des ailes d'un papillon à Melbourne peut provoquer par une succession de processus en chaîne un cyclone à la Jamaïque, par exemple.

En réalité, je crois que le mot de chaos doit être considéré dans son sens profond, son sens grec. Nous savons que dans la conception du monde des Grecs, Chaos est à l'origine de Cosmos. Le chaos n'est pas le pur désordre, il porte en lui l'indistinction entre les potentialités d'ordre, de désordre et d'organisation à partir desquelles va naître un cosmos, qui est un univers ordonné. Les Grecs ont vu un peu trop d'ordre dans le cosmos, qui est effectivement ordonné parce que le spectacle immédiat, c'est l'ordre impeccable du ciel que nous voyons chaque nuit avec des étoiles toujours à la même place, et si les planètes sont mobiles elles reviennent aussi à la même place dans un ordre impeccable. Or nous savons aujourd'hui avec les conceptions élargies du temps cosmique que tout cet ordre est à la fois temporaire et partiel dans un univers de mouvement, collision, transformation.

Chaos et Cosmos sont associés – j'ai employé le mot de *Chaosmos* - il y a là aussi une relation circulaire entre les deux termes. Il faut prendre le mot chaos dans un sens beaucoup plus profond et plus intense que celui qu'il a dans la théorie physique du chaos.

La nécessité de la contextualisation

Reprenons le terme de « complexus » dans le sens de « ce qui est tissé ensemble ». C'est un mot très important, qui indique que le morcellement de la connaissance empêche de lier et contextualiser. Le mode de connaissance propre à la science disciplinaire isole les objets, les uns des autres, et les isole par rapport à leur environnement. On peut même dire que le principe de l'expérimentation scientifique permet de prendre un corps physique dans la Nature, de l'isoler dans un milieu artificiel et contrôlé de laboratoire, puis d'étudier cet objet en fonction des perturbations et variations qu'on lui fait subir. Ce qui permet effectivement de connaître un certain nombre de ses qualités et propriétés. Mais on peut dire aussi que ce principe de décontextualisation a été néfaste, dès qu'il s'est porté sur le vivant. L'observation dès 1960 par Janet Goodall d'une tribu de chimpanzés dans leur milieu naturel a pu montrer la suprématie de l'observation (en milieu naturel) sur l'expérimentation (en laboratoire) pour

les connaître. (Voir « Le Paradigme perdu » pp 51-54....) Il a fallu une très longue patience pour que Janet Goodall puisse percevoir que les chimpanzés étaient différents de personnalité les uns des autres, avec des relations assez complexes d'amitié, de rivalité ; toute une psychologie, une sociologie des chimpanzés, invisible aux études en laboratoire ou en cage sont apparues dans leur complexité.

L'idée de connaître les vivants dans leur environnement est devenue capitale en éthologie animale. Répétons le, l'autonomie du vivant a besoin d'être conçue dans son environnement.

Désormais avec la prise de conscience des dégradations que notre développement techno-économique fait subir à la biosphère, nous nous rendons compte du lien vital avec cette même biosphère que nous croyions avoir réduite au rang d'objet à manipuler. Si nous la dégradons, nous nous dégradons, et si nous la détruisons, nous nous détruisons.

La nécessité de la contextualisation est extrêmement importante. Je dirais même que c'est un principe de connaissance : quiconque fait une version dans une langue étrangère voit très bien qu'il va chercher le mot inconnu dans le dictionnaire ; mais le mot étant polysémique, il ne va pas savoir immédiatement quel est le bon ; il va chercher le sens du mot dans le sens de la phrase tout en s'éclairant du sens global du texte. A travers ce jeu du texte au mot, et du texte au contexte, du contexte au mot, un sens va se cristalliser. Autrement dit, l'insertion dans le texte et dans le contexte est une nécessité cognitive évidente. Prenez par exemple l'économie, la science humaine la plus avancée du point de vue mathématique, du point de vue formalisateur, mais qui est isolée des contextes humains, sociaux, historiques, sociologiques : son pouvoir de prédiction est extrêmement faible parce que l'économie ne fonctionne pas en vase clos: ses prévisions doivent être sans cesse révisées, ce qui nous indique l'infirmité d'une science très avancée mais trop close.

Plus généralement, la contextualisation mutuelle manque à l'ensemble des sciences humaines.

J'ai souvent cité le cas du barrage d'Assouan parce qu'il était révélateur et significatif : il fut édifié dans l'Egypte de Nasser parce qu'il permettrait de réguler le cours d'un fleuve capricieux, le Nil, et de produire de l'énergie électrique à un pays qui en avait un très grand besoin. Or au bout d'un certain temps, qu'est-il apparu ? Ce barrage retenait une partie des limons fertilisant la vallée du Nil, ce qui obligeait la population agricole à désertifier les campagnes pour aller surpeupler les grandes métropoles comme Le Caire ; il retenait une partie des poissons servant de nourriture aux riverains ; de plus aujourd'hui, l'accumulation de limons fragilise le barrage et cause de nouveaux problèmes techniques. Cela ne veut pas dire qu'il ne fallait pas construire le barrage d'Assouan, mais que toutes les décisions prises dans un contexte techno-économique seul risquent d'être désastreuses par leurs conséquences.

C'est comme le détournement des fleuves de Sibérie que le gouvernement soviétique avait opéré et dont les conséquences perverses ont été plus importantes que les positives.

Il faut donc reconnaître l'inséparabilité du séparable, au niveau historique, social, comme il l'a été reconnu au niveau microphysique. Selon la physique quantique, confirmée par les expériences d'Aspect, deux entités microphysiques sont connectées immédiatement l'une à l'autre bien que séparées par l'espace et le temps. Plus largement, on arrive à l'idée que tout ce qui est séparé est en même temps inséparable.

Les principes hologrammatique et dialogique

Il faut avancer également le principe hologrammatique ou hologrammatique, selon lequel non seulement une partie est à l'intérieur d'un tout, mais aussi le tout est à l'intérieur de la partie ; de même que la totalité du patrimoine génétique se trouve dans chaque cellule de notre organisme, que la société en tant que tout avec sa culture est à l'intérieur de l'esprit d'un individu.

Nous revenons encore au *noyau logique* de la complexité qui est nous allons le voir, dialogique : séparabilité-inséparabilité, tout-parties, effet-cause, produit-producteur, vie-mort, homo sapiens homo demens, etc

C'est ici que le principe du tiers exclu révèle sa limite. Le tiers exclu c'est *A ne peut pas être A et non A*, alors qu'on peut être l'un et l'autre. Par exemple, Spinoza est juif et non-juif, il n'est ni juif, ni non-juif. C'est ici que la dialogique est non pas la réponse à ces paradoxes, mais le moyen de les affronter, en considérant la complémentarité des antagonismes et le jeu productif, parfois vital des antagonismes complémentaires.

Pour les sciences, un certain nombre de conséquences

En ce qui concerne les sciences, nous pouvons voir un certain nombre de conséquences.

Tout d'abord la science classique est quelque chose de complexe, même quand elle produit la connaissance simplifiante. Pourquoi ?

Parce que la science est un quadrupède qui marche sur les quatre pattes suivantes : la patte de l'empirisme faite de données, d'expérimentation ou d'observation ; la patte de la rationalité, faite des théories logiquement constituées ; la patte de la vérification, toujours nécessaire ; la patte de l'imagination, car les grandes théories sont les produits d'une puissante imagination créatrice. Ainsi la science est complexe, elle se produit par un mouvement quadrupède, qui l'empêche de se figer.

La connaissance objective qui est son idéal, s'est traduite par la nécessité d'éliminer la subjectivité, c'est-à-dire la partie affective inhérente à chaque observateur, à chaque scientifique, mais elle a comporté aussi l'élimination du sujet, c'est-à-dire l'être qui conçoit et qui connaît. Or, toute connaissance y compris objective est à la fois une traduction cérébrale à partir de données du monde extérieur et une reconstruction mentale, à partir de certaines potentialités organisatrices de l'esprit. Il est certain que l'idée d'une objectivité pure est utopique. L'objectivité scientifique est produite par des êtres qui sont des sujets, dans des conditions historiques données, à partir des règles du jeu scientifique. Le grand apport de Kant a été de montrer que l'objet de connaissance est co-construit par notre esprit. Il nous a indiqué qu'il faut connaître la connaissance pour en connaître les possibilités et les limites. La connaissance de la connaissance est une exigence de la pensée complexe.

Comme l'avait indiqué Husserl dans les années 30, notamment dans sa conférence sur la crise de la science européenne, les sciences ont développé des moyens extrêmement sophistiqués pour connaître les objets extérieurs, mais aucun moyen de se connaître elles-mêmes. Il n'y a pas de science de la science, et même la science de la science serait insuffisante si elle n'englobe pas une problématique épistémologique. La science est un chantier tumultueux, la science est un processus qui ne saurait être programmé à l'avance, parce qu'on ne peut jamais programmer ce qu'on va trouver, puisque le propre d'une découverte c'est son inattendu. Ce processus incontrôlé a conduit aujourd'hui au développement de potentialités de destruction et de manipulation, qui doivent amener l'introduction dans la science d'une double conscience : conscience d'elle-même et conscience éthique.

Aussi, je crois qu'il faudra arriver de plus en plus à une connaissance scientifique intégrant la connaissance de l'esprit humain à la connaissance de l'objet que saisit cet esprit et reconnaissant l'inséparabilité de l'objet et du sujet.

Deux révolutions scientifiques ont introduit de facto la complexité

J'ai déjà indiqué comment la notion de complexité a émergé de façon marginale dans une sphère de mathématiciens/ingénieurs. Il faut indiquer maintenant que le XX^{ème} siècle a connu deux révolutions scientifiques qui ont de facto introduit la complexité sans pourtant reconnaître cette notion qui y demeure implicite.

La première révolution, après la thermodynamique du 19^e siècle, est celle de la microphysique et de la cosmophysique qui ont introduit l'indétermination, l'aléa - là où régnait le déterminisme - et ont élaboré des méthodes propres à traiter les incertitudes rencontrées.

La deuxième révolution est celle qui rassemble des disciplines et rétablit entre elles un tissu commun. Elle commence dans la deuxième partie du XX^{ème} siècle. Ainsi dans les années 60, les sciences de la Terre ont conçu la Terre comme un système physique complexe qui permet aujourd'hui d'articuler la géologie, la sismologie, la vulcanologie, la météorologie, l'écologie, etc. L'écologie à la même époque, se développe comme connaissance scientifique amenée à unir les données et les informations venues des différentes disciplines physiques et biologiques dans la conception des écosystèmes. Elle permet de concevoir comment un écosystème soit se dégrade soit se développe, soit maintient son homéostasie. A partir des années 70, la conception écologique s'élargit à l'ensemble de la biosphère et introduit nécessairement les connaissances issues des sciences humaines.

Bien que l'écologie, sur le plan de la biosphère, ne puisse faire de prédictions rigoureuses, elle peut nous donner des hypothèses vitales, concernant, par exemple le réchauffement de la planète, qui se manifeste par la fonte des glaciers de l'Antarctique ou de l'Arctique. Ainsi l'écologie, la cosmologie et les sciences de la Terre sont devenues des Sciences poly-disciplinaires, voire transdisciplinaires. Tôt ou tard, cela arrivera en biologie, à partir du moment où s'y implantera l'idée d'auto-organisation ; cela devrait arriver dans les Sciences humaines³, bien qu'elles soient extrêmement résistantes.

Enfin, l'observateur, chassé par le postulat d'objectivité, s'est introduit dans certaines sciences, comme la microphysique où l'observateur perturbe ce qu'il observe. Dans le cas de la cosmologie, même si on n'adhère pas à ce que Brandon Carter appelait le principe anthropique, qui tient compte de la place de l'homme dans l'univers, on est obligé de concevoir que cet univers parmi ses possibilités peut-être infimes, avait la possibilité de la vie humaine, peut-être seulement sur cette planète Terre, mais peut-être aussi ailleurs.

Ainsi peut être rétabli le tissu commun entre l'humain, le vivant et l'Univers, ce qui implique une conception complexe capable à la fois de distinguer l'humain du naturel et de l'y intégrer.

L'insertion de la science dans l'Histoire

Par ailleurs, il y a le problème de l'insertion des Sciences dans l'Histoire humaine.

Vous savez qu'il y a deux conceptions de l'histoire des sciences, la conception internaliste et la conception externaliste. Le mode internaliste voit le développement des sciences comme en vase clos, uniquement en fonction de leur logique interne et de leurs propres découvertes. Le mode externaliste le voit en fonction des développements historiques et sociaux qui déterminent les développements scientifiques.

Je pense qu'il faut essayer de lier les deux, et ceci convient pour d'autres développements que ceux des sciences. Ainsi, certains ont voulu comprendre la perversion de l'Union soviétique à partir de facteurs internes, tels que les insuffisances de la doctrine de Marx, les limitations de celle de Lénine. D'autres ont voulu l'imputer à des éléments extérieurs tels que l'encercllement et l'hostilité des puissances capitalistes à l'égard de l'Union soviétique ou des éléments antérieurs comme l'arriération de la Russie tsariste. Alors que le vrai jeu cognitif est de lier ces deux aspects de façon dialogique.

Si l'on continue à se placer du point de vue de l'histoire de la science occidentale moderne, on voit comment de sa naissance marginale et quasi-déviate au XVII^{ème} siècle, elle s'est développée au XVIII^{ème}, s'est introduite dans les Universités au XIX^{ème}, puis dans les Etats et les entreprises au XX^{ème} et comment elle devient centrale et motrice dans l'histoire humaine sous forme de technologie, et produit non seulement tous les éléments majeurs pour une connaissance renouvelée du monde et des effets bienfaisants pour l'humanité, mais des puissances formidables et incontrôlées qui la menacent.

³ Cf *mon_Humanité de l'humanité, La Méthode 5, Le Seuil*

Je ne sais pas si j'ai eu tort ou raison de reprendre une expression de Vico, mais il nous faut arriver à la *Scienza Nuova*. Vico, très justement, a inscrit la perspective historique au coeur de la *Scienza Nuova*. Il faut amplifier l'idée de *scienza nuova* en y introduisant l'interaction entre le simple et le complexe, en concevant une science qui ne supprime pas les disciplines mais les relie, et par là même les rend fécondes, une science qui sait à la fois distinguer et relier et où la transdisciplinarité est inséparable de la complexité.

Je le répète, autant le cloisonnement des disciplines désintègre le tissu naturel de complexité, autant une vision transdisciplinaire est capable de le restituer.

Le lien entre science et philosophie

Le lien entre sciences et philosophie a été rompu. Encore au XVII^{ème} siècle, les grands scientifiques étaient en même temps de grands philosophes. Certes, ils n'identifiaient pas Science et Philosophie. Quand Pascal faisait ses expériences au Puy de Dôme, il ne pensait pas au problème du pari. Mais du temps de Pascal, Gassendi, Leibniz, il n'y avait pas cette coupure. La coupure est devenue un fossé redoutable. Le fossé d'ignorance et de méconnaissance sépare la culture scientifique de la culture des humanités

Mais le courant a commencé à s'inverser : les sciences les plus avancées arrivent aux problèmes philosophiques fondamentaux : Pourquoi y a-t-il un univers à partir de rien ? Comment est né cet univers d'un vide qui n'était pas en même temps le vide ? Qu'est-ce que la réalité ? L'essence de l'univers est-elle voilée ou totalement connaissable ?

Le problème de la vie se pose désormais dans une complexité qui dépasse la biologie : Les conditions singulières de son origine, les conditions des émergences de ses puissances créatives. Bergson avait tort en pensant qu'il y avait un élan vital, mais avait raison en parlant de l'évolution créatrice. Il aurait même pu parler de la créativité évolutive.

Aujourd'hui, nous pouvons entrevoir la possibilité de créer de la vie. A partir du moment où l'on croit savoir que la vie est un processus développé uniquement à partir de la matière physico-chimique dans certaines conditions, que ce soit dans des profondeurs sous-marines ou ailleurs, on peut très bien envisager de créer les conditions physiques, chimiques, thermodynamiques qui fassent naître des organismes dotés des qualités qu'on appelle vie. Nous pouvons également entrevoir la possibilité de modifier l'être humain dans sa nature biologique même. Donc, nous avons à méditer sur la vie, comme nous ne l'avons jamais fait. Et en même temps nous devons méditer sur notre relation avec la biosphère.

Ainsi toutes les sciences les plus avancées arrivent aux problèmes philosophiques fondamentaux qu'elles croyaient avoir éliminés. Elles ne font pas que les retrouver, elles les renouvellent.

Si l'on définit la philosophie par la capacité et la volonté réflexives, il faut que la réflexivité soit introduite dans les sciences, ce qui n'élimine pas la relative autonomie de la philosophie ni la relative autonomie des procédures scientifiques par rapport aux procédures philosophiques.

Enfin et surtout toute connaissance y compris scientifique doit comporter en elle-même une réflexion épistémologique sur ses fondements, ses principes et ses limites.

Encore aujourd'hui, il y a l'illusion que la complexité est un problème philosophique et non pas scientifique. Dans un sens c'est vrai, dans un sens c'est faux. C'est vrai quand vous vous placez du point de vue d'un objet isolé et morcelé : le fait que vous isolez et morcelez l'objet fait que la complexité n'existe plus : donc ce n'est pas un problème scientifique du point de vue d'une discipline close et d'un objet décontextualisé. Mais, dès que vous commencez à vouloir relier ces objets isolés, vous vous trouvez devant ce problème de la complexité.

Deuxième rupture épistémologique avec la complexité restreinte

C'est ici qu'apparaît une deuxième rupture épistémologique avec la complexité restreinte.

La complexité restreinte s'intéresse essentiellement aux systèmes dynamiques appelés complexes. C'est-à-dire qu'elle elle constitue son propre champ, à l'intérieur du champ des sciences.

Mais la complexité généralisée non seulement concerne tous ces champs, elle concerne notre connaissance en tant qu'être humain, individu, personne, et citoyen. Puisque nous avons été domestiqués par notre éducation qui nous a appris beaucoup plus à séparer que relier, notre aptitude à la reliance est sous-développée et notre aptitude à la séparation est sur-développée ; je répète que connaître, c'est à la fois séparer et relier, c'est faire de l'analyse et de la synthèse. Les deux sont inséparables, et notre atrophie de la capacité de relier est de plus en plus grave dans un mode planétarisé, complexifié, où il s'agit de reconnaître l'interdépendance généralisée de tout et de tous.

Le *Collegium d'éthique* a formulé une déclaration d'interdépendance qu'il souhaiterait voir promulguée par les Nations Unies. Nous devons penser l'interdépendance dans tous les domaines, y compris dans la relation complexe entre les parties et le tout. Nous avons besoin d'être capables d'affronter les incertitudes de la vie alors que rien ne nous y prépare. Nous avons besoin de développer la compréhension humaine alors que rien ne nous l'enseigne. Nous avons besoin d'affronter la complexité, y compris pour l'action, alors qu'on oppose le principe de précaution au principe de risque, tandis que Périclès avait véritablement exprimé l'union des deux principes antagonistes quand il disait lors d'un discours aux Athéniens durant la guerre du Péloponnèse : « nous autres Athéniens, sommes capables de combiner la prudence et la hardiesse, alors que les autres sont soit peureux, soit téméraires ». C'est la combinaison dont nous avons besoin. Du reste, la précaution nécessite aujourd'hui parfois beaucoup d'invention.

Nous avons besoin de réformer en profondeur toute notre façon de connaître et de penser.

Le principe d'écologie d'action

Le principe d'écologie d'action est, à mon avis, central : dès qu'une action entre dans un milieu donné, elle échappe à la volonté et à l'intention de celui qui l'a créée, elle entre dans un jeu d'interactions et rétroactions multiples et elle va donc se trouver dérivée hors de ses finalités, et parfois même aller dans le sens contraire. L'écologie de l'action a valeur universelle, y compris pour le développement des sciences, dont les conséquences nucléaires destructrices et manipulatrices destructeur étaient absolument inattendus.

Pensez que quand Fermi a élucidé la structure de l'atome dans les années 30, c'était une découverte purement spéculative et il n'avait nullement pensé que ceci pouvait permettre la fabrication d'une bombe atomique. Pourtant quelques années après, le même Fermi allait aux Etats Unis contribuer à la fabrication de la bombe atomique qui serait utilisée à Hiroshima et Nagasaki. Quand Crick et Watson ont déterminé la structure du patrimoine héréditaire dans l'ADN, ils pensaient que c'était une grande conquête du savoir sans aucune conséquence pratique. Et à peine une dizaine d'années après leur découverte, le problème des manipulations génétiques s'est trouvé posé à la communauté des biologistes.

L'écologie de l'action a valeur universelle. Que l'on songe à des exemples de notre histoire française récente : une dissolution de l'Assemblée par le Président Chirac pour avoir une majorité gouvernementale a conduit à une majorité socialiste ; un référendum fait pour emporter l'adhésion générale a conduit à son rejet. Gorbatchev a tenté une réforme pour sauver l'Union soviétique mais celle-ci a contribué à sa désintégration. Quand on voit qu'une révolution a été faite en 1917 pour supprimer l'exploitation de l'homme par l'homme, pour créer une société nouvelle, fondée sur les principes de communauté et de liberté, et que cette révolution, non seulement a causé des pertes immenses en sang, destruction et répression par un système policier, mais elle a, au bout de 70 ans, abouti à son contraire, c'est-à-dire à un capitalisme encore plus féroce et sauvage qu'était celui de

l'époque tsariste, et à un retour de la religion ! Tout ce que cette révolution a voulu détruire s'est trouvé ressuscité. Comment ne pas penser à l'écologie de l'action !

Créer des « Instituts de culture fondamentale »

C'est parce que j'ai compris que la réforme de pensée, travail de fond que j'ai mené dans *La Méthode*, était une nécessité, que j'ai répondu positivement à un Ministre de l'Education quand il m'a appelé pour la réforme du contenu des enseignements secondaires. J'ai essayé d'introduire mes idées de réforme de pensée dans un projet éducatif, j'ai vu son échec total – enfin il n'a pas échoué, il n'a pas été appliqué ! - Cela m'a poussé à réfléchir plus avant. J'ai donc écrit un livre qui s'appelle *La Tête bien faite*, puis sur l'initiative de l'Unesco j'ai fait un livre qui s'appelle *Les Sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur*.

Contribuant à la formation d'une Université qui va se créer sur ces principes au Mexique, j'ai eu l'idée plus modeste mais peut-être plus nécessaire, de susciter la création d' « Instituts de culture fondamentale », qui seraient soit abrités dans une Université, soit indépendants, s'adressant à tous, c'est-à-dire avant l'Université ou hors Université, ou après l'Université, aux étudiants, aux citoyens, aux syndicalistes, aux entrepreneurs, à tous.

Pourquoi le mot « culture fondamentale » ? - Parce que c'est cela qui manque. En fait, il s'agit d'enseigner le plus vital, le plus important pour affronter la vie, et qui est encore trop ignoré par l'enseignement.

- Un : La connaissance comme source d'erreur ou d'illusion ; nulle part on n'enseigne les pièges de la connaissance qui viennent du fait que toute connaissance est traduction et reconstruction.
- Deux : La rationalité, comme si c'était une chose évidente alors que nous savons que la rationalité connaît ses perversions, ses maladies infantiles, ou séniles.
- Trois : La scientificité. Qu'est-ce que c'est que la science, ses frontières, ses limites, ses possibilités, ses règles. Il y a là-dessus une littérature assez abondante, mais qui n'a jamais été consultée par les scientifiques qui sont recrutés au CNRS par exemple. La plupart du temps, ils ne savent rien de la polémique entre Niels Bohr et Einstein, des travaux de Popper, de Lakatos, de Kuhn, etc.
- Quatre : Qu'est-ce que la complexité.

Et encore :

- un enseignement sur « qu'est-ce que l'identité et la condition humaine », ce qu'on ne trouve nulle part.
- un enseignement sur l'ère planétaire, pas seulement la mondialisation d'aujourd'hui, mais tous ses antécédents à partir de la conquête de l'Amérique, la colonisation du monde, sa phase actuelle et ses perspectives futures
- un enseignement sur la compréhension humaine
- un enseignement concernant l'affrontement des incertitudes dans tous les domaines : sciences, vie quotidienne, histoire (nous avons perdu la certitude du progrès, et le lendemain est totalement incertain et obscur).
- un enseignement sur les problèmes de notre civilisation

Là est pour moi l'enseignement fondamental qui puisse aider à la réforme de l'esprit, de la pensée, de la connaissance, de l'action, de la vie.

Je conclus : la complexité généralisée intègre la complexité restreinte.

Malheureusement, la complexité restreinte rejette la complexité généralisée, qui lui semble pur bavardage, pure philosophie. Elle la rejette parce qu'elle n'a pas fait la révolution épistémologique et

paradigmatique à laquelle oblige la complexité. Cela se fera sans doute. Mais en attendant, nous voyons que la problématique de la complexité a envahi tous nos horizons et je répète « problématique », car c'est une erreur de penser que l'on va trouver dans la complexité une méthode que l'on pourra appliquer automatiquement sur le monde et sur toute chose.

La complexité, c'est un certain nombre de principes qui aident l'esprit autonome à connaître. Alors qu'un programme détruit l'autonomie de celui qui cherche, la problématique de la complexité stimule la stratégie autonome, oblige dans le domaine de l'action – une fois qu'on sait que l'écologie de l'action peut pervertir les meilleures intentions –, à reconsidérer nos décisions comme des paris et nous incite à développer une stratégie adéquate pour tenter plus ou moins de contrôler l'action.

Autrement dit, dans tous les domaines, je dirais « aide-toi et la complexité t'aidera », ce qui n'a rien à voir avec l'application mécanique d'un programme ou d'une règle. C'est une réforme en profondeur de notre fonctionnement mental, de notre être.

Ces idées aujourd'hui marginales, déviantes, commencent à constituer une tendance encore minoritaire, ou plutôt des tendances puisqu'il y a plusieurs chemins pour aller vers la complexité, ces idées, ces déviances, peuvent se développer et devenir des forces culturelles, politiques et sociales.

La probabilité d'un avenir planétaire sont extrêmement alarmantes : notre vaisseau spatial est entraîné par quatre moteurs sans aucun contrôle : la science, la technique, l'économie et la recherche du profit - tout ceci dans des conditions de chaos puisque l'unification techno-civilisationnelle du globe, sous la poussée occidentale, provoque des résistances de cultures singulières et des refermetures culturelles et religieuses.

La planète est en crise avec toutes les possibilités les unes régressives et destructrices, les autres stimulantes et fécondes, comme l'invention, la création, les nouvelles solutions.

Il nous faut même appréhender les possibilités de métamorphose

Il nous faut même appréhender les possibilités de métamorphose car nous en avons un exemple tout à fait étonnant dans le passé. Le passage dans certains lieux où il y a eu des concentrations démographiques au Moyen Orient dans le bassin de l'Indus, en Chine, au Mexique, au Pérou des sociétés préhistoriques de centaines de milliers de membres, sans ville, sans Etat, sans agriculture, sans armée, sans classe sociale, aux énormes sociétés historiques, avec villes, agriculture, armée, civilisation, religion, philosophie, oeuvres d'art...cela a constitué une métamorphose sociologique.

Peut-être allons-nous vers une métamorphose meta-historique propre à la naissance d'une société-monde à l'échelle planétaire...

Je dirais que la complexité ne nous met pas seulement dans le désarroi de l'incertain, elle nous permet de voir à côté du probable, les possibilités de l'improbable, parce qu'il y en a eu dans le passé et qu'elles peuvent se retrouver dans l'avenir.

Cela fait penser à la guerre du Pacifique, après que les Japonais eurent déferlé sur les îles du Pacifique et commencé à menacer la Californie, il y a eu une gigantesque bataille navale sur 200 kilomètres au large des Midways entre la flotte japonaise et la flotte américaine : cuirassés, porte-avions, sous-marins, avions. La vision globale était impossible aux uns et aux autres : il y avait des bateaux coulés japonais, des bateaux coulés américains, des avions qui ne trouvaient pas la flotte ennemie ; bref, confusion totale, bataille morcelée en plusieurs fragments. A un moment donné, l'Amiral japonais réalisant ses pertes en cuirassés et en avions, a pensé qu'il était vaincu, donc il a battu en retraite. Mais les Américains, qui avaient perdu tout autant, n'ont pas pensé les premiers qu'ils étaient vaincus ; après la retraite des japonais, ils furent vainqueurs.

Ce que pourra être ce possible de l'improbable, nous ne pouvons pas encore le concevoir ! Nous pouvons toutefois l'espérer et agir dans le sens de cette espérance. L'intelligence de la complexité, n'est ce pas d'explorer le champ des possibles, sans le restreindre au formellement probable ?