



Frédéric Elie on
ResearchGate

Réflexions sur la méthode expérimentale

Frédéric Élie

Article rédigé en mars 2005, modifié le 30 décembre 2005
et mars 2009

Copyright France.com

La reproduction des articles, images ou graphiques de ce site, pour usage collectif, y compris dans le cadre des études scolaires et supérieures, est INTERDITE. Seuls sont autorisés les extraits, pour exemple ou illustration, à la seule condition de mentionner clairement l'auteur et la référence de l'article.

« Si vous ne dites rien à votre brouillon, votre brouillon ne vous dira rien ! »
Jacques Breuneval, mathématicien, professeur à l'université Aix-Marseille I, 1980

AVERTISSEMENT

Le contenu de cet article n'engage que l'auteur. Les citations et les quelques photos de savants ne sauraient être une caution des idées que je développe ici, elles n'ont qu'une valeur illustrative.



(photo d'après le film « Solaris » de Steven Soderbergh)

Abstract : Cet article reprend et prolonge un livre que j'ai rédigé en mai 2000, et qui n'a jamais été édité, intitulé Mesurer et Agir. Ce texte primordial de l'époque est l'aboutissement de presque trois décennies de réflexion en matière de philosophie des sciences, et constitue le socle initial de toutes les idées épistémologiques, mais aussi managériales et de spiritualité, que j'ai exposées successivement dans certains articles de mon site.

Cet article est organisé en 13 chapitres (00 à 12). Les chiffres entre [] renvoient aux références bibliographiques à la fin de chaque chapitre, les chiffres situés en haut à droite d'un mot renvoient aux notes de bas de page.

00 – Méthode expérimentale : introduction et résumé des idées développées par la suite

1 ■ Il n'y a pas de finalité préétablie qui justifie nos actions ou notre présence dans l'univers. Ce principe est le fondement de l'esprit de la méthode expérimentale, aucun événement de la nature ne peut être interprété en vertu d'une finalité ultime qui le justifierait a priori. Toutefois, ce principe n'interdit pas de rechercher les finalités, ou programmes, qui motivent un système complexe au niveau local : le système existe pour chercher un équilibre avec son environnement interne et externe et tout ce qu'il entreprend en ce sens constitue une finalité locale, dont la raison d'être est aussi contingente que l'existence même du système. Cette situation ne préjuge nullement du niveau de complexité que peut montrer le comportement localement finalisé du système dans cette recherche d'adaptation, complexité qui peut être telle que, en première analyse, le système semble suivre une téléologie universelle !

De ce principe (dit principe d'objectivité) découlent les propositions qui suivent.

Développements :

- raisonner juste sur des faits bien établis : [« chapitre 01 »](#)
- outils fondamentaux et principe d'objectivité : [« chapitre 02 »](#)

2 ■ le principe d'objectivité est une donnée première de l'univers observable (plus précisément expérimentable), et ses bases fondamentales, les informations dont il est la manifestation nous sont à jamais inaccessibles par la seule démarche expérimentale. Ces bases constituent la « réalité sous-jacente ou ultime » : le principe d'objectivité en pose l'existence mais interdit d'y accéder par sa seule exploitation (Tout esprit scientifique croit en l'existence d'une réalité indépendante de l'observation, plus ou moins lointaine à nos expériences, mais rares sont ceux qui pensent que la seule pensée scientifique peut nous y mener, comme semblait le penser Einstein (démarche « réaliste »))

Développements :

- contingence et projets : [« chapitre 06 »](#)

3 ■ scientifiquement le principe d'objectivité aboutit à la méthode fondamentale de l'invariance (dont le principe de causalité est un aspect assez restreint)

Développements :

- outils fondamentaux : [« chapitre 02 »](#)
- systèmes complexes et causalité : [« chapitre 04 »](#)
- protocoles expérimentaux : [« chapitre 08 »](#)

4 ■ pour l'homme le principe d'objectivité aboutit au principe de contingence (ou de gratuité) : apparition due au hasard, par un concours de circonstances que l'on suppose non prémédité, mais dès lors nécessité d'évoluer et d'agir pour conserver son existence. Toutes les actions, même complexes et parfois apparemment contradictoires à ce principe, participent à une recherche consciente ou inconsciente d'un équilibre dynamique, toujours sophistiqué, toujours métastable et fragile. L'absence de téléologie universelle et anthropocentrique fait que l'éthique humaine, c'est-à-dire les critères d'actions, ne puise pas de justification dans une mission à remplir dans le cosmos, ni même dans une soi-disant raison naturelle, mais est le résultat d'un compromis perpétuel entre les diverses contraintes dont le respect plus ou moins grand conditionne tout autant la pérennité de l'espèce humaine et de chaque individu.

Développements :

- systèmes complexes et finalité : [« chapitre 04 »](#)
- contingence et projets : [« chapitre 06 »](#)

5 ■ Sous ce principe de contingence, exister devient, pour l'homme et pour l'humanité, la mise en œuvre de projets qui sont à la mesure de l'homme et qui le caractérisent, c'est laisser s'exprimer sous des formes diversifiées et compatibles les programmes d'adaptation de l'homme avec les autres hommes et avec son milieu. De par l'absence de téléologie, aucun extrémisme ne peut être justifié dans un projet, et c'est le seul principe radical qui peut être suivi. Et comme l'unique façon, adéquate à l'esprit humain, de saisir la réalité en respectant cela réside dans la démarche expérimentale, on devra appliquer aux choses de la vie et de la société les mêmes recommandations de prudence et d'objectivité qui prévalent dans cette démarche. Et par conséquent veiller à maîtriser toute dérive totalitaire idéologique, métaphysique ou religieuse. Sans pour autant renoncer à une certaine spiritualité, laquelle peut parfaitement s'accorder au principe de contingence, ainsi qu'on le verra ci-après.

Développements :

- esprit critique : [« chapitre 03 »](#)
- contingence et projets : [« chapitre 06 »](#)
- communication et savoir-être : [« chapitre 11 »](#)

6 ■ Pour les systèmes vivants, et plus généralement pour les systèmes qu'eux-mêmes produisent, le principe de contingence n'autorise comme finalité que celle basée sur l'adaptation : d'une part adaptation du système vivant à son environnement, d'autre part action sur celui-ci pour l'adapter au système vivant (double stratégie de l'adaptation). De multiples stratégies sont mises en œuvre à cette fin, et conduisent à leur tour à des projets pour lesquels la double stratégie d'adaptation s'applique aussi, et ainsi de suite...

Développements :

- double stratégie de l'adaptation : [« chapitre 05 »](#)
- produits, processus et projets : [« chapitre 10 »](#)

7 ■ La perception et la connaissance de l'environnement pour un système vivant (et par suite pour ce qu'il produit) amènent des outils qui lui permettent de réaliser la double stratégie de l'adaptation. Ces outils, avec l'intérêt qu'il porte à son environnement, dépendent des capacités et de la structure du système, ainsi que du domaine « physique » (matériel, énergétique, informationnel, temporel, spatial...) à l'intérieur duquel sa stabilité et sa pérennité sont assurées. Plus celui-ci est étroit, plus les critères d'adaptation sont simples et moins la perception et la connaissance de l'environnement sont élargis. Possibilité d'adaptation et degré d'ouverture sur le milieu sont ainsi liés. Pour ces mêmes raisons, la perception et la connaissance du monde sont non seulement influencées mais aussi fortement finalisées sur l'intérêt qu'on lui porte pour s'y adapter ou pour l'adapter. Pour l'être humain, la perception, puis la connaissance qui en est l'exploitation, sont affectées d'une intentionnalité (**Edmond Husserl**).

Développements :

- influence de l'intention sur la connaissance : [« chapitre 06 »](#) et [« chapitre 09 »](#)

8 ■ La méthode expérimentale garantit au mieux l'objectivité de la perception du monde (par voie naturelle ou avec des moyens adaptés), et de sa connaissance en les rendant autant que possible indépendantes de l'intentionnalité, tout au moins en sachant reconnaître son influence dans les résultats obtenus. Ceci justifie selon moi le principe de réfutabilité de Karl Popper (qui permet entre autres d'écarter les idéologies) et de l'approche positiviste selon laquelle l'inévitable part subjectiviste des connaissances, tout en pouvant être identifiée et maîtrisée par la méthode expérimentale, nous interdit à tout jamais une connaissance réaliste (ontologique) des entités ultimes de la réalité physique. Parce qu'elle permet de trier les influences de l'intentionnalité, et parce qu'elle permet par conséquent une ouverture optimale sur le monde, la méthode expérimentale, pour les capacités cognitives de l'homme, offre le meilleur outil de

perception et de connaissance du monde, et par conséquent d'adaptation. Elle permet étape par étape de reculer les horizons du monde physique pour la connaissance humaine, et par suite, d'élargir progressivement le domaine à l'intérieur duquel la vie et l'adaptation de l'homme sont possibles.

Développements :

- esprit critique : « [chapitre 03](#) »
- horizons du savoir : « [chapitre 09](#) »
- quelques exemples sous la houlette de la méthode expérimentale : « [chapitre 07](#) »

9 ■ A contrario, toute attitude qui se ferme sur une intention limitée, totalitaire voire obsessionnelle, ou qui pose la prééminence de soi sur l'environnement, conduit du même coup à restreindre considérablement le champ de connaissance et donc d'adaptation. Elle conduit rapidement à un déséquilibre, elle enferme l'individu ou le groupe dans sa propre représentation, limitée et figée, du monde.

10 ■ Ce n'est donc pas pour une soi-disant « valeur morale » préétablie dans la nature ou la métaphysique, qu'il convient de conserver l'ouverture sur les choses et les êtres, de se préserver des forces obsessionnelles, et de garder la sérénité, mais c'est uniquement à la base par efficacité pragmatique de la double stratégie de l'adaptation. Celle-ci est, rappelons-le, la conséquence pour les systèmes vivants du principe de contingence qui n'a rien de métaphysique.

Développements :

- savoir-être : « [chapitre 11](#) »
- esprit critique : « [chapitre 03](#) »

11 ■ Au fond, l'homme (individu et humanité) est face au défi de sa survie et de sa pérennité. S'il accepte ce but il doit se prendre en main et mettre en œuvre tout ce qui favorise l'adaptation avec le maximum d'intelligence... Le but de la vie est la vie, y compris toutes les créations qui en résultent, et ce n'est déjà pas si mal !

Développements :

- la vie en tant que but de la vie : « [chapitre 09](#) »

12 ■ Toute organisation humaine doit être une aide pour garantir au mieux l'adaptation, et donc doit se résoudre à assurer les grands équilibres entre les différents projets, groupes et individus. Elle ne se fait pas en vertu d'une idéologie ou d'un système de croyances. S'agissant d'un Etat, national ou supranational, ou en tous cas d'une grande structure publique, l'identification et la mise en œuvre de grandes missions ou de grands programmes de nature régaliennne ne doivent poursuivre que ce seul but.

Développements :

- projets et gestion des grands équilibres, citoyenneté : « [chapitre 12](#) »

13 ■ Les convictions personnelles et intimes, les différentes sensibilités dans la façon de percevoir et de concevoir le monde, sont l'affaire de chacun et doivent être respectées comme faisant partie des besoins intrinsèques à la condition humaine (qui incluent les besoins physiologiques, d'aspirations, de sécurité, d'affection, de reconnaissance, de respect, de liberté, de culture, de distractions, etc) avec lesquels il faut compter ne fût-ce que dans un souci stratégique d'efficacité pragmatique (par exemple obtenir l'adhésion des personnes, susciter ce qu'elles peuvent donner de meilleur en elles, obtenir un consensus stable par négociation, etc). Mais ces convictions privées n'ont pas à prévaloir dans les missions régaliennes de recherche des grands équilibres. Tant qu'elles ne les rompent pas, leurs libertés doivent être garanties comme toutes les autres et on n'a point à en juger.

Développements :

- éthique d'action de la méthode expérimentale : « [chapitre 09](#) »
- valeurs à prendre en compte dans les projets : « [chapitre 12](#) » et « [chapitre 06](#) »

01 – Méthode expérimentale : Raisonner juste sur des faits bien établis

SOMMAIRE

- [motivations](#)
- [raisonner juste sur des faits bien établis](#)
- [digression sur la certitude et la croyance](#)

Motivations

Nous avons tous le « nez dans le guidon » dans nos actions et nos réflexions parce que nous ne pouvons nous attacher qu'à un aspect de la vie : celui qui nous intéresse parce qu'il touche ce dans quoi nous avons investi la plus grande partie de notre vie et de notre motivation. Un homme, quel qu'il soit, ne peut pas s'intéresser à tous les aspects de l'existence : il saisira son environnement, il l'observera, en fonction uniquement de ce qui l'intéresse. A la base de tout acte de perception, et par suite à la base de toute action ou projet, il y a une conception préalable de notre environnement. Or ce qui nous intéresse de façon préalable dans l'environnement où nous agissons résulte en partie de ce que celui-ci a pu forger en nous.

Le caractère partiel et partial de nos visions du monde et de nos actions n'empêche pas de les communiquer entre nous : cela est possible si on les place à un niveau fédérateur qui permet de restituer à un fait subjectif une part de valeur objective donc communicable.

Ce niveau fédérateur est un outil familier au scientifique appelé « Principe d'Objectivité ». Il s'applique aux deux critères suivants :

- critères pour **prendre la mesure des choses et des événements**,
- critères pour **agir, accomplir les projets**.

Ces critères sont résumés ci-après :

- **Prendre la mesure des choses et des événements** : c'est-à-dire raisonner juste sur des faits bien établis. Je propose pour cela de recourir à la méthode expérimentale qui permet, grâce au principe d'objectivité, d'établir les faits de manière objective et d'en tirer une connaissance qui puisse être utilisable, communicable, prévisionnelle. Je précise que la méthode expérimentale est efficace tant dans les activités « purement » scientifiques que dans la vie quotidienne aux deux conditions suivantes :

- (a) prendre en compte pour l'objet observé son environnement et son projet,
- (b) prendre en compte dans le processus d'observation le sujet qui observe ainsi que son projet.

Dans ces conditions, la connaissance apportée par la méthode expérimentale intègre aussi l'incertain sans pour autant le résoudre. Ainsi la méthode expérimentale ne se réduit pas à la seule approche analytique ou cartésienne, mais utilise l'approche globale et complexe. La recherche de la connaissance ainsi que les projets, pour être efficaces, nécessitent une attitude d'humilité constructive : tenir compte de la réalité, prendre la mesure de nos actes et de notre environnement, et faire preuve d'esprit critique, c'est-à-dire admettre ne rien savoir d'avance afin de ne pas considérer comme acquis ce qui n'a pas encore été soumis à l'épreuve des faits.

- **Agir, accomplir les projets** : c'est-à-dire établir des critères qui permettront de se donner des objectifs et des résultats à atteindre (qu'est-ce que je veux et pourquoi ?), des critères sur les actions qui conduiront aux objectifs et résultats (comment dois-je faire ?), puis

agir et vérifier qu'ils sont bien atteints (ai-je bien obtenu ce que je voulais ?), tout cela en tenant compte de contraintes (quelles contraintes issues de mon environnement, des incertitudes, des principes permettent et autorisent le choix des résultats à atteindre et la façon de les atteindre ?).

Cette démarche pragmatique utilise comme données d'entrée les données de sortie obtenues dans la première ligne d'actions ; elle conduit, pour le résultat obtenu, à prendre de nouveau la mesure des choses et des événements (évaluation, retour d'expérience, critique rationnelle) et le cycle recommence.

Comme je le montrerai, la prise en compte du sujet et de son environnement dans la démarche pragmatique conduit celle-ci à utiliser la double stratégie de l'adaptation et à la nécessité pour l'homme d'examiner sa façon d'observer et d'interroger le monde (prendre sa distance et sa propre mesure).

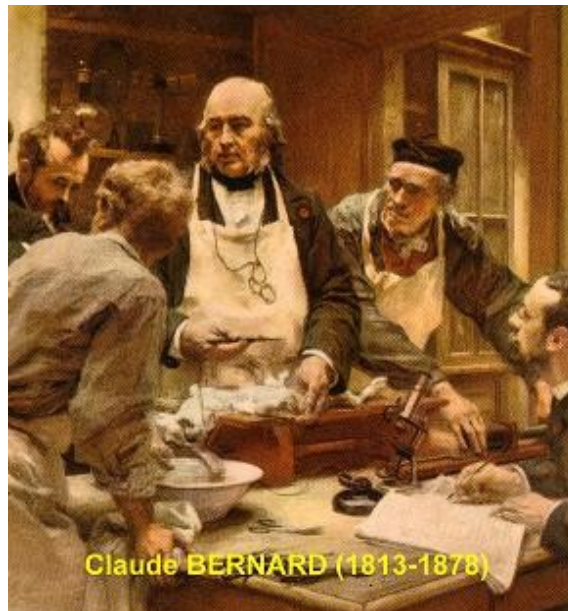
Prendre la mesure des choses et des événements, la méthode expérimentale, est une condition nécessaire à la double stratégie de l'adaptation, donc de l'équilibre dynamique (et souvent métastable, fragile) du système dans son environnement :

L'équilibre individuel est une notion vécue de manière subjective, mais, fondamentalement, elle est reliée à ce qui permet d'assurer une permanence, une stabilité de nous-mêmes, alors que nous sommes à chaque instant en interaction avec un environnement très diversifié et évolutif, et soumis aux données complexes issues de caractères biologiques, psychologiques, sociaux, elles aussi évolutives. Les mots « permanence », « stabilité », « nous-mêmes » sont des notions pour lesquelles une définition théorique unitaire est difficile à bâtir: la psychologie est encore à ses balbutiements pour définir de manière rationnelle ce qu'est « nous-mêmes », ce concept étant vu comme la résultante de différentes caractéristiques plus ou moins objectives. Quant à ce qui est « permanent » ou « stable » cela dépend des échelles de temps et d'espace considérées et de la propriété qui est observée.

Prenant une position volontairement positiviste, je poserai comme principe de travail que ***la permanence de soi-même se reconnaît dans l'ensemble des interactions que l'on a avec notre environnement et avec soi-même en terme d'une propriété qui doit rester invariante: une finalité.*** En d'autres termes c'est un ***projet***. Cette définition présente l'avantage de donner un caractère objectif donc rationnel à la notion d'équilibre individuel. Sur cette base l'équilibre individuel admet par conséquent comme condition nécessaire de prendre en compte les interactions du sujet avec son environnement externe ou interne, porteuses de modifications mutuelles. La stabilité est assurée si ces modifications n'empêchent pas, voire même favorisent, le maintien de la finalité du projet. Les théoriciens qualifient cette situation de stabilité dynamique, caractère essentiel des systèmes complexes et de la vie: « *L'être vivant est stable... Il est stable parce qu'il est modifiable.* » (Ch. Richet, physiologiste français, 1910).

L'équilibre individuel de l'homme nécessite de prendre la mesure des choses et des événements, de l'environnement et des interactions avec lui, pour agir de manière efficace pour le projet qu'il accomplit. L'homme doit être capable de réfléchir avant de parler et d'agir; il doit chercher à voir les choses et les faits de manière objective et d'en comprendre les raisons. Il doit savoir taire ses passions au moment où cela est nécessaire. Ce comportement que je qualifierai de « rationnel » demande ouverture d'esprit, ouverture aux autres, aptitude à l'écoute, ténacité dans l'objectif poursuivi, tolérance, contrôle de soi. En outre l'équilibre individuel nécessite de tenir compte de l'existence des projets des autres et qui font partie de l'environnement du nôtre.

Raisonner juste sur des faits bien établis



Pour « raisonner juste sur des faits bien établis » il faut se donner les critères d'un fait bien établi et d'un raisonnement juste. Apparaissent alors deux composantes principales de la méthode expérimentale :

- l'une, appelée expérience, par laquelle on pourra bien établir un fait ou juger qu'un fait a été bien établi ;
- l'autre, appelée théorie, par laquelle on pourra raisonner juste ou juger qu'un raisonnement est juste.

Bien qu'elles mettent en œuvre des processus différents, ces deux composantes ne sont pas étrangères l'une de l'autre pour ce qui concerne les principes de base. En effet, si l'on considère, comme l'avait déjà noté **Claude Bernard** [1], qu'un raisonnement peut être assimilé à des expériences ou des observations fictives, représentées par des variables abstraites, alors il est clair que les principes directeurs de la méthode expérimentale, chargée d'établir les faits, sont communs à la méthode théorique, chargée de dégager une connaissance à partir des faits.

Pourquoi faut-il raisonner ? La réponse est que le raisonnement permet de maîtriser les prévisions indispensables à une maîtrise de la connaissance de notre environnement et à l'adaptation.

L'expérience et la théorie entretiennent des liens étroits dans une dynamique récursive, l'une servant de point de départ à l'autre :

- étape 1 : constat ou observation des faits ou des situations,
- étape 2 : recherche d'une explication des faits ou des situations tels que présentés par le constat ou l'observation,
- étape 3 : recherche d'une prévision ou d'une prédiction de nouveaux faits ou de nouvelles situations à partir de l'explication fournie,
- étape 4 : programmation et exécution d'actions concrètes exploitant ou tenant compte des prévisions ou prédictions ; ces actions concrètes aboutissent à de nouveaux faits ou à de nouvelles situations qui font à leur tour l'objet d'un constat ou d'une observation, et l'on repart à l'étape 1.

La figure 1 ci-après représente ce cycle. Les constats et les actions sont du domaine du réel (observable), tandis que les explications et les prévisions sont du domaine théorique (modèles). Le domaine théorique peut être considéré comme celui des expériences fictives faites avec des données variables.

Le changement d'étapes 2 → 3 → 4 s'effectue moyennant le raisonnement déductif : par définition le raisonnement déductif permet de dégager à partir du modèle explicatif, par le seul usage de sa logique interne, des conséquences factuelles qui sont des cas particuliers de

toutes les conséquences possibles du modèle.

A l'inverse, le changement d'étapes $4 \rightarrow 1 \rightarrow 2$ s'effectue moyennant le raisonnement inductif : par définition le raisonnement inductif permet d'insérer un fait observé dans un modèle explicatif. Ce modèle explicatif prévoit d'autres faits *a priori* étrangers au fait constaté, qui partagent avec lui une explication commune. Lorsque le modèle explicatif n'existe pas encore, le fait constaté contribue à le construire en *imaginant* à partir de lui l'explication la plus simple, c'est-à-dire la plus large. Ce processus de généralisation a un rôle très important dans les découvertes scientifiques.

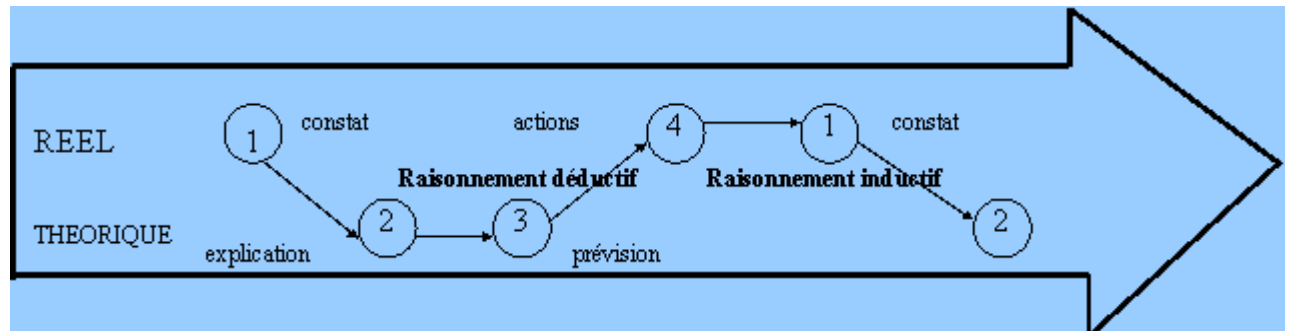


Figure 1 - raisonnements théoriques et méthode expérimentale

REMARQUE : l'étape 4 (actions) peut être court-circuitée si l'on cherche à valider directement par une observation expérimentale un modèle, ou la prévision qui s'en déduit. Du moins, l'action se réduit ici à la préparation de l'observation.

Digression sur la question de la certitude et de la croyance

Comme le fait remarquer Claude Bernard [1], lorsqu'elle est faite avec un objectif d'investigation, l'observation est préparée en fonction d'une idée préconçue qui consiste à valider l'explication ou la prévision : c'est l'aboutissement du raisonnement déductif. On parle dans ce cas d'observation ou d'expérience de validation. Par contre, lorsqu'elle est spontanée, l'observation peut servir de point de départ à un nouveau modèle ; on parle alors d'observation ou d'expérience de découverte, et c'est en général le point de départ du raisonnement inductif.

L'idée préconçue, qui sert de base à une expérience ou à une théorie destinées à rechercher une explication, peut être motivée par nos « croyances », et même dépendre de nos systèmes de valeurs. Ce constat pose la question du rapport qui peut exister entre certitude, croyance et connaissance par la méthode expérimentale. Détaillons cela :

En science la certitude se limite au domaine de validité du pouvoir de prédiction expérimentale d'une théorie. Donc, quand on énonce une "vérité" scientifique il faut toujours préciser ce domaine de référence, les hypothèses, le cheminement traité par les outils de la théorie, les confirmations expérimentales, mais aussi les faits expérimentaux qui les contredisent et qui marquent ainsi la frontière. C'est moins facile que d'affirmer simplement les choses.

De plus il faut toujours garder en vue que c'est l'expérience qui sert de garde-fou aux théories : sans elle, une théorie peut être poussée jusqu'à son extrême logique, paraître logiquement belle et cohérente, mais du même coup être inapplicable expérimentalement. Le père de la physiologie, Claude Bernard, s'en était déjà rendu compte au XIXe siècle.

En-dehors des sciences, dans la vie de tous les jours, ou face à des problèmes si complexes et flous qu'il est impossible de théoriser, ou face à des décisions à prendre dans l'urgence et la complexité, ou encore face à ce désir vital de donner du sens à la vie, la démarche ci-dessus n'est pas toujours ou aisément conduite. Faut-il le regretter, ou bien y a-t-il d'autres voies pour saisir ces réalités si confuses ?

Pour tout cela, il y a :

- l'intuition, la faculté du système cognitif humain de « prendre des raccourcis » pour traiter des situations incertaines. C'est une donnée biologique qui prend ses racines dans l'évolution et les outils de survie biologique, comme le souligne le neurobiologiste **Antonio Damasio**.

- la croyance, quel qu'en soit le domaine ou le niveau: ce qui est l'objet d'une croyance attend ou non une démonstration, une confirmation ultérieure, mais en attendant on croit pour pouvoir comprendre ou agir (« *credo ut agam, ago ut intellegam* »). Si la croyance attend une preuve, donc si elle laisse la place au doute du moment, alors elle reste assez proche de la démarche scientifique. Celle-ci en effet n'écarte pas une attitude de croyance lorsque, pour chercher une explication, on pose d'abord des hypothèses. Mais elle le fait de manière contrôlée et guidée par la méthode expérimentale, et si la preuve est négative, il faut abandonner ces convictions de départ « comme on jette un vieux bistouri » (Claude Bernard). Le scientifique n'a pas vocation à s'attacher à ce type de croyances, hormis celle fondamentale de la pérennité des principes rationnels. Dans le cas contraire on devient un idéologue.

Maintenant, si la croyance n'attend pas de preuve ou d'infirmité ultérieure on a affaire à un acte de foi...

- le désir vital de donner du sens à la vie, ai-je dit. C'est un moteur, une motivation de l'action, voire de la connaissance. Si la démarche scientifique indique comment aller et comment vont les choses, elle n'est pas perçue par tout le monde comme pouvant dire pourquoi y aller, pourquoi agir. Pour beaucoup, il faut trouver cette raison d'agir, d'exister, dans une « pulsion » qui accompagne le désir de vivre. Sous des formes aussi variées qu'il peut y avoir d'individus ou de groupes d'individus: sociales, culturelles, religieuses, philosophiques, émotionnelles, etc. Ce pluralisme dans l'expression du désir de vivre, d'exister, de compter pour et avec les autres, à mon avis, est sous-tendu par une donnée unitaire biologique de survie. Cela n'enlève rien à l'intérêt, voire la noblesse, de toutes ces choses qui font la vie, ne m'accusez pas de réductionnisme! Car si au départ la survie était - peut-être - une affaire purement biologique, biochimique même, elle inclut maintenant l'histoire et les créations sociales, culturelles ou scientifiques de l'homme et qui font maintenant partie intégrante du monde que cherche à comprendre la science. Pas plus que notre univers actuel perdrait de l'intérêt parce qu'au départ il n'était qu'une bouillie de rayonnement, notre genre humain ne perd d'intérêt lorsqu'on se réfère aux processus formidables qui lui ont permis d'apparaître, de créer, d'imaginer, de sentir, et même de se transcender. Ce n'est pas parce qu'il n'est pas au centre du cosmos qu'il n'est pas digne d'intérêt: il est digne d'intérêt parce qu'il cherche à le comprendre et à y créer des choses. Il fait partie, lui et sa création, de ce cosmos qui n'a pas encore révélé tout son potentiel de création, dans les phénomènes les plus « humbles » comme dans les plus « grandioses ».

Toutes ces pluralités dans la façon de percevoir le monde et d'y agir méritent d'être dans le champ de la connaissance scientifique, non pour les dénaturer ou les réduire, mais pour les accompagner dans un devoir de vigilance que les uns ne s'imposent pas aux autres, et que chaque individu les vive sans avoir à les imposer à l'autre. En somme, un outil d'accompagnement de la démocratie et de la tolérance pour que la liberté d'opinion des uns ne devienne pas un enfer pour les autres. Science et vigilance disait encore **Paul Langevin**...

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1 - Claude Bernard : introduction à l'étude de la médecine expérimentale - 1865, éd. Garnier-Flammarion 1966

02 – Méthode expérimentale : Outils fondamentaux de la connaissance expérimentale

SOMMAIRE

- [outils fondamentaux](#)
- [pas d'observateur privilégié](#)
- [le principe d'objectivité](#)
- [conséquences du principe d'objectivité](#)
- [système isolé ou fermé](#)
- [système ouvert](#)
- [relations entre les faits](#)
- [caractère scientifique](#)

Outils fondamentaux

Voici par un exemple simple une façon d'illustrer l'origine de l'outil fondamental de la méthode expérimentale, le principe d'objectivité.

Supposons que je plante un piquet verticalement au sol et que je m'éloigne de quelques mètres. Je le vois alors sous une certaine hauteur apparente, disons qu'elle correspond à celle de mon index tendu à bout de bras. Un autre observateur se tient à une distance différente du piquet, dans une autre direction ; il prétend le voir sous une autre hauteur apparente, disons qu'elle correspond à celle de son pouce tendu à bout de bras. Pour lui comme pour moi, sommes-nous sûrs de parler du même objet, si oui, pourquoi ? En d'autres termes, nos constats sont-ils **objectifs**, pouvons-nous communiquer par rapport à eux, sous quelles conditions ?

Pour répondre à ces questions, il faut d'abord que l'autre observateur et moi-même puissions mettre nos observations respectives en **relation**. Or nous nous apercevons que, selon le nombre de pas qui nous séparent du piquet, la hauteur apparente constatée varie dans les mêmes proportions, et que ce fait est aussi vrai pour lui que pour moi. Mais comment comparer nos proportions ? L'autre observateur le fait à l'aide de son pouce tendu, alors que moi je le fais à l'aide de mon index tendu, or mon index et son pouce n'ont pas la même longueur, et nos bras tendus non plus. Il faut se mettre d'accord sur une **référence** commune qui nous permettra de convertir, de **transformer** nos données d'observations, les unes obtenues avec son pouce, les autres obtenues avec mon index, et quelles que soient nos distances.

Si nous choisissons cette référence, disons un bois d'allumette, alors nos observations deviendront quantifiables, ce seront des **mesures**. Naturellement, cette référence devra être indépendante de l'objet observé. Alors seulement la communication, la mise en relation de nos observations deviendra possible. Elle nous enseigne alors que la **loi** suivant laquelle la hauteur apparente du piquet varie de manière proportionnelle avec les pas effectués existe par rapport à une donnée qui est **invariante** : la hauteur fixe du piquet.

A partir de là, intervient alors l'abstraction...

Ainsi, un **raisonnement inductif**, s'appuyant sur des observations du piquet, nous a permis, à l'autre observateur et à moi, de dégager un **modèle**, une représentation du piquet sous forme de cette loi. Par un **raisonnement déductif**, nous nous apercevons ensuite que cette loi s'applique aussi pour des objets de hauteurs différentes : arbres, poteaux, immeubles, etc. Nous avons construit une **connaissance**. Pourtant qu'y a-t-il de commun entre de tels objets ? Un arbre, un piquet, un immeuble, un poteau ne se ressemblent pas !

Ce qui est commun réside en ceci, et qui est à la base de l'**abstraction** : les

observations effectuées sur le piquet, et par suite la loi et l'invariant qui ont été induits, ne s'intéressaient ni à sa couleur, ni à sa forme détaillée, ni aux traces de rouille, ni aux dimensions latérales, etc. ; elles ne s'intéressaient qu'à son gabarit vertical, qui n'est qu'un aspect de la réalité du piquet et qui, étant invariant, a permis de suggérer que le piquet existe de manière objective. En d'autres termes, une multitude de données réelles ont été **négligées** pour dégager un type d'invariance qui, à son tour, va concerner d'autres objets réels auxquels on aura appliqué la même façon de négliger certaines données réelles : arbres, poteaux, immeubles, etc, où l'on a pareillement négligé la couleur, la forme, la structure, etc.

Tous ces objets se retrouvent **équivalents** au sein d'un même modèle abstrait formalisé par la loi de proportion. Ils cessent de l'être pour d'autres types d'invariances. La propriété par laquelle ils sont équivalents confère à tous ces objets réels ou concrets une réalité abstraite, en ce sens que n'importe lequel d'entre eux est représentatif de cette propriété : un arbre et un poteau sont assimilables à un segment de droite auquel s'applique la loi de proportion dans une géométrie donnée, le segment de droite en est leur **représentation** de ce seul point de vue.

Rien de ce qui a été dit ci-dessus n'aurait été possible si l'esprit humain ne disposait pas des deux outils fondamentaux de connaissance que sont l'**appariement** et le **dénombrement**.

L'appariement est l'opération mentale qui consiste à associer, à faire correspondre des objets différents; elle permet *in fine* de construire des **classes d'objets**. Ainsi, dès tout petit, l'enfant est capable de faire entrer un cube dans un trou carré parce qu'il perçoit que ces deux objets différents ont pour point commun la forme carrée: il procède inconsciemment à un appariement des deux objets vis-à-vis d'une propriété particulière sélectionnée (la forme carrée). Il pourrait faire de même pour d'autres propriétés, par exemple la couleur, auquel cas d'autres objets seraient appariés. A la base de l'appariement il y a donc une **sélection**, un **choix**, d'une propriété qui va être le point commun de plusieurs objets différents.

Le dénombrement est l'opération mentale qui consiste à recenser les objets que j'observe au moyen d'une référence. Là encore, un petit enfant est capable de comparer le nombre d'objets qu'il perçoit par rapport au nombre des doigts de ses mains: chaque fois qu'il voit un objet supplémentaire il incrémente d'un doigt, et plus tard il nomme chaque incrémentation: un, deux, trois, etc. Plus généralement, l'homme peut ainsi associer des objets observés à d'autres objets qui lui servent de référence pour comptabiliser les objets observés: lorsque je dis que j'ai quinze bonbons, je traduis en fait que, à chaque bonbon j'associe un objet de référence, disons un caillou, autant de fois que j'ai de bonbons; j'ai quinze bonbons si je réalise quinze fois l'association d'un caillou avec un bonbon.

Ainsi, le dénombrement met en jeu l'appariement de la manière suivante: **chaque fois que je procède à l'appariement d'un objet observé avec un objet de référence, j'obtiens une valeur qui représente le rang de cet appariement** depuis le début. Le dénombrement et l'appariement ne sont donc pas étrangers mais leur différence réside dans le fait que le dénombrement repère le nombre d'appariements effectués tandis que l'appariement concerne l'association d'objets selon une propriété commune.

En outre, comme on l'a vu plus haut, l'appariement aboutit à la construction de classes d'objets équivalents relativement à une même propriété, tandis que le dénombrement aboutit à la construction d'un **ordre**, d'une hiérarchie entre opérations d'appariement: je dois être capable de dire que tel appariement s'effectue **avant ou après** tel autre, qu'ils se succèdent, auquel cas l'ordre du dernier appariement est celui du précédent incrémenté de l'unité. Là encore, le dénombrement s'appuie sur le choix d'objets qui vont servir de base pour recenser le nombre d'objets observés. Le dénombrement devient une mesure, prend un caractère scientifique, si les objets qui servent de base, ou **unités**, sont définis par des conditions à la fois standard, fixes et reproductibles, indépendantes des objets comptabilisés.

Dans l'exemple du piquet, les deux outils fondamentaux de l'esprit humain, héritage de l'histoire biologique, l'appariement et le dénombrement se retrouvent lorsque:

- l'autre observateur et moi-même évaluons la hauteur apparente du piquet par rapport à son pouce ou à mon index, ou au bois d'allumette qui nous sert de référence: dénombrement;
- l'autre observateur et moi-même attribuons une propriété invariante (la hauteur fixe du piquet) à la loi de proportion qui relie le nombre de pas à la hauteur apparente: appariement;
- l'autre observateur et moi-même comparons les hauteurs apparentes du piquet relevées par chacun de nous: dénombrement;
- l'autre observateur et moi-même dégageons des classes d'équivalence d'objets dont les hauteurs apparentes suivent le même type de loi de proportionnalité et qui sont représentés par l'image abstraite du segment de droite: appariement.

Je renvoie, pour plus de détails, à l'ouvrage de Marcel Boll [2] où il est remarquablement établi de quelle manière se construit le raisonnement mathématique sur les briques élémentaires de l'esprit humain que sont l'appariement et le dénombrement.

Pas d'observateur privilégié !...principe d'objectivité

Enfin, toutes ces considérations ne sont possibles également que si l'on considère qu'aucun des deux observateurs n'est plus privilégié que l'autre pour définir la hauteur exacte du piquet : l'un comme l'autre, et non pas seulement l'un d'eux, le voit sous une hauteur apparente qui suit une loi d'évolution en fonction des pas. Sans quoi, cela signifierait que la présence du piquet, le phénomène observé, se fait dans un but particulier lié à l'un des observateurs. Ce principe est indispensable pour conférer aux observations un caractère objectif.

Tous les concepts soulevés dans l'exemple, en caractère gras italique, sont les matériaux primordiaux de la connaissance rationnelle. Le principe d'objectivité énoncé ci-après les rassemble tous. Que le raisonnement soit déductif ou inductif, il suit le principe de base de la méthode expérimentale : le principe d'objectivité. Celui-ci s'exprime en deux énoncés complémentaires, comme suit.

Le Principe d'Objectivité :

A - On peut toujours représenter un élément de la réalité, plongé dans son environnement et en interaction avec lui, par des ***relations mettant en jeu des quantités observables et mesurables***.

B - Ces relations sont ***indépendantes de l'observateur***, ou, tout au moins, les relations constatées par un premier observateur peuvent se déduire des relations constatées par un second observateur à l'aide de transformations du modèle. Ceci revient à dire que, pour un même élément du réel, son caractère réel, expérimentable, ne dépend pas de l'observateur: ***il n'y a pas d'observateur privilégié*** pour décrire et prévoir les événements de la nature.

REMARQUE:

Avant d'analyser les conséquences du principe d'objectivité, je dis tout de suite que son énoncé et l'exemple du piquet ci-dessus pourraient laisser penser que seule la connaissance du domaine des sciences exactes est concernée.

Il n'en est rien: chaque fois qu'il sera possible

- de dégager une loi qui traduit ce qui doit changer en terme de ce qui reste invariant,
- de déterminer les conditions suivant lesquelles l'invariance est indépendante de l'observateur,

- et enfin de valider cette loi par la méthode expérimentale, alors le phénomène étudié ou considéré pourra faire l'objet d'une connaissance rationnelle donc transmissible.

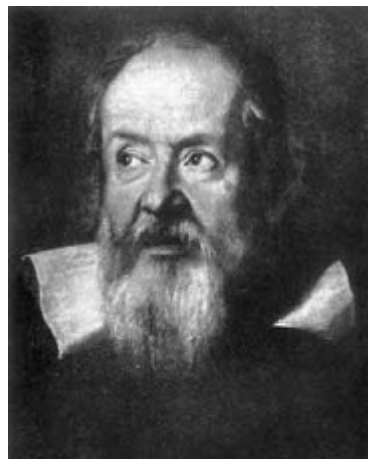
Aucun domaine n'échappe a priori à cette possibilité: d'ailleurs le principe d'objectivité

commence par « On peut toujours... » ce qui lui confère une valeur universelle, indépendante de la structure cognitive de l'esprit humain, tandis que les outils fondamentaux de cette connaissance, à savoir l'appariement et le dénombrement, sont propres à l'esprit humain. Le principe d'objectivité donne la façon d'orienter l'utilisation de ces outils élémentaires, mais ne préjuge en rien de leur existence a priori.

Par exemple, en biologie, **Jacques Monod** [4] a montré comment s'applique le principe d'objectivité pour la détermination de l'un des invariants biologiques: le gène. Il a d'ailleurs indiqué en quoi le principe d'inertie de **Galilée** fonde véritablement l'ère de la connaissance expérimentale et scientifique et traduit le principe d'objectivité dans le domaine de la dynamique.



Jacques MONOD, 1910-1976



Galileo Galilei (Galilée), 1564-1642

Conséquences du principe d'objectivité

En conséquence de la partie « B » du principe d'objectivité, un élément du réel ne peut pas évoluer de façon à être uniquement observable par un observateur privilégié ; si, apparemment, tel n'est pas le cas, alors le modèle qui le représente est incomplet.

Il revient au même de dire que l'évolution d'un système ne se déroule pas selon une finalité centrée uniquement sur un observateur privilégié.

Certes, un système, tel un être vivant, peut poursuivre un but, et ce but peut tenir compte de la présence de l'observateur. Par exemple, nous faisons quelquefois les choses par rapport aux autres, à ceux qui nous regardent.

Mais même dans ce cas, le principe d'objectivité postule que le but poursuivi peut se ramener à des conditions de plus en plus élémentaires qui peuvent être comprises sans introduire une finalité centrée sur un quelconque observateur privilégié. Toute la difficulté de la

connaissance scientifique réside d'ailleurs dans l'identification de ces conditions élémentaires (les « causes premières »), qui sont très souvent de nature abstraite et ne sont jamais définitives : pour aucun phénomène on n'a encore trouvé les causes « ultimes », loin s'en faut ([1]).

Système isolé (ou fermé) :

Considérons le cas le plus simple où le système observé est isolé, c'est-à-dire sans interaction avec son environnement. Alors, le principe d'objectivité dit que l'évolution de ce système met en jeu les conditions internes auxquelles il est soumis, même lorsque ces conditions sont imposées par l'environnement. Une fois les conditions imposées et le système livré à lui-même son évolution ne doit pas s'expliquer par un rôle qui serait attribué par un autre système extérieur. Pendant qu'il se déroule, le programme d'évolution est libre, contingent par rapport à tout projet extérieur.

Par exemple, le système est une boule de pétanque que je lance. Il est considéré comme isolé dès lors que, une fois soumis à la pesanteur et à une vitesse et une position initiales que je lui impose, rien ne vient modifier son comportement au cours de sa trajectoire. Les conditions initiales viennent de son environnement, c'est-à-dire ma main et la pesanteur terrestre, mais une fois livrée à elle-même la boule suit un comportement qui n'est influencé par aucun but externe.

Système non isolé (ou ouvert) :

En réalité on ne peut pas observer un système fermé parce que l'observation résulte d'une interaction entre le système observé et le système observateur. J'observe le mouvement de ma boule de pétanque parce que la lumière du jour (les photons du soleil) est diffusée par elle et parvient à mon système visuel ; or la diffusion des photons résulte d'une interaction avec les couches électroniques externes des atomes constituant la boule. Si la boule était un système complètement isolé de son environnement alors elle ne pourrait rien échanger avec lui et serait inobservable.

Toutefois je peux considérer la boule comme isolée vis-à-vis de certaines **propriétés sélectionnées** (ici son comportement mécanique sous l'action de la pesanteur) parce que, là encore, je peux **négliger** l'effet d'innombrables autres propriétés ; en particulier j'admets que la diffusion des photons sur la boule n'a pas d'effet sur son comportement mécanique alors qu'elle me permet de la voir.

Chaque fois qu'un système ouvert sur son environnement pourra être considéré isolé il faudra préciser pour quelles propriétés, et donc quelles sont les autres qui sont négligées. Ces propriétés sont sélectionnées de telle sorte que leurs relations se rapportent à une même donnée invariante (voir l'exemple du piquet) . Comme on l'a vu plus haut, la donnée invariante est un aspect objectif, mais particulier et partiel, de l'existence du système observé. Seule la méthode expérimentale permet de valider *a posteriori* sur un domaine limité le choix des propriétés qui ont été négligées par rapport à la donnée invariante.

Pour un système ouvert - et tous les systèmes observables le sont - nombreux sont les propriétés et les comportements qui échappent à l'aspect sous lequel l'observateur a **choisi** de le considérer : si la pertinence avec laquelle ces propriétés sont négligées a mal été évaluée par l'observateur, une intervention de ce dernier sur le système peut avoir des effets imprévisibles.

Cette dernière considération, jointe à celle selon laquelle l'évolution du système échappe à une finalité extérieure, renforce la nature contingente des choses et des êtres et invite à les aborder avec prudence, humilité, respect de leur liberté, si on veut les comprendre pour vivre

en intelligence avec eux.

La première prudence consiste à soumettre l'idée que l'on a sur les choses à la validation expérimentale.

Un système ouvert interagit avec d'autres systèmes faisant partie de son environnement. Il n'est donc pas toujours aisé de considérer que son évolution dépend uniquement des conditions internes, ni même qu'elle soit étrangère à la finalité poursuivie par les autres systèmes qu'il rencontre.

Comme exemple de système ouvert, je considère maintenant la boule de pétanque que je fais rouler sur le sol après lui avoir imprimé une vitesse initiale choisie; cette fois-ci je pointe et je souhaite que la boule se rapproche le plus possible du bouchon. La surface du sol sur lequel roule la boule présente de nombreux obstacles: pierres, herbes, bosses, creux, ici de la poussière, là du gravier, d'autres boules qui gênent... Tous ces obstacles font partie de l'environnement de ma boule. Celle-ci ne peut plus être considérée isolée car elle subit à chaque instant des perturbations de la part des obstacles, de l'environnement: tant que la boule ne rencontre pas, n'interagit pas avec un prochain obstacle, son comportement reste influencé par les conditions imposées par les précédents obstacles et, comme on l'a vu pour un système isolé, il n'est pas selon une finalité extérieure (principe d'objectivité). Lorsqu'elle rencontre un obstacle, non seulement celui-ci lui impose de nouvelles conditions qui vont changer son mouvement, mais encore la boule va modifier l'état de l'obstacle, comme par exemple une pierre qu'elle va déplacer, et ce déplacement de la pierre peut entraîner de nouveaux obstacles sur la route de la boule. Ainsi à tout instant ma boule subit de la part de son environnement des conditions qui modifient son comportement et introduit dans son environnement de nouvelles conditions qui le font changer, et ainsi de suite.

Non seulement un système ouvert interagit avec son environnement, mais encore il le fait de manière récursive et interdépendante.

Faut-il alors dans ce cas renoncer au principe d'objectivité?

Deux types de solutions se présentent pour continuer d'appliquer le principe d'objectivité aux systèmes ouverts.

a) - Première solution: approche macroscopique

La première solution consiste, dans l'exemple de la boule, à considérer le terrain sur lequel elle roule comme un terrain sans obstacle mais doté de propriétés moyennes qui représentent de manière approximative les très nombreux obstacles qui s'y trouvent. La boule peut alors être vue comme un système isolé évoluant à partir des seules conditions initiales que je lui impose. Rien de plus ne vient interagir avec elle parce que toutes les interactions réelles et pour la plupart inconnues sont rassemblées dans les propriétés moyennes du terrain. Ainsi le principe d'objectivité s'applique dans ce cas mais au prix de l'introduction de caractéristiques qui traduisent le fait que j'ai une connaissance incomplète du terrain: l'ensemble des obstacles rencontrés par la boule est représenté, par exemple, par un coefficient moyen de frottement du terrain qui, dans la réalité, à des échelles plus fines, ne correspond à rien. C'est un modèle statistique, valable uniquement pour des échelles d'observations qui correspondent à mon besoin. Je quantifie non pas la réalité dans tous ses détails, mais d'une manière qui me la fait paraître plus faible ou plus floue. Pourtant, si je suis bon pointeur à la pétanque, le modèle marche parce qu'il est le résultat de l'expérience acquise.

Dans son livre [6], le physicien **Werner Heisenberg** a fait remarquer que de nombreuses théories en physique introduisent des grandeurs liées à l'ignorance que l'on a d'un système. Ainsi, la grandeur température, si familière à chacun de nous, représente une valeur

statistique des mouvements d'agitation individuelle des molécules d'un corps, donc est liée à l'impossibilité de connaître dans le détail le mouvement de chaque molécule ([2]).



Werner Heisenberg (1901-1976)

b) - Deuxième solution: systèmes complexes

La deuxième solution consiste à considérer, dans l'exemple de la boule, que celle-ci est indissociable de son environnement, puisqu'elle introduit des conditions dans l'environnement qui influencent l'évolution de ce dernier, et qu'elle reçoit de la part de l'environnement des conditions qui influencent sa propre évolution. Mais alors il faut considérer les systèmes suivant des critères différents de ceux de l'analyse strictement cartésienne. Car la donnée invariante liée au mouvement de la boule considérée comme un système ouvert n'est pas indépendante de son environnement, du terrain sur lequel elle évolue.

Dans cette approche, chaque système doit être vu comme faisant partie d'un tout qui l'influence et auquel il participe. L'évolution du système peut être représentée par une succession d'événements:

- 1°) il subit des effets de la part de l'environnement; ces effets peuvent résulter d'une intention, d'un projet;
- 2°) livré ensuite à lui-même, il évolue librement, mais son évolution est déterminée par les conditions qui résultent des effets précédents; pendant cette phase l'évolution échappe à une finalité extérieure parce que l'on se retrouve dans le cas du système isolé (voir plus haut);
- 3°) le résultat de l'évolution du système a pour effet d'introduire à son tour des conditions qui peuvent influencer l'évolution de l'environnement;
- 4°) enfin, l'environnement réagit aux effets introduits par le système, et celui-ci subit de nouveaux effets de l'environnement; et le processus recommence.

La grande difficulté de cette approche réside dans le fait que les différentes étapes listées ci-dessus ne peuvent pas toujours être distinguées ou dénombrées aussi nettement, ou qu'elles peuvent se succéder de manière continue à une certaine échelle d'observation, ou que l'environnement peut être à son tour un système immergé dans un environnement plus vaste et inconnu. On ne peut plus alors examiner le système:

- d'une part comme séparé de son environnement,
- d'autre part en faisant abstraction de son propre projet ou de celui des autres systèmes qui constituent son environnement.

Lorsque ces difficultés se présentent on a affaire à un **système complexe**.

Il est inefficace dans ce cas de chercher à décomposer l'ensemble en parties

indépendantes et de conclure que la propriété du tout est l'addition des propriétés de chaque partie. La donnée invariante de chaque système en interaction avec d'autres au sein du même environnement ne doit plus être représentée seulement comme un caractère fixe et propre du système ; elle doit aussi tenir compte des échanges qui rendent les systèmes interdépendants. De plus la donnée invariante de chaque système ouvert doit prendre en compte les projets des autres systèmes.

Avec ce nouveau type de donnée invariante, un système ouvert présente un aspect objectif, observable, sans observateur privilégié, parce que, à son tour, il ne tient pas une position privilégiée au sein de son environnement qui le rendrait plus observable qu'un autre. Considération qui renforce encore l'idée d'une nature contingente des choses et des êtres.

Illustration par un autre exemple: un match de football:

Je considère que le système observé est le ballon de foot. Un joueur tire le ballon: à ce moment précis celui-ci subit de la part du joueur (élément de l'environnement) un effet qui détermine sa trajectoire pendant le laps de temps où il évolue librement. Les joueurs se déplacent en fonction du trajet suivi par le ballon, animés par des intentions diverses selon leurs stratégies adoptées: ainsi le mouvement du ballon modifie son environnement. Un autre joueur intercepte le ballon avant qu'il n'ait terminé sa course, et une nouvelle condition initiale est imposée au ballon. Je suppose maintenant qu'il fait du vent pendant le match. Après avoir été tiré par un joueur, le ballon subit par moment les effets du vent et sa trajectoire se modifie; si les propriétés du vent ne sont pas fixes (direction, intensité, durée variables) j'aurai du mal à déterminer avec exactitude la trajectoire complète du ballon. Les joueurs aussi, et à la limite, ils ne pourront plus jouer. Et ici, pas question de faire une approche macroscopique du problème (solution I): définir un « terrain équivalent moyen » représentant les effets du vent et les équipes de joueurs ne me permettra pas de prévoir l'historique des mouvements du ballon et son devenir final. Pour comprendre l'évolution du ballon, je ne dois pas observer seulement le ballon et modéliser son trajet; je dois m'intéresser à son environnement et considérer que ses éléments (joueurs, vent...) interagissent avec lui dans le cadre de projets qui leur sont propres et avec des données complexes et mouvantes. Selon le principe d'objectivité, il n'y a aucun observateur privilégié capable de comprendre l'évolution du ballon comme s'il était seul, sans interaction avec son environnement: pour pouvoir communiquer sur l'évolution du ballon, ***pour que la connaissance qu'on en a puisse être objective, il faut admettre que la donnée invariante du système considéré implique aussi les autres systèmes de l'environnement.*** Ainsi, le ballon tout seul n'est pas un système central; il est un élément d'un système constitué de lui, des joueurs avec leurs motivations, du vent... bref l'environnement est aussi un système et à son tour il ne peut pas être considéré tout seul si l'on veut obtenir une connaissance objective de son évolution.

Les relations entre les faits, source de la connaissance objective :

Une autre conséquence de la partie « B » du principe d'objectivité est que ***ce sont les relations entre les faits, entre les résultats d'observation, qui peuvent avoir un caractère objectif***, c'est-à-dire communicable, transposable entre observateurs. Pris isolément, les faits n'instruisent pas parce qu'il faut au moins les comparer entre eux pour s'assurer qu'ils sont relatifs à une même réalité que l'on peut connaître sans qu'il soit nécessaire d'être un observateur privilégié (voir exemple du piquet).

Il en résulte que tout ce qui peut être constaté entre dans le champ de la connaissance rationnelle: en effet le constat, l'observation, met obligatoirement en jeu des relations, des interactions entre l'objet observé et l'observateur, donc entre l'objet observé et d'autres systèmes faisant partie de son environnement. Ainsi, dans la méthode expérimentale, on refuse de croire qu'un fait, dès qu'il est observable, puisse être compris autrement que par une explication, un modèle qui respecte le principe d'objectivité. Tout recours à une autre forme de connaissance relative à un tel fait n'a pas de validité rationnelle. Si tel est le cas alors il faut

bien se dire que soit le fait a été mal établi, soit il n'existe pas encore de modèle capable de dégager des données invariantes indépendantes de l'observateur dans l'état actuel des connaissances (parce que le système est complexe par exemple...)

Réciproquement, pour qu'un fait contribue à une connaissance rationnelle, et par conséquent puisse être comparé avec d'autres observations, il faut qu'il soit observable, c'est-à-dire qu'il puisse interagir avec un observateur, ou l'environnement de manière générale, sous l'aspect de l'une de ses multiples propriétés.

Naturellement, ce que nous pouvons observer dépend des moyens et des méthodes dont dispose la connaissance scientifique du moment. Par exemple, je peux détecter la présence d'un animal par une nuit sans lune grâce à son rayonnement thermique si je dispose d'un récepteur qui puisse réagir à ce type de rayonnement; si je ne dispose pas de ce moyen je n'ai pas le droit de dire qu'il n'y a pas d'animal cette nuit-là, je peux seulement dire que je n'avais aucun autre moyen de le savoir. C'est une règle élémentaire de l'honnêteté scientifique. D'où le devoir de bien circonscrire les résultats ou l'absence de résultats de nos observations.

La problématique majeure de la méthode expérimentale réside dans l'art de bien établir les faits.

Qu'appelle-t-on alors caractère scientifique?

Résumons-nous:

Une condition nécessaire pour qu'un fait ait un caractère scientifique (c'est-à-dire contribue à l'obtention d'une connaissance scientifique) est qu'il soit observable; ce sera alors uniquement l'aspect observable de ce fait qui aura un caractère scientifique. Cette condition est une conséquence de la partie « A » du principe d'objectivité.

Les conséquences de la partie « B » du principe d'objectivité (possibilité de transposer les observations) et une autre conséquence de la partie « A » du principe d'objectivité (possibilité de mesurer) apportent aussi une condition pour qu'un fait ait un caractère scientifique, à savoir: le fait doit pouvoir être enregistrable (mesures) et reproductible (transposition entre observateurs occupant des lieux et des époques différents).

Tout ceci conduit au critère fondamental de la connaissance rationnelle:

Pour avoir un caractère scientifique, ou rationnel, un fait doit:

- être observable,***
- être enregistrable,***
- être reproductible.***

Ensuite, les faits instruisent, apportent une connaissance rationnelle, lorsqu'ils servent de point de départ à un raisonnement inductif qui aboutira à un modèle permettant de dégager des relations fondées sur une donnée invariante. Pour construire le modèle, il faut comparer les faits en supposant qu'ils sont rattachés à une même donnée invariante qu'il faut déterminer. Comparer des observations consiste à évaluer l'écart entre des quantités mesurables. Celles-ci, dans l'état actuel de nos connaissances, sont classées en six catégories: matière, énergie, information, temps, espace, forme (voir par exemple [8]), non forcément indépendantes selon le domaine et l'échelle d'observation.

Suivant le but recherché, le modèle peut considérer que les faits qu'il traite concernent des systèmes isolés ou bien ouverts.

Le cas des systèmes isolés peut être fécond s'il permet de dégager une loi fondamentale universelle. Celle-ci décrit de manière formelle une relation entre les faits que l'on retrouve pour

tout système placé dans une situation identique, dès lors que sont négligées d'autres caractéristiques non concernées par la relation. Par exemple, la loi de la gravitation universelle de **Newton**, qui s'applique à tout corps doté d'une masse que l'on peut considérer concentrée en un point (abstraction), n'aurait pas pu être découverte si l'on n'avait pas pu faire abstraction des effets du vent, de la forme des objets, de leurs propriétés électriques, etc. Simplifier, négliger n'est pas un manque de réalisme lorsque cela est fait à bon escient : cela permet de dégager un modèle de relations valable pour différents objets et portant sur une propriété isolée de façon préférentielle, « toute chose égale par ailleurs... » Toute la difficulté de la démarche est dans l'art de rendre « toute chose égale par ailleurs » : ne pas pouvoir négliger le détail qui masque une loi fondamentale à découvrir est un piège fréquent en recherche scientifique.

Le cas des systèmes ouverts nécessite d'intégrer dans le modèle les interactions entre systèmes, et notamment avec leur environnement. Les relations entre les faits sont toujours modélisées en référence à une ou plusieurs données invariantes présumées, mais celles-ci intéressent un système global, regroupant de manière indissociable les systèmes susceptibles d'entrer en interaction. Ce type de modèles peut servir, par exemple, à déterminer les circonstances qui ont rendu possible un événement par le concours, la rencontre de plusieurs systèmes (recherche des causes d'un accident, recherche des conditions qui favorisèrent l'apparition de la vie sur terre, études de fiabilité...)

Enfin, pour être acceptable le modèle doit permettre d'établir des prévisions qui seront validées par la méthode expérimentale.

Un modèle qui ne s'appuie pas sur des observations est spéculation métaphysique.

Un modèle qui ne propose aucune prévision est stérile et inutile.

Un modèle dont les prévisions ne sont pas validées par la méthode expérimentale, ou qui ne sont pas vérifiables, est une idéologie lorsqu'il est maintenu.

On retiendra que, dans tous les cas, une relation repose toujours sur une caractéristique de référence qui reste conservée, la donnée invariante comme je l'ai appelée. Ceci revient à sélectionner certaines caractéristiques du système concernées par la relation et à négliger d'autres. La modélisation du réel repose sur la possibilité de négliger des propriétés au profit d'une loi de conservation, ce qui est une condition pour pouvoir appliquer concrètement le principe d'objectivité.

L'application du principe d'objectivité n'est viable que si l'évolution et l'interaction des systèmes, sous certains aspects, ne mettent en jeu qu'un nombre restreint de caractéristiques, les autres étant négligeables relativement aux évolutions ou interactions considérées: c'est l'abstraction. En particulier, grâce à l'abstraction, la modélisation et l'action qui s'appuie sur elle utilisent une quantité d'information beaucoup moindre que celle qui serait a priori nécessaire pour atteindre un même résultat si rien ne pouvait être négligé.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [2] - Marcel Boll : histoire des mathématiques - PUF, que sais-je? 1974
- [4] - Jacques Monod : le hasard et la nécessité - Seuil 1970
- [6] - Werner Heisenberg : la nature dans la physique contemporaine - Gallimard éd 1962 et 2000
- [7] - Gilles Cohen-Tannoudji : l'horizon des particules - Gallimard
- [8] - Karl Popper : la logique de la découverte scientifique - 1959, trad. française N. Thyssen-Rutten et P. Devaux, Payot 1984

03 – Méthode expérimentale : L'esprit critique, indissociable de la méthode expérimentale

SOMMAIRE

- [limites du principe d'objectivité](#)
- [validation expérimentale et réfutabilité](#)
- [faut-il être savant ?](#)
- [éducation de l'esprit de la méthode expérimentale](#)
- [le doute expérimental](#)
- [vérité théorique](#)
- [force d'expansion d'une théorie](#)
- [du bon usage de l'approche système](#)
- [critique expérimentale](#)
- [concept de déterminisme](#)
- [outils pratiques pour l'enseignement](#)
- [mise en œuvre pratique](#)
- [propos sur l'éducation](#)
- [méthode : transmission et adaptation](#)

Comme autre conséquence de la partie « A » du principe d'objectivité, l'esprit « critique » est de manière incontournable associé à l'esprit de la méthode expérimentale.

Peut-on parler de limites du principe d'objectivité?

J'ai posé comme une possibilité universelle que tout système, tout élément de la réalité, suive le principe d'objectivité, soit l'objet d'une connaissance expérimentale, dès lors que le sujet qui l'observe dispose des outils cognitifs élémentaires que sont l'appariement et le dénombrement. Or, pour que ce principe ne soit pas une idéologie, alors qu'il réfute lui-même toute idéologie, il faut qu'il définisse par lui-même les limites du domaine sur lequel il est valide. Ces limites ne sont pas connues par avance, bien que le principe ait été déclaré universel. Ce n'est pas étonnant parce que rien ne nous indique les limites de ce qui est universel, c'est-à-dire les limites de l'univers, ni même si elles existent ou si cela a un sens d'en parler. Par la méthode expérimentale, le principe d'objectivité porte en lui-même la possibilité de se valider à l'intérieur de limites qui sont ainsi reculées chaque fois que cela arrive, mais sans que l'on puisse dire qu'elles sont définitives.

Validation expérimentale d'une idée et réfutation (ou réfutabilité)

Pour un modèle de la réalité, pour toute affirmation la concernant présentée comme vraie, il s'agit de déterminer les limites de sa validité en soumettant le modèle à l'épreuve expérimentale des faits. Une condition nécessaire, mais pas suffisante, pour qu'un modèle soit acceptable et ne soit pas une idéologie, est qu'il prévoit à l'intérieur de lui-même la façon de le soumettre à la critique qu'apporte l'épreuve expérimentale des faits.

Le domaine à l'intérieur duquel le modèle résiste à la critique expérimentale définit précisément les limites des systèmes auxquels le modèle s'applique. C'est pourquoi il faut appliquer le critère de **réfutation** (**Karl Popper** [8]): chercher par les faits tout ce qui peut contredire une théorie, pour identifier le domaine qui résiste à la critique, plutôt que de rechercher uniquement tout ce qui va dans le sens d'une preuve de la théorie.

Prenons l'exemple de la théorie newtonienne et de la relativité générale, je ne dirai pas que la théorie newtonienne est fausse et l'autre vraie. Elles ont des domaines de validité différents, et la frontière qui les sépare est identifiée par la méthode expérimentale (encore que

dans cet exemple, mal choisi, l'une, la relativité générale, est une théorie englobante de l'autre, la newtonienne).

Or pour délimiter le domaine de validité d'une théorie il faut bien éprouver celle-ci jusqu'à ce qu'elle rencontre des conditions où elle ne s'applique plus. Il ne suffit pas de se contenter de rechercher tout ce qui va dans le sens d'une preuve de la théorie.

D'ailleurs, une théorie scientifiquement acceptable doit pouvoir énoncer les limites de sa validité et laisser la possibilité d'un protocole expérimental qui la mettrait en défaut.

C'est un critère de « vérité » au sens scientifique. Ce qui est de la non-vérité, par contre, c'est d'étendre une théorie à un domaine où elle n'est pas valide. Le physicien français **Paul Langevin** dénonçait cette tendance comme la « force d'expansion d'une théorie ».

Dans ce registre, par exemple, il est de mode aujourd'hui d'étendre les concepts de chaos déterministe, voire d'invoquer la physique quantique, pour justifier certaines approches de l'économie ou des sciences sociales. C'est peut-être « vrai », mais pas convaincant tant que quelqu'un n'a pas établi une théorie consistante à ce sujet et pouvant être mise à l'épreuve expérimentale (le pouvoir de prédiction par exemple). Étendre indûment une théorie à d'autres domaines, c'est s'exposer au réductionnisme voire à l'idéologie: car en supprimant toute possibilité de prendre en compte des données relevant d'un autre domaine d'observations et d'expériences, la théorie expansive réduit tout objet à ses seuls principes fondateurs, et ferme la porte à toute nouvelle façon de le comprendre.

Bien sûr, si deux théories fonctionnent sur des domaines de validité différents, rien n'empêche de chercher à les fusionner dans une théorie commune plus englobante. Ainsi le magnétisme et l'électricité ont été « unifiés » dans la théorie englobante de l'électromagnétisme. Le domaine de validité final est alors au moins égal à l'union des domaines de validité initiaux.

C'est bien pour cette raison que la mécanique quantique et la relativité générale pourraient un jour fusionner dans une théorie unitaire, si elle existe. Mais, selon moi, celle-ci ne se fera sans doute pas au prix de l'absorption de l'une par l'autre.

Faut-il être « savant » pour pratiquer l'esprit de la méthode expérimentale?

L'esprit critique est l'outil indispensable de l'attitude rationnelle. Il s'accompagne de l'esprit pratique qui permet de toujours soumettre les idées et les choses à l'épreuve expérimentale des faits.

Cet état d'esprit fait appel à du bon sens et ne peut être remis en cause par aucun modèle ou connaissance du moment. Pour être mis en oeuvre, il ne nécessite pas une connaissance particulière des vérités et théories scientifiques du moment; tandis que celles-ci sont en général pleines de subtilités qui défont le bon sens quotidien (voir par exemple [9]).

Toute personne peut avoir un esprit rationnel et une attitude scientifique sans qu'il soit nécessaire pour autant d'être un professionnel des théories et des techniques scientifiques, généralement sophistiquées et chargées de décrire des aspects partiels de la réalité. Car ce qui est important, c'est d'avoir **des idées efficaces validées par des réalisations concrètes qui permettent d'atteindre un objectif fixé à l'avance**; et les recommandations pour raisonner juste sur des faits bien établis, dégagées du principe d'objectivité, suffisent pour cela et sont accessibles à tous.

Le schéma de la figure 1, illustrant le lien récursif entre les phases « concrètes » 1 et 4 et les phases « théoriques » 2 et 3, montre, à la lumière des conséquences du principe d'objectivité, qu'il ne faut pas privilégier une phase au détriment des autres. Il faut à chaque instant:

- contrôler les idées par des faits observables et des réalisations concrètes,
- dégager des actions calculées ou inspirées à partir des prévisions, suivant un but ou un objectif arrêté par avance, sachant que le succès ou l'échec des actions sont une sanction expérimentale des prévisions et des modèles dont elles découlent.

Il est par conséquent inutile, voire nuisible:

- de collectionner des connaissances ou des théories si elles n'inspirent aucune réalisation ou application concrètes;
- de foncer dans une action qui ne participe pas à un objectif à atteindre, ou qui n'est pas préparée au moyen d'une méthode fondée sur un modèle, une idée préalablement éprouvée.

Quelle est la première qualité individuelle pour pratiquer l'esprit de la méthode expérimentale?

Pratiquer l'esprit critique demande une certaine **humilité** pour admettre ne rien savoir d'avance, afin de ne pas considérer comme évident ce qui mérite l'épreuve expérimentale des faits et des idées. Même, et surtout, lorsque, sous l'effet d'une mode ou par capitulation intellectuelle, la chose évidente s'est imposée à tous, sans résistance critique. Toute éducation doit prendre en compte cette exigence.

Toute personne doit pouvoir, en toute liberté, se poser à elle-même et poser à d'autres des questions sur le bien-fondé de ce qui est présenté comme une vérité évidente et intangible. Car on peut avoir raison la veille, et tort le lendemain, ou inversement, avoir tort la veille, et raison le lendemain. Ce qui ne veut pas dire que je remets en cause le principe d'objectivité (indépendance de l'observateur, partie « B »). Cela indique simplement que les connaissances, les idées, les opinions du moment doivent prendre en compte l'évolution des objectifs poursuivis, les contraintes et les conditions de leurs environnements. Cela ne veut pas dire non plus qu'il faut prôner systématiquement le conformisme aux valeurs du moment, « être de son temps ». S'il est vrai qu'il faut, selon les cas, s'adapter au contexte ou à l'environnement du moment, tel un figurant dans un film, il est tout aussi vrai qu'il faut pouvoir faire évoluer le contexte ou l'environnement du moment, tel un acteur qui ne les subit pas comme une fatalité.

L'éducation de l'esprit de la méthode expérimentale

Comme je l'ai déjà abordé, la démarche de la méthode expérimentale, lorsqu'elle est pratiquée dans le respect des valeurs portées par le principe d'objectivité, implique des raisonnements et des actions qui n'ont pas pour seul objectif l'efficacité pragmatique mais aussi et surtout une adaptation basée sur le doute, la distance et la libre pensée. Parlant d'un savant comme Paul Langevin dans [39]: « ... *Pour Langevin, l'apport de la science est surtout spirituel: par son esprit et ses méthodes, par le contact permanent avec la réalité, elle fortifie la raison et l'émancipe. Elle libère les esprits. (...) La foi de Langevin est une attitude volontariste d'optimisme actif, une résolution de croire pour échapper à la torpeur du désespoir et pour agir. (...) Le texte sur « La valeur humaine de la science » (écrit par Langevin) est un véritable manifeste en faveur de la science. Il se présente comme une réponse à ceux qui mettent en doute « les services tant matériels que spirituels et moraux » que la science rend aux hommes, et développe les thèmes de la science comme facteur d'adaptation et de libération de l'humanité... Langevin soutient l'argument que « par sa valeur morale et spirituelle » la science « peut nous aider à combattre les dangers résultant de sa trop grande et trop prématurée valeur utilitaire. » »*

Le doute expérimental: facteur d'humilité :

Le doute expérimental, facteur essentiel de la connaissance rationnelle, n'est pas le scepticisme. Le scepticisme est la négation de tout absolu, y compris celui qui sous-tend la méthode rationnelle, c'est-à-dire le Principe d'Objectivité. Le sceptique ne croit pas au principe fondamental de la démarche scientifique mais croit seulement en lui-même. L'attitude du sceptique conduit à ne s'appuyer que sur l'autorité personnelle et subjective pour imposer aux autres des idées ou affirmations non validées par l'expérience. Par contre, celui qui pratique le

doute expérimental peut être vu comme un vrai « savant » (ce terme de « savant » n'ayant pas de signification statutaire ou professionnelle, mais désignant un état d'esprit pouvant exister même chez celui qui n'a pas bénéficié d'une instruction poussée): il ne doute que de lui-même et de ses interprétations, mais il croit aux fondements qui légifèrent la démarche scientifique (principes rationnels).

Car, par le principe d'objectivité, tout fait ou phénomène peut et doit être apprécié et jugé suivant le critère expérimental situé au-dessus des conditions et des influences humaines, sociales, culturelles, historiques, psychologiques dans l'environnement où il est observé. Même ces influences sont prises en compte comme je l'ai indiqué dans les méthodes d'étude des systèmes complexes. Avec Claude Bernard [1] on peut dire: « *La méthode expérimentale puise en elle-même une autorité impersonnelle qui domine la science. (...) La méthode expérimentale est la méthode scientifique qui proclame la liberté de l'esprit et de la pensée. (...) L'expérimentateur fait acte d'humilité en niant l'autorité personnelle, car il doute aussi de ses propres connaissances, et il soumet l'autorité des hommes à celle de l'expérience et des lois de la nature. (...) La méthode expérimentale, méthode du libre penseur, ne cherche que la vérité scientifique. Le sentiment, d'où tout émane, doit conserver sa spontanéité entière et toute sa liberté pour la manifestation des idées expérimentales; la raison doit, elle aussi, conserver la liberté de douter, et par cela elle s'impose de soumettre toujours l'idée au contrôle de l'expérience...* »

Le doute expérimental s'avère nécessaire à cause:

- de la complexité des systèmes (et de la difficulté de les définir);
- de l'incontournable ignorance relative à la combinaison des causes aboutissant aux effets observés;
- du caractère partiel et partial de la précision avec laquelle les faits sont constatés.

Conscient de cette nécessité, il importe à celui qui pratique la démarche rationnelle de tenir compte des recommandations suivantes.

Une vérité théorique peut n'être qu'une affirmation idéologique:

A l'opposé de celui qui pratique la démarche rationnelle et expérimentale, le théoricien pur utilise un principe qui devient absolu parce qu'il ne s'applique point à la réalité objective telle qu'elle est, mais à des relations entre les choses considérées dans des conditions simplifiées et que le théoricien choisit et crée dans son esprit. Or, ayant ainsi la certitude que seules interviennent les conditions qu'il a déterminées, le principe reste absolu, conscient au théoricien, et la déduction logique est aussi absolue et certaine: il n'a plus besoin de la vérification expérimentale, seule la logique suffit. A ce stade on n'a affaire qu'à une idéologie et non à une théorie scientifique. Pour celui qui pratique la démarche rationnelle et expérimentale, le principe ou la conclusion auxquels il est arrivé restent relatifs et provisoires parce qu'ils représentent imparfaitement des relations ou structures complexes qu'il n'a jamais la certitude de pouvoir connaître complètement. Dans ce cas, les déductions sont douteuses bien qu'elles puissent être logiques, et il faut obligatoirement recourir à l'expérience pour contrôler la conclusion de ce raisonnement déductif.

Les idéologues « *partent d'une idée fondée plus ou moins sur l'observation et qu'ils considèrent comme une vérité absolue. Alors, ils raisonnent logiquement et sans expérimenter et arrivent, de conséquence en conséquence, à construire un système qui est logique, mais qui n'a aucune réalité scientifique. Souvent les personnes superficielles se laissent éblouir par cette apparence de logique, et c'est ainsi que se renouvellent parfois de nos jours des discussions dignes de l'ancienne scolastique.* » (Claude Bernard).

Le grand principe expérimental est donc d'exercer le doute envers ce que l'on nous présente comme des vérités, non étayées par l'expérience. ***Face à toute affirmation qui se travestit sous des apparences scientifiques (surtout en recourant à un vocabulaire pompeux et pseudo-technique), il faut se demander deux choses :***

- *quelle méthode logique a été suivie lors de la phase théorique ? Cette méthode est-elle validée par des résultats expérimentaux antérieurs ?*

- *les conclusions du discours théorique que l'on me présente ont-elles été validées expérimentalement, et comment puis-je m'en assurer ? Ou bien, en l'absence d'expérience, l'auteur prévoit-il une validation expérimentale, de quelle manière, et laisse-t-il une ouverture dans ses conclusions tant que le jugement expérimental n'a pas abouti ?*

Il faut certes une grande force spirituelle pour n'admettre que des vérités qui ont franchi avec succès l'épreuve expérimentale des faits (et encore, de manière provisoire !) et pour mettre au placard les passions, les amours-propres, les autorités et ambitions individuelles, et le charme ou le réconfort apportés par certaines théories qui plaisent à nos désirs et à nos imaginations.

Méfiance envers la « force d'expansion » d'une théorie

Constatant avec Paul Langevin que « à chaque pas de l'évolution humaine on retrouve la même tendance à exagérer la valeur des résultats obtenus et à croire qu'on possède la clé du monde... », je mettrai en garde contre le fait que toute nouveauté acquise tend à déborder les limites de son domaine de validité pour s'étendre à la totalité des conceptions philosophiques, éthiques ou culturelles. Ce débordement conduit à une exagération digne du mysticisme, car n'étant plus contrôlée par la démarche expérimentale. Or je rappelle que la priorité doit être de déterminer le domaine de validité de toute théorie ou idée et de le soumettre au test de réfutation (K. Popper).



Paul Langevin (1872-1946)

Du bon usage de l'approche système

L'approche système est un outil performant lorsqu'on veut étudier un système en se dispensant d'interprétations douteuses relatives à sa structure que l'on ne connaît pas a priori. Ce qui revient à étudier un système sous un aspect exclusivement fonctionnel et non structurel.

Par « aspect fonctionnel » il faut entendre la question suivante: de quelle façon le système reçoit-il des flux d'entrée, émet-il des flux de sortie, intègre-t-il son environnement, et se régule-t-il? Et ceci sans devoir entrer dans les détails de sa structure ou de ses mécanismes (le système est traité comme une « boîte noire »).

Cette démarche est intéressante si l'on peut se passer de la connaissance précise de la structure, des mécanismes et des motivations internes ou subjectives du système. **Il faut même obligatoirement recourir à cette démarche lorsque l'on n'a pas la possibilité de les connaître, afin d'éviter toute interprétation abusive, que l'expérience ne peut pas prouver.** L'approche système est donc l'outil qui, par excellence, utilise le doute comme

principe opératoire: elle intègre même le doute et l'imprévu dans sa méthode de connaissance. C'est ce qui fait la force de cette méthode dans les domaines de techniques prévisionnelles, de pilotage de systèmes complexes ou de projets, de prises de décisions, etc. Les exemples ne manquent pas en techniques industrielles, sciences humaines et biologiques, sciences économiques... et même dans les sciences dites « exactes » comme la physique ou la chimie où, désormais, l'ignorance et l'imprévu sont intégrés dans les modèles mathématiques sophistiqués (voir par exemple: J.L. Lemoigne [10], F. Le Gallou et B. Bouchon-Meunier [34], M. Cotsaftis [40], I. Prigogine et D. Kondepudi [41], J-M. Fouchet et A. Perez-Mas [42], I. Prigogine [43], P. Bergé, Y. Pomeau et C. Vidal [44] ...) Les outils modernes tels que les réseaux neuronaux, l'intelligence artificielle, la logique floue, la modélisation du chaos... sont la résultante de cette approche et y concourent.

La puissance de l'approche système se paie toutefois par l'affaiblissement du caractère réaliste au profit du renforcement du caractère positiviste de la connaissance. Mais ce sacrifice est peut-être secondaire face à la prudence, au doute et à l'efficacité que cette approche apporte.

Dans le domaine des relations humaines, voici un exemple illustrant ce qui précède tiré de la méthode Kepner-Tregoe [45] appliquée au traitement des problèmes de performance humaine: « ... *La solution d'un problème de performance humaine ne peut être qu'une mesure d'adaptation (et non pas corrective) destinée à agir sur l'impact de la cause. Il est rare que l'on découvre brusquement, au cours d'une analyse de performance humaine, l'élément déterminant qui mènera tout droit à la cause, car celle-ci a généralement un rapport direct avec l'environnement professionnel, et non avec la personne elle-même. Cette cause est parfois même très complexe et englobe des éléments de nature privée qui dépassent les compétences d'un dirigeant (...)* Si nous voulons agir de manière plus créative et plus humaine, nous devons affronter la situation, la gérer, c'est-à-dire exercer une influence sur l'environnement de manière que l'individu concerné et l'organisation y trouvent tous deux leur intérêt... » Cet exemple montre que l'approche système (et la méthode Kepner-Tregoe en est une) ne s'attaque qu'aux interfaces entre systèmes ou entre les systèmes et l'environnement et non à ce qui touche l'intimité de la liberté, c'est-à-dire la gratuité de l'individu.

Méfiance envers des explications reconstruites pour justifier le maintien de situations antérieures

Bien des situations, des comportements ou des idées résultant ou justifiés par des causes ou des circonstances aujourd'hui disparues sont entretenues moyennant des explications ou des théories qui les font apparaître comme inéluctables. Ces reconstructions théoriques servent malheureusement souvent à maintenir aujourd'hui des attitudes, des traditions ou des institutions dont la raison d'être risquerait d'être reconsidérée si l'on avait accès à leurs fondements historiques.

Aussi, ***face à des explications théoriques présentées pour justifier des attitudes, des comportements ou des situations antérieures il faut systématiquement se demander s'il existe d'autres causes ou circonstances historiques, disparues aujourd'hui, qui en sont à la source.***

Cette recommandation n'est pas seulement valable pour les idées théoriques venant de l'extérieur: elle s'applique aussi à nos motivations internes.

Certes, nous sommes influencés dans nos comportements, nos pensées et nos désirs, par les événements vécus dans le passé. Mais ***cette influence doit être intégrée dans notre esprit comme source de moyens, ou d'expérience, et non comme une fin en soi***, si l'on souhaite rétablir l'équilibre avec le vécu quotidien du présent. Car, dans celui-ci, de nouveaux objectifs, de nouvelles contraintes, de nouveaux environnements (familial, social, professionnel...) ont été forgés, et c'est une entrave au besoin de s'y adapter que de les

aborder par le filtre déformant d'une obsession fondée sur une soi-disant « vocation » dont on sait qu'elle est désormais impossible à assouvir et que ses justificatifs sont à jamais périmés.

Aujourd'hui comme à chaque époque, on attend de nous d'être efficace, fiable, compétent, et d'avoir de la continuité et de la persévérance dans nos actes et nos engagements pour répondre aux objectifs, aux contraintes et aux événements d'ici et de maintenant. C'est la vocation d'aujourd'hui et c'est la seule qui, ne vieillissant pas, soit facteur d'équilibre.

Si l'on est convaincu de cette prise de position, quelle libération allons-nous connaître! Les fantômes du passé ne pourront plus hanter notre présent : le but de la vie est la vie, c'est-à-dire assumer notre projet ici et maintenant, et le déséquilibre est lié à une perturbation de la durée intérieure, c'est-à-dire une projection exclusive des réponses de notre passé aux questions et exigences du temps présent (cf. [26]). En prendre conscience et le mettre en pratique est le propre d'une sagesse mûre, adulte, responsable, mesurée et raisonnable. Faire retour dans le passé n'est utile et salutaire que pour l'expérience que cela apporte dans le vécu d'aujourd'hui et de demain. S'entretenir exclusivement dans le passé nous coupe de la réalité de maintenant.

La critique expérimentale :

Il y a bien d'autres recommandations, plus techniques, mais j'ai présenté les principales. L'essentiel est de noter que c'est avec cet état d'esprit que doit être menée toute critique rationnelle des faits et des idées quels qu'ils soient, et que c'est un devoir mais aussi un droit pour toute personne de mettre ainsi en doute tout ce qui nous est présenté comme des « vérités » émanant de la nature comme de la société.

Mais ceci sans tomber dans les excès inverses que condamne tout pareillement l'esprit de la méthode expérimentale. En effet, lorsque l'on émet une critique ou une réserve rationnelle face à toute affirmation il faut tenir compte des réalités complexes que j'ai esquissées dans ce document. Cette prudence vaut pour les affirmations qui ne sont pas encore présentées comme des faits scientifiques, et encore plus pour les affirmations se qualifiant de scientifiques, car celles-ci dissimulent parfois, sous leurs aspects de rigueur et de respectabilité intellectuelle, des falsifications, des omissions, des simplifications abusives, ou encore des outils et méthodes au service de desseins et d'intérêts non avoués. ***A chaque fois que se présente à moi une affirmation, je dois me demander « à quoi veut-on m'emmener, à quoi veut-on me faire adhérer, pour quoi faire et dans l'intérêt de qui? ». Et je dois revendiquer comme un droit inaliénable la faculté de pouvoir le faire en toute liberté.***

Mais aussi, lors de la formulation des critiques, il faut être prudent par rapport à la tendance à dénigrer tout ce qui n'a pas encore reçu un caractère scientifique. Il est possible que certains faits soient suffisamment isolés pour ne pas permettre des comparaisons ou des relations avec d'autres faits, et établir ainsi l'esquisse d'explications scientifiques. Mais ce n'est pas pour autant que l'on doit les rejeter, au contraire, il faut tout faire pour mettre en évidence d'autres faits après s'être assuré que ceux dont on dispose ne résultent pas de falsifications ou de mystifications. Car, rappelons-nous avec Claude Bernard, à propos de la valeur scientifique de l'explication des phénomènes: *« Un fait n'est rien par lui-même, il ne vaut que par l'idée qui s'y rattache ou par la preuve qu'il fournit (...) Ce n'est pas le fait lui-même qui constitue la découverte, mais bien l'idée nouvelle qui en dérive; de même, quand un fait prouve, ce n'est point le fait lui-même qui donne la preuve, mais seulement le rapport rationnel qu'il établit entre le phénomène et sa cause. C'est ce rapport qui est la vérité scientifique. »* [1].

De plus, il faut prendre en compte qu'une vérité scientifique est nécessairement partielle, dès lors que l'on détermine les limites à l'intérieur desquelles elle est validée, chose que rend obligatoire le principe d'objectivité. Oublier de circonscire ainsi une vérité est une erreur en méthode expérimentale.

Je mettrai donc en garde contre l'affirmation que, face à un phénomène inconnu ou non encore compris, la critique ne consiste pas à décréter qu'il n'a rien de « scientifique ». Cela n'a pas de sens et n'apporte aucune contribution à l'avancement des connaissances. Il faut plutôt

examiner le phénomène inconnu avec la démarche de la méthode expérimentale, vérifier que ce phénomène est bien identifiable, et s'abstenir de conclure à un caractère non scientifique tant que la démarche scientifique n'a pas rendu son verdict après avoir épuisé tous les tests possibles.

Critique du concept de déterminisme :

On vient de voir l'importance du rapport qui peut exister entre un phénomène et sa cause, et qui constitue l'une des obsessions de la démarche scientifique. Ce rapport est directement lié au concept de déterminisme, qui a fait l'objet d'une très abondante littérature épistémologique, philosophique et métaphysique. Claude Bernard a introduit le déterminisme de la manière suivante: « *Le principe absolu des sciences expérimentales est un déterminisme nécessaire. De telle sorte qu'un phénomène naturel, quel qu'il soit, étant donné, jamais un expérimentateur ne pourra admettre qu'il y ait une variation dans l'expression de ce phénomène sans qu'en même temps il ne soit survenu des conditions nouvelles dans sa manifestation (...) Pour conclure avec certitude qu'une condition donnée est la cause prochaine d'un phénomène, il ne suffit pas d'avoir prouvé que cette condition précède ou accompagne toujours le phénomène; mais il faut encore établir que, cette condition étant supprimée, le phénomène ne se montrera plus (...) La seule preuve qu'un phénomène joue le rôle de cause par rapport à un autre, c'est qu'en supprimant le premier on fasse cesser le second.* » [1].

Croire ainsi que l'évolution d'un système a lieu suivant une loi qui n'implique que les conditions initiales imposées au système est le fondement de la démarche rationnelle et expérimentale, puisque ce principe exprime le principe d'objectivité, à savoir: l'évolution d'un système ne s'effectue qu'en fonction des conditions qui laissent invariantes certaines propriétés, en dehors de l'interaction avec tout autre système; autrement dit, le système n'a en lui-même pas d'autre projet final que celui lié à cette invariance, tant qu'il reste isolé. Par conséquent, dès que l'évolution d'un système s'écarte de la loi qui décrit son comportement lorsqu'il est isolé et qui tient compte des conditions d'invariance, cette modification résulte nécessairement de nouvelles interactions avec des systèmes extérieurs. Tout ceci a été largement expliqué ici. Malgré les nouveaux résultats et les nouveaux concepts de la science moderne (physique quantique, théories du chaos, théories des systèmes...) qui semblent mettre à mal la notion classique de déterminisme, l'énoncé de Claude Bernard reste valable parce qu'il est général, tout comme le principe d'objectivité. La seule différence, dans les sciences modernes, est que le principe de déterminisme ne concerne plus uniquement les notions classiques d'espace, de temps et de mouvement, ni les concepts familiers que l'on peut représenter par des images et des mots courants (comme la matière, les ondes, les formes, les forces, etc.). Le déterminisme s'applique aussi à des notions ou à des grandeurs, intervenant de manière fondamentale dans les phénomènes, mais qu'il est difficile pour l'esprit humain de représenter par des images ou des mots issus de notre expérience sensible courante. On a vu que de telles notions ou grandeurs doivent être reliées à des notions ou grandeurs mesurables par ce que j'ai appelé des conditions d'adjonction, si l'on veut qu'elles aient un sens physique. ***En effet, l'esprit humain ne peut concevoir la réalité d'une chose même inobservable qu'au travers de ses effets affectant des phénomènes observables et mesurables (principe positiviste). La sélection des choses de la nature suivant ce critère de réalité, inhérent à l'esprit humain, oriente en définitive les modèles et les invariants qui décrivent leurs états et leurs évolutions, dès lors il n'est pas surprenant de retrouver dans les descriptions de la science moderne les effets subjectivistes de l'observation et de la mesure humaines des phénomènes.*** C'est, par exemple, bien ainsi qu'il faut comprendre le caractère à la fois positiviste (l'attachement aux faits observables) et subjectiviste (l'effet de l'observation sur l'objet observé) de la physique atomique (physique quantique).

Lorsque le déterminisme s'applique à des notions peu ou pas familières à notre imagination, c'est au détriment des notions ou des grandeurs comprises dans nos expériences quotidiennes: celles-ci deviennent plus floues, leur évolution n'obéissant plus qu'à des lois de

probabilité parce que le système est complexe et que ses caractéristiques invariantes sont abstraites.

Par exemple, en physique quantique, le déterminisme ne porte plus sur la position et la vitesse d'une particule de matière, mais concerne une grandeur physique abstraite appelée « fonction d'onde » représentant une probabilité de l'état de la particule: de ce fait disparaît l'image d'une particule qui suit une trajectoire bien définie par les conditions initiales de position et de vitesse; cette image est remplacée par quelque chose de plus floue, que notre imagination peut difficilement nommer avec des mots de tous les jours: un système physique dont les états sont gouvernés par une onde de probabilité qui vérifie, elle, les critères déterministes de l'énoncé de Claude Bernard.

Cette situation, et notamment les limites du langage quotidien face aux phénomènes complexes, est résumée par **Max Born** [29]: « *Dans le fond, la difficulté provient du fait (ou principe philosophique) que, si l'on veut décrire un phénomène, non pas par l'analyse logique ou mathématique, mais par une image qui parle à l'imagination, on est bien obligé d'utiliser les mots du langage courant. Ce langage est né de l'expérience quotidienne et ne permet pas d'en sortir. La physique classique s'est limitée à l'usage de tels concepts; en analysant les phénomènes visibles du mouvement, on a été amené à les représenter par deux sortes de processus élémentaires: particules ou ondes en mouvement. Il n'existe pas d'autre façon de donner une description imagée des phénomènes de mouvement; on est obligé d'y recourir même dans des phénomènes atomiques, où la physique classique est en défaut (...) Il ne faut considérer la description ondulatoire et la description corpusculaire que comme des façons complémentaires d'envisager un même phénomène objectif; ce n'est que dans certains cas limite que la représentation imagée permet une description complète du phénomène...* ».

En conclusion, le déterminisme, tel qu'énoncé par Claude Bernard, et donc le principe d'objectivité, reste un principe universel: les différents aspects de la réalité, accessibles à la méthode rationnelle et expérimentale, proviennent du fait qu'il s'applique à des grandeurs ou à des notions de degrés d'abstraction divers, auxquelles nos images quotidiennes s'appliquent avec plus ou moins de pertinence.

Outils pratiques pour l'enseignement de l'esprit de la méthode expérimentale :

Pour appliquer correctement les principes ci-dessus, il faut toujours que, quel que soit le domaine de connaissance que l'on veut s'approprier, les trois démarches ci-dessous soient mises en œuvre :

a) - démarche de la « remontée à la source » :

Pour vérifier la validité d'une idée ou d'une notion, il faut remonter à leur source et à leur genèse historique, car on verra ainsi les limites et les hypothèses fondatrices qui les sous-tendent.

Une fois qu'elle sera vérifiée, la validité permettra de voir comment appliquer avec efficacité l'idée ou la notion, puisque l'on connaîtra les limites à l'intérieur desquelles l'idée ou la notion peut être utilisée sans erreur.

Au-delà du pur intérêt historique, cette démarche poursuit donc un but pragmatique.

b) - démarche du « cheminement » :

La plupart des notions et idées peuvent être ramenées à des principes de base en nombre limité ; c'est une conséquence normale de la démarche scientifique puisque ses méthodes ont pour but de ramener la pluralité des phénomènes apparents à des causes premières, ou invariants, qui soient communs au plus grand nombre de faits (démarche inductive). Il est possible de ramener l'aspect diversifié des connaissances à quelques

connaissances fondamentales mais, en contre partie, d'autant plus abstraites ([3]). Selon que l'on procède par synthèse ou bien, au contraire, par déduction, on procédera respectivement en partant du particulier pour aller au général, ou, inversement, du général abstrait pour aller au particulier concret et mesurable.

Dans tous les cas, ***il importe plus de savoir retrouver rapidement le cheminement qui mène du particulier au général et vice versa, que d'apprendre par cœur un résultat.***

Cependant, mon message n'est pas de prétendre que tout le monde peut devenir du jour au lendemain un spécialiste dans un art qu'il ne connaît pas. Rien ne remplace l'expérience, le savoir faire intégré dans le tour de main ou de matière grise. Mon propos est :

- d'une part de constater que les grandes révolutions des idées et du savoir, au niveau des méthodes et outils de connaissance, se sont toujours traduites par des ***ponts jetés entre des domaines jusqu'alors considérés comme différents*** ([4])
- d'autre part que, sans prétendre se remplacer mutuellement, ***les hommes qui ont un savoir-faire différent peuvent tout au moins se comprendre et donc promouvoir un dialogue technique et social, basé sur cette valeur de partage qu'est la connaissance.***

c) - démarche de l'« invariance » :

Comme je l'ai expliqué au début de ce document, qu'il reçoive une description objective ou subjective, tout phénomène suit le principe d'invariance (ou d'objectivité) : son évolution s'effectue en terme d'au moins une propriété qui doit rester inchangée, et cette conservation doit pouvoir être constatée par tous types d'observateurs, c'est-à-dire quel que soit le référentiel d'observation. Or, le choix d'une telle propriété invariante suppose que d'autres caractéristiques, sans intérêt pour cette invariance, puissent être négligées. Donc, concrètement, lorsqu'on acquiert une connaissance il faut se demander :

- de quelle invariance s'agit-il ?
- par rapport à quelle propriété ?
- quelles notions ou variables ont été négligées par hypothèse ? ([5])

En définitive, ces démarches peuvent être résumées dans une démarche unique, telle que me l'a exprimée vers 1979 un mathématicien à l'université d'Aix-Marseille, qui fut mon professeur : ***« On ne maîtrise vraiment une idée ou une notion que si on l'a soi-même testée au brouillon. Faites un usage quotidien du brouillon ! »*** (et « maîtriser » ça veut dire aussi « pouvoir contester cette idée »).

Sous son aspect simpliste, cette recommandation est d'autant plus d'actualité que, à l'heure des moyens informatiques et de communication, il ne faut pas tomber dans le piège de la facilité qui consiste à croire que tout peut s'apprendre par accumulation et par automatisme : ***cliquer sur une souris ne remplace pas la réflexion critique, l'exécution d'exercices et de travaux pratiques, ni d'imaginer de nouveaux cas d'application !***

Au-delà de toute philosophie, ces conseils sont une affaire de bon sens. Il ne faut pas reléguer le bon sens au rang des comportements naïfs ! ***Le bon sens est un outil de connaissance caractérisé par le fait qu'il met en œuvre des processus complexes pour traiter de façon simple des problèmes complexes.*** Ces processus complexes résultent de l'accumulation d'expériences acquises au cours de l'évolution biologique par notre structure psycho-physiologique. Le bon sens est alors l'aptitude à laisser émerger en nous les lois de la nature que nous avons expérimentées au cours de notre évolution et dont nous n'avons pas toujours conscience (notre évolution inclut ici l'évolution de l'espèce humaine mais aussi notre évolution en tant qu'individu). Nous ne devons pas mépriser notre histoire biologique, donc notre gratuité d'être qui a pu s'exprimer jusqu'ici grâce à ce formidable outil de survie.

Au fond, le but de toute formation est le suivant : ***au-delà de la spécialité enseignée, une formation est réussie lorsque l'on a appris à RAISONNER DE FACON JUSTE SUR DES FAITS BIEN ETABLIS, c'est-à-dire lorsque l'on a appris à REFLECHIR.*** Et ceci ramène bien sûr à la première partie de la démarche décrite dans ce document.

Mais ce n'est pas une raison pour fermer la porte. ***Le respect de la liberté d'autrui***

impose que toute personne, si elle n'est pas apte à comprendre des choses compliquées, a en tous cas le droit d'avoir accès aux explications qui démontrent pour quelles raisons ces choses sont compliquées. Ces explications doivent, quant à elles, être exprimées dans un langage clair pour tout le monde. C'est aussi cela, la mission de l'éducation.

Mise en oeuvre pratique :

Elle est résumée dans le logigramme de la figure 2 ci-dessous. Que ce soit pour déterminer un produit (conception) ou pour comprendre et utiliser un système, on suit les mêmes étapes dans le raisonnement et la pratique, et on fait intervenir les sept fonctions fondamentales d'un système.

A l'heure des outils de connaissance interactifs et d'Internet, il convient d'orienter l'acquisition d'un savoir-faire avec méthode, afin que la connaissance pratique ne soit pas qu'une compilation d'informations, mais rende apte à établir entre elles des liens logiques et exploitables. Les supports informatiques, pour indispensables et performants qu'ils soient, ne feront jamais ce travail à notre place.

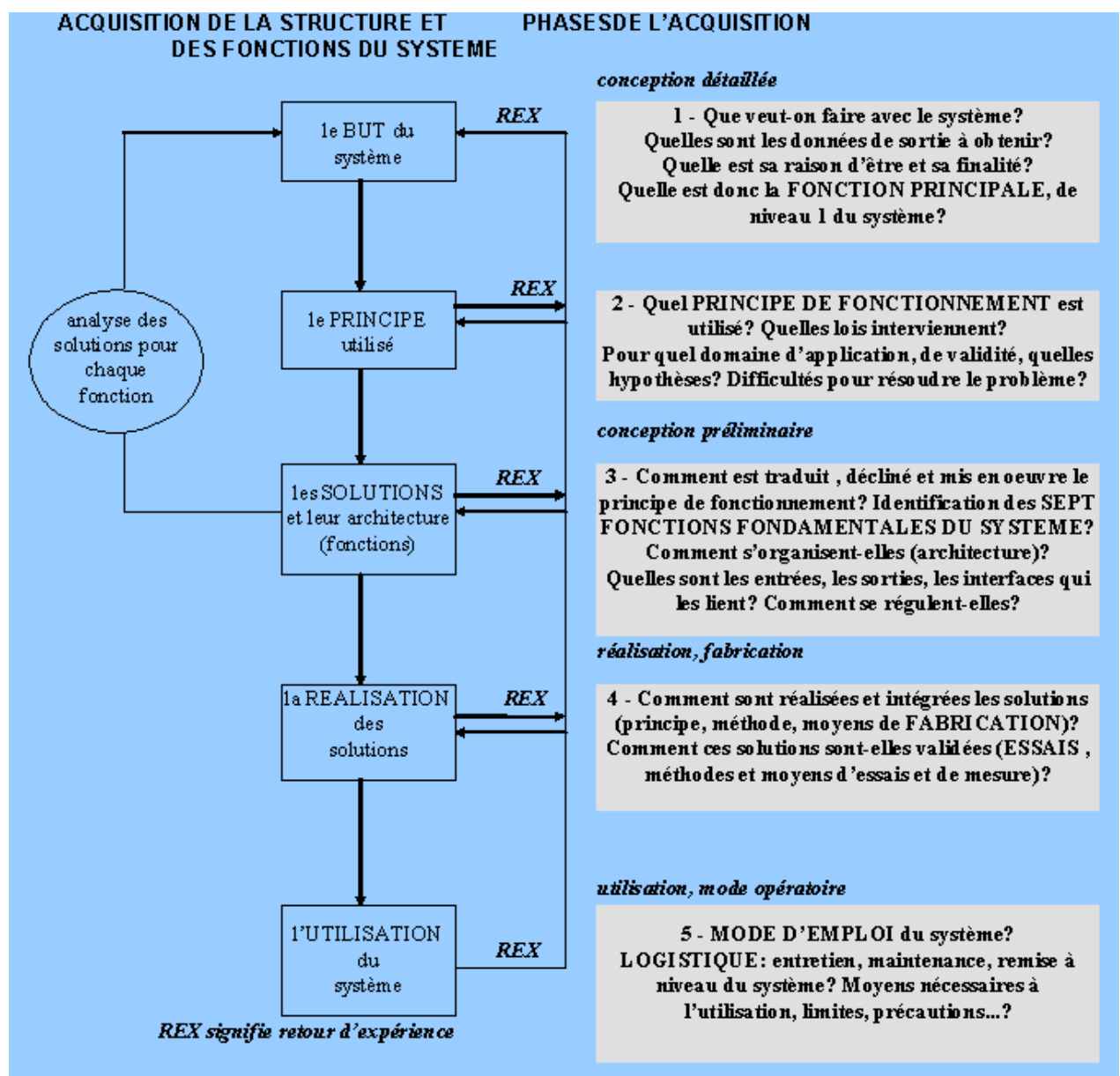


figure 2 - Méthode générale pour s'approprier la connaissance pratique

Identifier les fonctions :

Les étapes 1, 2 et 3 se déroulent suivant une boucle qui s'applique à chaque niveau de l'arborescence fonctionnelle du produit, de la fonction principale du produit (le but ou la finalité) jusqu'aux fonctions élémentaires. Ne pas oublier que chaque fonction, quelle que soit la place qu'elle occupe dans l'arborescence fonctionnelle, appartient à au moins l'une des sept familles du système. A l'étape 3 de l'analyse (ou analyse fonctionnelle), on cherche à savoir comment les fonctions identifiées sont effectivement mises en œuvre par des structures concrètes (organes, appareils...) et comment celles-ci s'organisent dans une architecture cohérente et interdépendante. Remarquer qu'un organe ou un appareil peut remplir plusieurs fonctions et que, inversement, une même fonction peut être réalisée par plusieurs organes ou appareils.

Les termes employés « organes », « appareils », « produits », ne doivent pas laisser penser que cette démarche ne s'applique qu'à des matériels technologiques ; ils peuvent désigner également des services ou des prestations, que l'on désignera encore par le terme « produits ». Par exemple, dans une entreprise, la fonction « paie » est mise en œuvre par un « organe » qui est « le bureau des rémunérations » et qui correspond à une réalité concrète.

Comprendre les principes utilisés dans le fonctionnement du produit :

L'étape 2 est celle où, par excellence, on s'intéresse aux principes ou lois scientifiques utilisés pour que le produit puisse remplir sa mission principale. Par exemple, un avion, dont l'une des fonctions principales est de se déplacer dans l'air, utilise pour cela comme principe physique le fait que les forces de portance puissent équilibrer son poids pour certaines vitesses. Bien sûr, c'est beaucoup plus compliqué que cela, parce que, de proche en proche l'on tient compte des contraintes technologiques de fabrication et d'utilisation, ainsi que des effets de l'environnement, ce qui revient à introduire de plus en plus de paramètres que l'on avait initialement négligés.

Dans cette étape, il faut toujours **faire le tri entre ce qui relève de:**

- l'**hypothèse**, des simplifications (données volontairement négligées) ;
- **raisonnement déductif** et des outils de modélisation, qui exploitent l'hypothèse ;
- **résultat théorique** qui découle de ce raisonnement ;
- **la façon dont sont prises en compte les données initialement négligées**, ce qui fournit les limites du modèle ;
- ou bien la façon dont les **incertitudes** relatives aux effets des données négligées sont intégrées dans le modèle explicatif.

Dans tous les cas, il faut toujours **s'attacher plus au sens concret ou physique qu'à l'expression écrite ou théorique** du modèle explicatif ([6]).

Il faut même essayer de **se représenter visuellement** une définition, une hypothèse, ou une relation (dessins, schémas, diagrammes) ([7]).

Il faut par conséquent :

- distinguer les variables ou concepts **intermédiaires** (généralement abstraits) des variables ou grandeurs accessibles à l'**expérience** ; en effet, ne comprenant les choses qu'en termes de relations, celles-ci mettent en jeu des concepts explicatifs, peu accessibles à l'expérience sensible, reliant des concepts observables.
- chercher donc ce qui est **mesurable** ou utilisable dans ce qui est expliqué ; en effet, la mesure est le résultat qui permet d'apprécier de manière quantitative la relation existant entre deux variables.
- s'efforcer de retenir ou trouver les **exemples qui illustrent la notion**, et non l'expression théorique qui la modélise.
- autant que possible, vérifier par une **manipulation expérimentale** ce qui est

énoncé. Au minimum, imaginer la manipulation qui permettrait de le vérifier.

- chercher une **application concrète** de ce qui est énoncé, et si possible applicable dans la réalité quotidienne ou professionnelle.
- chercher le moyen et le **procédé de mesure** de la notion énoncée. La « mesure » est à prendre ici au sens large : elle peut concerner une notion liée à une organisation, à une action ou à un service ; elle peut utiliser des outils statistiques, des tableaux de bord, des bilans, des représentations géométriques, etc. Et n'oublions pas que l'on ne peut pas maîtriser un projet, une action ou un produit sans mesure et sans retour d'expérience ([8])
- **réexpliquer** ce que l'on a compris d'une notion à des personnes qui ne la connaissent pas en l'illustrant par des analogies ou des expériences concrètes, et surtout, en partant de ce que connaissent ou vivent les personnes. Ainsi, suite aux questions apparemment « naïves » et donc pertinentes qu'elles posent, et face à la difficulté que nous aurons à y répondre simplement, nous mesurerons le degré avec lequel nous maîtrisons la notion. En outre, **une notion ou un concept expliqué en partant de ce que connaissent ou font les autres, de leur vécu, est beaucoup mieux compris et remporte plus l'adhésion que lorsqu'elle est « parachutée » de manière théorique et extérieure** ([9]).

Pour utiliser le produit :

C'est la phase 5. Pour utiliser le produit, ou tout au moins, pour comprendre les conditions de son utilisation, il faut :

- identifier le **but, la raison d'être** du produit ainsi que les **sept fonctions** fondamentales (phases 1 et 2) :
 - 1 - fonction principale, but du produit
 - 2 - prise en compte de l'environnement
 - 3 - détection (flux entrants de données, de matière, d'énergie)
 - 4 - transmission (transmission interne des flux de données, de matière, d'énergie)
 - 5 - traitement des données, des matières, de l'énergie sous ses diverses formes
 - 6 - réaction sur le but et l'environnement
 - 7 - ressources pour réaliser les six premières fonctions
- se demander quel **préalable** est requis avant d'utiliser le produit ?
 - quelles sont les connaissances nécessaires ?
 - quels sont les équipements ou outillages nécessaires ?
 - quels moyens humains, quel coût et quels délais sont nécessaires ?
- se demander quelles **précautions** faut-il prendre pour utiliser le produit ? Quels **risques** ?
- se demander quels sont les **critères** qui montrent que le produit est bien utilisé et fonctionne bien ?
- si possible, chercher **l'arborescence (simplifié) des dysfonctionnements** pouvant affecter le produit (diagnostics de pannes). En déduire pourquoi d'autres fonctions ou d'autres solutions techniques ont été écartées lors de la conception du produit.
- dresser, ou se procurer, le **mode opératoire** ou procédure de mise en œuvre du produit : procédés, enregistrements des données, entretien, maintenance, documents logistiques associés, etc.

De l'approfondissement à l'ouverture :

N'oublions pas que l'un des objectifs de l'éducation est d'éviter le clivage entre d'une part ceux qui détiennent le savoir et les arguments théoriques de prise de décision, et d'autre part ceux dont la fonction consiste seulement en l'exécution pratique du savoir et des décisions des

premiers. N'oublions pas non plus que cet objectif contribue à l'objectif plus général qui consiste à favoriser chez l'homme un état d'esprit expérimental (dont l'esprit critique) afin d'aborder avec lucidité et liberté l'environnement dans lequel il souhaite accomplir un projet. Un tel objectif consiste en définitive à respecter la gratuité de l'existence de chacun.

Pourtant, il faut bien s'appuyer sur des experts et des personnes expérimentées dans un domaine de connaissance ou une pratique pour obtenir des résultats concrets et des informations fiables. Personne ne peut prétendre tout connaître et tout maîtriser.

D'autre part, je vois bien que les gens préfèrent qu'on leur parle de choses générales plutôt que d'être « assommés » d'arguments techniques détaillés. On reste sensible face à des discours qui traitent de la vie, du sens de l'existence, de la mort, ou qui apportent du rêve, ou bien encore qui traitent des grands débats de notre société et de notre planète. On est par contre intellectuellement moins courageux quand il s'agit de comprendre les détails techniques d'un phénomène, d'un appareil, ou d'un accident. Très souvent les dirigeants exigent des experts ou des exécutants des données qui leur permettent de prendre des décisions ou de guider les opinions relevant d'un niveau plus « important », mais il est hors de question pour eux d'être entraînés dans les dédales des raisonnements et des actions spécialisées et techniques.

On peut regretter que les spécialistes soient tentés (ou contraints) de rester enfermés dans leurs domaines de spécialité, à un point tel qu'ils ne soupçonnent même pas que des passerelles peuvent exister entre ce qu'ils font et d'autres domaines. Une telle situation non seulement encourage le clivage entre les spécialistes et les « décideurs » qui s'approprient le domaine de décision abandonné par les premiers par ignorance, mais encore prive les spécialistes de la faculté d'enrichir de leurs expériences des domaines autres que les leurs.

Concrètement, pour jeter des passerelles entre spécialités, il s'agit de ***se centrer sur l'approfondissement de la connaissance et de la réalisation d'un produit principal (un navire par exemple) puis, de proche en proche, en s'intéressant aux détails des fonctions et des produits subordonnés, rayonner sur un domaine de plus en plus vaste de connaissances techniques. Ainsi des passerelles seront placées entre spécialités, une notion renvoyant à d'autres, sans pour autant se disperser vis-à-vis de l'efficacité que l'on attend de notre professionnalisme.*** Concrètement la démarche est la suivante (figure 3):

a) - D'abord approche « qualitative »: description ***physique*** du phénomène impliqué dans le fonctionnement du produit. Il ne faut pas se lancer immédiatement dans des modélisations et des calculs théoriques.

b) - A partir ***d'éléments concrets, matériels, applicatifs***, on remonte à des ***explications plus fondamentales***: principes de base, modèles théoriques. Aller à l'essentiel, ne pas chercher à tout démontrer.

c) - De ces explications fondamentales:

c1) - On constate qu'elles concernent aussi d'autres phénomènes ou applications: elles permettent des ***passerelles*** entre domaines techniques différents et donc des ***ouvertures***. En même temps, on ramène ainsi la multiplicité des phénomènes observés ou appliqués à quelques notions d'autant plus abstraites qu'elles sont communes au plus grand nombre de choses.

c2) - On dégage ***d'autres conséquences*** relatives aux principes utilisés dans l'étude de la fonction du produit concernée.

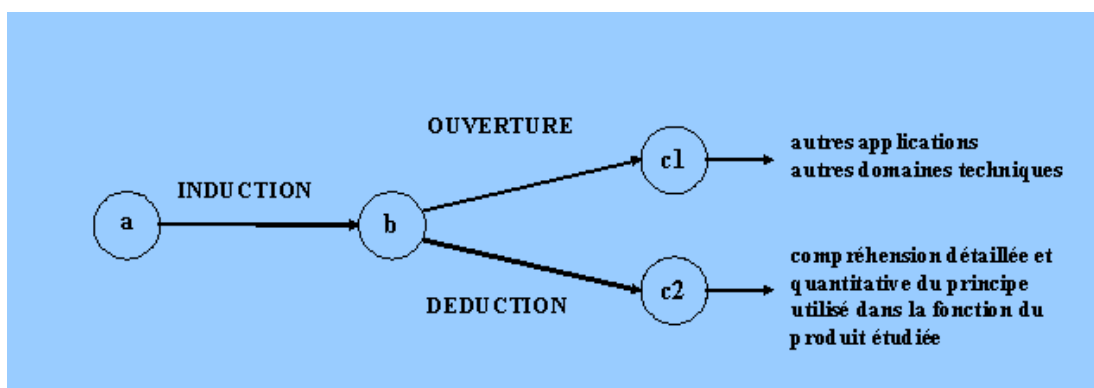


Figure 3 - Spécialité et ouverture

Propos sur l'éducation

Education : objectif fixe ou variable ?

L'opposition entre deux tendances extrêmes en matière d'éducation des jeunes personnes se rencontre fréquemment dans les médias comme dans les témoignages et les conversations les plus banales. L'une met en avant une éducation stricte et traditionaliste, l'autre des attitudes apparemment plus permissives. Il n'est pas rare non plus que, à la première occasion, les tenants de l'une ou de l'autre approche arrivent aux critiques voire aux ridiculisations. Tandis que les premiers lancent aux seconds que leurs enfants sont élevés sans principes et restent enclins à toutes les tentations, les seconds, parce que se sentant soutenus par le courant actuel jugé favorable au laxisme (ce qui reste à démontrer d'ailleurs) ridiculisent les premiers à cause de l'idée que ceux-ci ne seraient plus en adéquation avec le « progrès » et la recherche de l'« épanouissement » personnel. Il est notable que ces questions prennent rapidement chez les parents et les jeunes une tournure passionnelle, frôlant parfois l'intolérance, tant elles touchent ce qu'il y a de plus profond en eux: désir de liberté, désir de continuité, désir de sécurité, désir de se prouver quelque chose, d'être reconnu par le groupe, désir de progrès, etc. Là encore, il faut savoir être à l'écoute des témoignages des autres, se garder de porter un jugement, respecter les valeurs, la culture et les croyances des gens en ne les tournant pas en dérision sous prétexte qu'elles ne correspondent pas à nos critères de « progrès ».

Les discussions relatives à ce sujet portent plus souvent sur la méthode mise en oeuvre que sur la raison d'être de l'éducation. On va plutôt échanger des idées sur le fait que « mes enfants ne doivent pas sortir », ou bien que « mes enfants doivent apprendre l'effort et se battre pour réussir dans la vie qui est une lutte sans merci », ou bien que « mes enfants doivent multiplier leurs expériences sentimentales », ou bien encore que « mes enfants doivent absolument être informés sur la contraception, le sida, etc... ». Autant de positions obsessionnelles, résultant parfois d'une projection, d'un transfert sur les enfants de la part des parents de leurs besoins, leurs désirs, leurs expériences souvent vécus comme des insuffisances, des échecs, des craintes... Bien sûr, derrière les certitudes apparentes d'un bord comme de l'autre, agit comme un moteur un manque de confiance dont l'importance est à la hauteur du désir indéniable qu'ont les parents de mener leurs enfants vers la liberté et la responsabilité.

Or, pour exister, la confiance a d'abord besoin d'un objectif à atteindre, puis de réfléchir sur les moyens à prévoir, les contraintes à identifier, les méthodes à employer. En l'absence d'objectif, de raison d'être, si l'on se focalise d'abord sur la question de la méthode, c'est l'angoisse et le vide dus au sentiment qu'il faut faire quelque chose, avec une méthode peu circonstanciée: « je dois faire quelque chose, mais quoi? j'ai besoin d'une méthode, mais pour quoi faire? ». Ce que je dis là s'applique en fait chaque fois que l'homme doit conduire une action, s'engager sur un projet de longue haleine qui implique sa responsabilité.

Plus précisément, pour conduire une telle action il faut suivre ces quatre étapes:

- **s'interroger sur sa raison d'être (étape 1)**: à quel besoin répond-elle, quel est l'enjeu, en quoi est-elle nécessaire? Que veut-on faire, et pourquoi? Comment reconnaître que l'objectif est atteint (critères de réussite)?
- **réfléchir et préparer une méthode (étape 2)**: pour cela identifier d'abord les contraintes rattachées à l'action, la stratégie à suivre pour atteindre le but compte tenu de ces contraintes, en déduire les moyens nécessaires, évaluer ceux qui sont disponibles.
- **évaluer** si la stratégie, les moyens et les méthodes sont toujours adéquats pour atteindre l'objectif, étant donnée l'évolution des contraintes et des résultats obtenus peu à peu (étape 3).
- **et réagir en conséquence (étape 4)**.

A noter, déjà, qu'à la quatrième étape (« réagir en conséquence ») l'objectif lui-même peut évoluer en fonction des circonstances (résultats, contraintes, environnement du projet...).

- Soit on admet qu'il est possible de faire évoluer l'objectif.
- Soit on admet que l'objectif doit absolument rester inchangé : dans ce cas on estime que, en toutes circonstances, la raison d'être d'une chose, d'un projet, est immuable et qu'il faut s'efforcer de faire progresser les méthodes pour conserver l'objectif. Toujours dans ce cas, le « progrès », plus exactement l'adaptation, peut seulement porter sur la méthode, jamais sur le but.

Dans le premier cas, par contre, le « progrès » peut consister à changer de but. Ces deux cas sont les deux seules façons de se représenter une évolution et d'agir en celle-ci. J'élimine, bien sûr, le cas où ni le but, ni la méthode ne doivent changer: c'est de l'immobilisme, ô combien néfaste à l'équilibre dynamique du vivant!

A ces deux cas correspondent deux familles de principes d'éducation : l'une dite « à objectif fixe » (qui correspond au second cas), l'autre dite « à objectif variable » (premier cas).

Illustrons d'abord cela par l'histoire des gros et des petits poissons. Dans un aquarium on met des gros poissons et des petits poissons. Leur but à tous est de se nourrir pour vivre et se reproduire, les gros poissons mangeant les petits qui, eux mêmes se nourrissent de plancton. A supposer que celui-ci ne fasse jamais défaut, de sorte que les petits poissons puissent toujours se nourrir, les gros poissons, à force de manger les petits finissent par en diminuer le nombre. Ils s'arrêtent alors de les manger, le temps de laisser les petits poissons se reproduire. Puis, lorsque ceux-ci sont suffisamment nombreux le cycle recommence. On a ici un exemple de ce qu'est un système en équilibre dynamique, maintenu par une autorégulation. Celle-ci nécessite, dans le contexte d'un but toujours invariable (manger pour vivre), de savoir changer de méthodes (dans l'exemple, pour les gros poissons, suspendre provisoirement leur chasse des petits poissons). A l'inverse, si l'on suppose que les gros poissons ne modifient en rien leur méthode d'adaptation, et continuent à manger les petits poissons, sans réfléchir aux conséquences, à terme tous les petits poissons seront décimés. Les gros poissons devront alors, pour survivre, changer de but: essayer de survivre dans un milieu autre que celui d'un aquarium fermé, ou se contenter du plancton fourni régulièrement pour nourrir les petits poissons...

Cette fable suggère la leçon suivante:

- si l'on veut conserver un but à atteindre (conserver son projet), on a intérêt à changer de méthode quand il le faut; cela demande évidemment de savoir observer et analyser les données de son environnement.
- si, par négligence, ignorance ou incapacité, on n'a pas modifié sa méthode pour poursuivre son but dans le contexte d'un environnement changeant, on a intérêt à changer de but (donc de projet).

Ceux qui défendent le point de vue qu'il faut changer de but ne sont ni plus ni moins « évolués » que ceux qui considèrent qu'il faut conserver et poursuivre un but constant. Dans les deux cas, en fonction des données obtenues sur notre environnement, il est judicieux de se demander en quoi son évolution peut ou doit induire un changement de méthode ou de but.

Dans le cas des activités humaines, la difficulté vient du fait que les changements de méthodes ou de but ont pour effet de modifier l'environnement (au sens large), ce qui, en retour doit être pris en compte par le but et les méthodes. C'est dans cette complexité que la question de l'éducation doit être abordée.

On ne change pas de but par plaisir, ou par effet de mode. C'est sous la pression d'un environnement qui change, même si ce changement résulte de l'action humaine, que l'on doit, après avoir épuisé toutes les possibilités de changements de méthode, envisager un changement de but en se posant la question des conséquences que cela entraîne. Mais changer de but ça ne consiste pas à ne plus avoir de but du tout: le changement se fera dans le sens d'une transition vers un but plus général, laissant plus de marge de manœuvre. Mais un élargissement de la marge de manœuvre implique un affinage des critères d'atteinte du but, donc nécessite une amélioration du retour d'expérience.

En ce qui concerne l'éducation des jeunes, comment se traduisent les trois étapes énumérées plus haut, à savoir la raison d'être, la méthode et l'évaluation?

- quelle est la raison d'être de l'éducation?
- quelle méthode est adéquate pour permettre d'atteindre le but?
- comment évaluer une éducation, comment estimer qu'elle est réussie?

Toutes ces questions doivent être accompagnées d'une évaluation de l'environnement social, technique, culturel, planétaire sur lequel agit l'activité humaine et qui rejait à son tour sur les critères de l'éducation.

L'éducation a pour **raison d'être**, selon moi, de donner à la jeune personne les moyens de connaissance, les critères d'action, les facultés d'adaptation et les aptitudes au jugement, qui lui permettront d'assumer son projet de vie au sein de la société humaine, au minimum dans le respect de celui des autres individus.

Une telle raison d'être ne fait que traduire, au niveau de l'éducation, la valeur de contingence, de gratuité de l'existence des êtres et des choses, découlant du principe d'objectivité. Je rappelle que celui-ci exclut, par définition, le recours à un quelconque finalisme pour expliquer l'existence des choses et des êtres ([10]). En conséquence, aucune éducation ne doit être *imposée* en terme d'un finalisme métaphysique (bien qu'elle puisse *proposer* de s'appuyer sur des valeurs inspirées de l'idée que l'on peut se faire de ce finalisme, cas des éducations religieuses par exemple).

Une fois définie la raison d'être, vient la question de la **méthode** d'éducation. On a souvent tendance à discuter et à débattre d'abord de celle-ci avant de réfléchir à la raison d'être. Savoir s'il faut suivre la mode, laisser son enfant faire toutes ses expériences, le protéger des dangers et des dérives de l'environnement, lui proposer ou lui imposer des « repères », ou bien lui apprendre à « se défendre » ou à « se battre » face aux difficultés de la vie, tout cela est du domaine de la méthode. Une fois identifiée la raison d'être, et après l'avoir déclinée en objectifs intermédiaires susceptibles d'évoluer en vertu de sa conservation, on peut aborder la question de la méthode suivant deux axes complémentaires et simultanés:

- comment apprendre à l'enfant à assumer sa propre liberté?
- comment, en même temps, lui apprendre à respecter celle des autres?

Tandis que la raison d'être me semble immuable, car centrée sur la vie de l'homme qui est sa propre raison d'être (« le but de la vie est la vie »), les objectifs suivant lesquels elle est déclinée sont dans beaucoup de cas fortement marqués par les cultures et les sociétés, c'est-à-dire par l'apport des données issues de l'environnement. Il y a donc de grandes chances pour que les objectifs subordonnés de l'éducation, sous l'action des évolutions du monde, soient eux-mêmes évolutifs. Mais leur évolution, la recherche d'une adéquation à la modernité, voulue consciemment ou par mimétisme, n'est pas une fin en soi: il faut toujours vérifier que le résultat de cette évolution est bien compatible avec la raison d'être primordiale. En outre, les cultures, les civilisations qui imprègnent inmanquablement le comportement des individus peuvent constituer pour eux des repères, un sens de la vie, par rapport auxquels s'épanouissent leurs libertés. C'est pourquoi, à la condition prioritaire qu'elles ne remettent pas en cause la raison

d'être citée plus haut, les respecter, ne pas les contraindre par la dérision ou l'incompréhension à une certaine vision de la « modernité », permet aussi de satisfaire cette raison d'être. Autant il faut un langage universel qui permette de travailler, d'un bout à l'autre de la planète, sur la même raison d'être de l'homme (gratuité, contingence, liberté), autant il faut qu'il puisse s'exprimer différemment selon les diverses sensibilités et cultures au sein desquelles ou par lesquelles l'individu se sent libre d'exister, pourvu bien sûr que celles-ci la respectent: c'est ce que j'appelle la **tolérance**, un des aspects pratiques de ce travail. L'autre aspect pratique est la **solidarité**: respecter la liberté des autres personnes, c'est oeuvrer pour défendre la possibilité qu'elle s'exerce lorsqu'elle est mise en danger pour diverses raisons: intolérances, économiques, sociales, sanitaires, sectaires, morales, politiques, etc.

Selon moi, liberté, tolérance, solidarité sont une nécessité pragmatique et spécifiquement humaine que l'homme doit admettre afin d'assurer sa survie et évoluer en fonction de cela. Il doit donc se donner tous les moyens pour remplir ce but. En particulier, il doit compter avec des données d'observation d'origines humaines ou naturelles pour se constituer ces moyens: il doit être un système ouvert sur son environnement, y compris lorsque celui-ci est l'homme lui-même, pour s'adapter, sans quoi il risque à terme de disparaître. Or parmi ces données d'observation il y a le désir propre à chacun de vivre libre, de se sentir intégré, et le fait qu'il ne peut donner le meilleur de lui-même que si ses besoins fondamentaux de survie et de considération sont assurés et garantis. Ne pas en tenir compte, soit en n'assurant pas cette liberté individuelle, soit en rejetant la tolérance, conduit à coup sûr à se préparer des situations de révolte ou de conflits, ou encore de se priver de la contribution d'une partie de l'humanité, d'un apport matériel, spirituel, culturel, intellectuel, affectif qui, par sa richesse et sa variété, contribue à se constituer précisément les moyens d'adaptation.

Méthode : transmission et adaptation

Revenons à la question de la méthode pour l'éducation.

Réfléchir sur la méthode c'est d'abord identifier les contraintes dont il faut tenir compte pour atteindre le but primordial de l'éducation. Or celui-ci contient en lui-même ces contraintes puisqu'il propose d'assumer notre propre liberté et nous impose de respecter celle d'autrui (ce qui est une « contrainte », c'est-à-dire une condition qui borne l'action). De quels moyens dispose-t-on alors? J'en distingue deux qui doivent être mis en oeuvre simultanément:

a) - La **transmission** (de la connaissance, de la culture, des valeurs, des critères de choix d'action, mais aussi bien sûr des aspects affectifs dont on connaît aujourd'hui l'importance de leur rôle dans la façon qu'a l'enfant de s'approprier ces choses-là). C'est en effet une donnée d'expérience que d'admettre que l'homme, pour apprendre et conquérir son milieu, ne peut pas partir de rien, mais a besoin que des moyens lui soient transmis par ceux qui en ont fait l'expérience.

b) - **Aménager des marges d'adaptation**. Celles-ci sont en effet nécessaires pour que la jeune personne puisse faire face à des situations nouvelles ou à l'évolution de son environnement. Cette condition de créativité ou d'innovation est indispensable pour qu'elle puisse se définir et conduire un projet de vie dans le respect de la contrainte énoncée ci-dessus. Conduire son projet de vie s'accompagne de la recherche de l'adaptation sous ses deux aspects indissociables ([11]), ou double stratégie de l'adaptation :

1°) - **Adapter notre projet, voire notre comportement, à notre environnement**: apprendre à le connaître pour que notre projet puisse être en adéquation avec les conditions d'équilibre de l'environnement (environnement est à prendre dans son sens le plus large et non pas uniquement naturel), quitte à devoir faire évoluer le projet;

2°) - **Adapter notre environnement à notre projet**: chercher et favoriser dans notre environnement tout ce qui est un élément favorable à notre projet, quitte à devoir modifier l'environnement, dans les limites toutefois des conditions de sa stabilité.

Ces deux aspects sont à mettre en rapport avec les considérations présentées plus haut relatives aux projets à objectifs fixes et ceux à objectifs variables selon les conditions de

l'environnement. Modifier son projet, comme cela est dit en phase (1°), consiste à modifier les objectifs du projet, mais ceci toujours dans la perspective du projet général de la vie humaine que les objectifs doivent de toute manière prendre en compte. En l'occurrence, les objectifs de nos projets doivent toujours être compatibles, à défaut de la mettre en pratique, avec l'exigence de garantir la possibilité pour autrui de conduire lui aussi son projet de vie, signe de sa liberté, et conformément aussi à cette exigence. C'est dire que les projets humains, individuels, collectifs, de vie ou économiques, se doivent d'avoir une part de **citoyenneté**, ou d'être au minimum compatibles avec celle-ci. Mon projet de vie, individuel, que je dois d'abord apprendre à me définir, même s'il poursuit un objectif qui m'est personnel, doit comprendre une part dans laquelle il contribuera, à son humble niveau, à respecter et, si possible, promouvoir ou garantir la liberté à laquelle ont droit les autres de réaliser leurs projets. En d'autres termes, **mon projet comporte dans son impact une part de citoyenneté en vertu de laquelle je me dois de me poser la question: comment l'impact de mon projet agit-il en faveur de l'affirmation de la liberté des autres projets de vie?** ([12])

Je précise que conférer à son projet de vie une valeur citoyenne n'exige pas du projet des actions exceptionnelles. Chacun, selon ses possibilités, à son niveau, selon la place qu'il tient dans la société humaine, quel que soit son ordre dans l'arborescence structurelle (groupe, famille, amis, quartier, commune, entreprise, organisme, Etat, etc.), apporte, même sans s'en rendre compte, une contribution à la construction et au maintien des conditions de vie et de survie de l'ensemble de l'humanité, dès lors qu'il respecte la contrainte: respecter la liberté dans laquelle sont accomplis les projets de vie des autres. La part de citoyenneté que comportent nos projets de vie est alors surtout concernée par la partie (2°) de l'adaptation, même si d'autres aspects plus personnels du projet mettent en oeuvre cette partie. **C'est lorsque l'environnement menace de devenir défavorable à la réalisation des libertés, que cette part de citoyenneté doit nous pousser à modifier l'environnement pour éliminer cette menace, donc pour y restituer et réaffirmer la tolérance et la solidarité.**

J'ai dit, plus haut, qu'en terme de méthode d'éducation, les seules possibilités sont la transmission et l'aménagement de marges d'adaptation, ce que traite la **stratégie de l'éducation** du jeune:

1 - Concernant la « transmission »:

1.1 - Dans ce que l'on transmet, figure-t-il le principe de liberté et son indissociable contrainte de respect de celle des autres?

1.2 - Comment assure-t-on la transmission des valeurs qui nous semblent importantes pour les jeunes gens? Par l'explication (faire appel à leurs capacités d'analyse et obtenir ainsi leur libre adhésion)? Par l'exemple (s'impliquer, être congruent)? Par des moyens affectifs (faire appel au sentiment, jouer sur la « corde sensible », marquer les imaginations)?

1.3 - Dans ce que l'on transmet, est-ce qu'on projette sur l'enfant ou l'adolescent nos craintes, remords, regrets, échecs passés, rancœurs, sans ramener à nos cas personnels? Est-ce que l'on tient compte de ses aspirations et de ses compétences réelles, ou au contraire, est-ce que l'on prépare à sa place son projet? Est-ce que l'on attend de lui un rôle qui, au lieu d'être le sien propre, consiste à réparer, compenser une chose qui nous est personnelle?

1.4 – Apprend-t-on les valeurs de solidarité et de tolérance à l'enfant? Ou bien, sous prétexte qu'il faut « lutter » dans la vie ou « ne pas faire de cadeau », est-ce qu'on le pousse à conduire ses projets de manière égoцентриque, dans le mépris et l'oubli de ceux qui sont différents? Comment d'ailleurs concilier à la fois la nécessité de faire valoir ses droits, de se faire respecter, tout en restant solidaire et ouvert aux autres?

1.5 - Comment amener et encourager l'enfant ou l'adolescent à identifier et à valider son propre projet de vie?

Liste non exhaustive...

2 - Concernant l'aménagement de marges d'adaptation:

2.1 - Comment aider le jeune individu à connaître son environnement? Comment lui donner les moyens et les méthodes qui lui permettront de le faire par lui-même (moyens de connaissance)?

2.2 - Comment l'aider à identifier les cas où il doit adapter son projet à l'environnement, et à le faire effectivement (partie 1° du principe d'adaptation)?

2.3 - Comment l'aider à identifier les cas où il doit être amené à agir sur son environnement pour permettre à son projet de vie de progresser, dans les exigences de citoyenneté (partie 2° du principe d'adaptation)?

2.4 - Est-ce qu'on le guide dans l'usage de l'esprit critique, condition fondamentale de la liberté de pensée ([13])? Comment lui apprendre en même temps à respecter les idées et les croyances chez les autres, sans dérision ou critique? Comment d'ailleurs lui faire comprendre que l'on apprend autant sur les choses en incluant le regard que les autres portent sur elles, que sur les choses prises en elles-mêmes (intégrer le sujet connaissant dans le processus de connaissance)?

2.5 - Pour aménager des marges d'adaptation, est-ce qu'on laisse le jeune individu faire toutes ses expériences, quitte à s'exposer au danger, et sans se soucier des leçons à tirer, ou bien, considérant qu'elles ne pourront pas de toute manière être exhaustives, est-ce qu'on lui donne les moyens de raisonner sur des expériences déjà existantes ou face à toute nouvelle situation? Si oui, comment? Comment, de façon générale, « gérer » l'apprentissage non dirigé (**Henri Atlan** [77]) dont il a absolument besoin pour constituer ses marges d'adaptation?

2.6 - Comment lui donner le goût du travail bien fait, de la rigueur? Comment enseigner la façon d'observer les choses et les êtres (tout cela est nécessaire pour qui veut « raisonner juste sur des faits bien établis »)?

Liste non exhaustive...

Voilà, en mon sens, la façon d'aborder la question de l'éducation. Elle ne préjuge pas des convictions individuelles, et concerne toute personne chargée d'éducation: parents, enseignants, famille, amis, collègues, acteurs sociaux... car notre environnement dans son ensemble contribue aussi à nous éduquer. Les questions soulevées dans cette liste, si elles appellent des réponses de principe assez faciles, n'attendent pas des réponses toutes faites quant à leur mise en œuvre: celle-ci relève de l'art, avec la sensibilité, l'intelligence, l'affection des personnes qu'elle implique.

Face à ces questions extrêmement difficiles et délicates, qui de toute façon n'admettent aucune approche naïve, même souscrivant à des effets de modes, on pourra retenir que les aspects a priori opposés de l'éducation, celle réputée « stricte » d'une part, et celle réputée « souple », voire « laxiste » d'autre part, se côtoient et s'alternent dans toute éducation sérieuse et réelle, et qu'aucune solution « pure » ne saurait être réaliste au vu de nos esprits humains, enfermés dans ses représentations cognitives. Je rappelle en effet que l'esprit humain ne peut concevoir la réalité qu'en terme de deux aspects (ou dialectique) qui s'opposent dans un mouvement de va-et-vient dynamique: **d'une part ce qui est constant, d'autre part ce qui évolue**. Cela se ressent donc sur sa conception de l'éducation comme sur celle de toute autre chose de l'univers.

Ainsi, il est certes vrai que, suivant les principes présentés dans cet article et les suggestions issues des résultats de la neuropsychologie, de la biologie et de la pensée systémique, l'être humain a besoin de s'adapter à son environnement moyennant **un apprentissage qui soit en partie dirigé, mais aussi non dirigé**, avec ouverture sur l'extérieur. Henri Atlan a proposé dans [77] le « mécanisme » de cet apprentissage en s'appuyant sur la théorie de complexité par le bruit. Ainsi une éducation trop fermée, trop stricte, crispée sur des valeurs figées ainsi que sur une certaine crainte de l'inconnu, ne peut pas être source de variété, donc de marge d'adaptation chez l'individu.

A l'opposé, il est tout aussi vrai qu'il faut également doter l'individu d'un cadre, d'une référence à laquelle il pourra ramener et juger les interactions qu'il connaîtra avec l'environnement, non pas dans le but de figer celles-ci, mais afin de progresser, d'apporter des éléments favorables à son adaptation et à la réalisation de son projet ainsi de celui des autres. Quitte, justement, à devoir modifier ce cadre au fur et à mesure (**retour d'expérience**). En outre, il faut aussi se doter des moyens pour se connaître soi-même, les frontières qui délimitent notre domaine de liberté, afin de tirer de celle-ci la part la plus fructueuse pour notre projet, signe de notre gratuité, la valeur selon laquelle « le but de la vie est la vie ». De sorte qu'une éducation fondée sur un laisser-faire absolu, par phénomène de mode, par abandon de l'autorité, par pure démagogie, n'apprend pas à apprendre, ni les choses ni soi-même. Ce n'est pas rendre service à l'individu.

Respecter l'individu, lui donner les moyens qui lui permettront de s'ouvrir sur le monde et de se connaître lui-même, lui montrer et lui expliquer son domaine de liberté, le rendre apte à se doter d'un projet de vie et de le conduire, bref lui donner les moyens d'exprimer sa gratuité d'être dans le respect de celle des autres, forment à mon sens la véritable éducation.

Il faut absolument éviter de projeter sur le jeune individu nos propres ressentiments, nos expériences estimées malheureuses, nos espérances déçues, nos ambitions personnelles, nos craintes de l'avenir ou de la société.

Rien n'est plus contraire à l'intelligence et à l'esprit rationnel que la crainte. La crainte pousse à l'intolérance, elle ne permet pas à l'homme de donner le meilleur de lui-même. Elle revêt deux apparences qui semblent de prime abord opposées :

- celle qui consiste à rejeter l'inconnu, l'extérieur (éducation stricte);

- celle qui, au contraire, par peur d'être rejeté soi-même, consiste à se fondre dans le monde mouvant et insensé de la mode ambiante, de la fuite en avant (éducation dite « moderne »).

Dans tous les cas, il s'agit d'un **rejet de soi-même**.

Un rejet de soi-même qui, paradoxalement, procède bien souvent d'un sentiment d'orgueil. Car il s'agit bien d'orgueil lorsque l'on souhaite paraître si parfait par rapport à son environnement que l'on en vient à nier ses propres engagements, à se détourner du projet qui, pourtant, était le seul moyen de signifier notre existence au sein de l'environnement, voire de l'enrichir de notre apport. Le courage d'être soi-même, de ne pas chercher à plaire au regard des autres au point de disparaître devant eux, et dans la mesure où cela ne fait aucun tort à la dignité et à la liberté d'autrui, c'est-à-dire à sa faculté de mener lui aussi librement son projet, ce courage donc est signe d'une grande spiritualité et d'une grande humilité constructive. Que les gens apprennent donc d'abord à se définir et à mener leurs propres projets de vie, au lieu de chercher à détourner les autres des leurs! Et pour cela, qu'ils apprennent à se connaître eux-mêmes.

Car s'il est vrai que, par recherche de l'objectivité, on doit se limiter à juger l'homme sur ses actes, il est tout aussi vrai, toujours par cette même recherche, qu'il faut également replacer les actes dans leurs contextes et leurs sources, ne serait-ce que par nécessité pragmatique d'en prévenir ou d'en maîtriser la réapparition. Cette approche rationnelle des choses et des êtres basée sur ces deux registres permet à l'individu de traiter avec **intelligence et sérénité** la pression de son milieu (comme les réactions d'autrui ou le regard des autres), au lieu d'y répondre de manière « viscérale » ou de se laisser balloter par lui. C'est un devoir de l'éducation que de l'apprendre.

Ainsi, dans une situation où sont mis en balance des opinions, des jugements, des critiques, et de façon générale où les résultats de l'expérience ne permettent pas de trancher franchement une question, l'attitude rationnelle consiste aussi à considérer les raisons qui motivent le point de vue de l'autre ce qu'il exprime, plutôt que s'attacher uniquement à ce qu'il exprime. Car dans ces circonstances, on parle plus souvent de soi-même que des choses dont on parle. Le principe d'objectivité pose la réalité des choses suivant un critère de communication fondé sur l'invariance de ces choses; il inclut non seulement les objets ou

phénomènes matériels, mais aussi la façon d'interpréter ces choses, qu'elles nous soient extérieures ou intérieures. Alors, prendre en compte ce qui motive l'homme dans ce qu'il perçoit, dit ou fait, joint au critère de réalité des choses, donnera une connaissance qui renseigne sur l'interaction entre les choses et le processus de leur connaissance.

L'éducation, ça consiste alors aussi à apprendre à considérer le sujet connaissant, y compris soi-même, dans ses rapports avec les choses et les êtres. Comment alors arriver dans ce cas à l'intolérance ou à un conflit généré par la chose qui est dite (alors que trop souvent on voit s'affronter ou s'émouvoir de manière excessive les individus pour des mots)? A chaque instant, c'est au sujet connaissant que je ramène la chose dite ou faite, et donc je la relativise au sein d'une réalité où elle n'apparaît plus que comme un produit d'une autre réalité, le sujet. La compréhension qui en résulte procure alors le **recul et la sérénité**, mais il faut **beaucoup d'humilité** pour franchir ce pas: il faut taire les passions, celles qui poussent à ramener à soi-même, à notre ego, les propos d'autrui. **Observer le regard de l'autre qui observe, c'est détourner son regard de nous-mêmes**, c'est le considérer pour lui-même, dans sa gratuité, c'est le replacer dans une réalité plus large.

Faire comprendre à l'individu et l'inviter à mettre en pratique ces considérations, c'est aussi le rôle d'une éducation qui le prépare à traverser la vie avec une certaine sérénité et force intérieure.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 - Claude Bernard : introduction à l'étude de la médecine expérimentale - 1865, éd. Garnier-Flammarion 1966
- 8 - Karl Popper : la logique de la découverte scientifique - 1959, trad. française N. Thyssen-Rutten et P. Devaux, Payot 1984
- 9 - Robert Oppenheimer : la science et le bon sens -
- 10 - J.L. Lemoigne : la théorie du système général -
- 26 - P.R. Bize, P. Goguelin : l'équilibre du corps et de la pensée - CEPL 1971
- 29 - Max Born : structure atomique de la matière - Armand Colin 1971
- 34 - F. Le Gallou, B. Bouchon-Meunier : systémique: théorie et applications - Tecdoc Paris 1992
- 39 - Bernadette Bensaude-Vincent : Langevin, science et vigilance - Belin 1987
- 40 - Michel Cofsaftis : comportement et contrôle des systèmes complexes - Diderot éd. 1997
- 41 - Ilya Prigogine, Dilip Kondepudi : thermodynamique: des moteurs thermiques aux structures dissipatives - éd. Odile Jacob, 1999
- 42 - Bernard Guerrien, Bertrand Nezeys : microéconomie et calcul économique - Economica 1987
- 43 - Ilya Prigogine : les lois du chaos - Flammarion 1994
- 44 - Pierre Bergé, Yves Pomeau, Christian Vidal : l'ordre dans le chaos - Hermann 1998
- 45 - C. Kepner, B. Tregoe : le nouveau manager rationnel - Interéditions, Paris 1985
- 77 - Henri Atlan : entre le cristal et la fumée - Seuil 1979

04 – Méthode expérimentale : systèmes complexes et finalités

SOMMAIRE

- [principe d'objectivité et systèmes finalisés](#)
- [différents aspects d'un système complexe](#)
- [méthode expérimentale des systèmes complexes](#)
- [précepte de pertinence](#)
- [précepte de globalisme](#)
- [précepte téléologique](#)
- [précepte de l'agrégativité](#)

- [du principe d'objectivité au paradigme systémique](#)
- [imprécisions et perturbations, sources du précepte de pertinence](#)
- [perturbations et imprécisions : exemple du thermostat](#)
- [conséquence : précepte de pertinence](#)
- [exemple : grenouilles sur un nénuphar](#)
- [effet d'échelles et complexité](#)
- [le continu et le discret](#)
- [apport de variété](#)
- [sept fonctions fondamentales du système](#)
- [émergence dans un système](#)

Le principe d'objectivité interdit-il les systèmes finalisés?

J'ai introduit à partir du principe d'objectivité la contingence comme une donnée fondamentale et ultime de tout système: aucune évolution ne s'explique par une finalité qui consiste à être seulement observable par un observateur privilégié. Toutefois la contingence n'empêche pas les systèmes d'évoluer en fonction d'une finalité qui leur soit propre, résultat de leur histoire ou des effets de leur environnement, pourvu qu'elle ne se justifie pas par des causes premières centrées sur un observateur privilégié: elles doivent rester objectives.

Exemple:

Une entreprise industrielle évolue selon les contraintes de son environnement (le marché, les réglementations, les conditions sociales, le contexte politique, ...) et a une finalité (par exemple, faire du profit...). Si c'est un système intelligent, son évolution mettra en jeu, exploitera les interactions qui existent entre la finalité et les contraintes de l'environnement pour qu'il y ait un bénéfice commun. De manière immédiate, la finalité de l'entreprise trouve sa source dans l'initiative d'un ou de plusieurs acteurs particuliers (propriétaires de l'entreprise, parties prenantes, fondateurs,...) et semble donc n'être comprise que par, ou pour, des observateurs privilégiés. Par contre, de manière moins immédiate, la source de la finalité est à son tour l'aboutissement de causes situées dans le temps (les processus antérieurs) et dans la structure (les propriétés et les éléments internes à l'entreprise, tels son organisation, ses hommes, ses moyens industriels...). Or l'exigence du principe d'objectivité est que, lorsque l'on remonte, dans le temps comme dans la structure, à des causes de plus en plus situées en amont du système observé, elles soient décrites en faisant de moins en moins référence à sa finalité, donc sans référence à un observateur privilégié. C'est par exemple le cas où l'entreprise s'est développée grâce à la proximité d'une grande ville, laquelle existe pour d'autres raisons que celle d'aider l'entreprise, même si par la suite la ville bénéficie à son tour de l'activité de cette entreprise. Bien sûr on m'objectera qu'il existe une infinité de cas où un produit, un microprocesseur par exemple, existe pour être utilisé par d'autres systèmes pour des projets finalisés (la raison d'être du microprocesseur est de faire fonctionner un ordinateur): on ne peut pas d'ailleurs les comprendre autrement. Mais même dans ces cas la finalité qui explique la raison d'être du produit est l'aboutissement de causes qui sont d'autant plus indépendantes de cette finalité qu'elles sont situées en amont. On sait que la finalité du microprocesseur est subordonnée à celle qui consiste à réaliser un ordinateur; par contre il est absurde de penser que le silicium qui le compose, pas plus que les découvertes de la microélectronique, existent dans l'intention de créer cet objet précis bien qu'ils soient dans sa chaîne de causalité. A l'occasion de ces propos, on peut au passage établir un critère selon lequel un objet est ou bien artificiel, un « artefact » ([4]), ou bien naturel. Pour l'artefact on trouve une chaîne de causes très longue qui mettent en jeu des événements ou des systèmes dont la raison d'être est perçue comme liée à la finalité de l'objet: dans cette chaîne la rencontre entre systèmes qui crée l'événement n'est pas fortuite.

Les différents aspects sous lesquels on peut percevoir un système complexe

Un **système complexe** ne pourra alors être compris de manière objective que si sa description:

- prend en compte sa finalité immédiate, c'est-à-dire ses données de sortie, sa **fonction**;
- prend en compte les interactions avec ses **environnements**, qui le rendent plus ou moins **stable ou évolutif**;
- identifie les sources de la finalité dans des causes situées dans **l'histoire et la structure** du système, par application du principe d'objectivité partie « B » (**pas de causes premières centrées sur la finalité telle qu'elle est manifestée à l'échelle du système**).

Ces critères correspondent à la « trialectique » des systèmes (cf. l'ouvrage de référence de Lemoigne [10]) selon laquelle l'étude d'un système complexe met en vis-à-vis les échelles de temps sur lesquels l'observateur perçoit son évolution et l'aspect sous lequel il exprime son évolution: actif, stable ou évolutif pour les échelles de temps d'observation, fonctionnel (la finalité), organique (structure) et génétique (historique des causes) pour l'expression de son évolution. La **fonction** (ou finalité, exprimée par les données de sortie du système), la **structure** et l'**histoire** du système sont perçues par l'observateur selon trois modes liés à l'échelle de temps:

- **actif**: la fonction est perçue lors de l'action, c'est-à-dire par les données de sortie immédiates du système,
- **stable**: la structure nécessite une stabilité suffisante pour être identifiée et reconnue identique à elle-même,
- **évolutif**: l'évolution du système est compréhensible en fonction de son histoire, de sa « génétique ».

La figure 4 illustre cette approche trialectique.

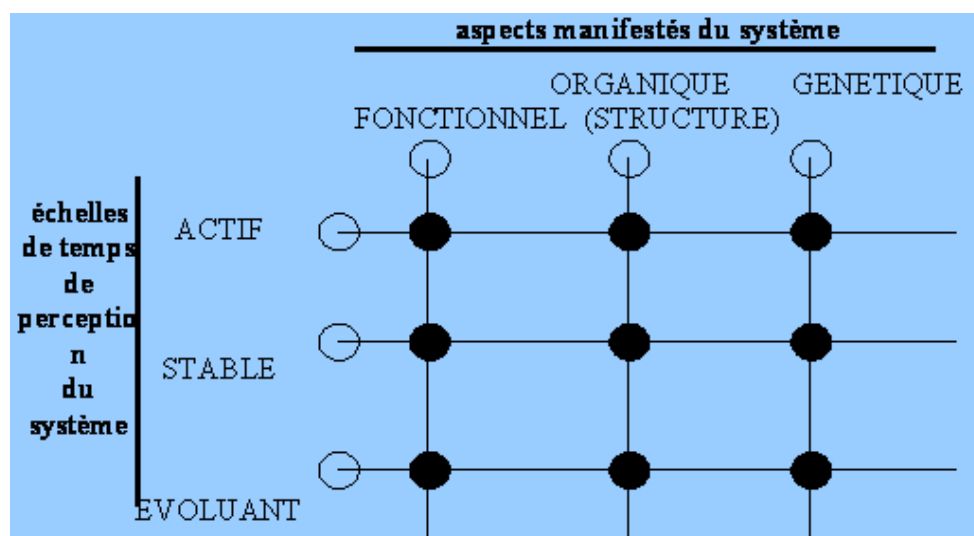


figure 4 - perceptions dans le temps des aspects du système complexe

La figure 4 montre neuf cas de perceptions du système; voyons-en quelques uns:

- le système est perçu comme évolutif au niveau de sa fonction: l'observateur aura alors du mal à identifier une finalité stable, une donnée invariante du système; exemple: une personne qui change de projet tout le temps;
- le système est perçu comme stable au niveau de sa structure: l'observateur aura du mal à identifier une finalité, une fonction propre au système; celui-ci paraît inerte, inanimé, comme un rocher qui subit passivement son environnement, l'érosion;

- le système est perçu comme actif au niveau de sa structure: l'observateur voit comme données de sortie les effets du changement de l'organisation du système, mais ne sait pas à la limite dans quel but; exemple: celui d'une entreprise qui modifie son organisation sans que les raisons (le but) apparaissent clairement.
- etc...

Il est clair que si l'observateur change son échelle de temps d'observation, les aspects sous lesquels il comprend le système peuvent changer: un phénomène peut paraître instable au niveau de sa structure et sans finalité sur une durée d'observation brève, et présenter par contre un ordre, une tendance de son évolution vers une finalité qui se précise peu à peu sur une échelle de temps étendue. Etre conscient de cela lorsque l'on cherche à expliquer ou à interpréter des informations est d'une importance capitale pour la démarche rationnelle et l'esprit critique: ***toujours préciser les circonstances de ses observations ou de ses explications, et toujours s'assurer que c'est ainsi pour celles que l'on reçoit*** (par les médias, les opinions, les discours, etc.).

Méthode expérimentale pour les systèmes complexes

On a affaire à un système complexe lorsque les difficultés suivantes apparaissent simultanément:

- **Environnement.** Le système observé est indissociable de son environnement: il introduit des conditions dans l'environnement qui influencent l'évolution de ce dernier, et il reçoit de la part de l'environnement des conditions qui influencent sa propre évolution. Chaque système doit être vu comme faisant partie d'un tout qui l'influence et auquel il participe. Auquel cas il faut considérer les systèmes suivant des critères différents de ceux de l'analyse strictement cartésienne.

- **Non séparabilité.** Les structures et les processus internes au système sont difficilement isolables pour mettre en évidence les données invariantes qui sous-tendent leurs évolutions, car il existe entre eux des liens d'interdépendance et de rétroaction. Les données de sortie de chaque composant du système alimentent ses propres données d'entrée, tout en agissant sur les autres composants. De sorte que chaque composant fait partie de l'environnement des autres.

- **Effets d'échelles.** Les structures internes au système se répartissent sur des échelles d'espace et de temps sur une gamme allant de l'échelle du système à celle de ses plus petites structures. Les effets ressentis au niveau du système résultent de la contribution de toutes ses échelles, et réciproquement, les influencent.

- **Non linéarité.** Le système n'a pas un comportement linéaire, et ceci à tous les niveaux d'échelles. Cela signifie, par exemple, que les effets ne sont pas proportionnels à leurs causes: le comportement d'un système sous l'effet d'une cause contribue à cette cause. Cela est une conséquence des critères précédents, mais la réciproque n'est pas toujours vraie: un phénomène non linéaire n'est pas forcément le signe d'un système complexe ([14]).

Lorsque ces conditions sont réunies, la connaissance du système ne s'obtient pas en décomposant l'ensemble en parties indépendantes puisque la propriété du tout n'est pas l'addition des propriétés de chaque partie. Elle est foncièrement différente de celles-ci: on dit que c'est une propriété émergente, ou **émergence**. En effet, comme je l'ai indiqué, la donnée invariante de chaque système en interaction avec d'autres au sein du même environnement ne doit plus être représentée seulement comme un caractère fixe et propre du système ; elle doit aussi tenir compte des échanges qui rendent les systèmes interdépendants.

Les quatre principes des systèmes complexes (ou paradigme systémique) :

Selon moi, tout l'esprit de la méthode expérimentale appliquée aux systèmes complexes peut être résumé comme ci-après (J. L. Lemoigne [10]):

- Avec la théorie des systèmes complexes, il s'agit de « *percevoir désormais l'objet à connaître comme une partie insérée, immergée, active, dans un plus grand tout, un environnement, et faire de l'intelligence de cet environnement la condition de notre connaissance de l'objet.* »

- « *L'ouverture sur l'environnement engendre l'ouverture sur le champ des finalités et réciproquement.* » (**René Thom**, cité dans [10]).

- Il en résulte que la méthode rationnelle peut être toujours employée dans son esprit à la connaissance et à la prévision des choses et des faits relevant des systèmes complexes: « *Il est possible d'être parfaitement rationnel sans être astreint au seul modèle causaliste pour connaître le monde* » [10]. En effet, comme je l'ai illustré, le causalisme stricte peut s'appliquer aux systèmes isolés, il en est même une condition de donnée invariante; par contre, à lui tout seul, il est inopérant pour comprendre les fonctions et les évolutions d'un système complexe, par nature lié à son environnement.

- Alors: « *Nous ne cesserons pas d'être rationnels parce que nous considérons d'autres hypothèses sur les fins (...). A l'explication cause-effet, l'intelligence substitue alors, par une féconde généralisation, l'interprétation (ou la compréhension) comportement-finalité.* » [10]. A noter ici l'importance du vocabulaire employé: ce qui est possible d'**expliquer** pour un **système isolé** à l'aide de **relations de cause à effet**, devient seulement une possibilité d'**interpréter** pour un **système complexe** à l'aide de **relations entre un comportement et une finalité**. Ce qui signifie que la prétendue possibilité de connaître le réel par une représentation qui lui soit fidèle ne devient plus, pour les systèmes complexes, qu'une possibilité de l'interpréter. C'est donc au prix d'une importance plus grande accordée à l'approche positiviste que la méthode expérimentale pénètre dans le domaine de la complexité.

- Naturellement, le concept de but en vertu duquel peut être étudié un système complexe, doit être dépourvu de la notion de **nécessité** pour conserver un caractère rationnel, c'est-à-dire conforme au principe d'objectivité (partie « B »: pas d'observateur privilégié). On considère l'objet par ce en quoi il participe à autre chose, sans pour autant lui conférer une notion de nécessité au sens métaphysique. Comme le dit A. Koestler [33]: « *C'est faire preuve de bien peu d'imagination que de croire que le concept de but doive être forcément associé à quelque déité anthropomorphe.* » Et il se trouve que, si l'on veut introduire une notion de « déité », celle-ci n'est pas anthropomorphe dans la mesure où l'on admet qu'elle est à la base de l'existence du principe d'objectivité, supposé universel.

L'état d'esprit ainsi esquissé pour la connaissance des systèmes complexes est rassemblé dans les quatre préceptes du **paradigme systémique** (cf. [10]):

Précepte de pertinence :

Convenir que tout objet que nous considérons se définit par rapport aux **intentions** implicites et explicites du modélisateur. Ne jamais s'interdire de mettre en doute cette définition si, nos intentions se modifiant, la perception que nous avons de cet objet se modifie.

COMMENTAIRES:

J'ai souligné plusieurs fois que l'aspect sous lequel on considère un objet dépend des

propriétés que l'on a choisies de négliger pour ne retenir qu'une donnée invariante. Pour un système complexe, ce choix est souvent influencé par l'intention de l'observateur (son centre d'intérêt) puisque, comme on l'a vu plus haut, l'objet observé n'apparaît plus dans sa réalité pure.

En outre, le précepte de pertinence souligne qu'il est nécessaire de se demander quelle intention se dissimule derrière une idée ou une théorie, présentées comme des vérités absolues; en cela il contribue très fortement à l'esprit critique.

Précepte du globalisme :

Considérer toujours l'objet à connaître comme une partie immergée et active au sein d'un tout (environnement). Le percevoir d'abord globalement, dans ses relations fonctionnelles avec son environnement sans se soucier outre mesure d'établir une image fidèle de sa structure interne, dont l'existence et l'unicité ne seront jamais tenues pour définitivement acquises.

COMMENTAIRES:

J'ai souvent insisté sur le fait que l'interaction entre l'objet et son environnement est si complexe qu'il est difficile de dégager un nombre très restreint de propriétés pouvant décrire le système, et que, par conséquent il faut le considérer indissociable de son environnement.

De plus, et selon mon opinion, ces deux préceptes de pertinence et de globalisme apportent un argument épistémologique à l'idée que j'ai présentée et qui met en avant la nécessité de reconnaître et respecter la gratuité de chacun. En effet, nous ne percevons et utilisons les choses et les êtres qu'au travers du filtre de nos intentions, et pour les considérer de manière objective il faut corriger nos données et nos actions des effets de ce filtre. C'est alors que nous considérerons que les choses et les êtres existent, évoluent et ont leur utilité au sein d'un environnement par rapport auquel ils cherchent un équilibre, et qui ne correspond pas forcément à l'environnement que nous leur imposons par nos intentions.

Précepte téléologique :

Interpréter l'objet non pas en lui-même, mais par son comportement, sans chercher à expliquer *a priori* ce comportement par quelque loi impliquée dans une éventuelle structure. Comprendre en revanche ce comportement et les ressources qu'il mobilise par rapport aux projets que, librement, le modélisateur attribue à l'objet. Tenir l'identification de ces hypothétiques projets pour un acte rationnel de l'intelligence et convenir que leur démonstration sera bien rarement possible.

Précepte de l'agrégativité :

Convenir que toute représentation est partisane, non pas par oubli du modélisateur, mais délibérément. Chercher en conséquence quelques recettes susceptibles de guider la sélection d'agrégats tenus pour pertinents et exclure l'illusoire objectivité d'un recensement exhaustif des éléments à considérer.

COMMENTAIRES:

1°) Ce précepte correspond au principe de négligeabilité des données au profit de la mise en avant de données invariantes du système, et renvoie au précepte de pertinence.

2°) Le précepte d'agrégativité a été particulièrement bien pris en compte et formalisé dans le formalisme standard de la physique quantique: toute observation est un filtrage sur les états possibles d'un système subatomique relativement à la grandeur physique que l'on veut mesurer.

3°) Le précepte d'agrégativité ne contredit pas l'énoncé « B » du principe d'objectivité. Bien au contraire, il en est une condition nécessaire pour qu'il soit applicable à la modélisation rationnelle des systèmes complexes. En effet, bien que, selon ce précepte, les interprétations d'un système soient partisans, elles sont communicables et transposables entre observateurs dès lors que l'on prenne conscience de la manière dont les données représentatives (agrégats) ont été choisies. C'est la raison pour laquelle ***aucune idée, aucune théorie ou aucune modélisation du réel ne peut prétendre avoir un caractère rationnel si on ne l'accompagne pas des hypothèses et des critères de choix qui ont conduit à retenir telles données plutôt que telles autres.*** Ce qui incite là encore à l'esprit critique.



Jean-Louis Lemoigne

Du principe d'objectivité aux quatre préceptes du paradigme systémique :

Dans les paragraphes qui suivent j'examine de manière simple, et à l'aide d'exemples, la façon dont le principe d'objectivité conduit aux quatre préceptes systémiques lorsqu'il s'applique aux systèmes complexes.

Imprécisions et perturbations: sources du précepte de pertinence

Le principe d'objectivité pose la possibilité d'affirmer pour tout objet la permanence de l'une de ses formes sur un domaine de durée et d'espace. Ici, le mot « forme » désigne tout concept accessible directement ou indirectement à la mesure ou à nos sens, tels que: propriété physique, structure, organisation, évolution, programme, information, etc., c'est-à-dire « quelque chose » telle que:

- son évolution, ou au contraire sa permanence, entraînent l'évolution ou la permanence d'autres choses accessibles à la mesure ou à l'observation (partie « A » du principe d'objectivité);
- sa présence peut être perçue comme suffisamment stable sur un domaine d'échelles d'espace et de temps, donc communicable entre observateurs sur ce domaine (partie « B » du principe d'objectivité).

A partir de cela, comment s'introduisent les quatre préceptes de l'étude des systèmes complexes?

Tout modèle d'un système complexe doit intégrer la part d'ignorance que nous en avons

Ce qui est objectif, dans le principe d'objectivité, n'est pas forcément la « réalité en soi » de chaque chose, mais est assurément lié au fait que la connaissance qu'on en a prenne en compte les interactions introduites par le processus d'observation, et les propriétés et données inévitablement ignorées, inconnues ou négligées.

On remarque à ce propos que, dès que l'observateur intègre dans ses modèles l'ignorance qu'il a sur un système complexe, c'est-à-dire disposant d'un important degré de

liberté, il doit ajouter aux constantes fondamentales de la nature la **constante de Boltzmann** « **k** » qui intervient dans la fonction qui traduit cette ignorance, la fonction **entropie**. Toutes ces constantes traduisent une limitation de principe. C'est ce qu'indique, par exemple, le physicien **G. Cohen-Tannoudji** (cf. [7]): « *Les concepts physiques ne sont plus censés décrire directement la réalité objective, indépendante du sujet, mais seulement des phénomènes, c'est-à-dire des aspects ou des moments de la réalité en tant que placée dans des conditions d'observation aussi bien déterminées que possible, tandis que l'information devient, après la longueur, le temps et la masse, une quatrième grandeur fondamentale. Bien évidemment, cette modification du statut des concepts ne suppose aucun renoncement à l'hypothèse de l'existence d'une réalité objective indépendante du sujet, l'hypothèse fondatrice de toute l'entreprise scientifique; mais pour accéder à l'objectif, il faut savoir faire la part du subjectif (...) Tel est le rôle fondamental que jouent les constantes universelles: les limitations qu'elles traduisent sont des limitations de principe qui s'imposent à tout sujet connaissant. C'est en ce sens qu'elles sont objectives.* »



Ludwig Boltzmann (1844-1906)

Perturbations et imprécisions: exemple du thermostat

Je reviens au principe d'objectivité. Affirmer la permanence d'une forme d'objet dans un domaine d'espace et de temps revient à dire que dans ce domaine toute perturbation de la forme laisse celle-ci inchangée.

Or une perturbation s'accompagne d'un flux de matière, d'énergie ou d'information. Si elle laisse la forme inchangée c'est que le système est capable, dans le domaine d'espace et de durée considéré, d'assurer un bilan nul relatif aux propriétés observées du système sous l'action des flux entrants et des flux sortants. Cependant le bilan est apprécié comme étant nul avec une certaine **précision** qui ne peut jamais être infinie: elle est au moins de l'ordre des perturbations apportées par l'observation.

L'exemple du **thermostat** peut illustrer ces propos assez difficiles car généraux relatifs aux systèmes complexes. Ce système permet de réaliser, avec une certaine précision, un programme de température déroulé dans le temps. Le programme est une suite d'informations sur les valeurs attendues de la température pour différentes plages horaires, telle que celui représenté à la figure 5(a). Il n'est jamais parfaitement réalisé: les valeurs effectivement réalisées de la température ne sont pas toutes sur la courbe théorique des valeurs programmées. L'écart est dû aux perturbations, qui sont de nature aléatoire. Le système thermostat (figure 5(b)) a pour fonction d'assurer la **commande** qui permet d'obtenir les valeurs réalisées de la température les plus proches possible des valeurs programmées dans les tolérances de la précision requise. Pour assurer cette commande, le système exécute une **comparaison** des flux entrants, représentés par les valeurs programmées et les perturbations,

avec les flux sortants, représentés par les valeurs réalisées. Si la comparaison montre, à un instant donné, un excès (respectivement un défaut) de la valeur réalisée par rapport à la valeur programmée de la température, il va corriger la valeur programmée de manière à diminuer (respectivement augmenter) la valeur réalisée à l'instant immédiatement suivant. Cette correction est une information ré-injectée à l'entrée du système. Au final, les valeurs réalisées correspondent aux valeurs programmées dans les limites de la précision demandée, celle-ci étant au moins due aux perturbations apportées par le processus de mesure de la température à chaque instant. Ainsi, la commande assurée par le système conduit à un bilan nul des effets des perturbations sur les valeurs programmées à la valeur près de la précision requise.

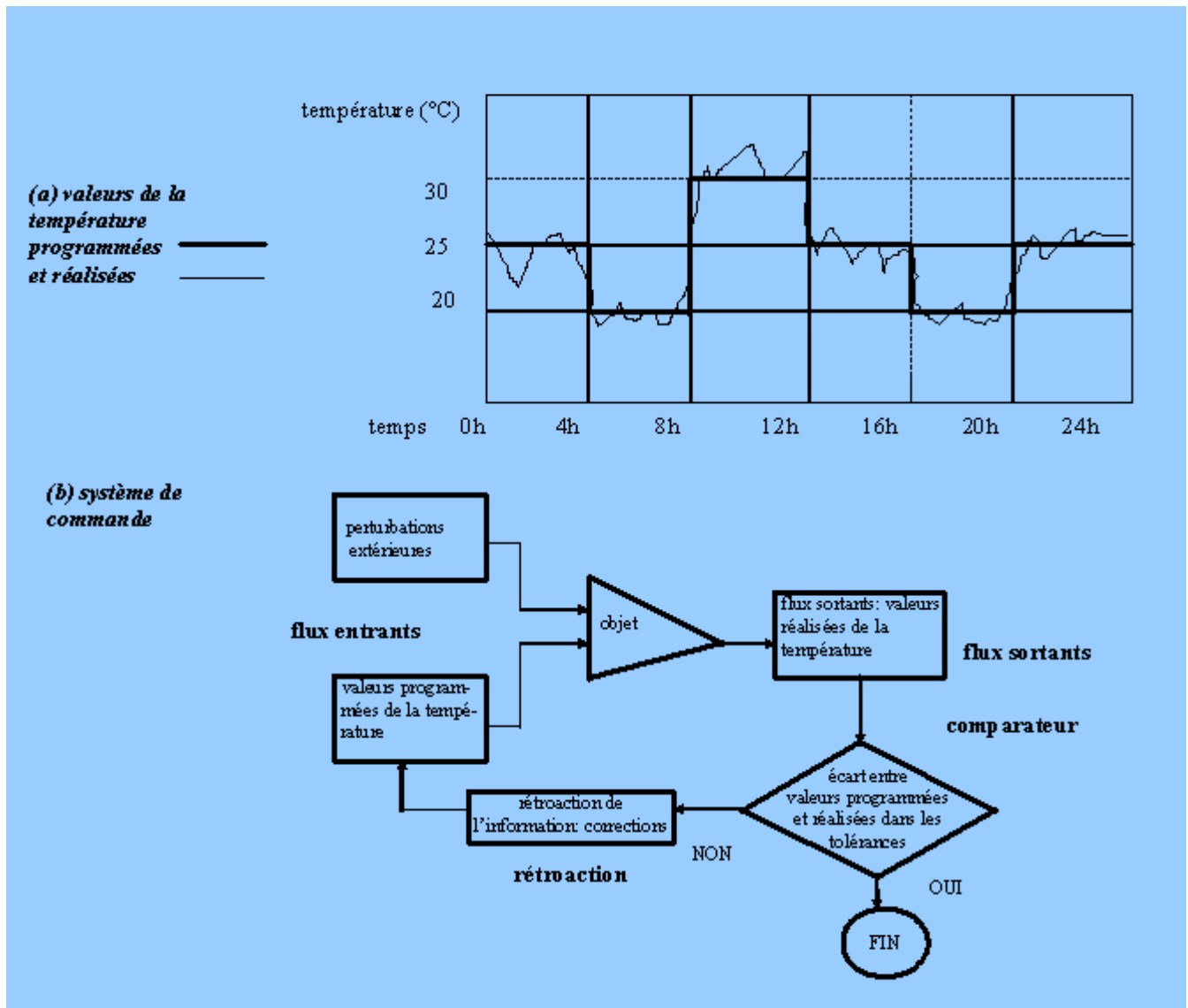


figure 5 - Exemple de système commandé: thermostat

Conséquence: précepte de pertinence

Voyons maintenant ce que peuvent impliquer d'une part l'existence d'une précision jamais infinie et, d'autre part, l'existence de flux de perturbations.

Le fait que le bilan soit apprécié avec une certaine précision qui ne peut jamais être infinie implique que la conservation de l'objet, ou plus exactement de la forme considérée de l'objet, ne puisse être perçue que pour des échelles de durée, d'espace et de forme plus grandes que la précision requise. Fixer cette précision revient donc à définir le degré de finesse

avec lequel on s'intéresse à la permanence de l'objet. Or ce choix est nécessairement lié à l'utilisation de l'objet que s'est prédéfinie l'observateur et qui motive son observation. Cette situation correspond bien au précepte de pertinence défini plus haut.

Conséquence de la prise en compte de l'environnement: précepte de globalisme

Le fait qu'il existe des flux de perturbations agissant sur l'évolution de la forme considérée de l'objet implique l'existence d'un environnement d'où ils proviennent. Je précise ici deux points:

- Une perturbation doit toujours être considérée relativement à la forme de l'objet à laquelle on s'intéresse. Elle représente tout ce qui n'est pas prévu ou déterminé par le programme interne du système; ce peut être la rencontre du système avec un phénomène de nature étrangère à la forme à laquelle s'intéresse l'observateur. Une perturbation ne doit pas être jugée comme étant forcément négative. Par exemple, lors d'un parcours de rafting, préparé à l'avance par l'équipe, les rochers qui émergent de l'eau, les remous, ou les branches situées en travers de la rivière sont autant de perturbations de la « forme » (ici le trajet programmé); ils ne pouvaient pas être prévus à l'échelle de précision du projet, mais demandent un réajustement des manoeuvres à chaque instant, ce qui fait d'ailleurs l'intérêt de ce sport de vives eaux.

- L'environnement qui apporte les perturbations du système doit toujours, lui aussi, être considéré par rapport à la forme de l'objet à laquelle on s'intéresse. Ce qui est un environnement pour telle propriété de l'objet cesse de l'être pour d'autres. Par exemple, le vent a une action sur le mouvement d'un voilier, et donc est un environnement pour la trajectoire de celui-ci, mais par contre n'a aucun effet sur la couleur de sa coque.

Ceci dit, afin de conserver sa forme sur le domaine de durée et d'espace sur lequel elle a une certaine permanence, le système doit pouvoir restituer à son environnement des flux d'informations, d'énergie ou de matière formant réponses aux perturbations qu'il a apportées. Pour observer ou modéliser la permanence de la forme considérée du système, on doit donc s'intéresser aux relations entre ce dernier et son environnement. Ces relations sont appelées **comportements** ou **fonctions** du système. Elles se décrivent par des flux entrants et sortants du système au sein de son environnement. C'est le précepte de globalisme.

Les effets de l'observation ou de la mesure sur le système: précepte d'agrégativité

En particulier, le processus d'observation ou de mesure d'une propriété sélectionnée du système apporte inévitablement des perturbations sur celle-ci et sur d'autres propriétés. Il s'accompagne en effet de flux d'informations, d'énergie ou de matière qui interagissent avec le système. Cette situation fait que l'observateur, ou plus exactement le système d'observation, appartient lui aussi à l'environnement du système étudié lorsque celui-ci est observé.

Par conséquent il faut évaluer la précision avec laquelle la permanence du système peut être constatée: la perturbation introduite par l'observation reste compatible avec la permanence du système, pour une propriété donnée, si ses effets sur le système sont plus petits que la précision avec laquelle on veut affirmer cette permanence. Comme je l'avais déjà dit plus haut, un résultat expérimental non accompagné de cette information n'est pas scientifiquement recevable. En outre, très souvent, la précision avec laquelle on peut affirmer la permanence du système observé est inconnue par avance ou dépend de la loi de comportement du phénomène observé que l'on cherche à établir: ce « cercle vicieux » est l'un des problèmes majeurs de la méthode expérimentale et nécessite, pour être résolu, de se ramener à des phénomènes connus, si possible étrangers au phénomène auquel on s'intéresse ([15]).

Dans bien des cas, si les perturbations apportées par l'observation sont compatibles avec la permanence du système pour la propriété à laquelle on s'intéresse et pour une

précision donnée, il n'en est pas de même pour d'autres propriétés du système auxquelles l'observation ne s'intéresse pas. Par exemple, supposons que je cherche à déterminer la température à laquelle l'eau dans une casserole bout à trois mille mètres d'altitude. Pour cela j'utilise une source de chaleur, un réchaud de camping par exemple qui, avec la pression atmosphérique régnant à cette altitude, forme l'environnement du système. Muni d'un baromètre et d'un thermomètre placé juste au-dessus de l'eau bouillante, j'établis la relation entre la pression et la température d'ébullition car je suppose que les autres propriétés, quoique fortement perturbées par l'expérience, n'ont pas d'effet. En particulier, la chaleur apportée à la casserole modifie ses dimensions par le phénomène de dilatation thermique des matériaux et je savais, grâce à des expériences antérieures, que les dimensions géométriques d'un récipient n'ont pas d'influence sur les lois de l'ébullition tout en étant perturbées par la chaleur.

Ceci illustre que l'observation d'un système porte sur des comportements sélectionnés de manière à ce que, dans les limites de précision requise, leurs permanences soient assurées. Or, très souvent, cela n'est possible que lorsque un grand nombre d'autres comportements sont fortement perturbés par le processus d'observation. On ne peut pas mettre en évidence par voie expérimentale de manière simultanée la permanence de toutes les propriétés du système. On peut seulement sélectionner quelques agrégats.

Le projet du système en tant que maintien d'une certaine permanence: précepte de téléologie

J'ai indiqué plusieurs fois que l'on ne peut comprendre l'évolution d'un système qu'en terme de propriétés devant rester inchangées, et que j'ai appelées « données invariantes ». Lorsqu'un programme semble être à la base de l'évolution du système, l'application du principe d'objectivité conduit à estimer qu'il n'est pas à comprendre selon un projet final métaphysique, mais suivant un projet destiné à assurer sa permanence au sein d'un environnement avec lequel il interagit. Le mot « programme » est à prendre ici dans son sens le plus large et non pas comme un programme informatique: il désigne tout ce qui, dans un système, prédéfinit un comportement selon un objectif donné, interne au système, et qu'il est souvent difficile de connaître. La mise en oeuvre du « programme » définit un projet.

Quels que soit le « programme » et l'aspect de l'objectif qu'il permet de poursuivre, on admet qu'ils reposent de façon fondamentale sur l'objectif de maintien de la permanence de quelques données invariantes. Le système doit être considéré comme ayant des comportements, des fonctions visant à établir et à assurer sa permanence au sein de son environnement, relativement à certaines propriétés. L'évolution du système, sous l'effet de ses actions internes et des actions de son environnement, traduit le changement d'autres propriétés nécessaire au maintien de cette permanence, dans un domaine de durée, d'espace et de précision donné. La forme pour laquelle la permanence est assurée, ainsi que toutes les évolutions compatibles avec elle, constitue le **projet** ou la **finalité** du système. De ce principe d'évolution découle toute une stratégie d'analyse des évolutions des systèmes complexes décrite dans [10]. Notamment la trialectique du système: les aspects sous lesquels se présente le système (fonctionnel - organique - génétique) et le degré de permanence de la propriété observée (actif - stable - évoluant), comme indiqué à la figure 4.

Exemple: des grenouilles sur un nénuphar

Je considère un observateur à la recherche de grenouilles habitant un étang. Cet observateur sait que pour reconnaître une grenouille il y a au moins trois critères relatifs à des propriétés physiques discriminatoires: 1°) une grenouille est de couleur verte; 2°) une grenouille fait des bonds importants; 3°) une grenouille émet un cri caractéristique appelé coassement. Fort de ces principes, l'observateur va cependant rencontrer plusieurs difficultés.

La première correspond au **précepte de pertinence**: les trois principes ci-dessus utilisés

par l'observateur pour chercher des grenouilles sont des outils destinés à une intention particulière: par exemple chercher des grenouilles pour les manger? Ces principes ne sont pas *a priori* les plus adéquats pour reconnaître les grenouilles compte tenu de l'environnement. Bien pis: leur emploi exclusif risque non seulement d'occulter d'autres critères de reconnaissance qui seraient plus adaptés, mais encore de perturber la permanence de forme des grenouilles que cherche précisément l'observateur.

En effet, et c'est là la deuxième difficulté, liée au **précepte de globalisme**, l'observateur va faire désormais partie de l'environnement des grenouilles au moment de son exploration. Avant l'arrivée de l'observateur, supposons que la situation objective des grenouilles était la suivante: les grenouilles sont sur des nénuphars et coassent, mais elles ne sautent pas. Au moment de son arrivée, l'observateur va évidemment prendre les précautions qu'il juge utiles pour ne pas faire fuir les grenouilles. Cependant, ignorant tout des facultés auditives, tactiles, ou olfactives des grenouilles, il ne sait pas à partir de quel seuil de niveau de bruit, d'odeur ou de vibrations dues à ses pas il va déclencher la fuite des grenouilles. Au lieu de la fuite il peut déclencher l'arrêt des coassements. Dans ce cas l'observateur aura du mal, suivant ses seuls trois critères de forme, à reconnaître les grenouilles, car il ne les entendra pas et elles se confondent avec les nénuphars qui sont verts eux aussi. En cas de fuite, par contre, les grenouilles feront des bonds, donc elles seront reconnaissables, mais l'observateur n'aura pas le droit de conclure qu'il a pu observer les grenouilles dans un état objectif, c'est-à-dire indépendant de la présence du sujet.

La troisième difficulté, correspondant au **précepte d'agrégativité**, vient du même coup d'être abordée: l'efficacité des trois critères discriminatoires de forme dépend du niveau de précision dont se satisfait l'observateur. Par exemple, si l'observateur est sensible à certaines nuances de vert il verra plus ou moins bien les grenouilles se détacher des nénuphars. Si cette sensibilité est quasi nulle, il utilisera les coassements pour chercher les grenouilles. Et là encore, il devra avoir une certaine sensibilité auditive pour distinguer le coassement des autres bruits ambiants. De plus, si les grenouilles se taisent parce qu'elles ont peur, l'observateur ne distinguera plus rien. Quant au critère lié aux bonds, il faut que ceux-ci soient suffisamment prononcés pour que, relativement aux facultés visuelles de l'observateur, ils puissent révéler la présence de grenouilles. En somme, l'observateur utilise un nombre limité de critères, et pour eux il se fixe un niveau de précision qu'il peut atteindre selon ses capacités de détection. Mais cette sélection de critères peut s'avérer insuffisante ou mal appropriée.

Enfin, la quatrième difficulté est liée au **précepte téléologique**. Supposons que les grenouilles fassent des bonds d'un nénuphar à un autre lorsque l'observateur s'approche trop d'elles, et que c'est à cette seule condition qu'il puisse les détecter. Alors l'observateur dira: « Je puis affirmer que j'ai bien vu des grenouilles: je les ai reconnues à leurs bonds; mais ces grenouilles-là bondissent tout le temps et je ne comprends pas dans quel but. » C'est évident puisque, dans ce cas l'observateur ne peut voir les grenouilles qu'en étant en train de sauter. Mais l'insuffisance du raisonnement tient dans l'expression « tout le temps », car en réalité il faut dire: « pendant la durée de l'observation », ce qui circonscrit de manière objective ce type de permanence des grenouilles sur un domaine de temps bien identifié. Partant de là, on peut se demander quel est le but de ces bonds et avancer l'hypothèse que, dans ces circonstances précises d'observation et pas autrement, ces bonds sont la mise en oeuvre d'un instinct de survie des grenouilles, ravivé par la peur qu'a déclenchée la présence de l'observateur, tandis que, avant qu'il ne fût là, les grenouilles coassaient sur leurs nénuphars dans le but de se séduire. Mais ce dernier projet des grenouilles ne peut être accessible à l'observateur compte tenu des trois critères de reconnaissance de forme qu'il avait jugés pertinents.

La leçon de cette fable est que tout acte de connaissance a vite fait de prendre une tournure subjective et que, pour lui restituer un caractère objectif l'observateur devra se poser la question fondamentale suivante: « Que dois-je faire pour minimiser au mieux les perturbations que j'apporte à l'objet observé au moment de l'observation? Ou encore: **comment dois-je tenir compte des incertitudes qu'apportent à mon acte d'observation les sélections que j'ai pu faire sur l'objet observé, et l'influence de l'environnement de l'objet auquel désormais**

Effets d'échelles et complexité

Imaginons que le système commandé élémentaire, type thermostat, soit lui-même un composant parmi tant d'autres d'un système plus grand. A son tour, ce système plus grand fait partie d'un autre système encore plus important, et ainsi de suite jusqu'à arriver à un système général. On définit ainsi, dans la structure de ce dernier, des niveaux d'échelles organisés suivant une hiérarchie allant du composant le plus élémentaire au système général lui-même. Les niveaux élémentaires correspondent à des échelles d'espace et de durée réduites et à des échelles d'énergie plus grandes. Pour les systèmes commandés, chaque sous-système placé à un niveau hiérarchique donné a entre autres fonctions une fonction de pilotage ou de superviseur des sous-systèmes qui le composent au niveau hiérarchique inférieur. En final, le système général, correspondant au niveau d'échelles maximal, supervise ou pilote à son niveau les fonctions des systèmes subordonnés, y compris leurs fonctions de pilotage et de supervision.

Comme il est souligné dans [34], les systèmes du domaine des sciences physico-chimiques ont un nombre très restreints de niveaux d'échelles; tandis que pour les systèmes complexes rencontrés dans les phénomènes biologiques ou économiques il existe un grand nombre de niveaux.

Mais la complexité des systèmes tient surtout dans la façon dont interagissent les composants entre niveaux d'échelles différents (cf. [34]): on désigne par **couplage** cette interaction. Dans un couplage, les sous-systèmes d'un niveau d'échelles donné apportent des contraintes aux systèmes du niveau d'échelles supérieur auxquels ils appartiennent. Si les couplages sont non linéaires, on montre que le système général peut connaître des états instables ou des transitions difficilement voire pas du tout prévisibles malgré une bonne connaissance des conditions initiales de son évolution. Il n'est pas question ici d'en détailler les raisons, celles-ci émanent de la théorie des bifurcations.

De cette situation liée aux couplages multi-niveaux au sein d'un système général découle le risque d'avoir des anomalies dans son comportement. Ces anomalies sont principalement liées aux deux effets suivants:

- La façon suivant laquelle sont **négligées les multiples données** dans la description et le pilotage du système, par souci de simplicité. En effet, certaines données, bien qu'émanant de niveaux d'échelles très petits, peuvent avoir un rôle dans le comportement global du système général de par le caractère instable de certains états, et à cause de la propagation des instabilités des échelles élémentaires à l'échelle la plus macroscopique. C'est le fameux « effet papillon ». Comme l'ont écrit F. Le Gallou et B. Bouchon-Meunier [34]: *« Un système un tant soit peu complexe peut fort bien comporter de nombreux points de ce type [les bifurcations] qui échappent à la simplification modélisatrice du « gouverneur » du système. Il pourra s'étonner parfois des comportements en apparence « aberrants » qu'il observe le conduisant à prendre des mesures aux effets que l'on qualifiera encore de « pervers »! ».*

- **Défaut ou inconsistance de l'information** entre sous-systèmes de niveaux d'échelles différents. En effet, le système général, pour évaluer et corriger son évolution vers l'objectif de son projet, a besoin des informations qui proviennent de ses sous-systèmes à tous les niveaux d'échelles; réciproquement, les sous-systèmes ont besoin, à leurs niveaux, des informations du niveau général qui leur permettent d'ajuster leurs comportements locaux à la contribution qu'ils apportent à l'objectif général. Or ces flux d'informations se développent sur des durées et des réactivités très différentes, correspondant aux niveaux d'échelles des sous-systèmes. De sorte que, en final, se crée un décalage dans le temps entre l'information traitée au niveau superviseur et l'état réel qu'il occupe: le système superviseur a un modèle, une photographie de son évolution, qui lui inspire des corrections qui ne sont plus adaptées à sa situation réelle. On appelle cela **anomalie par dysmodélisation du système**. Ce défaut se rencontre par exemple

dans les entreprises où, bien que chaque service semble bien effectuer son travail, conformément à ses objectifs locaux, l'ensemble de l'entreprise ne fonctionne pas bien: « *Les entreprises et leur réseau de fournisseurs et de clients constituent un système dont les sous-systèmes ont en général une vue très partielle de l'ensemble dont elles font partie. Devant les à-coups « conjoncturels », elles prennent des mesures « locales » qui vont se répercuter de proche en proche, avec des délais divers, et provoquer peut-être des à-coups encore plus forts dans l'avenir, pour d'autres éléments du système, ou pour elles-mêmes, dans un effet de boomerang dont elles n'imagineront même pas qu'il ait pu trouver son origine dans leur propre comportement antérieur.* » [34]. D'où la nécessité d'expliquer à ses partenaires les tenants et les aboutissants de ce que l'on veut faire!

Le « continu » et le « discret »

Lorsqu'un phénomène se développe dans un système complexe deux cas de figures se présentent pour le maîtriser, c'est-à-dire pour agir sur lui dans le but d'atteindre un objectif fixé par avance:

- soit il n'est pas possible d'agir sur le système une fois que le phénomène est initialisé. Dans ce cas, pour maîtriser le phénomène il est nécessaire de modéliser celui-ci par avance dans son ensemble ainsi que l'action que l'on doit lui imposer au début pour atteindre l'objectif cherché. La modélisation s'appuie sur une prévision des interactions du système avec son environnement ;

- soit il est possible d'agir sur le système tout au long du phénomène. Dans ce cas, pour maîtriser le phénomène il faut se donner et appliquer à chaque instant des critères suivant lesquels on le réajustera en fonction des changements survenus au cours des interactions entre le système et son environnement.

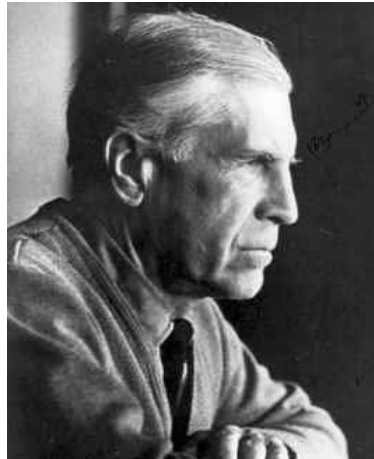
A ces deux situations correspondent deux types d'approches de modélisations que je cite pour mémoire (cf. [34] pour plus de détails techniques):

- la première, que je qualifierais de « **continue** » parce qu'elle s'appuie sur une méthode d'invariance géométrique, à la manière de la mécanique rationnelle; elle est donnée par le **théorème de Pontryaguine** (voir par exemple [37]). Il énonce que, pour atteindre un objectif fixé d'avance, l'action initiale sur le système et l'évolution qui s'ensuit entraînent l'optimisation d'une fonction objectif, ou **fonction coût**, par rapport aux paramètres dont dépend le système. Dans cette approche, le problème mathématique correspondant se ramène à la résolution d'équations différentielles avec conditions aux limites fixées une fois pour toutes. Pour être employée, cette méthode nécessite que soit prévu le programme de commande du système sur toute la durée du processus, tandis que les données négligées dans le modèle retenu le restent tout au long du processus sans possibilité d'être prises en compte lorsque cela s'avère nécessaire dans la pratique. Bien adaptée pour modéliser la structure permanente du système sur la durée du processus, cette méthode a l'inconvénient de ne pas pouvoir réajuster le modèle en fonction de l'évolution des paramètres, et donc d'être une commande en « boucle ouverte ». Elle convient très bien, par cela, à l'étude des systèmes que l'on peut considérer comme bien délimités et soumis à des flux d'échanges bien identifiés (voir un exemple d'application pour les modèles physiologiques dans [87]).

- la deuxième, que je qualifierais de « **discrète** » parce qu'elle met en jeu des processus d'adaptation sur des durées élémentaires et successives tout au long du processus. Elle est donnée par le **principe d'optimalité de Bellman** qui s'énonce ainsi (voir par exemple [38]): « *Une politique optimale se caractérise par le fait que, quel que soit l'état initial du système et les décisions initialement prises, les décisions suivantes doivent elles aussi être optimales pour le système et les contraintes qui résultent de l'effet des premières décisions.* » Dans cette approche, à chaque instant, la commande du système est ajustée en fonction de l'état du

système pris à cet instant. Les données d'entrée du système sont modifiées par les informations relevant de ses données de sortie moyennant des **boucles de rétroaction**. Bien sûr, quand je dis « à chaque instant », je ne veux pas dire avec une précision infinie (ce qui est matériellement impossible), mais cela signifie sur chaque intervalle de temps successifs qui correspondent à la précision avec laquelle on échantillonne la durée du phénomène (discrétisation dans le temps). La méthode de Bellman convient pour les systèmes ouverts parce que les données et les contraintes résultant de l'interaction du système avec son environnement peuvent être prises en compte à chaque instant dans l'optimisation de la commande.

Un développement intéressant de ces deux types d'approches pour l'étude et l'optimisation des systèmes thermiques est donné dans [36].



Lev Semenovitch Pontryaguine (1908-1988)

Techniquement, on peut démontrer que l'une des différences essentielles entre les deux approches tient au fait que:

- dans la méthode « continue » (**Pontryaguine**) la commande du système est indépendante de l'état du système: comme rien ne vient modifier les conditions initiales et les contraintes imposées au système une fois pour toutes, la commande est une structure permanente (à l'échelle de la durée du phénomène);
- dans la méthode « discrète » (**Bellmann**), par contre, la commande du système dépend de l'état du système à chaque instant: par conséquent, si l'état change sous l'effet des modifications des conditions aux limites et des contraintes apportées par l'environnement, alors la commande évolue elle aussi.

Toutefois, les deux méthodes partent de la même base conceptuelle. Ce qui les différencie réside dans la façon de considérer le système comme isolé. Le système est isolé tant que ses conditions aux limites et ses contraintes restent inchangées. Pendant cette phase son évolution se fait de manière « libre », soumise à la seule loi de causalité qu'exprime le théorème de Pontryaguine, traduisant géométriquement la partie « B » du Principe d'Objectivité. Seulement, pour la méthode « continue » on suppose que cela est vrai pour l'évolution totale du système. Tandis que pour la méthode « discrète » on ne suppose pas connue d'avance la phase pendant laquelle le système pourra être considéré comme isolé, et on sera obligé de découper le processus global en processus élémentaires discrets où les conditions aux limites et les contraintes sont considérées fixes avec la précision de l'observation.

Cette situation est comparable avec les exemples que j'ai donnés pour la boule de pétanque et le ballon de football. Dans le cas de la boule de pétanque lancée par un joueur sur un terrain aux irrégularités multiples et variées, la boule est laissée livrée à elle-même, subissant à chaque instant de la part du terrain des contraintes et des conditions aux limites qui

infléchissent sa trajectoire. Le joueur n'a aucune possibilité d'ajuster la trajectoire de la boule une fois que celle-ci est lancée. Il doit, au moment de lancer la boule pour la rapprocher du bouchon, évaluer par avance sa trajectoire alors qu'il ne maîtrise pas tous les détails des accidents du terrain. Ici la commande du système doit être maîtrisée dès le départ à l'aide d'un modèle plus ou moins exact du terrain: on est dans le cas de l'approche « continue » de la méthode de Pontryaguine.

Dans le cas d'un ballon de football, par contre, à chaque instant les joueurs ont la possibilité de réagir sur l'évolution de sa trajectoire en fonction de données d'entrée collectées de façon périodique: position sur le terrain, comportement de l'adversaire, sens et vitesse du vent, etc. Les conditions aux limites imposées au ballon à chaque instant contiennent les actions des joueurs, c'est-à-dire leurs commandes. On est dans le cas de l'approche « discrète » et récursive de la méthode de Bellman. Le même argument vaut pour des cas très nombreux où l'acteur peut agir à chaque instant sur le processus: le pilotage d'un voilier, la conduite d'un véhicule, le management d'une entreprise, un match sportif, les processus automatisés industriels, etc.

Les deux approches fondamentales pour la maîtrise des systèmes complexes ne sont pas à opposer l'une à l'autre. L'emploi de l'une plutôt que l'autre doit être appropriée au problème. Il y a plusieurs raisons à cela.

D'abord, nombreux sont les cas où l'homme n'a pas la possibilité d'agir sur le cours des événements à chaque instant; il a alors intérêt à se faire une idée la plus exacte possible de leurs évolutions afin de les maîtriser dès le départ par une commande optimale et ne pas compter sur le hasard une fois qu'il se trouve engagé dans le processus. C'est l'attitude de prévoyance, raisonnable et pleine de bon sens. Par exemple, les personnes qui préparent une expédition dans une contrée à risques doivent imaginer par avance tous les scénarios qui seront rencontrés afin de prendre les dispositions préventives et les moyens nécessaires. Il va de soi que, tout en se ménageant des marges de manoeuvre vis-à-vis des événements à chaque instant, ces personnes raisonnent principalement suivant la méthode « continue ».

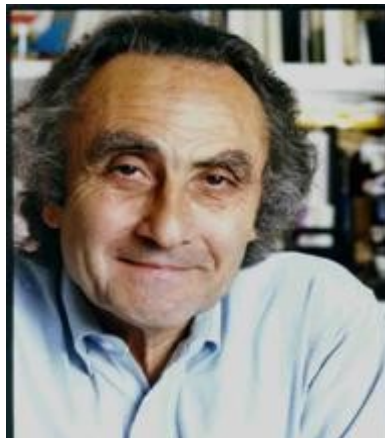
Ensuite, dans le cas où l'on cherche à maîtriser un phénomène en agissant à chaque instant sur lui, on le fait en poursuivant un objectif, un but, une finalité dont la raison d'être est généralement étrangère au phénomène considéré. L'approche « discrète », récursive, est subordonnée à une démarche « continue », centrée sur un objectif plus général, et dont elle n'est qu'une phase intermédiaire. Exemple: je veux aller de Marseille à Paris en voiture pour être à une réunion importante avant telle heure. C'est un objectif qui m'est imposé, je ne peux pas agir sur lui, mais j'ai intérêt à connaître ses enjeux. Par contre, au cours de mon voyage, je vais réguler ma conduite et le choix de mes routes en fonction des difficultés de circulation rencontrées. Tout ce qui change au cours de mon voyage, par des actions contrôlées à chaque instant, se fait en fonction des données changeantes de mon environnement et dans le but de satisfaire un objectif connu d'avance: arriver à l'heure à ma réunion de Paris. ***Tout se passe comme si je devais me comporter et réagir comme un système ouvert, attentif aux changements de mon environnement lors de mes évolutions, dans le but de satisfaire à terme l'objectif d'un système isolé.*** Exemple qui, sous son aspect « innocent », introduit le véritable problème de la connaissance des systèmes complexes, à savoir la dualité entre ce qui est permanent, c'est-à-dire « l'organique », et ce qui est lié au programme, c'est-à-dire le « fonctionnel », comme cela a déjà été présenté dans la « trialectique du système ».

Apport de variété comme facteur de stabilité par adaptation

Un système complexe met en œuvre les deux approches, prévisionnelle (Pontryaguine) et à commande optimale (Bellmann), pour assurer sa stabilité dynamique, et non pas exclusivement l'une d'elles. Le recours simultané à ces deux approches augmente les chances du système de durer de façon stable, ce qui n'exclut pas la possibilité d'évoluer, au contraire. En effet :

- Si le système est stable seulement au niveau d'une structure organique figée d'avance, il ne pourra maîtriser son environnement que par le biais d'une **connaissance prévisionnelle** qu'il peut avoir sur celui-ci. Mais alors il sera à la merci du moindre événement imprévu sortant du cadre de ses prévisions. D'une structure organique adaptée à son environnement à l'instant considéré, le système ne pourra pas exploiter toute évolution qui survient à celui-ci à l'instant suivant pour reconfigurer sa structure afin d'assurer la poursuite de son objectif (le projet) ([16]).

- Si, par contre, le système est stable plus en terme de maintien des objectifs de son projet qu'en terme de structure organique, celle-ci pourra évoluer vers une nouvelle configuration lui permettant au mieux de poursuivre ses objectifs. Cette évolution résulte alors de la prise en compte des échanges entre l'environnement et le système, c'est-à-dire un réajustement des processus et de la structure du système (**maîtrise par commande optimale**). On l'appelle **évolution adaptative** : elle ne consiste pas à faire du système un objet désincarné qui ne soit que le reflet de son environnement ; elle permet au système, sans rien renier de sa personnalité, de changer une part de sa structure et de ses processus pour pouvoir poursuivre les objectifs du projet qui le caractérisent. Cette évolution n'est possible que si le système dispose d'une marge suffisante d'adaptation, c'est-à-dire d'une capacité suffisante à recevoir et à prendre en compte les données provenant de l'extérieur. On dit que le système s'adapte par importation de variété et qu'il doit, pour cela, disposer dès le départ d'une redondance suffisante (marge d'adaptation). Cette approche fait l'objet du principe de **Von Foerster** à savoir « le principe d'organisation par disponibilité à l'événement », et exploité dans la théorie de **Henri Atlan** (cf. [10] [77]).



Henri Atlan

En substance, celle-ci prévoit que:

- (a) Pour enrichir le système il faut de la redondance et des perturbations ;
- (b) La variation de l'organisation du système (son évolution) résulte de la contribution de deux facteurs : le premier est la variation de la redondance, responsable de l'évolution des programmes ou des processus (évolution des fonctions du système), le deuxième est la variation de la structure due aux perturbations par l'environnement (évolution de l'aspect organique du système).

Cette théorie confirme qu'il est important de comprendre les systèmes à l'aide de l'outil trialectique et que l'équilibre d'un système repose sur l'équilibre entre les aspects organiques, fonctionnels et génétiques (figure 6):

En effet, la distance entre les pôles:

- organique et fonctionnel: évalue la possibilité d'action (ou fonction) qu'offre la structure organique, ou bien la disponibilité de la structure organique qu'il faut pour remplir la fonction;
- organique et génétique: évalue le potentiel d'évolution que peut avoir la structure organique pour remplir la même fonction en toutes circonstances (marge d'adaptation ou

flexibilité organiques, évolution de la structure organique): dans ce cas, le système utilise le fait qu'une même fonction peut être remplie par plusieurs structures organiques différentes;

- fonctionnel et génétique: évalue le potentiel d'évolution que peut avoir la fonction si la structure organique reste inchangée (marge d'adaptation fonctionnelle, évolution du programme): dans ce cas, le système utilise le fait qu'une même structure organique peut remplir plusieurs fonctions différentes.

Une forte dissymétrie entre les pôles du triangle illustre une insuffisance de l'un des trois degrés de liberté du système (marge d'évolution, flexibilité du programme, flexibilité de la structure organique). Dans ce cas, le système aura tendance à « sortir » plus facilement de son triangle, donc ne pourra pas être stable.

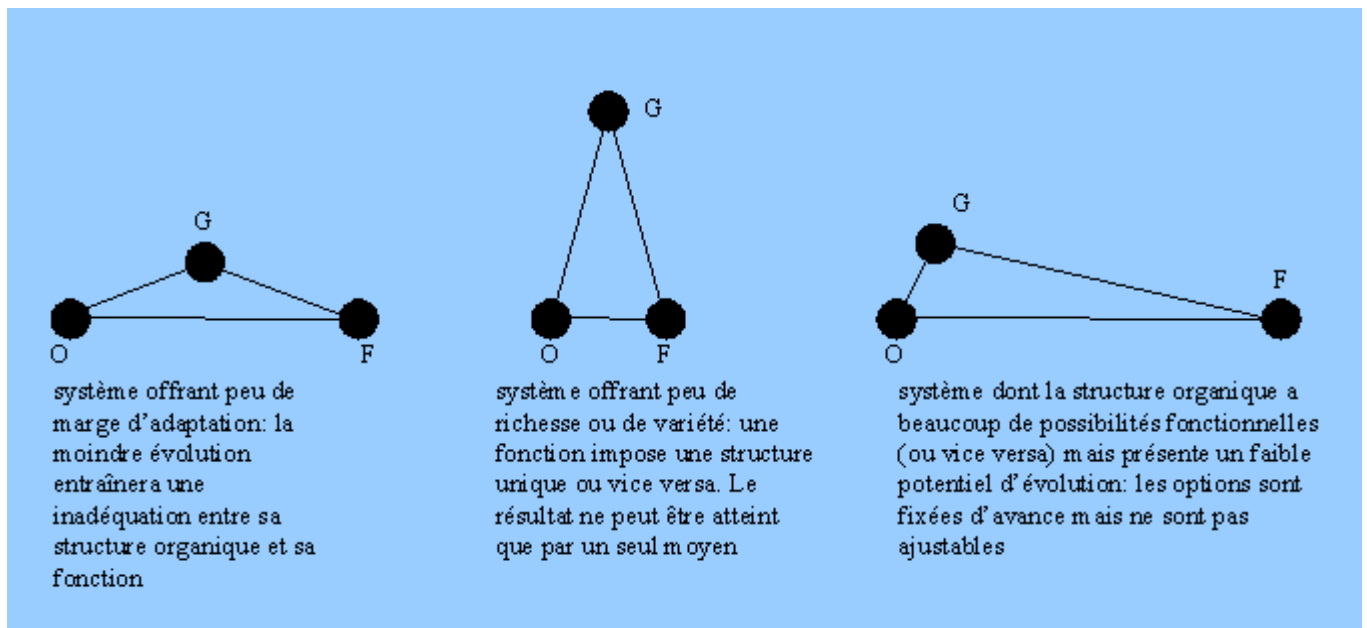


figure 6 - Exemples de systèmes instables : (les lettres G, O, F désignent respectivement les pôles génétique, organique, fonctionnel de la connaissance trialectique des systèmes)

Suivant l'importance relative accordée à l'un ou l'autre des trois aspects du système lors de sa modélisation on privilégie plus ou moins (figure 7):

- une définition fonctionnelle (ce que le système fait): on attend du système des obligations de résultats (pôle fonctionnel);
- une définition organique (ce que le système est): on attend du système des obligations de moyens (pôle organique);
- une définition génétique (ce que le système a été et ce qu'il devient): pôle génétique.

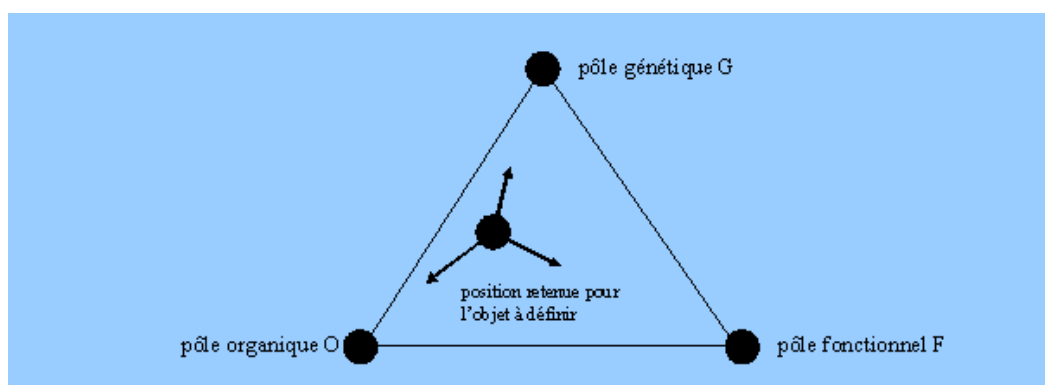


Figure 7 (d'après [10]) - Approche trialectique du système

Comme l'écrit Lemoigne [10]: « *La trialectique de l'Etre, du Faire, du Devenir, est sans doute le sésame de la représentation, sinon de la connaissance de l'objet. Chaque modélisation est pourtant une nouvelle entreprise. Il est dans ce triangle, bien des barycentres possibles, qu'il importe surtout de localiser loyalement. Mais nos définitions devront toujours être telles que le même objet ne sera représenté que par un seul point dans cette triangulation. Et plus le barycentre retenu sera équilibré, plus nous percevrons notre modèle comme harmonieux.* »

Les sept fonctions fondamentales d'un système complexe

Décrire et comprendre un système nécessite, on vient de le voir, de prendre en compte simultanément ses fonctions, sa structure organique et son devenir. Concrètement cela se traduit par:

A - **L'identification des fonctions** du système dans un contexte environnemental qui lui est indissociable. Or la raison d'être des fonctions du système est de contribuer à la réalisation d'un objectif, d'un projet (ou « cible ») dans un flot de perturbations ou de données apportées par l'environnement. Suivant un cadencement propre au système, ces fonctions devront donc consister à:

- 1°) **identifier la cible**,
- 2°) **prendre en compte l'environnement**,
- 3°) **acquérir les données** relatives aux états du système et de son projet,
- 4°) **transmettre ces données** pour les exploiter,
- 5°) **exploiter ces données** pour évaluer l'écart entre ce qui est prévu par le programme et la situation réelle du système,
- 6°) **agir ou réagir** pour réajuster le déroulement du projet ou la structure organique afin de maintenir le but fondamental ou la cible,
- 7°) **mettre en oeuvre les ressources** nécessaires à la réalisation des fonctions ci-dessus.

La complexité du système est caractérisée par la présence de ces sept fonctions, non seulement au niveau global du système, mais aussi au niveau de chacun de ses sous-ensembles quel que soit l'ordre qu'ils occupent dans l'arborescence de son organisation. Pour chacun des sous-ensembles, c'est l'ensemble d'ordre supérieur et le système global qui deviennent l'environnement.

B - **L'identification des grandeurs** mesurables et observables échangées lors du déroulement de chacune de ces fonctions. En effet, une fonction est définie par le rapport qui peut exister entre ce qui entre et ce qui sort de l'objet. Or on ne peut comprendre ce transfert entre l'entrée et la sortie qu'en terme de flux de **matière, d'énergie, d'information** observables et mesurables par rapport aux références **d'espace, de temps et de forme** (c'est-à-dire la structure organique). Le transfert a pour support physique des structures organiques que l'on appelle des **processeurs**.

La figure 8 illustre la façon dont est traduite l'approche trialectique du système (fonctionnel, organique, génétique) par la représentation en sept fonctions fondamentales du système.

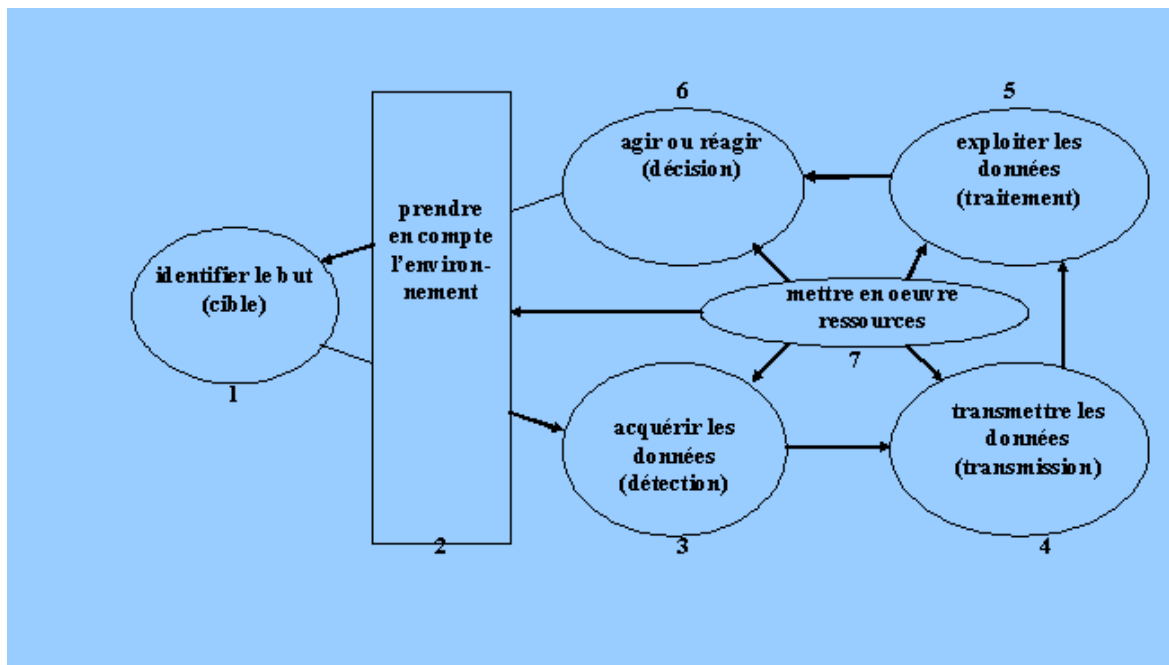


Figure 8 - Les sept fonctions fondamentales d'un système

Le phénomène d' « émergence » dans un système

On a vu que pour un système complexe la représentation par l'analyse cartésienne devait être remplacée par une approche plus synthétique, globale, liée au fait qu'une propriété observable au niveau du système ne s'explique pas seulement en la décomposant en propriétés des constituants du système. La propriété globale est de nature qualitativement différente de celle des propriétés élémentaires. On dit que c'est une **propriété émergente**.

Le phénomène d'émergence n'a rien de mystérieux. Il résulte du fait que, dans un système, chaque constituant fait partie de l'environnement des autres: leurs interactions mutuelles les rendent difficilement isolables et leur résultante ne s'obtient pas comme une décomposition simple en interactions élémentaires.

Il n'est pas nécessaire d'invoquer des phénomènes compliqués pour rencontrer des cas de propriété émergente, comme l'illustre l'exemple suivant que j'ai imaginé (figure 9).

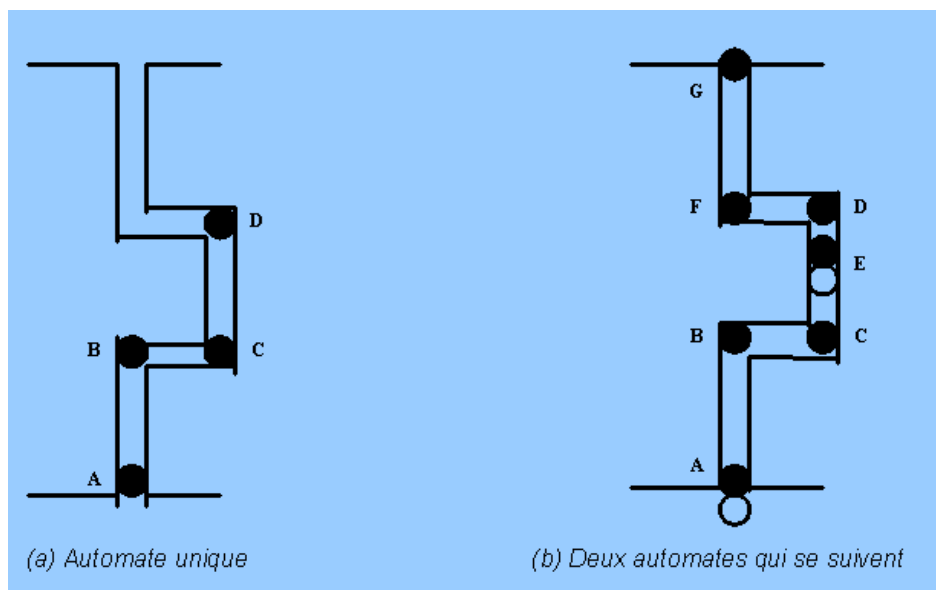


Figure 9 - Illustration simple de la notion de propriété émergente d'un système

Soit un tunnel dont la forme est celle donnée à la figure 9. A l'aide d'automates pourvus d'un programme élémentaire très simple, on cherche à explorer ce tunnel entre l'entrée A et la sortie G. Chaque automate, strictement identique à un autre, est programmé de la manière suivante:

- lorsqu'il rencontre un premier obstacle, il tourne d'un quart de tour sur sa droite et poursuit sa route;
- lorsqu'il rencontre un deuxième obstacle, il tourne d'un quart de tour sur sa gauche et poursuit sa route;
- lorsqu'il rencontre un troisième obstacle, il tourne d'un demi-tour et poursuit sa route (il revient donc sur ses pas);
- puis le cycle recommence;
- s'il est bloqué, l'ordre du cycle s'inverse: rebrousser chemin, tourner sur sa gauche, tourner sur sa droite.

Ainsi la seule mémoire dont ait besoin chaque automate est de se souvenir des trois derniers obstacles rencontrés, ce qui n'est pas compliqué.

Dans le cas (a) de la figure 9 on injecte en A un automate unique. Arrivé en B, il tourne sur sa droite et se dirige sur C. Après ce deuxième obstacle, il tourne sur sa gauche et se dirige donc sur D. Là il rebrousse chemin vers C car c'est le troisième obstacle rencontré. Le point C devient dans ce nouveau cycle le premier obstacle, donc l'automate tourne sur sa droite et va en B. En B, il tourne sur sa gauche et se dirige vers l'entrée A. Avec un seul automate programmé de cette façon, l'exploration du tunnel est impossible.

Dans le cas (b) de la figure on injecte de nouveau un premier automate (cercle noir) suivi immédiatement d'un deuxième (cercle blanc). Je n'ai pas représenté toutes les positions de l'automate blanc pour ne pas surcharger le dessin. Les automates ne peuvent pas se croiser ou se dépasser car le tunnel est étroit. Les deux automates suivent le même trajet jusqu'à C. Lorsque l'automate noir rebrousse chemin, il rencontre l'automate blanc en E. Pour l'automate blanc cette rencontre est le troisième obstacle et il ressortira du tunnel par A comme dans le cas (a). Pour l'automate noir, cette rencontre en E déclenche son quart de tour sur sa droite, mais il ne peut pas bouger car il est coincé dans le tronçon DC. Le cycle s'inverse alors: il rebrousse chemin vers D, puis tourne sur sa gauche et va en F, et enfin tourne sur sa droite et va vers la sortie G. Avec deux automates, sans avoir rien changé de leurs propriétés élémentaires, le système dispose d'une aptitude nouvelle et émergente: il permet l'exploration du tunnel.

Avec un système aussi élémentaire, il est possible de voir des comportements nouveaux par rapport aux aptitudes de ses constituants. Combien plus encore, il n'est pas étonnant de voir chez les systèmes complexes des comportements très élaborés, tels l'intelligence ou la conscience, sans qu'il soit nécessaire de recourir à des explications métaphysiques.

EXEMPLES :

Je propose deux exemples pour illustrer d'une part la notion d'émergence dans un système, et d'autre part, l'évolution adaptative par apport de variété.

D'abord, s'agissant de l'émergence, il semble que, dans les fondements de la sociologie, ce soit **Emile Durkheim** qui ait introduit cette notion [18] :

S'exprimant à propos de sa conception des phénomènes sociaux et collectifs, il énonce que *«En premier lieu, elle implique que les tendances comme les pensées collectives sont d'une autre nature que les tendances et les pensées individuelles, que les premières ont des caractères que n'ont pas les secondes. Or, dit-on, comment est-ce possible puisqu'il n'y a dans la société que des individus ? Mais, à ce compte, il faudrait dire qu'il n'y a rien de plus dans la nature vivante que dans la matière brute, puisque la cellule est exclusivement faite d'atomes qui ne vivent pas. De même, il est bien vrai que la société ne comprend pas d'autres forces*

agissantes que celles des individus ; seulement les individus, en s'unissant, forment un être psychique d'une espèce nouvelle qui, par conséquent, a sa manière propre de penser et de sentir. (...) L'association est, elle aussi, un facteur actif qui produit des effets spéciaux. Or, elle est par elle-même quelque chose de nouveau. Quand les consciences, au lieu de rester isolées les unes des autres, se groupent et se combinent, il y a quelque chose de changé dans le monde. Par suite, il est naturel que ce changement en produise d'autres, que cette nouveauté engendre d'autres nouveautés, que des phénomènes apparaissent dont les propriétés caractéristiques ne se retrouvent pas dans les éléments dont ils sont composés.

Le seul moyen de contester cette proposition serait d'admettre qu'un tout est qualitativement identique à la somme de ses parties, qu'un effet est qualitativement réductible à la somme des causes qui l'ont engendré ; ce qui reviendrait à nier tout changement ou à le rendre inexplicable. »

Et poursuivant plus loin : « Les [états sociaux] ne peuvent venir à chacun de nous que du dehors, puisqu'ils ne découlent pas de nos prédispositions personnelles ; étant faits d'éléments qui nous sont étrangers, ils expriment autre chose que nous-mêmes. Sans doute, dans la mesure où nous ne faisons qu'un avec le groupe et où nous vivons de sa vie, nous sommes ouverts à leur influence ; mais inversement, en tant que nous avons une personnalité distincte de la sienne, nous leur sommes réfractaires et nous cherchons à leur échapper. Et comme il n'est personne qui ne mène concurremment cette double existence, chacun de nous est animé à la fois d'un double mouvement. Nous sommes entraînés dans le sens social et nous tendons à suivre la pente de notre nature. Le reste de la société pèse donc sur nous pour contenir nos tendances centrifuges, et nous concourons pour notre part à peser sur autrui afin de neutraliser les siennes. Nous subissons nous-mêmes la pression que nous contribuons à exercer sur les autres. Deux forces antagonistes sont en présence. L'une vient de la collectivité et cherche à s'emparer de l'individu ; l'autre vient de l'individu et repousse la précédente. »

On remarquera que ce double mouvement est analogue à celui, présent au niveau de la conscience, et identifié en psychanalyse comme la confrontation du « sur-moi » (ouverture de la conscience sur les effets, les contraintes et les influences de l'environnement humain) et du « moi » (tendance de la conscience à affirmer notre individualité et à l'imposer à l'extérieur).



Emile Durkheim (1858-1917)

Enfin, Durkheim fait remarquer que le recours à la notion de propriété émergente dans une association d'individus procède de la même démarche que celle des sciences naturelles, et que c'est même une condition pour conférer à la sociologie un statut de science rationnelle : *« Si nous refusons d'admettre que [les phénomènes sociaux] aient pour substrat la conscience de l'individu, nous leur assignons un autre ; c'est celui que forment, en s'unissant et en se combinant, toutes les consciences individuelles. Ce substrat n'a rien de substantiel ni d'ontologique, puisqu'il n'est rien autre chose qu'un tout composé de parties. Mais il ne laisse pas d'être aussi réel que les éléments qui le composent ; car ils ne sont pas constitués d'une autre manière. Eux aussi sont composés. En effet, on sait aujourd'hui que le moi est la résultante d'une multitude de consciences sans moi ; que chacune de ces consciences*

élémentaires est, à son tour, le produit d'unités vitales sans conscience, de même que chaque unité vitale est elle-même due à une association de particules inanimées. Si donc le psychologue et le biologiste regardent avec raison comme bien fondés les phénomènes qu'ils étudient, par cela seul qu'ils sont rattachés à une combinaison d'éléments de l'ordre immédiatement inférieur, pourquoi en serait-il autrement en sociologie ? »

Un exemple qui me semble bien illustrer à la fois le phénomène de propriété émergente et l'évolution adaptative est celui du fonctionnement mental intégré à partir d'activités dispersées de l'organisme, tel que présenté par A.R. Damasio [23]. Le système global de prise de décision au niveau conscient résulte de la construction de systèmes de décision plus élémentaires structurés de manière hiérarchique au cours de l'évolution. A chaque niveau de cette hiérarchie c'est le même critère fondé sur la conservation du système au niveau considéré, que ce soit du niveau biologique « élémentaire » (la cellule) voire moléculaire jusqu'au niveau du système de la perception et de la connaissance conscientes. C'est la donnée invariante de la vie, répétée à tous les niveaux, mais prenant forme de manière différente selon les types de systèmes concernés à ces divers niveaux. C'est pourquoi, pour qu'il soit efficace, c'est-à-dire offre les meilleures chances de survie biologique, le traitement des informations et la prise de décision au plus haut niveau de l'organisme doivent prendre en compte non seulement les données de l'environnement extérieur, mais aussi celles relatives aux états intérieurs résultant des interactions entre les différents systèmes de l'organisme à tous les niveaux ([17]). En d'autres termes, le système de perception et de connaissance au niveau conscient, le fonctionnement mental, utilise en permanence un système des représentations fondamentales de l'organisme associées à ses états successifs et aux régulations biologiques. La construction d'une représentation mentale, ou image, consciente ou non, en réponse ou non aux sollicitations extérieures, est la résultante en partie des images issues des états de l'organisme à tous ses niveaux de fonctionnement. Cette construction, faite de manière intégrée par le système le plus évolué et le plus « récent » dans l'évolution du système nerveux, aboutit à une propriété émergente: celle de la sensation d'exister, du « moi », ou de la conscience, comme cela est avancé dans [23]. En outre, les systèmes qui permettent le lien entre les états de l'organisme et leurs représentations en images et les systèmes où celles-ci se construisent et se traitent ont été identifiés et différenciés. Les premiers sont plutôt des structures innées, façonnées par l'évolution biologique; les seconds sont plutôt des structures modifiables, sensibles aux données du milieu, acquises. Les premiers sont liés à la partie du système humain attachée à la permanence de la structure biologique et qui résiste au changement; les seconds sont liés à la partie du système humain attachée aux possibilités de modifier le programme sous l'effet des interactions avec l'environnement et de permettre l'évolution adaptative par apport de variété. Les premiers apportent aux seconds une partie des critères de décision qui lui permettront de réagir face aux événements extérieurs: ces critères fondamentaux sont nécessairement déterminés par l'objectif de survie biologique tel qu'expérimenté et mis en mémoire au cours de l'évolution. Les seconds ont besoin de ces données issues des premiers pour les joindre aux critères basés sur l'expérience acquise afin de fournir la réponse la mieux adaptée aux événements. Comme l'a souligné A.R. Damasio, un équilibre doit exister entre les premiers et les seconds systèmes afin que le changement que subit nécessairement l'organisme humain au cours de sa vie n'empêche pas de considérer qu'il s'agit toujours du même système. En outre un déséquilibre entre ces systèmes entraîne des troubles du comportement puisque le transfert des informations relatives aux états des processus inconscients vers le niveau conscient s'effectue avec une continuité insuffisante. Ce déséquilibre est à rapprocher de celui décrit en psychanalyse comme responsable des conflits entre le « moi » (conscience de soi-même) et le « ça » (toute information inconsciente issue des états biologiques).



Antonio R. Damasio

Ce modèle met en évidence les deux aspects de l'évolution du système tels qu'introduits par H. Atlan: la part d'évolution par modification du programme, et la part d'évolution par changement des structures.

Il est aussi un cas d'application de l'étude des systèmes comme étant le siège d'interactions et de régulations multi-niveaux, d'où s'engendre une nouvelle propriété émergente au niveau global. Celle-ci offre une faculté supplémentaire de conservation du système pourvu que les nouveaux effets et les nouveaux phénomènes qu'elle introduit ne soient pas sources de compétition destructive avec les processus de régulation existants. Ainsi, l'émergence de la conscience apporte avec elle, en même temps qu'une nouvelle faculté intéressante pour la survie, de nouveaux besoins d'équilibration du système. Il faudra tenir compte de ceux-ci pour, par exemple, minimiser les conflits responsables de comportements pathologiques.

La figure 10 schématise une régulation multi-niveaux. Chaque processus et chaque système de traitement de l'information et de régulation se retrouve aux différents niveaux hiérarchiques du système global. Ainsi, des molécules jusqu'à la société humaine, il existe une série de données invariantes de types différents conservées suivant un équilibre dynamique. Elles concernent chacune une structure donnée, occupant l'un des rangs de l'organisation. Elles sont observables sur une certaine gamme d'échelles d'espace et de temps correspondant à ces rangs.

Par exemple, une cellule vivante est en équilibre dynamique sur une certaine durée et sur une certaine étendue spatiale ; par contre ses constituants, qui participent à cet équilibre cellulaire, n'ont pas cet équilibre et sont concernés à leurs échelles par d'autres types d'équilibre (exemple les molécules d'ADN). Il en est de même, par exemple, de l'individu vis-à-vis de la société. L'équilibre dynamique de l'organisme de l'individu s'arrête à l'organisme, non au groupe social, ni à ses propres constituants tels les cellules. Par contre, les cellules participent à l'équilibre de l'individu, comme ce dernier contribue à son tour à l'équilibre de la société.

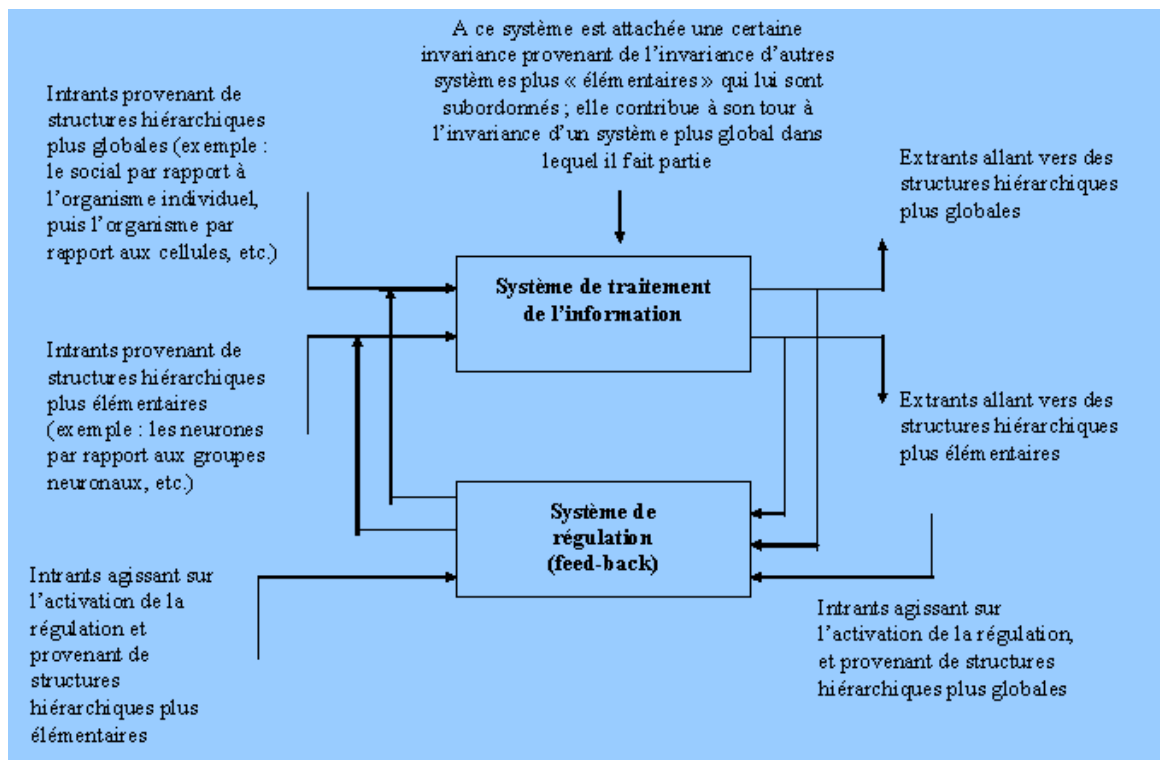


Figure 10 - Représentation d'une régulation multi-niveaux

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 4 - Jacques Monod : le hasard et la nécessité - Seuil 1970
- 7 - Gilles Cohen-Tannoudji : l'horizon des particules - Gallimard
- 10 - J.L. Lemoigne : la théorie du système général -
- 18 - Emile Durkheim : le suicide - PUF 1930, 1981
- 33 - A. Koestler : les somnambules - 1960
- 34 - F. Le Gallou, B. Bouchon-Meunier : systémique: théorie et applications - Tecdoc Paris 1992
- 36 - Michel Feidt : thermodynamique et optimisation énergétique des systèmes et procédés - Tecdoc 1996
- 38 - R.E. Bellmann, S.E. Dreyfus : la programmation dynamique et ses applications - Dunod 1965
- 77 - Henri Atlan : entre le cristal et la fumée - Seuil 1979

05 – Méthode expérimentale : La double stratégie de l'adaptation

SOMMAIRE

- [principes généraux](#)
- [éléments de stratégie de l'adaptation](#)
- [outils de la théorie des systèmes](#)
- [stratégies pour adapter le projet à l'environnement](#)
- [stratégies pour adapter l'environnement au projet](#)

Principes généraux

Pour conserver sa finalité un système peut être amené à évoluer sous l'effet des interactions qu'il a avec son environnement: bien que sa structure change on peut continuer à considérer qu'il s'agit du même système parce que sa fonction initiale est conservée ou, tout au moins, faiblement perturbée. C'est le cas des systèmes vivants. Conserver sa finalité dans

l'évolution structurale est possible au moyen d'une **stratégie de l'adaptation** qui met en oeuvre les deux processus complémentaires suivants:

- **Le système s'adapte à l'environnement**: pour cela il apprend à connaître l'environnement où se déroule son action afin d'y utiliser les informations nécessaires à la conservation de sa finalité.

- **Le système adapte son environnement à lui**: pour cela il favorise dans l'environnement, quitte à le transformer, tout ce qui peut être utilisé par le système pour assurer sa conservation. Cependant cette façon de procéder trouve sa limite dans l'exigence que l'environnement ne doive pas évoluer au-delà d'un certain seuil sans remettre en cause sa conservation; si cette exigence n'est pas respectée alors le premier type d'adaptation ci-dessus (« s'adapter à l'environnement ») n'est plus possible.

Les processus d'adaptation sont donc complexes et délicats, nécessitent beaucoup d'intelligence, parce qu'ils contiennent de nombreuses boucles de rétroaction entre le système et son environnement qui rendent leurs évolutions interdépendantes. Pour survivre et se développer dans un environnement, il ne s'agit pas d'y prélever des ressources, de les transformer pour la consommation et de rejeter les résidus de celle-ci. En faisant cela on introduit inmanquablement des sources de déséquilibre de l'environnement qui vont à terme remettre en cause la conservation des systèmes qui y sont immergés.

L'homme étant un être vivant conscient, il est lui-même une partie de son propre environnement, de sorte que les exigences relatives à la stratégie de l'adaptation s'appliquent aussi à lui-même. Pour favoriser son adaptation l'homme doit faire de lui-même l'objet de ses connaissances, en tant que sujet pensant et ressentant, et s'interroger sur sa façon d'observer et d'interroger le monde (voir par exemple [11]).

Eléments de stratégie d'adaptation

Les outils de la théorie des systèmes pour élaborer cette stratégie :

On recense ici quelques conseils qui permettent de protéger le projet individuel en adaptant son organisation et son déroulement aux contraintes de son environnement et des événements extérieurs, ou bien en adaptant ceux-ci aux objectifs du projet.

Comme indiqué dans le [chapitre 03](#), l'adaptation à l'environnement repose sur deux outils :

- 1) faire évoluer les méthodes destinées à atteindre un objectif fixe de manière à préserver celui-ci, en fonction des évolutions de l'environnement : c'est le procédé à « objectif fixe ».
- 2) faire évoluer les objectifs du projet lorsque les évolutions extérieures ne permettent plus de les conserver, car introduisant des contraintes telles que le maintien de ces objectifs serait trop « coûteux » et contraire à la raison d'être principale qui motive le projet. Ici, la notion de coût est plus générale que le coût économique : elle est liée par l'optimisation d'une fonction coût, qui représente voire quantifie les intérêts associés au projet (comme en théorie des systèmes)

REMARQUE : une correspondance peut être faite avec les principes de pilotage d'un système, l'un à commande optimale (Bellmann), l'autre à commande maximale (Pontryaguine) : voir « [chapitre 04](#) ». Dans la commande optimale, on ajuste au fur et à mesure les paramètres, les données de pilotage du projet, les objectifs, en fonction des évolutions extérieures. Dans la commande maximale, l'objectif de coût est fixé, et les méthodes sont ajustées une fois pour toutes compte tenu de la connaissance que l'on a de l'environnement. Ceci suppose une modélisation suffisamment fiable de l'environnement pour déduire le cheminement du projet. Ainsi, la méthode Bellmann s'apparente plutôt au cas « objectif variable » (2), et la méthode Pontryaguine au cas « objectif fixe » (1).

Pour chacune des deux stratégies de l'adaptation, le projet peut être analysé comme un système (cf. Lemoigne) :

a) Le système projet est défini par ses fonctions. Une fonction est définie par le rapport qui peut exister entre ce qui entre et ce qui sort du système. Or on ne peut comprendre ce transfert entre l'entrée et la sortie qu'en terme de flux d'échanges avec son environnement externe et interne :

- de matière (m) : au sens large, ressources
- d'énergie (w),
- d'information (i)

Il peut y avoir flux d'échange entre grandeurs de même nature ou de natures différentes. Le transfert, donc la fonction, a pour support physique des structures organiques (organisation) que l'on appelle des **processeurs** en théorie des systèmes. Ces processeurs peuvent évidemment être des acteurs humains, ou des organisations humaines.

b) Ces flux sont observés ou mesurés par rapport à un référentiel d'espace (x) et de temps (t). Ils évoluent lorsqu'on agit sur ces paramètres (x) ou (t). Mais l'observation se fait toujours sur des échelles d'espace, de temps, et leurs grandeurs dérivées (vitesse, force...) qui bornent le domaine d'observation. Selon l'échelle, l'observation des flux du système peut montrer :

- un système en activités (A): modification des états du système par ses flux de matière, d'énergie ou d'information
- un système stable (S) : la propriété invariante du système ; elle permet d'expliquer les évolutions en terme de ce qui doit rester inchangé. En général, la ou les propriétés invariantes dépendent des grandeurs matière, énergie, information, mises en œuvre dans le système, et non de l'une d'entre elles seulement.

c) On sait (cf [chapitre 04](#) ») que les fonctions principales d'un système projet, ou d'un système produit, sont au nombre de sept et qu'elles consistent à :

- 1 - identifier la cible, c'est-à-dire l'objectif
- 2 - prendre en compte l'environnement
- 3 - acquérir les données renseignant sur l'état du système, cet état pouvant être perçu comme actif ou stable selon l'échelle d'observation, comme dit précédemment.
- 4 - transmettre ces données.
- 5 - exploiter ces données pour évaluer l'écart entre ce qui est réalisé et ce qui était prévu.
- 6 - agir ou réagir en conséquence, en corrigeant soit la méthode ou le processus (adaptation à l'environnement avec objectif fixe), soit en réajustant l'objectif (adaptation à l'environnement avec objectif variable), soit en adaptant l'environnement pour atteindre l'objectif
- 7 - mettre en œuvre les ressources nécessaires à ces fonctions, et la logistique associée.

Pour s'adapter à l'environnement, ou au contraire pour adapter l'environnement aux objectifs du projet, les différents leviers peuvent alors être actionnés pour influencer sur l'une ou plusieurs des 7 fonctions du système :

- agir sur les ressources énergie (w)
- agir sur les ressources matière (m)
- agir sur l'information (i): sur la source de cette information, ou bien sur les destinataires, ou bien sur le contenu
- agir sur le facteur temps (t)
- agir sur l'espace et les situations géographiques (x)
- agir sur la structure organique des actions et leurs acteurs

Les leviers peuvent être actionnés différemment selon que l'on cherche à agir sur les aspects stables (invariants) ou bien actifs (processus) du système.

Stratégies pour adapter le projet à son environnement

Voyons maintenant quelques outils pour la première stratégie de l'adaptation : adapter le projet à son environnement, aux contraintes et aux événements externes. Les cas « à objectif fixe » et « à objectif variable » seront considérés, et pour chacun d'eux, on examine comment satisfaire les 7 fonctions du système projet en agissant sur les 6 paramètres et flux (énergie, matière, information, temps, espace et structure) de façon à « coller » au mieux à l'environnement. Ceci porte à un nombre de types de stratégies égal à $2 \times 7 \times 6 = 84$ possibles pour adapter le projet à l'environnement, sachant que, bien entendu, plusieurs types peuvent être mis en œuvre simultanément de manière combinée.

Je rappelle que ce n'est jamais toute l'une ou toute l'autre des méthodes « à objectif fixe » ou « à objectif variable » qui est utilisée dans la réalité, mais une combinaison simultanée des deux.

- **Stratégies « à objectifs fixes » :**

Par définition, on cherchera à maintenir les aspects invariants du système projet, qui caractérisent ses objectifs fixes, et à modifier en tant que de besoin ses aspects actifs, ses processus, de manière à conserver ces invariants lorsque l'environnement change.

1) Fonction 1 « identifier la cible » :

- identifier les objectifs, les états invariants du projet, que l'on veut absolument garder quoi qu'il advienne de l'extérieur. Mais il faut toujours identifier le domaine à l'intérieur duquel ces objectifs sont réalisables sans que cela soit trop coûteux en terme de ressources matérielles et énergétiques : quel « prix » est-on prêt à « payer », quel poids met-on dans la balance ? Le domaine doit être décrit avec précision, en faisant apparaître les paramètres et flux caractéristiques (m, w, i ; t, x, structure) et les contraintes qui les affectent (coût, ressources, temps disponible, lieux ou géographie imposés, information, niveau de complexité de la structure à ne pas dépasser, etc...). Lorsqu'il s'agit d'un projet individuel, pour identifier des objectifs que l'on veut fixes, on peut s'aider de l'historique de nos actions et de nos aspirations : l'analyse peut révéler certaines « constantes » de nos comportements et souhaits auxquelles on n'avait pas pensé. Elle peut montrer aussi les raisons et les échecs des actions passées, et le niveau de consistance de ce que l'on voudrait faire à la lumière de ces expériences. J'appelle ce travail méthode du « compte-rendu d'activités ». Il éclaire sur la connaissance de nous-mêmes et de nos aptitudes.
- Identifier les processus du projet, susceptibles d'être modifiés pour le maintien des objectifs. Identifier, parmi eux, les processus principaux (ceux qui aboutissent au produit du projet qui en fait sa raison d'être), les processus de pilotage ou de stratégie, et les processus de soutien aux processus principaux. Voir le lien « [processus et produits](#) » où sont explicitées ces notions. On rappelle que tout processus est défini par des données d'entrée, des données de sortie, et entre elles, une arborescence de tâches, de moyens et de responsabilités qui permettent la transformation des données d'entrées en données de sorties ainsi que leurs contrôles. Les données entrent dans le système, et en sortent transformées par les flux désignés plus haut, gérés au moyen d'un ensemble de « processeurs » entretenant en général entre eux des liens hiérarchisés et rétroactifs[18]. Par ailleurs, les objectifs fixes ne concernent pas nécessairement les données de sortie des processus principaux, ils peuvent concerner les processus de pilotage ou les processus de soutien. Par exemple, une entreprise dont la raison d'être est la production de pots de peinture (processus principal) peut avoir comme objectif fixe d'être le leader dans sa région en terme de vente et de production au moindre coût (processus de pilotage) et en étant exemplaire dans le respect de l'environnement (processus de soutien).

- Combiner ces deux modes d'identification des objectifs fixes et des processus évolutifs, c'est finalement répondre aux questions préliminaires et basiques suivantes : Quoi (que veut-on faire ?), Qui (quelles responsabilités et rôles ?), Où (critères et contraintes géographiques ?), Quand (critères et contraintes temporelles, planification ?), Comment (quels processus principaux, de pilotage ou de soutien ?), Pourquoi (quels objectifs, lesquels sont fixes, lesquels sont évolutifs ?), Combien (contraintes ou critères de ressources, de coût ?) : c'est la méthode QQQQPC. Il s'agit donc, dans cette étape de :
 - se fixer des objectifs réalistes, clairs et précis
 - définir un plan d'action de chacun des objectifs
 - avoir conscience de ses limites et les assumer
 - évaluer les risques
 - s'accorder le droit à l'erreur, mais analyser les erreurs pour s'améliorer
 - cultiver sa tranquillité face aux fluctuations de l'environnement ou à l'adversité, mais accepter que certaines tensions peuvent aussi être une opportunité à l'amélioration du projet
 - savoir dire oui ou bien non, ce qui marque la clarté de notre objectif
- 2) Fonction 2 « prendre en compte l'environnement » :
- se renseigner sur l'environnement du projet : rechercher toutes les informations instruisant sur les contraintes environnementales (règlements, lois, procédures, contraintes, opportunités, événements, actualités) et, si l'on est en situation concurrentielle, sur ce qui se fait chez les autres dans le domaine du projet. On peut ainsi réajuster les méthodes et les processus pour tenir les objectifs.
 - S'ouvrir aux autres pour améliorer les capacités d'adaptation du projet : être curieux pour s'informer, et s'informer pour réduire les incertitudes. Les relations avec les personnes doivent tendre à leur permettre d'exprimer une information ou une compétence qui pourront servir au projet. Interroger les gens pour faire ressortir ce qui peut être utile, ce n'est pas « utiliser » la personne, au contraire, c'est l'inverse d'une relation fondée sur la condescendance. Car, fondamentalement, le besoin de reconnaissance qui habite chacun de nous se réalise au travers de l'utilité que l'on souhaite apporter à la société, et de la satisfaction, voire la fierté, de voir nos compétences appréciées et dignes d'intérêt.
 - Mais tenir compte des autres et du contexte, sans pour autant dépendre des autres et du contexte dans la mesure où l'on reste ferme sur les objectifs. Donc se faire notre propre opinion sans être influençable, ce qui est la marque d'un objectif, d'un projet clairs. Et ce qui suppose que l'on assume entièrement les conséquences de notre décision.
- 3) Fonction 3 « acquérir les données de l'état du système » :
- identifier les potentialités du système projet par la méthode SWOT (force, faiblesses, opportunité, menaces)

FORCES : Atouts ressources	FAIBLESSES : Points vulnérables échecs
OPPORTUNITES : Occasions à saisir innovations	MENACES : Risques Leçons extérieures

- obtenir tous les indicateurs pertinents renseignant sur les processus du projet, et préalablement définis. Ils permettent d'évaluer la distance entre l'état du projet et ses objectifs.

- 4) Fonction 4 « transmettre les données de l'état du système » : communiquer sur les informations obtenues par la « fonction 3 ».
- 5) Fonction 5 « exploiter les données de l'état du système » : analyser ces données et dégager des actions correctrices ou préventives permettant de maintenir l'objectif, avec évaluation des risques.
- 6) Fonction 6 « réagir consécutivement aux exploitations des données » : exploiter le retour d'expérience à l'issue de la réalisation des actions identifiées à l'étape (5)
- 7) Fonction 7 « utiliser les ressources » :
 - en matière de ressources humaines, chercher à travailler sur la confiance. Sans devoir invoquer la morale, la confiance est un moyen pragmatique pour réussir un projet : la confiance permet d'obtenir la coopération des acteurs du projet, et cette coopération est une source d'efficacité car elle suscite les énergies au lieu de les inhiber par la coercition, elle fait l'économie des situations conflictuelles et des rapports de force, consommatrices d'énergie et sources d'affaiblissement interne au projet.
 - Etre perçu comme une personne de confiance : en faisant le premier pas avec volonté et discernement, en entretenant la confiance mutuelle, en prenant en compte les zones de vulnérabilité de chacun afin de ne pas blesser l'autre, en faisant preuve de consistance (avoir vis-à-vis de soi-même les exigences que l'on a envers les autres, mettre en accord ce que l'on fait avec ce que l'on dit, travailler sur des preuves et non pas de simples impressions et des choses vagues).
 - Cultiver la confiance en soi pour inspirer confiance aux autres. Pour cela prendre conscience de ses défauts afin de ne pas se nourrir d'illusions. Accepter nos insuffisances, nos défauts (pas d'estime de soi sans acceptation de soi). Gérer les passages difficiles de la vie : en ne restant pas dans le déni, en regardant lucidement la situation, en acceptant le résultat de la transformation donc en procédant à certains renoncements et à un recentrage, en restant attentif à notre cheminement (qu'il soit jalonné d'échecs ou de succès) afin d'en dégager une opportunité de progrès, etc.
 - Ne pas sombrer dans la démagogie, en sachant exprimer des critiques constructives. Dans le cas contraire, en accédant à toutes les attentes on s'engage sur des choses que l'on ne pourra pas tenir et on suscitera la méfiance voire la haine. Pour exprimer intelligemment des critiques :
 - respecter l'ego de l'interlocuteur et formuler les critiques uniquement en privé,
 - éviter l'agressivité afin que seul le message compte et non sa forme,
 - se confiner à des faits incontestables et limités, ne pas généraliser,
 - rester à l'écoute et conserver la possibilité du dialogue,
 - exprimer ses sentiments sur les faits précis évoqués sans jugement de valeur, et laisser l'autre réfléchir à une solution qui convienne à tous.
 - A l'inverse, face à la critique :
 - si la critique est justifiée : reconnaître les faits, expliquer mais remédier au problème
 - si la critique est présentée de manière vague ou repose sur des impressions : poser des questions qui permettent de la préciser
 - si la critique est injustifiée : exprimer son désaccord avec les arguments présentés, et notre ressenti face à cette critique.
 - Obtenir l'adhésion des parties prenantes et faire en sorte que chacun puisse librement donner le meilleur de lui-même : en recueillant les suggestions de chacun, en leur expliquant les enjeux, en leur montrant comment ils peuvent être valorisés par le projet, en prouvant que le projet leur sera une source de profits, de quelque nature qu'ils soient...

- **Stratégies « à objectifs variables » :**

Mêmes recommandations que précédemment mais dans l'optique d'un réajustement des objectifs, en suivant les 7 étapes :

- 1) Fonction 1 « identifier la cible »
- 2) Fonction 2 « prendre en compte l'environnement »
- 3) Fonction 3 « acquérir les données de l'état du système »
- 4) Fonction 4 « transmettre les données de l'état du système »
- 5) Fonction 5 « exploiter les données de l'état du système »
- 6) Fonction 6 « réagir consécutivement aux exploitations des données »
- 7) Fonction 7 « utiliser les ressources »

Les détails ne seront pas développés dans cet article.

Stratégies pour adapter l'environnement au projet

Aux stratégies d'adaptation à l'environnement doivent parfois s'ajouter celles qui consistent à agir sur l'environnement de telle sorte qu'il favorise le projet. Par nature, ces stratégies sont dirigées vers l'environnement du projet de manière dynamique, voire manipulateur. Comme l'action consiste à faire « plier » l'environnement aux objectifs du projet, il est admis que l'on ne cherche pas à faire évoluer ces derniers. Aussi, la mise en œuvre de telles stratégies suppose que l'on soit dans le cas « à objectifs fixes ». Ce qui suppose aussi qu'une analyse préalable approfondie ait pu démontrer de manière sérieuse qu'il ne pouvait pas en être autrement. Sans cette précaution, on peut mettre en danger le projet inutilement car toute manipulation inconsidérée de son environnement, faite sans discernement et sans prendre en compte son extrême complexité, peut engendrer des situations qui peuvent se retourner contre le projet et ses auteurs.

Les détails pour les 7 étapes du système processus ne seront pas développés dans cet article.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

11 - P. Watzlawick, J. Helmick Beavin, Don D. Jackson : une logique de la communication - Seuil 1972

06 – Méthode expérimentale : Principe de contingence, actions et projets

SOMMAIRE

- [l'action pragmatique](#)
- [le but de la vie est la vie](#)
- [culture du résultat, culture du contrat](#)
- [hasard, nécessité et finalité](#)

L'action pragmatique dans l'esprit de la méthode expérimentale

A partir des arguments que j'ai dégagés dans les chapitres précédents, en exploitant le seul principe d'objectivité, on aboutit à:

- (a) des critères qui permettent de se donner des objectifs et des résultats à atteindre (que voulons-nous et pourquoi?): quelles que soient les actions que nous menons, leurs objectifs doivent prendre en compte le critère de liberté de l'homme et des êtres immergés dans notre environnement;

- (b) des critères portant sur les modalités d'actions qui visent à atteindre ces objectifs

(comment devons-nous faire?): nos actions doivent se dérouler en appliquant la stratégie de l'adaptation sous ses deux aspects indissociables (s'adapter à l'environnement, et adapter celui-ci à notre action dans les limites compatibles avec sa pérennité);

- (c) des critères qui, issus de la méthode expérimentale, nous permettent de vérifier que nos objectifs sont bien atteints dans le respect des deux premiers critères (avons-nous bien obtenu ce que nous voulions?).

Ainsi se trouvent réunis dans une même démarche pragmatique toutes les valeurs issues du seul principe d'objectivité.

Le but de la vie est la vie

Connaître mais aussi accepter notre propre gratuité et celle des autres, c'est tout simplement connaître et accepter l'objectif fondamental de l'homme qui consiste à conserver, par une adaptation évolutive, ce qui caractérise l'existence de l'homme et de l'humanité.

Pour l'homme et l'humanité, mettre en oeuvre cet objectif revient à maintenir la réalité objective de l'homme et de l'humanité, par la conservation de leurs données invariantes, à savoir la vie humaine non seulement biologique, mais aussi avec toutes ses dimensions sociales, culturelles, ses créations et ses diversités. C'est donc tout simplement la façon de laisser le principe d'objectivité agir dans le système humain.

Or concrètement la contingence de toute vie humaine s'exprime par un projet, donnée invariante d'un individu ou d'une société, qui soit compatible avec les autres. Parce que, comme je l'ai dit plus haut, tout système complexe se reconnaît de manière objective dans son projet. La stratégie de l'adaptation en garantit l'efficacité.

Le projet de tout système complexe, humain ou social, se manifeste par une série de données de sortie observables; il est rarement possible, comme on l'a vu, de connaître de manière exhaustive les processus, des structures internes et l'histoire qui les ont générées. En général, c'est seulement sur la base des résultats que l'on peut évaluer l'écart du projet réalisé avec les objectifs attendus. Seuls les résultats concrets permettent de valider l'efficacité de la stratégie de l'adaptation qui est mise en oeuvre dans le projet.

Culture du résultat, culture du contrat et respect de l'individualité

Ces principes, certes positivistes, sont les seuls qui tiennent compte de la complexité des systèmes et de leur liberté. Le résultat est le seul point sur lequel on peut discuter pour dégager des axes d'amélioration tout en respectant l'individualité interne de l'homme, sa gratuité. C'est le seul point sur lequel peut être instaurée une relation contractuelle, c'est-à-dire le respect des engagements mutuels, la parole donnée. Il permet, par l'objectif vers lequel il dirige, de faire agir et progresser ensemble des personnes ou des sociétés différentes. L'institution des lois acceptées et appliquées par tous, et garantissant leurs libertés, ne peut pas être comprise autrement. C'est la seule manière de définir une société apte à ***intégrer des personnes de sensibilités différentes autour d'un projet commun minimal: garantir la liberté de chacun dans le respect du bien collectif.***

Hasard, nécessité et finalité

Bien qu'il soit un être doté d'une conscience et capable de modifier son environnement, l'homme n'occupe pas pour autant un rôle central dans l'univers, ce qui n'enlève rien au caractère sacré de son existence et au respect de sa liberté, bien au contraire. Restant fidèle au choix volontaire du caractère universel du principe d'objectivité, je soutiens que le projet de tout homme entre dans le cadre plus général de celui des systèmes vivants: la conservation évolutive et adaptative de leurs caractéristiques d'espèces. Or l'émergence des caractéristiques du vivant, la vie, résulte de l'interaction initialement aléatoire de plusieurs systèmes non vivants.

Puis la vie a trouvé en elle-même les conditions favorables à l'apparition d'êtres vivants capables d'optimiser ce projet de conservation par la stratégie de l'adaptation, avec pour résultat que, aujourd'hui, ce sont les systèmes conscients qui semblent y répondre le mieux.

A ceci près, toutefois, que comme l'a fait remarquer Stephen Jay Gould, il ne faut pas attribuer à la vie consciente une prétendue valeur anthropocentrique de supériorité: si la vie consciente a pour effet de générer des situations de plus en plus complexes pour s'adapter, en quoi l'homme est-il supérieur aux êtres vivants « élémentaires » qui se contentent de peu tout en traversant les vicissitudes de l'évolution?

Cette remarque faite, même si l'apparition de la vie consciente résulte du hasard, des interactions initialement aléatoires entre systèmes, qui ne procèdent pas d'une volonté individuelle accessible par des observateurs privilégiés, il reste que tout ce qui contribue à la conservation adaptative de la vie est devenu une nécessité.

Puisque l'humanité et les individus doivent accomplir leurs projets de manière adaptée, c'est-à-dire de telle sorte que réaliser des projets reste une possibilité pérenne, on peut se demander si les problèmes qu'ils se créent ne sont pas plutôt le signe d'une difficulté de ce principe ? Si oui, la méthode expérimentale, la démarche scientifique, plus dans leur esprit que dans leurs résultats particuliers, peuvent-elles nous indiquer comment résoudre ces difficultés ? En d'autres termes, outre leur faculté à nous dire comment vont les choses, peuvent-elles à terme nous indiquer comment choisir nos objectifs, la raison d'être de nos actions et de nos vies ?

Aujourd'hui la science n'a pas les moyens de résoudre les problèmes que se créent les hommes.

Plus exactement, selon moi, la science n'a pas les moyens de savoir pourquoi l'homme, apparemment en toute liberté, peut prendre l'option de se créer des problèmes alors qu'il peut en prédire les conséquences (en partie grâce à la connaissance scientifique). Encore que certaines théories avancent que les problèmes que se créent l'homme sont des choses inéluctables (objet d'une loi naturelle) et/ou qu'ils contribuent à son évolution : très discutable selon moi, le protocole expérimental qui le prouvera n'est pas encore né (et si les problèmes conduisent à détruire la planète et l'environnement, je doute que cela contribue à une quelconque « évolution » de l'humanité !...)

Certes, l'existence de l'émotion chez l'homme peut être une cause de cette disposition à se créer des problèmes. Or depuis les travaux des neurobiologistes comme A. Damasio, on sait l'importance de l'émotion sur la faculté cognitive de l'homme (certains travaux ont montré que les personnes devenues incapables d'éprouver une émotion, sont également incapables de raisonnement analytique!)

Sans l'émotion, expression des "forces cachées en action en nous" (cf. par exemple Henri Atlan), il n'y pas de sentiment de liberté, formidable moteur de l'action et de la connaissance. Mais comme toute chose qui peut être poussée à l'extrême, elle peut devenir un facteur de déséquilibre si elle conduit à une rupture avec le réel, à une impossibilité de s'adapter ou de gérer nos événements.

Aujourd'hui l'émotion, sous toutes ses formes (sentiments, intuition, imagination, créativité, etc...) contribue de manière plus ou moins structurée, consciente ou inconsciente, à définir les raisons du choix des conséquences et de leurs risques. Ces conséquences peuvent être une situation qui se retourne contre soi, des problèmes (tout dépend pour qui?), ou des réussites (tout dépend pour qui, aussi?).

Pour le moment la science permet "seulement" de se forger les outils du choix, des observations sur lesquelles ils s'appuient, ainsi que d'évaluer les conséquences. Mais comme la science intègre de plus en plus dans son champ d'exploration et d'expériences les processus relatifs à la connaissance et au choix d'actions, et que, du même coup, elle s'interroge sur le rapport entre ses propres principes fondateurs et ces processus, il n'est pas impossible qu'un jour la situation suivante ait lieu:

- elle passerait de l'état où elle se borne à évaluer et prédire les conséquences à l'état où elle évalue leurs critères de choix,
- elle serait alors capable de faire des critères de choix des conséquences un objet de la connaissance scientifique,
- et donc d'évaluer non seulement les conséquences des choix, mais de plus les conséquences des critères de choix des conséquences.

Une telle science serait bien plus abstraite, plus "fonctionnelle" que celle d'aujourd'hui: elle intégrerait pleinement dans son champ l'incertain, le virtuel, l'imprévisible, la complexité, le qualitatif, la forme, le devenir... Il y a peut-être à ce sujet un premier pas en train de se faire avec la toute jeune science des systèmes complexes ou "systémique" (Von Bertalanffy, Mesarovic, Lemoigne, ...).

Et tout ceci sans renier l'existence de l'émotion. Seulement à ce stade futur et hypothétique, l'émotion et le rationnel seraient dans un état fusionnel, donnant l'émergence (au sens systémique) d'un état cognitif qualitativement nouveau.

Mais personne ne peut prédire l'évolution de la science.

En attendant, il faut distinguer ce qui relève de la connaissance scientifique, obligatoirement soumis au Principe d'Objectivité et au critère de réfutabilité de K. Popper, du savoir que l'on pourrait qualifier d'éthique et qui consiste à orienter les choix d'actions en fonction de critères de choix de leurs conséquences:

- le savoir scientifique est fondé sur un but de décision, d'action basé sur l'évaluation des conséquences. De ce point de vue, cela rejoint l'hypothèse d'intentionnalité du philosophe Edmond Husserl disant que notre perception du monde est orientée par nos intentions d'y agir (et la science est un outil élaboré de perception du monde),
- la connaissance éthique est, pour le moment, située à un autre niveau, plus en amont de la seule perception fût-elle déjà abstraite: elle est liée au "pourquoi", à la motivation d'agir. Cette composante fait partie de l'arsenal cognitif de l'être humain, enracinée, comme je l'avais suggéré, dans la recherche de la survie biologique au départ.

Satisfaire un enjeu utilise les outils de la connaissance scientifique, tandis que choisir, donner une valeur à l'enjeu relève de la connaissance éthique. Que chacun puisse bénéficier du droit à choisir son enjeu, dans le respect de celui des autres, pose la question de la liberté, ce dont on a déjà discuté.

Cependant, adopter l'intentionnalité dans la connaissance scientifique pourrait laisser penser que:

- la science puisse avoir un biais subjectif,
- la connaissance scientifique ne saurait être gratuite ou désintéressée (le seul désir de connaître, la curiosité).

Mais ce n'est qu'une apparence:

- par ses critères rationnels (principe d'objectivité, critère de Popper, méthode expérimentale...) la science s'est donnée les moyens de distinguer l'impact du subjectif sur la perception et la connaissance de la nature. D'ailleurs, la physique statistique et la physique quantique, par exemple, sont des théories qui intègrent la part d'ignorance que l'on a sur un système,

introduisant par cela deux horizons de la physique au travers des constantes k (de **Boltzmann**) et h (de **Planck**), comme le mentionne le physicien Gilles Cohen-Tannoudji.

- même sous son aspect désintéressé, fondé sur la seule curiosité, la connaissance scientifique est du ressort de l'intention: la curiosité (pas celle qui est malsaine!) confère à l'espèce humaine un avantage pour connaître son environnement, s'y adapter, l'adapter, et y trouver des opportunités d'évolution. Ce qui en définitive est un facteur favorable à la survie de l'espèce, survie qui, après avoir été animée par la seule évolution biologique, est maintenant du ressort de l'homme et de sa créativité. La connaissance scientifique produit des choses... scientifiques, mais le choix de cette connaissance est du domaine éthique, une "éthique de la connaissance" (Jacques Monod) dans la perspective de la (sur)vie de notre espèce.

07 – Méthode expérimentale : Exemples de modèles et leurs critiques selon les critères de la méthode expérimentale

SOMMAIRE

- [la validation expérimentale](#)
- [exemple simple d'invariance](#)
- [sociologie](#)
- [droit et principe d'objectivité](#)
- [neurophysiologie du comportement et psychanalyse](#)
- [l'économie mondialisée](#)
- [politique internationale](#)
- [marxisme](#)
- [psychanalyse](#)
- [physique quantique](#)
- [l'image](#)

La validation expérimentale

On a vu plus haut qu'une représentation de la réalité (ou modèle), pour être reconnue comme objective et rationnelle, doit prévoir ses limites de validité et proposer la façon dont celles-ci sont établies par voie expérimentale, sous peine de n'être qu'une idéologie. En outre, si elle prétend être objective, la représentation doit également définir la façon dont deux observateurs placés dans des référentiels différents peuvent communiquer entre eux relativement au même fait observé et décrit par elle. En d'autres termes, il faut décrire les transformations des propriétés observées dans différents référentiels d'observation, en vertu d'une propriété demeurant invariante et associée à l'existence objective du phénomène (donnée invariante ou invariance). Cette nécessité résulte, comme on l'a vu, de la partie « B » du [Principe d'Objectivité](#) (pas d'observateur privilégié).

Il en résulte que la méthode expérimentale a essentiellement les vocations suivantes:

- La validation par voie expérimentale doit pouvoir être effectuée dans plusieurs référentiels d'observation déduits l'un de l'autre par des transformations qui assurent la donnée invariante que l'on cherche à valider (reproductibilité des expériences).
- Les limites du modèle doivent être effectivement identifiées par l'expérience.

C'est par cette démarche que le raisonnement rationnel présente un caractère positiviste (Auguste Comte) résumé dans l'exigence suivante:

Toute affirmation qui prétend être objective et avoir un caractère scientifique, qu'elle concerne la nature ou l'homme, doit être expérimentable et contenir des concepts ou des notions qui représentent des opérations c'est-à-dire des liens entre des

observations et la façon de les obtenir.

Le raisonnement par la méthode expérimentale est fondé sur la possibilité de mettre en évidence le caractère objectif des objets (dans la suite, afin de ne pas alourdir le texte, je désignerai par « objet » un événement, un processus, un système, un être vivant... par opposition au « sujet » qui désigne celui qui observe).

Or on met en évidence le caractère objectif d'un objet lorsque l'on peut mettre en relations des données d'observations en fonction d'une donnée invariante (ou invariance) attachée à au moins l'une des propriétés de l'objet (cf. exemple du piquet). Souvenons-nous que cela suppose que bien d'autres propriétés sont négligées et n'entrent pas en ligne de compte dans lesdites relations. La donnée invariante, à partir de laquelle d'autres données observées sont en relation, est la même quelles que soient les références de mesures utilisées par les observateurs (ce qu'on appelle « référentiels »): c'est le principe selon lequel « il n'y a pas d'observateur privilégié ». Naturellement, la nature objective de l'objet observé n'est établie que par rapport à la donnée invariante retenue après avoir négligé les autres propriétés. De même, les référentiels dans lesquels la donnée invariante est perçue comme telle ne sont pas tous les référentiels possibles: ils forment une famille de référentiels associés de manière exclusive à ladite donnée invariante. Le modèle qui décrit un objet devra déterminer d'une part la donnée invariante sur la base de laquelle les observations sont comparées, et d'autre part le domaine qui délimite les référentiels dans lesquels cette donnée invariante est conservée. Ce domaine définit la **limite du modèle**.

C'est la méthode expérimentale qui permet de déterminer la limite d'un modèle, donc son domaine de validité (on dit encore « domaine d'adéquation »). En connaissance rationnelle, il est obligatoire, par souci d'objectivité, d'identifier le domaine de validité de tout modèle éprouvée par l'expérience, sous peine, sinon, de dériver vers une idéologie.

Voici quelques exemples.

Exemple simple d'invariance : une bouteille d'eau

Pour illustrer tout ce qui vient d'être dit ci-dessus je considère une bouteille en verre remplie d'eau. Lorsque je la regarde sous tous les angles, en la faisant tourner, en la mettant tête en bas, etc., je puis affirmer qu'il s'agit toujours du même objet bien que je le vois sous des aspects différents. Pourquoi, et dans quelles limites?

En fait, dans cet exemple, je considère la bouteille comme un objet solide possédant une forme constante, **toutes choses égales par ailleurs**. L'eau qu'elle contient ne peut pas s'échapper et épouse complètement la forme de la bouteille, du moins pour la précision de mon échelle d'observation. Toutes les autres propriétés sont *négligées*, peut-être à tort ou à raison. De ce seul point de vue la bouteille que j'observe peut être caractérisée par les données invariantes suivantes:

- la bouteille est un objet solide, par conséquent deux points quelconques de la bouteille sont séparés par une distance invariable dans tous les cas;
- la bouteille a une forme invariable, par conséquent sa surface est caractérisée de la même manière quel que soit l'angle sous lequel je la regarde.

Que se passe-t-il lorsqu'un autre observateur regarde la bouteille? Lui comme moi pouvons parler de la même bouteille si nous pouvons relier nos observations respectives par des transformations qui sont compatibles avec les données invariantes ci-dessus. Or l'autre observateur et moi-même n'occupons pas le même lieu, et nous ne sommes pas forcément présents à la même date. D'ailleurs, le deuxième observateur peut être moi-même lorsque je me suis déplacé pour occuper un lieu à une date différente, ou encore il peut être moi-même, resté au même endroit, alors que la bouteille a été déplacée. Les deux observateurs sont séparés par des déplacements successifs dans l'espace et dans le temps; parmi tous les

déplacements possibles, ceux qui conservent les données invariantes relatives à la bouteille (objet solide et forme invariable) forment une famille particulière: ils forment un groupe mathématique appelé **groupe d'invariance**.

Qu'est-ce qu'un groupe mathématique? Des transformations forment un groupe mathématique lorsqu'elles sont réversibles (l'effet d'une transformation peut être annulé par une transformation inverse) et lorsqu'elles peuvent se combiner pour former une transformation du même type. Le groupe est dit d'invariance lorsque les transformations conservent une propriété fixée d'avance, en l'occurrence ici la donnée invariante de l'objet. Pour la bouteille, comme pour tout objet solide de forme fixe, le groupe d'invariance est constitué des transformations dans l'espace qui conservent la distance séparant deux points de l'objet: ce sont les rotations (mouvements autour d'un axe ou d'un point) et les translations (mouvements rectilignes). La forme et les dimensions d'une figure ne changent pas lorsqu'on lui fait subir une rotation et/ou une translation: à une rotation d'un certain angle correspond une rotation inverse d'angle opposé; et la succession de deux rotations est une rotation d'angle égal à la somme des angles des rotations combinées; de même à une translation d'une certaine distance correspond une translation inverse et la succession de deux translations est une translation de distance égale à la somme des distances des translations combinées.

Grâce au groupe d'invariance, deux observateurs peuvent communiquer leurs observations de la même bouteille: si l'un d'eux la voit debout droite sur la table, l'autre, accroupi au pied de la table, la voit penchée par rapport à lui, mais ses observations se déduisent de celles du premier en leur appliquant les rotations et les translations qui séparent les deux observateurs.

Mais c'est surtout grâce à notre cerveau que, dans nos activités quotidiennes, dans nos gestes d'apparence simple, nous n'avons pas besoin de savoir quels sont les groupes d'invariances et les données invariantes mises en jeu: notre cerveau, sur la base de l'ensemble des messages issus de notre organisme et de l'expérience acquise ou génétique, a catalogué ces catégories et sait les rappeler quand il faut. Que l'une de ces catégories vienne à ne plus pouvoir être reconnue ou rappelée par le cerveau (suite à un accident cérébral par exemple), et nous voici incapable de comprendre ou de reconnaître une forme, une couleur, un son, un mot, une odeur, un visage particuliers ou non. C'est ainsi que, par exemple, se présentent des cas cliniques où une personne reconnaît une forme carrée mais pas une forme circulaire. Que cela nous fasse méditer sur la formidable complexité, fragilité et beauté des processus mis en jeu par la nature dans les situations jugées les plus « banales » (du point de vue humain)!

Je reviens à notre bouteille d'eau. Cette fois-ci je la lance à un collègue qui a soif. Soumise aux conditions initiales que je lui ai imprimées (vitesse et direction) et à la force de la pesanteur, elle parcourt une trajectoire relativement compliquée: elle tourne sur elle même tout en décrivant une courbe appelée parabole. Le groupe d'invariance (les translations et les rotations) a-t-il un rôle là-dedans? Oui, et il est fondamental.

La bouteille étant un système isolé lorsque je la lâche, de nouvelles données invariantes entrent en scène en plus de celles relatives au fait que la bouteille est un solide indéformable. Ces nouvelles données invariantes sont liées non pas à la géométrie de la bouteille, mais au mouvement (ou dynamique). Ce sont toutes les propriétés du mouvement qui restent conservées, elles aussi, par les transformations du groupe d'invariance (rotations et translations). Il s'agit de:

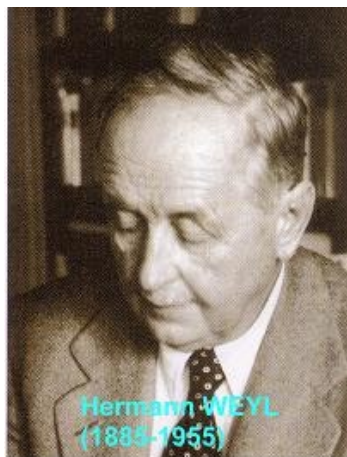
- l'énergie, propriété invariante du mouvement conservée par translation dans le temps. C'est par la conservation de l'énergie que la bouteille ralentit lorsqu'elle prend de l'altitude et accélère lorsqu'elle redescend;

- l'impulsion, propriété invariante du mouvement conservée par translation dans l'espace; l'impulsion décrit la tendance de l'objet à parcourir une trajectoire rectiligne suivant différents axes. C'est par la conservation de l'impulsion que le centre de gravité décrit une trajectoire parabolique comme si la bouteille était concentrée en un point;

- le moment cinétique, propriété invariante du mouvement conservée par rotation dans

l'espace; il décrit la tendance de l'objet à tourner sur lui-même ou autour d'un axe. Par exemple un patineur sur glace exploite la conservation du moment cinétique lorsqu'il tourne sur lui-même. C'est par la conservation du moment cinétique que la bouteille tourne autour de son centre de gravité le long de son trajet.

Ainsi, avec cet exemple simple, on comprend que, comme l'a fait remarquer par exemple le mathématicien **Hermann Weyl**, les propriétés physiques et les mouvements des systèmes isolés se déduisent des groupes d'invariance relatifs aux aspects objectifs sous lesquels on convient de les considérer. Les développements techniques font l'objet d'une très abondante littérature spécialisée; je citerai pour exemples [15] ou [16].



Enfin, supposons que la bouteille tombe par terre. Au moment où elle rencontre le sol elle n'est plus isolée parce qu'elle interagit avec lui en mettant en jeu des propriétés que j'avais jusqu'ici négligées: la résistance des matériaux. Si le sol est rigide, il ne recule pas sous l'effet de l'impulsion de la bouteille et la lui restitue complètement; si la bouteille tombe de haut elle se cassera parce que sa structure cristalline et sa forme ne lui permettent plus de supporter l'impulsion du choc. On voit alors dans cet événement que la précédente donnée invariante de la bouteille (objet solide et forme constante) ne peut plus être prise en compte: au moment de la rupture, la distance entre deux points quelconques de la bouteille n'est plus conservée. On ne peut plus parler de la « même » bouteille: le résultat est un nouvel objet provenant du précédent et pour lequel entrent en scène de nouvelles invariances.

La leçon de tout cela est que l'existence d'un objet et la possibilité de l'affirmer de manière objective sont délimitées par un domaine de validité défini en principe par les données invariantes et leurs groupes d'invariance associés, mais confirmé en pratique par la méthode expérimentale.

Autres exemples d'invariances : physique de Newton, physique relativiste, géométrisation de la physique

En physique non relativiste, dite encore « newtonienne », le temps mesuré par les observateurs est supposé absolu, c'est-à-dire indépendant du référentiel auquel l'observateur ramène ses observations. De plus, on suppose que les longueurs spatiales d'un objet restent identiques quels que soient les référentiels d'observation. Dans ce cas, comme on l'a vu dans l'exemple de la bouteille, les observations effectuées dans différents référentiels se déduisent les unes des autres par les transformations de l'espace qui conservent les longueurs: le groupe des rotations et des translations. On a vu également qu'à ce groupe est associé un ensemble de grandeurs dynamiques qui sont conservées lorsqu'on leur applique les transformations (énergie, impulsion, moment cinétique). La physique newtonienne utilise alors la géométrie euclidienne pour la mesure des phénomènes.

Qu'est-ce que la géométrie euclidienne? La géométrie euclidienne permet d'une part de connaître les transformations de l'espace qui conservent la distance euclidienne de deux points (groupe des translations et rotations) et d'autre part de prédire les propriétés des figures auxquelles on applique ces transformations. De manière générale, la géométrie intervient dans le raisonnement des sciences physiques parce que, par définition, elle est l'étude de toutes les propriétés qui se conservent lors de transformations et, réciproquement, elle est l'étude des transformations qui conservent un type de propriétés donné ([19]).

La géométrisation de la physique coule alors de source ([20]).

Un cas particulier et intéressant de référentiels compatibles avec la physique de Newton est celui des référentiels dits de Galilée (ou galiléens): ces référentiels sont en translation uniforme les uns par rapport aux autres. Par exemple deux voitures qui roulent à des vitesses différentes mais constantes et rectilignes sur l'autoroute forment pour leurs passagers des référentiels galiléens en translation. Si je laisse tomber une bille dans les deux voitures elle tombe de la même manière, suivant la même loi cinématique due au seul effet de la pesanteur terrestre.

Par contre un manège de foire n'est pas un référentiel galiléen parce l'observateur qui s'y trouve n'est pas en translation uniforme par rapport aux autres référentiels galiléens, par exemple l'une des voitures ci-dessus. Pourtant la description des phénomènes selon la physique newtonienne reste valable parce la longueur des objets est supposée conservée quand on change de référentiel et que le temps est le même pour tous. Donc parce que la géométrie euclidienne reste applicable.

Toutefois le cas particulier des référentiels galiléens est intéressant parce que tout référentiel non galiléen peut se ramener à un référentiel galiléen pourvu que les forces qui s'y exercent incluent les effets d'accélération du référentiel. Ainsi, dans le manège, si je fais tomber une bille elle n'aura pas le même comportement que dans les voitures: à la pesanteur terrestre s'ajoutera l'effet d'une force d'entraînement due à la rotation du manège et la trajectoire sera courbe. Pourtant la chute de la bille reste un phénomène objectif parce que des observateurs placés dans des référentiels différents, l'un galiléen, l'autre accéléré, peuvent communiquer sur le même phénomène en utilisant les lois de transformation de leurs résultats d'observation fondées sur la donnée invariante qu'est la conservation des distances.

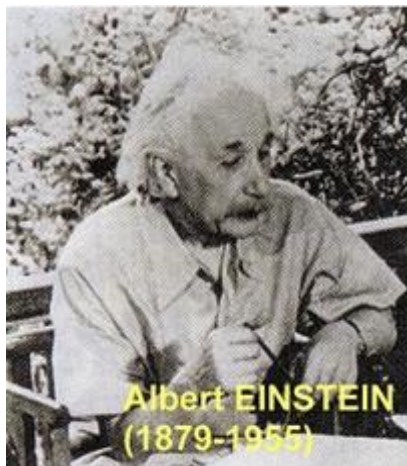
Les référentiels galiléens, dans lesquels on observe des phénomènes où le temps est considéré comme absolu, se déduisent les uns des autres par des transformations dites « de Galilée »: ces transformations servent de cadre dans lesquels les observateurs galiléens peuvent communiquer sur leurs observations et leur conférer un caractère objectif.

Il en va tout autrement pour la physique fondée sur la relativité d'**Einstein** (voir par exemple [12]). Dans les référentiels relativistes en translation les uns par rapport aux autres, plus question de temps absolu ni de conservation des distances spatiales: seule la vitesse de la lumière est considérée comme absolue, et par conséquent, la donnée invariante d'un phénomène est définie par son intervalle d'espace-temps dans une géométrie qui n'est plus euclidienne. C'est la géométrie des espaces de **Minkowski**, de dimension quatre et non plus trois, dans lesquels le temps joue le même rôle que les dimensions spatiales: dans cette géométrie les référentiels d'observation se déduisent les uns des autres par des transformations plus compliquées dites « de **Lorentz-Poincaré** » et qui conservent l'intervalle d'espace-temps d'un phénomène. Ces transformations, qui forment le groupe d'invariance de la relativité, servent de cadre dans lequel les observateurs relativistes peuvent communiquer sur leurs observations et leur conférer un caractère objectif, en transformant les résultats d'observation du même objet sur la base de la conservation de l'intervalle d'espace-temps.



Henri Poincaré (1854-1912) Hermann Minkowski (1864-1909) Hendrik Antoon Lorentz (1853-1928)

Comme en physique newtonienne, l'application des transformations aux référentiels qui conservent l'intervalle d'espace-temps conduit à des invariants dynamiques. Mais en relativité ils sont différents et permettent de prédire des phénomènes nouveaux par rapport à la physique classique, comme l'équivalence de la masse et de l'énergie.



**Albert EINSTEIN
(1879-1955)**

On notera que la description des phénomènes dans des référentiels relativistes inclut celle des phénomènes observés dans les référentiels galiléens. Ces derniers sont un cas limite des premiers lorsque la vitesse de translation est négligeable devant celle de la lumière. Une démarche courante en physique est de définir des référentiels qui permettent d'observer et d'attribuer une valeur objective à des phénomènes d'aspects très différents. Mais cela a pour conséquence qu'ils font appel à une géométrie où les relations entre les faits s'appuient sur des données invariantes que notre esprit se représente difficilement: elles sont abstraites.

La leçon de tout cela est que la réalité objective affectée à un phénomène est toute relative pour deux raisons:

- elle est liée au choix d'une propriété et au fait **d'avoir négligé une multitude d'autres propriétés;**
- elle est liée à une **famille de référentiels d'observation** dans lesquels on peut communiquer sur la même donnée invariante moyennant des relations de transformation spécifiques de ces référentiels.

Ainsi, un objet a un caractère scientifique ou rationnel, notamment en sciences physiques, lorsque:

- l'on peut lui associer une description géométrique qui traduise son invariance lors de

changements de référentiels d'observation;

- l'on peut établir des lois prévisionnelles à partir de ce modèle géométrique;
- le modèle et la prévision peuvent être validés.

L'objet est une notion complexe, construite peu à peu par synthèses successives de sensations, jusqu'à dégager des invariants indépendants de l'observateur. Et c'est l'ensemble de ces invariants qui constitue une réalité objective. L'outil de base est, comme on l'a vu, l'appariement et le dénombrement.

Je me suis étendu longuement sur des exemples issus de la physique pour illustrer la notion d'invariance. On pourrait alors croire que les autres domaines de la connaissance sont écartés (sciences humaines, biologie, sciences économiques, etc.). Il n'en est rien. Voici quelques exemples qui montrent que les notions de données invariantes, de transformations qui les conservent et de référentiels d'observation sont tout autant subtiles sinon plus dans ces domaines.

Sociologie

Le but de la sociologie semble à première vue de décrire et de prévoir, de manière statistique, des comportements collectifs et sociaux, en faisant abstraction des processus psychologiques internes à chaque individu. Je crois que son objet va beaucoup plus loin et qu'elle est une science « instrumentale » par rapport aux autres sciences humaines, comme la géométrie peut l'être par rapport aux sciences physiques. Je veux dire par là que la sociologie identifie tous les cas possibles de référentiels sociaux et culturels qui vont servir de cadres à l'observation des phénomènes humains: ces derniers ont valeur objective lorsque les résultats d'observations effectuées dans les différents référentiels sont liés par des relations de passage entre référentiels. Les phénomènes humains observés sont de natures variées: éthologie (science du comportement), linguistique, économie, psychologie, sciences cognitives, sciences de la communication, sciences politiques, etc.

Il est surprenant de constater que, dans encore bien des cas, ces sciences sont présentées avec leurs cortèges d'hypothèses fondatrices et leurs logiques internes sans se préoccuper de la façon dont on s'assure que deux observations différentes, faites dans des référentiels socioculturels différents, sont sous-tendues par une même réalité objective, c'est-à-dire sont liées par une même donnée invariante. Dans l'expression de toute loi scientifique relative à des faits humains, on devrait dire « dans tel contexte socioculturel le phénomène prend telle forme, dans un autre contexte socioculturel, il prend une autre forme, et on est sûr que ces deux formes renvoient à une même réalité objective parce qu'il existe entre elles des relations de transformations qui la conserve... ». C'est une condition d'application du principe d'objectivité dans ces domaines. Et identifier les contextes socioculturels ainsi que les relations entre les faits observés dans leurs cadres constitue l'une des missions de la sociologie, nécessaire pour offrir un cadre à l'étude objective des faits humains.

Considérons par exemple la notion de comportement agressif que l'on rencontre en science du comportement (éthologie). Un comportement agressif doit pouvoir être reconnu comme tel quel que soit le référentiel social, ethnique, historique où il est observé si l'on veut qu'il corresponde à une réalité objective pour des observateurs différents. Un comportement peut être jugé agressif dans telle culture et à telle époque de l'histoire, mais pas pour d'autres. Pour juger qu'un comportement est objectivement agressif il faut alors le dépouiller des influences particulières du référentiel où il se manifeste: rites religieux, traditions tribales, valeurs éthiques du moment, etc.; on va **négliger** ces influences afin de retenir dans l'analyse seulement des caractéristiques indépendantes des formes de manifestation propres au contexte socioculturel. S'il est impossible de caractériser l'agressivité de manière indépendante des formes propres au contexte socioculturel, alors la notion d'agressivité est intimement liée au référentiel d'observation et ne peut pas être étudiée comme un phénomène objectif.

De même, dans l'exemple ci-dessus de la schizophrénie il faut être sûr que l'on parle de

la même chose quand le phénomène se produit chez les Pygmées, les Esquimaux ou à Manhattan. De même encore, les techniques de psychanalyse ou de psychothérapie permettent-elles de procéder avec la même fiabilité à des diagnostics d'angoisse ou de refoulement dans les différents référentiels socioculturels? Si oui, quelles sont les transformations qui permettent de passer d'une représentation à une autre dans ces référentiels?

Dans le domaine de la linguistique, **Noham Chomsky** a émis l'hypothèse selon laquelle toutes les langues humaines s'enracinent dans une même structure commune et ultime, donc difficile à représenter de façon immédiate, dès lors que l'on les compare sous leurs multiples variétés influencées par les environnements socioculturels et l'histoire.

Les exemples pourraient être multipliés à l'infini...

Loin de se contenter d'un « relativisme » philosophique qui interdirait la connaissance objective, il est indispensable d'identifier par l'observation et des études statistiques les différents référentiels socioculturels qui servent de cadre à l'observation des phénomènes humains. Car cela permet de déterminer comment se transforment leurs représentations en terme d'une donnée invariante qui garantit leur objectivité. La sociologie répond à cette attente et constitue un outil par lequel les autres sciences humaines entrent dans la rationalité.

Comme l'écrivait Emile Durkheim, fondateur de la sociologie, dans son introduction à l'étude du suicide [18]: « ... *On n'explique qu'en comparant. Une investigation scientifique ne peut donc arriver à sa fin que si elle porte sur des faits comparables et elle a d'autant plus de chance de réussir qu'elle est plus assurée d'avoir réuni tous ceux qui peuvent être utilement comparés...(...)* Car ce qui importe, ce n'est pas d'exprimer avec un peu de précision la notion que la moyenne des intelligences s'est faite du suicide, mais c'est de constituer une catégorie d'objets qui, tout en pouvant être, sans inconvénient, étiquetée sous cette rubrique, soit fondée objectivement, c'est-à-dire corresponde à une nature déterminée de choses. » Voir aussi [19].

Droit et principe d'objectivité

La plupart des spécialistes sont d'accord sur l'objet du Droit: c'est l'ensemble des règles de conduite qui s'imposent aux hommes dans leurs relations mutuelles, ces règles obéissant au **critère de l'identification de la règle du droit** (voir par exemple [20]). Ce critère permet de différencier les règles du droit des autres règles de conduite qui peuvent être: les règles de bienséance, les règles de la morale, les règles religieuses... Le Droit peut avoir valeur objective en ce que ses règles ne s'appliquent pas à des individus personnalisés; ces règles s'appliquent à une catégorie de personnes abstraction faite de leurs personnalités. Les règles de droit sont donc:

- impersonnelles: elles sont communes à tous et ne s'appuient pas sur des cas particuliers. En principe ce critère protège contre toute décision arbitraire parce qu'il ne cherche pas à favoriser des intérêts particuliers ([21]);
- générales: elles s'appliquent de la même manière sur un domaine spatial défini par avance (territoire par exemple);
- permanentes: elles s'appliquent chaque fois que sont réunies les conditions et les hypothèses de leurs applications, jusqu'à ce que de nouvelles lois viennent les abroger.

J'ai suggéré que le seul projet nécessaire est celui qui consiste à respecter et à faire respecter la gratuité des individus et la liberté de leurs projets, et qu'il est de la responsabilité de l'Etat. Ce but se construit de façon itérative et empirique parce que rien n'indique par avance ce qui délimite chaque liberté individuelle par rapport à l'ensemble des autres libertés individuelles qu'elle doit respecter. Paradoxalement, le fait que le principe d'objectivité impose à chaque projet individuel de s'accomplir dans une liberté respectueuse de celle de tous les autres engendre des contraintes collectives, et c'est l'ensemble de ces contraintes collectives qui, appliquées à une collectivité d'individus, définissent une **société**. Ces contraintes évoluent

en fonction des connaissances que l'on a de l'histoire, des autres règles de conduites non fondées sur le droit (cultures, traditions, us et coutumes...) et des contextes économiques ou politiques: ce qui montre la nécessité, pour le droit comme pour les autres sciences humaines, de s'appuyer sur la sociologie pour identifier ses référentiels d'application ([22])

Dans ces conditions, la donnée invariante des systèmes de droit n'est pas à chercher dans leurs règles constitutives mais bien plutôt dans le principe énoncé ci-dessus qui les réunit toutes: à savoir **les règles sont des contraintes en vertu desquelles chaque liberté est respectueuse de celle des autres**. Autant dire que les conditions dans lesquelles sont établies les règles de droit peuvent relever d'interprétations différentes, bien que ces règles s'enracinent dans ce même principe intangible. Tout comme dans les sciences de la nature, on trouve toujours deux familles de conceptions généralement inconciliables:

- les premières selon lesquelles la représentation idéale d'une réalité objective correspond fidèlement à cette réalité objective (et ne se contente pas seulement d'en traduire l'existence). Par exemple la forme du cercle est plus qu'une représentation des choses sous lesquelles on les considère après avoir négligé d'innombrables données: c'est une réalité objective, l'objet « cercle », qui n'est pas construite, mais reconnue par mon esprit, car lui étant préexistante. Ce type de conceptions forme la famille des **conceptions « ontologiques »** c'est-à-dire chercheuses de la réalité en soi. En droit cela correspond à la croyance en l'existence du Droit Naturel auquel l'homme peut accéder par le seul usage de la raison: on dit aussi « **doctrine idéaliste du droit** » (voir par exemple [21] ou [89]).

- les secondes selon lesquelles la représentation idéale d'une réalité objective n'est qu'un moyen pour mettre en rapport des faits expérimentaux, sans se préoccuper de savoir ce qu'est vraiment cette réalité objective, ni même si cela a un sens de la connaître directement. Dans ces conceptions, les représentations idéales du réel permettent de rattacher à ces rapports entre les faits, l'existence d'une donnée invariante, pour certains aspects sélectionnés au détriment d'autres négligés. Ce type de conceptions forme la famille des « **conceptions positivistes** », c'est-à-dire indifférentes à la question de la réalité en soi. La seule réalité qui importe aux conceptions positivistes est celle qui permet d'appliquer aux faits le principe d'objectivité, avec toutes les difficultés que j'ai montrées dans les paragraphes précédents et sur lesquelles je reviendrai. En droit, cela correspond aux **doctrines positivistes du droit** pour lesquelles je citerai pour mémoire les courants du positivisme juridique (« le droit est le produit de l'Etat », cf. par exemple l'école de Vienne de **Kelsen** [22]), du positivisme sociologique de Durkheim (le droit est un fait social), le positivisme marxiste (le droit est un produit de l'économie).

Comme c'est souvent le cas dans les méthodes rationnelles, aucune des deux familles ne détient la vérité absolue, et une utilisation alternative de l'une et de l'autre est nécessaire pour une connaissance efficace des choses, les excès de l'une étant régularisés par l'autre. D'ailleurs, en droit, ces familles ont chacune leurs avantages et leurs inconvénients. Par exemple, la doctrine idéaliste du droit, fondée sur un droit naturel extérieur à l'homme, a besoin, pour être garanti et mis en application, d'un droit mis en place par l'homme, fondé sur une approche empirique des faits, donc relevant de la doctrine positiviste. De même, la négation absolue d'un droit naturel existant pour chaque individu, au profit de la seule considération des lois collectives qui fixent les limites de chaque liberté, peut conduire à reconnaître celles-ci pour seule réalité: à l'extrême, cela peut avoir pour effet d'écraser par le système la réalité de l'individu; c'est ainsi que naissent alors des sentiments d'injustice face à des décisions ... de justice! Au fond tout dépend de ce que l'on a convenu de **négliger** (comme en sciences expérimentales): ce qui est négligé dans la règle de droit, c'est la personnalité de l'individu puisque cette règle se veut générale et indépendante de cette dernière. Pas étonnant alors que les décisions juridiques puissent parfois être ressenties comme une frustration, une injustice, eu égard au fait que chaque individu se ressente comme unique et comme un cas particulier à considérer!

Ces exemples montrent, s'il en est besoin, combien sont délicats les concepts des

sciences juridiques dès lors qu'on cherche à leur conférer les valeurs de l'esprit rationnel.

Neurophysiologie du comportement et psychanalyse

Croyez-vous que pour avoir un esprit rationnel il faut se couper de ses émotions? Beaucoup répondront sans doute « oui » en croyant être dans la droite ligne de l'esprit rationnel. Dans notre culture centrée sur le pragmatisme utilitariste et le profit, il nous est suggéré chaque jour que l'esprit rationnel est la condition pour être « efficace » dans la recherche du profit, et que l'on ne peut pas être rationnel si l'on ressent des émotions. Oui, méfions-nous, dans nos sociétés il est souvent demandé aux gens de réagir comme des robots dociles, dénués d'émotions. Faire les choses sans rien ressentir, en s'interdisant même de ressentir, donne l'illusion d'une invulnérabilité qui impressionne nécessairement les autres, et donc confère une autorité qui peut tout se permettre. C'est même parfois, hélas, un style plutôt bien perçu, qui « fait classe ».

Même une réaction d'apparence émotionnelle devient admissible si elle est mise en oeuvre sous une forme « mécanique », froide.

Que l'on ne me fasse pas dire ce que je n'ai pas dit! Je ne dis pas qu'il faut donner libre cours à l'expression extravertie de ses sentiments. Je dis, bien au contraire, qu'il est probablement utile d'être à l'écoute de ses sentiments et de ses émotions pour avoir un esprit rationnel. D'ailleurs, comme je l'ai expliqué auparavant, un système aussi complexe que l'être humain, doué de raison, de sentiments et de conscience, non seulement constitue par ceux-ci son propre environnement interne, mais encore a besoin que l'on prenne en compte ce dernier pour expliquer, prévoir et orienter les interactions qu'il peut avoir avec son environnement externe.

Mais revenons à la question posée au départ: faut-il se couper de ses émotions pour pouvoir être rationnel? En réponse, des études neurophysiologiques modernes, comme celles qui ont fait l'objet de l'ouvrage d'Antonio R. Damasio [23], tendent à montrer que la capacité de ressentir et d'exprimer les émotions permet à l'homme de réagir de façon rationnelle face à des situations dominées par l'incertitude. Celles-ci obligent l'homme à faire un choix avec des données incomplètes sur la situation. Or il semble bien, selon les études, que l'obligation de choisir est stimulée par l'émotion ressentie. Par exemple, il a été en effet démontré que des personnes souffrant de lésions frontales du cerveau, tout en étant incapables de ressentir certains sentiments, étaient aussi incapables de prendre des décisions dans des situations incertaines.

De manière plus fondamentale, on peut se demander de quelle façon se construisent et d'où proviennent les images mentales, ou pensées, que l'on utilise pour raisonner, prendre une décision ou réagir de manière spontanée? A la question du « comment? » la neurophysiologie moderne répond en démontrant que toute pensée repose sur une émotion et que toute émotion correspond à une représentation interne d'un état de notre organisme. Ainsi une image qui apparaît dans notre système de représentation interne (ou « esprit ») n'est pas uniquement le résultat de configurations de liens entre neurones, mais provient des flux d'échanges d'informations entre le système nerveux et l'ensemble de l'organisme réagissant aux stimulus de son environnement.

A la question de l'origine (« d'où proviennent les images mentales? »), certains auteurs, dont A.R. Damasio, émettent l'hypothèse des « marqueurs somatiques » ([23]). Selon cette hypothèse, les processus neurophysiologiques de rappel d'une image face à une situation actuelle sont fortement conditionnés par les liens progressivement acquis entre les états de l'organisme et les situations antérieures ressenties comme étant favorables ou défavorables à la survie individuelle. Les différentes situations antérieures, face auxquelles l'organisme a répondu par des états formant pour le futur un ensemble de réactions possibles, comprennent non seulement les événements intéressant directement l'organisme mais aussi les pressions sociales, morales et culturelles: « *Les marqueurs somatiques sont donc acquis par le biais de l'expérience individuelle, sous l'égide d'un système d'homéostasie ([23]) interne et sous*

l'influence d'un ensemble de circonstances externes qui comprennent non seulement les entités et les événements avec lesquels l'organisme interagit nécessairement, mais aussi les conventions sociales et les règles éthiques. » (A.R. Damasio, [23]).

Comme on peut le constater encore ici, chaque fois que l'on considère une famille de faits dans laquelle sont négligés un certain nombre de propriétés au profit d'autres propriétés pertinentes, se pose la question de la donnée invariante à laquelle se ramènent les faits manifestés de manière très diverse. Bien sûr, le choix de la donnée invariante selon laquelle on veut expliquer les faits n'est jamais totalement neutre. Mais, tout au moins, le principe d'objectivité impose que ce choix s'oriente vers la cause la plus simple pour que le modèle explicatif ait une chance de correspondre à une réalité objective.

C'est ainsi que, pour rassembler les phénomènes aussi variés et complexes que sont la perception et le comportement humains, et pour leur conférer une valeur objective, on se satisfait comme donnée invariante de la recherche de la survie individuelle et biologique, parce qu'elle semble la plus simple et qu'elle ne nécessite pas d'autres justifications construites de manière spécifique pour la circonstance (justifications « ad hoc »). Mais ce qui fait la difficulté des sciences humaines et biologiques, c'est qu'il existe encore une marge de manœuvre importante dans le choix d'une donnée invariante pouvant servir à expliquer de façon unitaire des phénomènes divers et variés, et par conséquent le risque que ce choix puisse être guidé par des considérations idéologiques ou métaphysiques.

Tout comme pour la génétique ou l'évolution des espèces, la survie biologique constitue l'invariant des phénomènes neurophysiologiques et comportementaux, et est un candidat sérieux pour conférer une réalité objective aux modèles qui se fondent sur elle. Bien sûr, si le comportement humain peut ainsi se réduire fondamentalement à la survie biologique, il est tout aussi possible que cette dernière soit réductible à son tour à des données invariantes plus fondamentales concernant le domaine physico-chimique. Et ainsi de suite. Mais il faut bien avoir présent à l'esprit que cette façon réductionniste de voir les choses trouve sa limite dans le fait que lorsqu'on explique un processus biologique exclusivement par des processus physico-chimiques plus élémentaires on perd de l'information: cette situation se comprend aisément si l'on se souvient que la propriété d'un système n'est pas seulement le résultat de la contribution des propriétés de ses constituants. Les interactions entre ceux-ci conduisent à une ou plusieurs propriétés nouvelles qualitativement différentes des propriétés élémentaires (ce que l'on appelle le phénomène d'**émergence** en théorie des systèmes complexes).

Invoquer la **survie biologique** comme base des processus neurophysiologiques permet d'instaurer un lien entre ceux-ci et les modèles psychologiques, notamment freudiens. Heureusement il n'est pas nécessaire d'être un spécialiste de la neurophysiologie pour pratiquer la psychologie. Ces deux modes de connaissance poursuivent des objectifs différents: la neurophysiologie s'intéresse aux supports physiques, aux structures, dans lesquels ont lieu les processus de l'esprit ([24]); la psychologie s'intéresse aux relations fonctionnelles qui peuvent exister entre différents états mentaux et les comportements perçus par un observateur extérieur. Comme l'approche psychologique s'intéresse aux rapports pouvant exister entre les états internes de l'esprit et leurs manifestations externes, observables, il n'est pas étonnant que certains de leurs modèles se soient avérés relativement performants bien que les connaissances en neurophysiologie soient rudimentaires à l'époque de leurs naissances (théorie de **Freud** par exemple). Mais ceci n'exclut pas de pouvoir trouver dans la première une partie des explications pour la seconde.

En particulier l'hypothèse des marqueurs somatiques, fondée sur le principe fondamental de survie, va dans le sens de certains préceptes de la psychanalyse freudienne. Notamment les stades de développement psychanalytiques, les trois composantes de l'esprit (« moi », « ça » et « sur-moi ») et les frustrations et complexes basés sur le principe de Freud selon lequel tout se passe comme si dans notre esprit tout ce qu'il contient tendait à se manifester par une représentation consciente ([24]).

Employant le vocabulaire de la **psychanalyse**, si l'on rassemble sous le nom de

« pulsions » l'expression spontanée des processus orientés vers le but de survie individuelle, elles sont mises en balance avec les contraintes (ou « interdictions » au sens freudien) ([25]) originaires de l'environnement culturel et social. Lorsque les pulsions ne peuvent pas s'exprimer à cause des interdictions, elles prennent un cheminement tel que, d'une façon ou d'une autre, elles tendent à s'évacuer: tout le comportement individuel se focalise alors sur cet objectif d'évacuation des pulsions, on a affaire à un « complexe » ou une frustration. En effet, considérant que la réaction de survie, même si elle s'exprime de manière déraisonnable, est une force première de la nature biologique, tout se passe comme si un complexe cherche systématiquement à s'éliminer par des formes d'expressions diverses et variées, adaptées ou bien déséquilibrantes. L'évacuation des complexes génère des comportements déséquilibrants lorsqu'elle mobilise l'intelligence et la sensibilité de l'individu à un point tel que l'adaptation à l'environnement et aux situations du moment passe en second plan bien derrière l'objectif lié au complexe. Il y a inadéquation complète, dans le temps comme dans l'espace, entre les réponses du sujet et la situation où il est placée: tout se passe comme si le sujet projetait dans le présent des réponses censées satisfaire à une frustration enracinée dans le passé.

A chaque stade de développement des marqueurs somatiques correspondent des types de complexes générés face à des interdictions qui se sont présentées à cette époque. Toute une typologie est alors mise en place en techniques psychanalytiques pour ramener le patient souffrant de complexes dont il ignore l'origine à la ou les situations qui les ont générés, dans le but de rendre conscient, et donc évacuer, le réflexe de survie qui s'est imposé comme réponse de défense (principe de Freud). Comme, d'après ce qui a été dit plus haut, il n'y a pas d'émotion sans représentation au psychisme d'un état de l'organisme, il paraît normal que les différents complexes recensés en psychanalyse soient en rapport direct avec les stades de développement somatiques et sexuels de l'individu. Sans les détailler, je rappelle que les différents stades de développements recensés par la psychanalyse sont: a) stade oral, b) stade anal, c) stade phallique, d) phase de latence, e) stade génital (voir [24] pour développements).

D'autre part, les processus de connaissance et de relation avec le monde qui nous entoure mettent très souvent en jeu des situations où nous sommes dans l'obligation de choisir. Cette obligation est présente autant dans les cas complexes, où nous disposons de données insuffisantes et floues pour pouvoir décider, que dans les cas nécessitant la mise en oeuvre d'outils élémentaires comme l'appariement et le dénombrement. Dans ces derniers cas, comme je l'ai montré auparavant, il faut négliger des données et des faits, observés ou ressentis de façon consciente ou non, pour sélectionner et conserver celles qui nous intéressent pour dégager une vision de la situation. Or, choisir, c'est-à-dire négliger des données au profit d'autres, fait appel à des processus psychophysiologiques centrés sur l'émotion et donc la recherche d'une survie (Damasio). C'est pourquoi toute difficulté physiologique ou psychologique relative à la gestion de nos émotions, comme par exemple les complexes, peut avoir à terme un impact sérieux sur notre faculté à avoir une connaissance rationnelle du monde et des comportements adaptés.

Comme je l'ai dit plus haut, un déséquilibre psychique correspond à un enracinement de nos représentations du présent dans des situations antérieures qui ont suscité des réactions inconscientes mises en oeuvre pour régler le problème de survie qui se posait alors. C'est un fait bien reconnu aujourd'hui que « *le trouble mental est trouble de la communication et perturbation de la durée intérieure* » (cf. Bize et Goguelin [26]) et que « *Le sujet qui s'est constitué dans son enfance, à travers une structure originelle qui lui est propre, et notamment à travers les frustrations de la situation oedipienne, plus ou moins bien intégrées et surmontées par la suite, aura tendance, en cas de formation névrotique non liquidée, à répéter sur des situations nouvelles le schéma archaïque refoulé et méconnu.* » (ibid.). Mais comment cela s'explique-t-il? Par la persistance d'une réaction de survie (encore elle!) qui a pris naissance dans le passé et qui s'impose inconsciemment lors de toute situation présente rappelant celle d'origine.

Je prends un exemple simple. Un groupe de zèbres est en train de brouter le maigre herbage de la brousse africaine, quand surgit un lion. Sans se concerter, les zèbres détalent ensemble et parviennent à distancer le lion qui finit par abandonner la poursuite. Vue la réaction de panique des zèbres on pourrait croire qu'ils ont subi un traumatisme psychique à la mesure, et qu'ils n'oseront plus revenir à l'endroit où le lion les a surpris. Eh bien, pas du tout: voilà nos zèbres qui reviennent sur leur lieu d'origine, reprenant leur repas là où ils l'ont laissé, comme si rien ne s'était passé! Explication: au moment du danger, les zèbres ont développé une réaction de survie, essentiellement dictée par leur structure biologique, qui a consisté à privilégier la fuite ; les fonctions organiques non nécessaires à ce réflexe de survie, comme par exemple la digestion, ont été suspendues, mais une fois le danger passé elles ont repris leur travail inconsciemment. Cela est possible chez les zèbres mais l'est moins chez l'être humain : la neurophysiologie de ce dernier, plus complexe que celle du zèbre, fait que la réaction spontanée de survie apparue face à un événement particulier du passé est maintenue dans le présent. Chez l'être humain, et selon l'hypothèse des marqueurs somatiques, une émotion ressentie au niveau conscient dans le passé correspond à un état de l'organisme qui, selon les structures et l'histoire de l'individu, aura tendance à être reproduit dans les comportements conscients du présent mais dont les causes initiales restent enfouies au niveau inconscient. Cela peut conduire à des déséquilibres, c'est-à-dire des réponses mal adaptées au présent. Par exemple, l'arrêt du processus de digestion qui fait suite à une réaction de fuite face au danger, peut subsister alors que celui-ci a disparu. Alors, le sujet traîne dans le présent des troubles fonctionnels (une digestion difficile) liés à une reconstitution de la situation de stress apparue dans le passé, et mise en œuvre face à un événement présent perçu comme difficile, donc de même type que celui du passé. Les troubles peuvent être psychosomatiques comme on peut le voir. Ils sont aussi des obstacles à la communication puisque le sujet perturbé réagit face au présent non pas en fonction de celui-ci, mais en fonction d'une projection qui prend naissance dans le passé (« dyschronie »). Tel peut être le cas d'une personne qui, face à des réactions jugées banales par l'entourage, réagit de manière agressive: elle répond en fait à une situation passée qu'elle projette inconsciemment sur le présent, perturbant ainsi sa relation avec autrui qui est pris pour quelqu'un d'autre. Cela empêche l'ouverture et par conséquent gêne à terme la connaissance et l'intelligence. Enfermé dans les représentations du passé qui sont chaque fois simulées dans le présent, le psychisme du sujet peut traduire à divers degrés des troubles d'inadaptation qui vont de la simple manie jusqu'aux problèmes de relations sociales, en passant par les névroses en tous genres. Pour éliminer ces troubles, il faut prendre conscience de la situation passée dans laquelle s'enracine la réaction simulée, afin de l'évacuer de l'inconscient: c'est le but de toute psychothérapie (voir par exemple [24]). Le recours aux techniques de relaxation, d'hypnose ou de suggestion permet également d'éliminer les tensions de l'organisme qui sont des répétitions inconscientes de réactions de survie antérieures face à des situations de stress ; le résultat est que les fonctions organiques qui ont été suspendues ou perturbées lors de ces réactions peuvent reprendre leur cours normal (voir [98]) ([26]).

L'équilibre général de l'être humain porte sur les différentes composantes de sa fonction neurophysiologique. Selon qu'elles concernent les relations entre le conscient et l'inconscient, entre le sujet et son environnement social (aptitude d'ouverture), les fonctions énergétiques (potentiel physique) ou la volonté (aptitude à se finaliser), les troubles se classent en plusieurs familles. Dans chacune d'elles apparaissent deux pôles opposés selon qu'il s'agisse d'un excès ou bien d'une insuffisance de la fonction mise en jeu. Les voici recensées très sommairement (cf. [26]):

- a) Troubles liés à la fonction thymique:

La fonction thymique est relative à l'aptitude à la vitalité, la motivation face aux événements, ce que l'on appelle communément l' « humeur ». On distingue:

- Le cas où la fonction thymique est insuffisante: c'est celui du **dépressif**, c'est-à-dire le pessimiste constant;
- A l'inverse, le cas où elle est excessive: cas de l'**hyperthymique**, sur-actif et doté d'un

optimisme constant qui frôle l'inconscience et la non prise en compte de la réalité.

- b) Troubles liés à la fonction énergétique:

La fonction énergétique est relative à l'aptitude à mobiliser son énergie. On distingue:

- Le cas où cette fonction est insuffisante: cas de l'**asthénique**, tourné sur lui-même, sujet aux troubles fonctionnels d'origine psychosomatique;
- A l'inverse, le cas où cette fonction est en excès: cas du **violent**, incapable de maîtriser sa réactivité face aux situations.

- c) Troubles liés à la fonction émotionnelle:

On a vu l'importance du rôle des émotions dans la construction d'un comportement rationnel et ouvert. L'affectif est le moteur pour se tourner, s'intéresser aux êtres et aux choses, donc pour apprendre et se doter d'une finalité, d'un projet. En effet, par exemple, dans le domaine de la fonction de la connaissance, on a vu comment le choix intervient sur la façon de considérer les faits sous tel ou tel aspect afin de retenir certaines données et en négliger d'autres. Or il ne peut y avoir de choix sans motivation, sans critères que l'expérience et les relations avec notre entourage ont pu favoriser ou au contraire inhiber en nous. On distingue:

- Insuffisance de la fonction émotionnelle: cas de l'**apathique**, d'aspect froid, peu enclin à s'émouvoir et à comprendre les sentiments des autres, et par conséquent ne pouvant pas communiquer avec autrui sur un plan affectif. Ces défauts peuvent être une réaction inconsciente d'auto-protection face à des difficultés vécues auparavant et qui a suscité chez le sujet un sentiment de vulnérabilité excessive.

- A l'inverse, prédominance de la fonction émotionnelle: cas de l'**hyperémotif**, ne réagissant face aux événements et aux autres que sur le mode émotif ou affectif, au détriment de la réflexion et de l'aptitude à prendre du recul. On trouve les impulsifs dans cette famille.

- d) Troubles liés à la fonction de conscience:

Le rapport qui peut exister entre d'une part les pulsions émanant des instincts liés aux processus de survie individuelle, et d'autre part leur frein ou leur filtrage apporté par les contraintes culturelles, interpersonnelles et sociales, fait l'objet d'une régulation subtile au niveau de la conscience personnelle. Autrement dit, dans le classement de Freud, le « Moi » (la conscience personnelle) a besoin, pour s'affirmer, que soit maîtrisé le rapport entre le « ça » (les pulsions) et le « sur-moi » (la conscience des contraintes externes et l'apprentissage du comportement qui en résulte). Que ce rapport se déséquilibre, et voici un « ça » trop important par rapport au « sur-moi », ou inversement un « sur-moi » qui écrase les pulsions, avec dans tous les cas un fort affaiblissement du « moi »: le sujet n'est plus maître des orientations de sa conscience, il est le jouet de ses pulsions ou bien des interdits imprimés par l'extérieur. Aussi on distingue:

- Non maîtrise du rapport entre les pulsions et le sur-moi, entraînant un conflit permanent entre ces deux pôles: c'est le cas du **tourmenté**, en proie aux inquiétudes et aux angoisses, aux obsessions, aux phobies;

- « Moi » trop prédominant, rejetant au second plan d'une part la réalité extérieure (le « sur-moi » a très peu de prise) et d'autre part le domaine des pulsions (le « ça »): c'est le cas de l'**hystéroïde**, à la fois incapable d'avoir une attitude finalisée et sujet à des crises traduisant la résurgence de pulsions inhibées que le « moi » bien qu'excessif ne peut jamais complètement ignorer.

- e) Troubles liés à la fonction des rapports sociaux:

Prendre en compte son environnement est, comme on l'a vu une condition indispensable pour l'équilibre dynamique d'un système ouvert. Non pas qu'il s'agisse d'être toujours d'accord avec son environnement, en particulier social. Je rappelle que l'adaptation comprend deux phases: l'une où l'on s'adapte au milieu, l'autre où au contraire on adapte le milieu à nos objectifs. Là encore, l'excès d'une phase sur l'autre mène au déséquilibre, tout autant que le fait d'ignorer complètement le milieu dans lequel on vit. Le blocage face aux relations sociales, ou

au contraire la volonté de les infléchir toutes pour les ramener à soi, peuvent s'enraciner dans des peurs inconscientes, des traumatismes, suscités par des relations entre le sujet et les autres qui ont été mal vécues. On distingue:

- Coupure de sa conscience vis-à-vis des rapports sociaux: c'est le cas de l'**emmuré** ou **schizoïde**. Afin de se protéger des agressions supposées de son environnement, le schizoïde évite de percevoir tout ce qui en provient et aussi d'y agir. Il apparaît donc à la fois fermé et inactif.

- Excès de la volonté d'adapter l'environnement à ses fins personnelles: c'est le cas du **paranoïaque**, caractérisé par une attitude fanatique. Excessivement méfiant vis-à-vis de son environnement, n'y trouvant donc rien de bon, il est rongé par le soupçon et se sent persécuté. Voulant adapter à soi l'environnement à tous prix, il est aussi persécuteur de tout ce qui s'y trouve.

La liste n'est pas exhaustive !...

On retiendra de ces exemples les deux points suivants :

- D'abord, le fait de ramener la diversité des phénomènes psychiques et comportementaux à des données invariantes fondées sur la conservation de la vie offre la compréhension à la fois la plus simple et la plus universelle de ces phénomènes, dans le respect du principe d'objectivité.

- Ensuite, s'agissant du rapport qui peut exister entre la connaissance rationnelle du monde et les émotions, il est clair qu'être rationnel ce n'est pas se couper de ses émotions. Bien au contraire, l'émotion, c'est-à-dire l'interaction entre les fonctions de survie de l'organisme et le système de représentation consciente, est l'outil qui contribue à la connaissance rationnelle dans le but d'adaptation. Les études de neurophysiologie tendent à confirmer la structure et le processus de cette interaction. En conséquence, un être attaché foncièrement à la pensée rationnelle est avant tout doué de sensibilité. A un point tel que, parfois, pour se protéger de son effet, il peut prendre un aspect distant, froid et méthodique. Bien sûr, poussée à l'extrême, cette défense finit par créer des habitudes de coupure vis-à-vis du monde sensible qui risque d'aboutir à un affaiblissement du rôle de l'émotion dans le processus de connaissance. Avec pour conséquence finale que celui qui cultive un aspect trop rationnel cesse de l'être et ses facultés de compréhension ou de choix dans un contexte complexe ou incertain diminuent: il y a déséquilibre. Trop ou trop peu d'attitude rationnelle sont déséquilibrants.

L'économie mondialisée

Peut-on parler d'une donnée invariante sous-jacente à tous les événements économiques d'aujourd'hui dans le contexte de la mondialisation?

Selon Alain Minc [28] (voir aussi [88] ou [95]), le marché et ses lois sont une réalité objective naturelle : ils ne résultent pas d'un état culturel d'une société, ni du choix d'un mode d'existence parmi d'autres. Ils s'imposent aux systèmes humains tout comme les lois de la physique s'imposent à la matière. A ce titre, à propos du marché, on peut considérer ses lois comme une « loi de gravitation de l'économie »

Comme les lois de la nature, qui sont obtenues par l'identification de données invariantes et le fait d'en avoir négligé d'autres, les lois économiques fondées sur le marché supposent une donnée invariante et des données négligées. La donnée invariante est la nécessité de l'échange commercial qui, là encore, est l'un des moyens que l'espèce humaine s'est trouvée au cours de l'évolution pour assurer sa vie biologique. En effet, l'échange commercial permet l'enrichissement et le renforcement des moyens de lutte pour la vie de l'humanité par échanges de compétences et de biens, mise en compétition des méthodes afin d'optimiser cette survie, et ouverture des systèmes économiques comme source d'adaptation par apport de variété (comme le prévoient les principes des systèmes complexes).

C'est une loi de la nature, pas une finalité, de la même façon que la gravitation universelle n'est pas une finalité du projet humain. Par contre, pour maîtriser cette loi, il faut d'abord la reconnaître comme telle et en tenir compte dans la réalité multiple et complexe de l'individu et de la société humaine. On ne maîtrise pas la nature en niant ou en voulant changer ses lois. On la maîtrise en les connaissant, en les respectant et en les exploitant.

L'affirmation selon laquelle le marché est une loi qui s'impose à la réalité humaine n'est pas toujours partagée par tous les spécialistes. Si elle est admise, sa prise en compte dans les activités humaines s'accompagne de certaines difficultés qui apparaissent lorsque les autres variables humaines et sociales ne peuvent plus être négligées face à la seule réalité économique. La considération de cette seule réalité arrive à sa limite. C'est la même situation que celle où il faut tenir compte des données physiologiques d'un pilote d'avion de chasse pour que l'appareil exploite de manière efficace les lois de la propulsion et de la physique des fluides. C'est une attitude rationnelle de l'économiste que celle qui consiste à intégrer les facteurs et les aléas provenant des autres réalités qui sont l'environnement de celle de la loi du marché. Ces autres facteurs, identifiés par Minc, sont notamment :

- des aléas stratégiques, avec des risques de conflits régionaux,
- des aléas sociaux, avec introduction ou aggravation d'inégalités sociales, conditionnées par l'adéquation entre d'une part ce qui est attendu et porteur dans le marché et d'autre part ce qui est ou peut être réalisé par les individus au sein de la société (d'ailleurs, les conditions pour qu'un décollage socio-économique ait lieu sont, selon Minc : un taux d'investissement important, une forte scolarisation, une ouverture sur le monde, ce qui rappelle le cas des systèmes ouverts ; conséquences de la loi du marché, elles sont universelles),
- des aléas culturels, résultant d'une tension entre l'uniformité introduite par la mondialisation et le besoin instinctif de faire valoir son identité, tant au niveau des individus qu'au niveau des nations,
- des aléas psychologiques, enfin, issus du fait que la loi du marché, réalité naturelle, n'est pas pour tout le monde une source de motivation ou d'émotion collectives (« on ne meurt pas pour le marché-roi » écrit Minc) : ce n'est pas un objectif de projet, dont le choix est maîtrisé par l'individu et dans lequel chacun peut s'affirmer ou être reconnu.

Dans ce contexte, les résultats de la loi du marché mondialisé dépendront de la façon dont on l'aura mise en œuvre. Rien n'est écrit par avance, pas plus que l'existence de la loi de gravitation universelle empêche l'homme d'aller dans l'espace ! Alors, il ne s'agit pas pour les états de prendre des dispositions politiques ou économiques cherchant à éliminer cette loi ; il s'agit bien plutôt de la connaître et de la maîtriser. Or la maîtrise de la mondialisation de l'économie, domaine où par nature les faits humains se réduisent aux seules réalités du marché, nécessite de prendre en compte les autres domaines de réalité qui le bornent.

Ce constat est général pour chaque domaine de réalité que l'on saisit : chacun correspond à une vision partielle et partielle des choses où une donnée invariante est privilégiée tandis que bien d'autres sont négligées. Vouloir réduire la réalité multiple et complexe à l'un ou l'autre seulement de ces domaines est illusoire voire dangereux. Il faut considérer leurs interfaces si l'on veut conserver une attitude rationnelle et pragmatique. C'est pour cela que, par exemple, l'économie a besoin des données résultant des faits sociaux et psychologiques, comme ces derniers, pour être compris, nécessitent à leur tour les données de l'économie.

Politique internationale

Parmi les grands principes que les organismes mondiaux ont vocation de garantir, se trouvent (voir aussi [94]):

- le principe selon lequel on ne doit pas toucher aux frontières des états contre leur gré (intangibilité des frontières),
- le principe du droit qu'ont les peuples à disposer d'eux-mêmes.

Hormis les difficultés liées à la définition précise des concepts manipulés par ces principes (« états », « peuples », « droit », « disposer d'eux-mêmes », « toucher aux frontières »), je note

aussi qu'il existe un problème de leur coexistence. Cela n'est pas sans effet sur les choix stratégiques en matière, par exemple, d'interventions dans les problèmes internes aux états.

Les difficultés de définition des concepts posent la question de la donnée invariante qui se cache derrière eux. Par exemple, l'« état » comme le « peuple » correspondent chacun à une réalité objective si les critères qui permettent de les identifier comme telle sont applicables en toute situation :

- Les frontières délimitent un domaine géographique qui, en général, correspond à un état. Or, d'une part, quels signes expriment l'existence d'un état ? Sont-ils ses lois et tous les lieux où elles sont valides ? D'autre part, les frontières sont le résultat de faits historiques très divers : conflits, partitions par des congrès internationaux, décolonisation, sécession... Elles résultent de processus évolutifs dont on accepte l'existence par le passé, mais qu'interdit aujourd'hui le principe d'intangibilité des frontières.

- Les peuples, quant à eux, ne sont pas définis comme des collectivités auxquelles s'appliquent les lois issues d'un même état. Un même peuple peut se retrouver dans plusieurs états, et inversement un état peut regrouper plusieurs peuples. Ce sont plutôt les critères culturels qui caractérisent les peuples : langues, traditions, religions, mémoire collective, arts, littératures, modes de vie et d'expression, etc., bref tout ce qui fait que l'individu entre dans le groupe ou au contraire en est écarté. A cela s'ajoutent parfois des critères liés à la morphologie (aspects raciaux). Or, l'histoire montre que les cultures évoluent, par fusion, par absorption, par adoption, par destruction à l'issue de conquêtes, d'échanges commerciaux, de migrations, de progrès techniques. En particulier, la mondialisation de l'économie intensifie ces évolutions par le mouvement de peuples d'un état à l'autre, suite à des besoins socio-économiques. Elle tend aussi vers une uniformisation des cultures qui, par réflexe de conservation des groupes culturels, est contrebalancée, voire rejetée, par la recherche, la redécouverte ou l'affirmation d'identités culturelles. Au plus fort de ce rejet se trouve la volonté, parfois violente, qu'a un peuple de prétendre à son autodétermination au sein d'un état.

- Dans quelles limites s'exerce alors le « droit » reconnu aux peuples à « disposer d'eux-mêmes » ? Car enfin, sans cette précision, et d'après ce que je viens de dire ci-dessus, on peut imaginer que les peuples immigrant peu à peu dans un état soit admettent de se reconnaître ou sont reconnus comme membres à part entière de cet état (intégration), soit au contraire finissent par y revendiquer leurs identités jusqu'à l'autodétermination. Si les limites du droit à l'autodétermination sont bornées par le premier principe d'intangibilité des frontières, il est clair que la conciliation des deux principes est un exercice difficile dans la pratique. Ce fut le cas par exemple de la guerre du Kosovo (février-juin 1999) : cette guerre peut être considérée, entre autres, comme le laboratoire où fut testée la mise œuvre simultanée des deux principes. L'intervention des organismes internationaux (ONU, OTAN) avait, semble-t-il, pour buts à la fois de respecter les frontières de la Yougoslavie et de ramener la situation à des conditions pacifiques où pourrait être considérée démocratiquement l'issue à donner à la question de l'autodétermination du peuple albanais du Kosovo, dans le respect des principes humanitaires et de droits de l'homme.

En définitive se pose alors la question: qu'est-ce qui compte, la notion de peuple avec un contenu ontologique qu'il reste à définir (voie idéaliste) ou la notion de nation avec un principe d'intégration centré sur un objectif et des valeurs collectives (en l'occurrence la démocratie et le droit) (voie positiviste)? Si les deux voies sont maintenues, il est clair que leur régulation mutuelle nécessite, pour être assurée, l'existence d'un système international capable de veiller à leur conciliation, comme l'illustre l'exemple du Kosovo.

Philosophie marxiste et principe de réfutabilité

Le **marxisme** (cf. [65] et [66]) considère le lien existant entre l'activité économique et la structure de la société. L'unité épistémologique autour de laquelle se construit la philosophie politique de **Karl Marx** est la catégorie sociale. Celle-ci est le produit du type d'activité économique de la société. Pour se maintenir et se développer, l'activité économique utilise et

induit des comportements des catégories sociales qui risquent de remettre en cause sa cohérence. En l'occurrence, dans le cas d'une économie de type capitaliste, la contradiction et l'effondrement du système économique qui s'ensuit peut résulter de l'exploitation des forces productives selon le seul but du profit, et donner naissance à un nouvel ordre socio-économique: l'ordre communiste, caractérisé par l'absence de classes sociales et la détention du système économique par les forces de production. Selon le matérialisme historique cette transition est déterminée par avance dans les lois de l'économie et de l'histoire.

Dans sa démarche scientifique, on ne peut pas reprocher au marxisme la construction d'une théorie qui prend comme données invariantes celles liées à la classe sociale, à une échelle macroscopique d'observation, et en négligeant bien d'autres paramètres. Au fond, toute théorie scientifique procède de même: en biologie, c'est la cellule qui sert de concept élémentaire, en génétique c'est le gène, en sociologie c'est le groupe d'humains observés sous l'aspect unique de leurs relations mutuelles, en chimie c'est l'atome, etc. En outre, la théorie marxiste observe **la société comme un système, au sens presque moderne d'une entité douée d'un projet et dont la stabilité, la contradiction interne ou l'effondrement dépendent du mode d'interactions entre la poursuite du projet et les différentes fonctions ou structures qui le constituent**. Ici, le projet est la recherche du seul profit économique en faisant abstraction des intérêts de ses acteurs productifs. Et la contradiction qui risque de conduire à son effondrement est, pour les détenteurs du profit, de ne plus pouvoir tirer parti des forces productives tant celles-ci sont exploitées et ignorées.

Jusqu'ici tout va bien. **Ce qui peut être reproché par contre à la théorie marxiste est d'avoir omis la prévision de son domaine de validité**. Les invariants considérés et les conclusions théoriques supposent que bien d'autres phénomènes ont été négligés et il convient d'identifier le domaine à l'intérieur duquel cela reste compatible avec les données d'observation. De plus, dans sa mise en oeuvre pratique, la théorie incite dans l'action pratique (la « praxis ») à anticiper les processus de transition (révolution) qu'elle avait d'abord identifiés comme une loi « naturelle ». De sorte qu'une justification circulaire de l'action révolutionnaire s'instaure: « Si je le fais c'est parce que la théorie prévoit que c'est une loi de la nature; si je ne le fais pas, au contraire, c'est parce que je refuse la vérité de la théorie et je suis donc dans le camp de ceux qui exploitent les forces productives! » Au fond le danger de **contradiction de la théorie marxiste est de puiser dans sa mise en application pratique les arguments qui justifient ses hypothèses de départ**. En vertu du principe de consistance, on sait que cette situation n'est pas scientifiquement admissible.

Il reste toutefois que la théorie marxiste, une fois débarrassée de sa praxis et des dérives idéologiques, présente de l'intérêt pour sa mise en garde face aux conséquences d'un système de société qui n'évolue qu'en fonction d'un projet économique de type capitaliste, qui plus est mondialisé aujourd'hui. Il incite à considérer que le monde est un système dont la stabilité et la viabilité résultent fortement des conditions suivant lesquelles est menée l'activité économique. Parmi ces conditions figure celle de la prise en compte des individus dans ses dimensions multiples, notamment son désir social. **La valeur de la société n'est pas qu'économique. La valeur de l'activité humaine n'est pas d'être uniquement une valeur d'échange**. Il faut prendre aussi en compte, dans la modélisation des faits et des activités de l'homme au niveau mondial, non seulement ce qui représente une « valeur d'usage » (par définition n'est source d'aucun profit), mais encore ce que j'appelle personnellement une « valeur de partage ». Aujourd'hui, la priorité exclusive mise sur le profit économique capitaliste mondialisé présente le danger, si rien ne vient le réguler, d'une planète livrée à la pollution, d'un tiers-monde qui s'appauvrit de plus en plus, d'une monopolisation des biens qui va à l'encontre du jeu de la concurrence, d'un usage inconsidéré des acquis scientifiques et techniques que ce soit du domaine génétique, alimentaire ou écologique, d'une déstructuration culturelle et morale...

Psychanalyse et principe de réfutabilité

S'agissant de la **psychanalyse**, le risque d'être une pseudoscience réside là aussi dans la

façon de l'utiliser comme un raisonnement circulaire, surtout dans sa mise en œuvre thérapeutique. Pour pouvoir être apte à recevoir une thérapie efficace, il faut avoir au préalable admis les prémisses de la théorie psychanalytique ou le diagnostic du thérapeute. Le fait de ne pas y adhérer confirme l'état de névrose du patient et justifie d'autant plus le recours à la thérapie psychanalytique. C'est du moins une déviation relativement fréquente que l'on rencontre dans sa mise en œuvre et qui fait que, en tant que pratique, la psychanalyse ressemble à une idéologie. Pour pouvoir se sortir de ce raisonnement circulaire, qui n'est pas en réalité dans les fondements de la théorie freudienne (cf. [70], [26]), il revient aux praticiens de connaître et d'annoncer les limites au-delà desquelles la psychanalyse, en tant que modèle de la réalité, n'est plus applicable. Le problème provient d'un bornage insuffisant de la théorie, surtout pour la notion de déséquilibre. S'il est vrai que celui-ci marque une contamination du vécu présent par des frustrations passées mal liquidées, il n'est malheureusement pas tenu compte que toutes les dimensions de l'homme ne se ramènent pas uniquement à cela. Le mérite de Freud est d'avoir ainsi modélisé le concept de déséquilibre, mais il est occulté par un réductionnisme excessif du comportement humain. ***A la limite, ce que la théorie aurait dû dire, c'est que le déséquilibre est manifeste lorsque le comportement d'un humain s'explique seulement, et en dernier recours, par la contamination permanente de sa vie présente par les frustrations du passé.*** La théorie aurait ainsi borné son domaine de validité en précisant qu'elle est applicable à ce type de cas.

On peut lire en effet dans [26]: « *Le grand mérite de Freud est d'avoir souligné en ce sens qu'il n'y a pas de différence de nature entre le malade et le bien portant* », et c'est justement là que la psychanalyse prend la forme expansionniste qu'on lui reproche, puisque cela suppose que tous les comportements se réduisent au seul principe du conflit. Et plus loin: « *Le sujet qui s'est constitué dans son enfance, à travers une structure qui lui est propre, et, notamment, à travers les frustrations de la situation oedipienne, plus ou moins bien intégrées et surmontées par la suite, aura tendance, en cas de formation névrotique non liquidée, à répéter sur des situations actuelles le schème archaïque refoulé et méconnu.* » Ceci illustre bien le mécanisme répétitif des névroses supposé par Freud et montre son effet négatif sur la communication (cf. [26]): « *Dans tous les cas, le déséquilibre peut se ramener à ceci: une situation archaïque mal liquidée se projette sur le présent et fausse le point d'impact du sujet avec l'actualité qu'il aborde. On notera que les facteurs les plus généraux de trouble sont la dyschronie, le trouble de la communication, le second étant fonction du premier* » puisque, en effet, le sujet n'est pas en adéquation avec la situation présente et donc ne peut pas communiquer au sujet de celle-ci. Mais, toujours dans [26], il est précisé aussi, et fort heureusement, que tout ne se ramène pas à la névrose, même surmontée ou adaptée: citant [71] et [72], il est dit que « *Toutefois, il ne faudrait pas voir dans le conflit le signe du déséquilibre. En raison de la complexité des motivations qui régissent une vie d'homme, en raison de la phénoménologie temporelle qui en inscrit le cours de la naissance à la mort (...) le conflit est normal. L'angoisse n'est pas toujours névrotique. Elle est, comme le montre Juliette Boutonier, coextensive de la liberté (...) mais dans la vie « normale » elle est sans cesse surmontée (...) Le conflit, selon l'expression de Daniel Lagache, ne devient anormal que lorsqu'il devient la « norme », c'est-à-dire lorsqu'il caractérise l'ensemble du comportement. Si tout fait problème (...), le déséquilibre accuse sous nos yeux la prégnance du schème archaïque par rapport aux réalités présentes.* » Ces remarques montrent fort justement qu'il existe d'autres dimensions qui motivent le comportement humain, y compris le conflit, et que le déséquilibre consiste précisément à les ignorer. C'est en cela que se borne le domaine de compétence de la psychanalyse ([27]).

Difficultés philosophiques de la physique quantique

En physique quantique, l'objet du délit est l'onde quantique, plus précisément sa « réduction ». De quoi s'agit-il? Un objet quantique, un électron par exemple, n'est en fait ni un corpuscule ni une onde. Il doit être décrit par une grandeur dont les valeurs changent avec les coordonnées

d'espace et de temps: la fonction d'onde, champ associé à l'électron. De cela il résulte déjà que l'électron, en dehors de toute observation, n'est pas un système localisé: son onde quantique a une extension spatiale et temporelle. La meilleure image qui en a été donnée, selon moi, est celle du « poisson soluble » dans l'ouvrage d'Ortoli et Pharabod [67], expression empruntée à l'écrivain surréaliste André Breton en 1924. Mais quelle est la nature de la fonction d'onde? Il s'agit d'une superposition d'états, dont l'amplitude correspond à leurs probabilité d'occurrence et dont la phase est liée aux grandeurs dynamiques de ces états (énergies par exemple). Ceci fait de l'onde quantique quelque chose de très différent des ondes physiques que l'on a l'habitude de détecter, ou de voir: ondes sur l'eau (houle par exemple), ondes acoustiques, ondes lumineuses ou électromagnétiques, ondes de déformations élastiques (corde vibrante par exemple...), etc. Toutes ces ondes physiques ont en commun qu'elles propagent une énergie qui est contenue dans leurs amplitudes. Ces ondes sont elles aussi une superposition d'états, lesquels peuvent être observés individuellement par filtrage, c'est-à-dire un dispositif adapté à la fréquence et à la longueur d'onde de l'état que l'on veut observer ([28]). Mais pour l'onde quantique, le « filtrage » consiste à rendre observable l'un des états probables qu'elle contient, ce que l'on appelle la « réduction de l'onde ». Ainsi, dans l'image du « poisson soluble », c'est comme si l'animal, indiscernable dans l'ensemble du domaine aquatique qui s'offre à lui (la mare), comme « dissout » dans lui, devenait un poisson observable, bien concret et bien localisé au moment où on le pêche (l'observation). Mais une fois l'observation terminée, une fois levée la contrainte qui « sélectionne » (ou qui « crée »?) l'état observé, l'objet redevient une onde quantique (le poisson est de nouveau « dissout »). On ne sait donc pas ce que c'est en-dehors de toute observation. Et la nature probabiliste de l'onde quantique ne peut être remise en cause du fait des inégalités de Heisenberg (ou relations d'incertitude): celles-ci énoncent que les grandeurs qui caractérisent les états probables de l'objet ne peuvent pas être observées simultanément avec une précision que l'on pourrait améliorer indéfiniment. Si la mesure de l'une correspond à une extension finie, alors l'autre grandeur aura une extension infinie. Autrement dit, l'observation des choses se heurte à une limite marquée par l'extension de l'onde quantique. La détermination précise d'un état entraîne une imprécision irréductible sur les autres. Cette situation implique que l'observation d'un état est une perturbation sur l'objet.

Philosophiquement cela revient à dire que la réalité de l'objet en soi, hors de toute mesure, n'est pas directement connaissable, bien que, malgré cela, elle a un rôle indirectement dans la connaissance des choses, ou plus exactement dans leur prévision : c'est l'interprétation des positivistes (interprétation des physiciens **Niels Bohr**, **Max Born**, **Werner Heisenberg**, etc. [6], [29], [30], [67]). D'autres adoptent une interprétation idéaliste de type kantien (voir **Kant** [73]): ils estiment que cette réalité n'est pas séparable de la réalité qu'est notre conscience au travers des sensations et des pensées. Bien plus, certains philosophes et physiciens, et non des moindres comme le prix Nobel **Eugene Wigner**, adoptent une position proche de l'idéalisme spiritualiste, allant jusqu'à nier l'existence d'un monde extérieur à nos sensations et pensées, les seules réalités auxquelles peuvent se réduire nos connaissances. Dans cette approche, c'est l'esprit, la conscience qui est responsable de la réduction de l'onde quantique! Par contre, pour les tenants du réalisme philosophique, comme Albert Einstein ou **Louis De Broglie**, caractériser la réalité physique des objets quantiques par une probabilité est le signe qu'il nous manque des informations objectives qui permettraient de les décrire de manière complète et qui existent indépendamment de tout processus d'observation. Donc, pour eux, la théorie quantique est incomplète, provisoire dans l'attente d'une prise en compte exhaustive de la réalité.



Emmanuel Kant (1724-1804)

Mais ce n'est pas tout! Le monde quantique jouit d'une propriété pour le moins singulière: la non séparabilité de la réalité. Cela veut dire que deux objets quantiques (deux électrons par exemple) qui se rencontrent, ayant chacun au départ une onde quantique individuelle, donnent un objet quantique unique caractérisé par une onde quantique également unique, et que, lorsqu'ils se séparent, l'existence de leur onde commune fait qu'ils continuent d'être un objet unique, d'interagir: une observation portant sur l'un des électrons, donnant un état de celui-ci par réduction de l'onde, influence instantanément (c'est-à-dire en violant les lois de la relativité d'Einstein) l'état observé de l'autre électron. Par exemple, deux électrons ensemble ont des états de « spin » opposés ([29]) : l'objet « final » est de spin nul. Après leur séparation, l'observation d'un spin de l'un des électrons va entraîner automatiquement celle du spin opposé sur l'autre, même avec des appareils de mesure différents qui, par conséquent, exercent des contraintes différentes sur la réduction de l'onde quantique. C'est la paradoxe EPR (Einstein-Podolsky-Rosen): voir [3], [5], [30], [67]. Les tenants du réalisme ont expliqué ce paradoxe en supposant l'existence de paramètres cachés qui influencent les deux objets entrés en interaction puis séparés. Or **John Bell**, sur une idée de **David Bohm**, démontra en 1964 que si ces paramètres cachés existaient une inégalité portant sur des corrélations entre les états probables devrait être satisfaite (inégalités de Bell). Ceci permit de mettre en place plusieurs expériences dont l'une, celle d' **Alain Aspect** en 1982, montra que les inégalités étaient violées, donc qu'il y a non séparabilité du réel. De nombreuses discussions ont porté sur l'interprétation de cette étonnante propriété de la réalité physique, voir les livres cités plus haut. Depuis, la non séparabilité du réel a été plusieurs fois constatée expérimentalement (par exemple, travaux de « téléportation » de l'information quantique par **A. Zeilinger**...) et son exploitation technique en cryptographie quantique ou en informatique quantique est actuellement à l'étude.



John Stewart Bell (1928-1990)

Interprétation de l'onde quantique

La fonction d'onde quantique peut être vue comme un potentiel prenant place dans l'espace-temps en tant que cadre dans lequel sont décrits un ou plusieurs états du système. Ce potentiel ne se révèle, ou se manifeste, que lors de l'interaction entre le système et tout autre système permettant d'en obtenir des effets macroscopiques, c'est-à-dire interprétables par l'observateur (mesure). Par exemple, et par analogie, le champ gravitationnel créé par une masse (une planète par exemple) est répandu dans l'espace mais ne se révèle que par l'interaction avec une particule d'épreuve (un caillou abandonné dans ce champ par exemple). L'état sélectionné du champ serait le résultat de celui-ci exprimé par l'effet induit sur la particule d'épreuve: la chute du caillou vers le centre de la planète, ou encore le caillou devenant un satellite en rotation autour de la planète.

Les positivistes diraient que la nature intime, intrinsèque, du champ isolé, avant le processus d'observation utilisant une particule d'épreuve, n'a pas d'importance. Les idéalistes diraient que c'est l'observation qui crée (et non pas révèle) le phénomène. Les idéalistes spiritualistes diraient que c'est la conscience, ou l'esprit, du sujet observateur qui le ferait (!?). Tandis que les réalistes soutiendraient que non seulement le champ existe en tant que tel avant tout acte d'observation, mais encore qu'il faut absolument en connaître la nature ultime et intime, et qu'on peut le faire. Qu'en pensez-vous?

Comme pour le champ gravitationnel généré par la planète, il en est de même pour le champ représenté par la fonction d'onde quantique. L'analogie reste encore valable s'agissant du principe selon lequel le processus d'observation perturbe le phénomène observé: la particule d'épreuve placée dans le champ de la planète modifie celui-ci, le nouveau champ observé étant la résultante des champs gravitationnels des deux masses (problème à deux corps de la mécanique céleste). Par contre l'analogie n'est foncièrement plus valable pour les deux points suivants:

- En physique classique, on peut soustraire du comportement observé les effets de la perturbation apportée par l'observation pour « remonter » à l'état du système indépendant de l'observation: la possibilité d'une telle correction qui restitue l'objectivité en soi du phénomène est posée comme un principe réaliste. Par contre, cela n'est plus possible en physique quantique selon les interprétations non-réalistes: dans l'état observé, le système observé et le système observant sont indissociables et aucune correction des effets de mesure n'est possible.

- Cela tient à la nature de la fonction d'onde quantique, qui représente la probabilité des états a priori du système. Il ne s'agit pas d'une représentation statistique d'états déjà réalisés (interprétation initiale de Louis De Broglie), mais bel et bien de probabilité d'occurrence d'états non encore réalisés, leur occurrence étant liée à l'interaction que le système a avec un autre: si l'interaction est associée à un acte de mesure, alors les états qui apparaissent sont inhérents aux grandeurs que l'on a cherché à mesurer (interprétation de l'école de Copenhague: Bohr, Born, Heisenberg...). Dans ce cas, l'état « sélectionné » correspond à la réduction de l'onde quantique; il peut montrer le système sous un aspect ondulatoire ou bien corpusculaire, en fait le système n'est a priori ni l'un ni l'autre, la description de la nature en ondes ou en corpuscules étant la seule façon qu'a l'esprit humain pour comprendre la réalité, des « formes a priori » dirait le philosophe Kant (Born, [29]).



Max Born (1882-1970)

La question des physiciens et des philosophes portent sur la façon dont a lieu la réduction de l'onde quantique. Sous son aspect technique et hautement spécialisé, et donc apparemment éloigné des préoccupations du grand public, cette question est l'une des plus fondamentales de la pensée humaine. Il est remarquable qu'elle renvoie, en définitive, à d'anciennes notions philosophiques et à des questions métaphysiques ouvertes depuis l'antiquité.

Dans [67] la question me semble bien posée (Sven Ortoli, Jean-Pierre Pharabod): *« Cette question (...) est connue sous le nom de « problème de la réduction du paquet d'ondes » ou encore de « problème de la mesure »; pour la résoudre, différentes « théories de la mesure » ont été proposées, mais aucune n'a pu s'imposer pour le moment. (...) Explicitons donc le problème. Avant d'être observé un quanton ([30]) n'occupe pas une position bien définie dans l'espace (...). Quand on mesure cette position, il apparaît en un endroit et en un seul. La fonction d'onde qui lui conférerait un certain étalement probabiliste dans l'espace se réduit à une fonction d'onde parfaitement localisée: une seule des possibilités représentées par la fonction d'onde initiale se concrétise. Première question: ce phénomène est-il propre aux mesures? Ne peut-il arriver spontanément hors de toute mesure, c'est-à-dire hors de toute intervention humaine, puisqu'une mesure nécessite une préparation et un enregistrement du résultat? Soyons plus concret encore: une mesure quantique est le résultat d'une interaction entre un quanton et un appareil de mesure. Pourquoi n'y aurait-il pas réduction du paquet d'ondes lors d'autres interactions qui ne font absolument pas intervenir l'expérimentateur? Après tout il y a sans arrêt des interactions dans l'univers: au sein des étoiles, comme à l'intérieur des bactéries.*

La réponse de la théorie quantique est simple: lorsque deux systèmes quantiques isolés, c'est-à-dire décrits chacun par une fonction d'onde, entrent en interaction, ils ne forment plus qu'un seul système, décrit par une seule fonction d'onde qui contient l'ensemble des possibilités des deux systèmes. Il n'y a pas réduction, mais complexification croissante. Pire encore, si le système global se sépare à nouveau en deux sous-systèmes qui s'éloignent l'un de l'autre, on ne pourra pas décrire chaque sous-système par une fonction d'onde indépendante, mais il y aura toujours une fonction d'onde globale pour l'ensemble des deux: c'est en fait la propriété vérifiée par l'expérience d'Aspect ([31]).

Mais en quoi un appareil de mesure diffère-t-il d'un autre objet macroscopique? Si l'on veut mesurer une propriété d'un quanton avec un appareil de mesure, il faut faire interagir ce quanton avec l'appareil. Pourquoi la fonction d'onde globale de l'ensemble se réduirait-elle à une seule des possibilités qu'elle décrit, alors que pour toute autre interaction on aboutit à une fonction d'onde globale qui contient l'ensemble des possibilités de chacun des systèmes qui ont interagi? Plusieurs réponses à cette question ont été ébauchées; aucune n'emporte l'assentiment général. »

Et les propositions de réponses sont résumées ci-après:

La question des physiciens et des philosophes porte sur la façon dont a lieu la réduction de l' « onde » quantique (ce n'est pas plus une onde qu'un corpuscule, l'appellation « onde » est abusive comme je l'ai dit):

- Certains invoquent la conscience (idéalistes comme Eugene Wigner, David Bohm, etc.) et pour eux la réalité n'existe pas en-dehors d'elle; en outre la conscience peut avoir des effets rétroactifs dans le temps (!?).

- D'autres considèrent que l'interaction sélectionne un des états possibles par évolution rapide de la fonction d'onde décrivant l'ensemble « système mesuré et système de mesure », la rapidité (représentée par la fréquence de l'onde quantique globale) étant due au caractère macroscopique de l'appareil de mesure (fréquence très élevée): c'est la position des « matérialistes » (F. Rohrich, 1983) pour lesquels la réduction de l'onde quantique a lieu indépendamment de la conscience de l'observateur.

- Pour d'autres encore (positivistes), tels que Niels Bohr, Werner Heisenberg, la physique quantique porte seulement sur la connaissance que nous avons de la réalité et non pas de la réalité en elle-même. Et je suis plutôt d'accord, comme je l'indique ci-après.

On ne peut « forcer le Royaume »

L'esprit humain n'a accès à la réalité en soi que dans un domaine limité. Pour aller au-delà, il ne peut recourir qu'à une description qui inclut le processus de connaissance.

L'objectivité n'est préservée que par l'application du Principe d'Objectivité aux grandeurs qui décrivent cette connaissance (ici l'onde ou le champ quantique): la recherche des invariants qui en découle aboutit à des éléments physiques nécessairement porteurs des interactions qu'ils peuvent avoir au moment de la mesure.

L'inconsistance des interprétations idéalistes réside dans le fait qu'on attribue à l'onde quantique une réalité qui dépasse le cadre du rôle qu'elle joue dans la théorie. On arrive alors à l'absurdité suivante: l'esprit humain atteignant les frontières de sa connaissance du réel, on en déduit que c'est lui qui agit sur la réalité!

Refusant à la fois les conclusions du réalisme philosophique d'Einstein et de l'idéalisme kantien, je dirai que le positivisme pragmatique n'a au fond comme seul souci que celui de décrire l'univers de manière cohérente (Principe d'Objectivité) afin de pouvoir y agir, y réaliser les projets de chacun et de la société, conditions de l'exigence de la survie biologique. Celle-ci est la seule donnée qui motive l'action et son choix, ainsi que l'enjeu de la compréhension du monde sur laquelle celui-ci s'appuie. Et cela, sans qu'il soit nécessaire de considérer comme universels et indépendants de notre esprit nos principes de connaissance : ceux-ci sont des constructions de notre esprit humain limité. J'appelle cette position le rationalisme positiviste pragmatique. Comme je l'ai dit au début de cet article, cette position philosophique n'a pas d'autre prétention que de considérer que le seul but de la vie est la vie. Sous ses aspects d'apparente naïveté, elle invite à une éthique fondée sur la contingence et l'humilité et, en ce sens, ne s'oppose pas à une vision spirituelle de notre existence.

Je dirai que, au lieu de chercher à « forcer le Royaume » ([32]), ma position invite au contraire à y entrer progressivement et avec humilité, dans l'accomplissement de nos projets, seules marques de nos libertés contingentes, dans la perspective de notre vie, peut-être fruit du hasard, mais devenue en tout cas pour chacun de nous et nous tous ensemble une nécessité absolue.

La physique quantique explique-t-elle en partie la conscience?

Dans le paradoxe du « chat de Schrödinger » (cf. [67] par exemple), on admet implicitement que le chat est un système quantique. D'où des discussions sans fin...

Le chat est un ensemble de systèmes complexes qui, de manière ultime, sont constitués de systèmes quantiques, les seuls sensibles à la fonction d'onde. Tout au long de l'arborescence hiérarchique des structures et de leurs interactions le caractère quantique des

constituants est réduit en des états sélectionnés parmi les états possibles. Parler de la réduction de l'onde quantique (chat + système de mise à mort) en prenant comme états possibles « chat mort » ou « chat vivant » est absurde si, en préalable, on ne résout pas la question de la réduction des ondes quantiques des systèmes internes constitutifs du chat.

En d'autres termes, il ne faut pas omettre de définir le domaine d'application de la théorie quantique. Il s'obtient en comparant les inégalités de Heisenberg avec les échelles caractéristiques du système de temps, d'énergie, de longueur et d'impulsion ([33]). Ce qui n'exclut pas que certains systèmes de grandes dimensions aient également un comportement quantique, comme les systèmes microscopiques: superfluidité, supraconducteurs, plasmas, nuages électroniques délocalisés (exemples nanotubes...), gaz de bosons (photons, à la base des effets laser), voire le système d'exocytose des neurones (effets de quasi-cristaux), etc. (voir par exemple [76], [55]).

On a cependant raison, me semble-t-il, d'aborder la question de la conscience en utilisant la physique quantique si l'on considère les conditions d'échelles des processus physiques mis en jeu dans les neurones et leurs interconnexions (**J. Eccles** [55]). La physique classique (chimie et thermodynamique statistiques non quantiques) ne paraissent pas pouvoir expliquer les transitions qui permettent l'exocytose neuronale responsable de la transmission des neuromédiateurs qui commandent les mouvements volontaires.

Mais on n'est pas obligé pour autant d'admettre le dualisme philosophique comme le préconise Eccles: monde des idées et monde matériel séparés. En effet, on peut considérer, comme je le fais, que l'onde quantique n'appartient pas au monde des idées, ou bien n'est pas un pont, un lien entre lui et le monde matériel, réfutant en cela l'idéalisme pur. Car l'onde quantique, dans son interprétation positiviste (que j'adopte), représente un potentiel de connaissance que l'esprit humain peut avoir sur le monde réel. C'est que, comme l'indique Henri Atlan [77]: *« Ceci est général: ainsi que Kant l'avait déjà vu, les concepts physiques ne définissent ni une réalité physique intrinsèque, en soi, ni une réalité purement idéale liée à la subjectivité du sujet pensant, mais une réalité intermédiaire celle des catégories de la perception et de la mesure, c'est-à-dire des interactions entre notre pensée et le monde qui nous entoure. »*

Il faut considérer que l'émergence de la conscience (**Changeux, Damasio, Feigl...**) de la théorie neuropsychologique identitaire résulte de la complexité des structures et fonctions biologiques qui, en particulier, conduit dans les processus synaptiques à des phénomènes quantiques, ceux-ci en retour ayant un effet sur l'organisme (exocytose des vésicules des synapses libérant les neuromédiateurs par déclenchement des ions calcium Ca^{2+}). De sorte que l'on aurait, selon moi, la situation représentée à la figure 11 où aucune séparation entre un monde des « idées » et de la « matière » n'est requise.

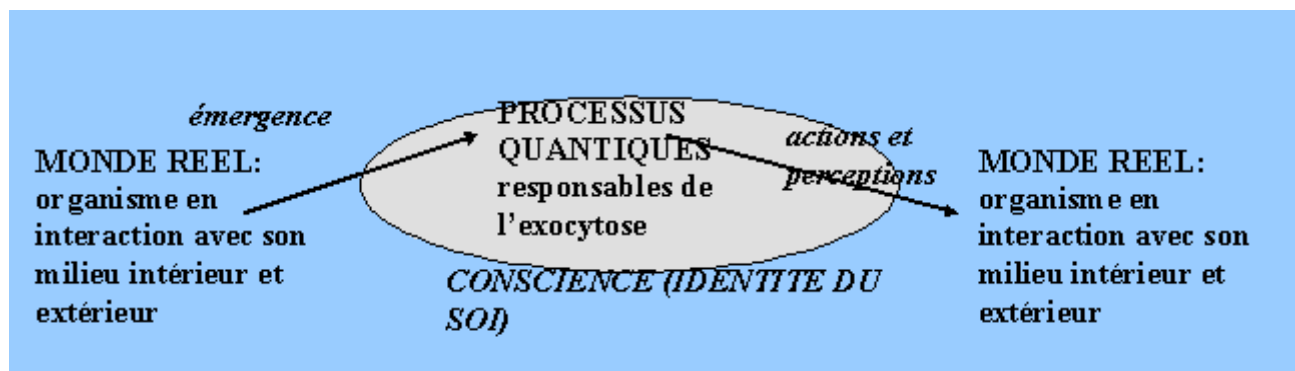


figure 11 - interprétation quantique et moniste de la conscience

Et le recours à l'image dans tout ça?

Le recours à l'image permet de ramener des choses invisibles (non directement ressenties) à des choses connues, expérimentées à notre échelle macroscopique.

A un moment donné, à la frontière de la connaissance, où la réalité des choses en soi ne correspond plus à des images familières à notre psychisme, on peut seulement travailler sur les relations qu'elles ont entre elles et l'observateur, dans le respect du principe d'objectivité. Dans ce cas l'image n'aura pour seule fonction que de représenter ces relations: ce qu'elle représente est alors une abstraction. Je l'appelle l' « image-relation », tandis que l'image employée pour représenter un objet (un plan de bureau d'études par exemple) s'appelle une « image-objet ». Les exemples d'images-relations sont très nombreux: réseaux, graphes, relations ensemblistes, diagrammes de flux, etc. ([34])

La transition entre la représentation par l'image-relation et l'image-objet est continue et permanente comme l'indique la figure 1 au début de cet article, éternelle oscillation entre le concret et l'abstrait, entre ce qui est compris par induction et ce qui s'explique par déduction.

Bien souvent, pour ne pas risquer de paraître naïf, on s'abstient de recourir à l'image pour introduire ou interpréter une notion abstraite, et on préfère plutôt s'enfoncer dans des considérations purement calculatoires dont on perd peu à peu le lien avec le concret, l'observable et le mesurable ([35]).

Quel est l'intérêt de recourir à l'image? Cela permet:

- de servir de point de départ, ancré dans l'expérience quotidienne, pour construire des notions plus générales moyennant un raisonnement inductif;
- inversement, de déduire, à partir de notions abstraites, des phénomènes ou des applications concrètes, palpables.

Ainsi, revenant au processus récursif introduit à la figure 1, l'esprit humain est capable d'établir des liens entre le domaine du visible, concret, correspondant à ses expériences macroscopiques, et le domaine de l'invisible, abstrait. Cette aptitude ouvre considérablement à l'homme son champ d'actions et d'adaptation et découle de la faculté d'employer les processus fondamentaux d'appariement et de dénombrement. Elle constitue un « plus » apporté par l'évolution, enraciné dans le réflexe de survie biologique. Son apparition n'est possible que parce que, dans l'univers, il n'y a pas d'un côté le monde de l'abstrait ou de l'esprit, et de l'autre celui du concret ou de la matière, mais une imbrication complète rendant strictement artificielle cette séparation. Sur un plan philosophique, c'est donc une position moniste que je soutiens. La faculté de l'esprit humain, étape d'une évolution adaptative, est bien le signe visible de cette fusion. La tentation de séparer les deux domaines (philosophie dualiste) ne fait que traduire l'attachement à l'un ou bien l'autre mode de raisonnement: trop de raisonnement par appariement, ou bien trop de raisonnement par dénombrement. Ainsi un animal, même suffisamment évolué pour être capable d'appariement (un chien sait faire des associations entre les choses), sera trop dépendant d'un raisonnement exclusivement déductif (stimulus → réponse → conclusion) pour pouvoir facilement induire des comportements nouveaux ou de nouvelles représentations de son environnement. Inversement, une personne trop confiante aux conclusions des raisonnements exclusivement inductifs verra volontiers dans la réalité concrète une pure illusion, considérant que les catégories les plus abstraites sont plus « vraies » que celles, concrètes, qui en sont des applications et des cas particuliers, donc sans intérêt sur le plan de la connaissance. Or n'oublions pas que, à juste titre, Karl Popper nous met en garde contre une trop grande confiance en des résultats obtenus par voie purement inductive. Car derrière celle-ci il y a un choix, implicite ou non, sur la propriété observée que l'on cherche à élargir dans une catégorie plus grande (cf. principe de pertinence du paradigme systémique).

En ce qui me concerne, ***récusant en tous points les excès et les positions exclusives, et étant suffisamment pragmatique pour considérer les méthodes et les représentations, même d'apparences opposées, dès qu'on les utilise dans les domaines de validité où elles sont performantes et pertinentes, pourvu qu'elles respectent toutes***

le principe d'objectivité et définissent leurs limites, inutile de vous dire que j'estime nécessaire de recourir de manière permanente et simultanée à la déduction et à l'induction, à l'appariement et au dénombrement, à l'invariance et aux évolutions pour comprendre, mesurer et agir.

*
* *

Ces exemples illustrent la nécessité, devant chaque théorie ou chaque idée, de se poser la question suivante: quelles données invariantes sont invoquées ou sous-entendues dans l'explication fournie, quelles variables ou propriétés a-t-on choisi de considérer, quelles sont celles que l'on suppose négligeables, jusque dans quelles limites, et quels résultats issus de l'expérience le confirment? **C'est à cette condition seulement que l'on passera d'une approche des choses fondée sur la croyance à une véritable critique rationnelle, et ceci pour n'importe quel domaine de connaissance ou de spécialité.**

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 3 - Philippe Cristofari, Frédéric Elie, Colette Garaventa : [la mécanique quantique](#) (rapport de maîtrise certifié de sociologie et histoire des faits et idées scientifiques) - université Aix-Marseille 1 juin 1980
- 5 - Bernard D'Espagnat : à la recherche du réel - Gauthier-Villars, 1979
- 6 - Werner Heisenberg : la nature dans la physique contemporaine - Gallimard éd 1962 et 2000
- 10 - J.L. Lemoigne : la théorie du système général -
- 12 - L. Landau et E. Lifchitz : théorie des champs - Mir 1970
- 13 - Jean-Marie Souriau : structure des systèmes dynamiques - Dunod 1980
- 14 - René Deheuvels : tenseurs et spineurs - PUF 1993
- 15 - A. Charlier, A. Bérard, M-F Charlier : mécanique analytique - Ellipses 1989
- 16 - Jerrold E. Marsden, Tudor S. Ratiu : introduction to mechanics and symmetry – Springer-Verlag, New York, 2003
- 18 - Emile Durkheim : le suicide - PUF 1930, 1981
- 19 - Emile Durkheim : règles de la méthode sociologique -
- 20 - Patrick Courbe : introduction générale au droit - Dalloz 1997
- 21 - Jean-Jacques Rousseau : du contrat social - 1762
- 22 - Kelsen : théorie pure du droit - 1934
- 23 - Antonio R. Damasio : l'erreur de Descartes - Odile Jacob 1995
- 24 - Françoise Dolto : psychanalyse et pédiatrie - Seuil 1971
- 26 - P.R. Bize, P. Goguelin : l'équilibre du corps et de la pensée - CEPL 1971
- 28 - Alain Minc : la mondialisation heureuse - Plon 1997
- 29 - Max Born : structure atomique de la matière - Armand Colin 1971
- 30 - Edgard Elbaz : quantique - Ellipses 1995
- 34 - F. Le Gallou, B. Bouchon-Meunier : systémique: théorie et applications - Tecdoc Paris 1992
- 36 - Michel Feidt : thermodynamique et optimisation énergétique des systèmes et procédés - Tecdoc 1996
- 40 - Michel Cofsaftis : comportement et contrôle des systèmes complexes - Diderot éd. 1997
- 41 - Ilya Prigogine, Dilip Kondepudi : thermodynamique: des moteurs thermiques aux structures dissipatives - éd. Odile Jacob, 1999
- 55 - John C. Eccles : comment la conscience contrôle le cerveau - Fayard 1997
- 65 - Karl Marx : contribution à la critique de l'économie politique - 1859
- 66 - Karl Marx : le capital - édité en 1885 et 1894
- 67 - Sven Ortoli, J-Pierre Pharabod : le cantique des quantiques - La Découverte 1998
- 70 - Sigmund Freud : cinq leçons sur la psychanalyse - Petite bibliothèque Payot
- 71 - Daniel Lagache : la psychanalyse - PUF, que sais-je?
- 72 - Juliette Boutonier : l'angoisse - PUF

- 73 - Emmanuel Kant : critique de la raison pure - 1781
- 76 - Rémi Hakim : introduction à la mécanique statistique - Masson 1996
- 77 - Henri Atlan : entre le cristal et la fumée - Seuil 1979
- 78 - Guy Chanfray, Gérard Smadja : les particules et leurs symétries - Masson 1997
- 79 - F. Blayo, M. Verleysen : les réseaux de neurones artificiels - PUF 1996
- 80 - C. Sermondade, A. Toussaint : régulation, tomes 1, 2, 3 et 4 - Nathan 1994-1998
- 81 - Claude Godbillon : géométrie différentielle et mécanique analytique - Hermann 1969
- 88 - Philippe Moreau Defarges : la mondialisation - PUF, que sais-je? 1998
- 89 - Alain Papaux, Eric Wyler : l'éthique du droit international - PUF, que sais-je? 1997
- 94 - Bernard Dorin, Pierre de Sénarclens, Emmanuel Decaux, Pierre-Marie Dupuy : l'ingérence humanitaire: vers un nouveau droit international? - Défense nationale, mars 2000
- 95 - Philippe Moreau Defarges : Seattle: naissance d'une société civile mondiale? - Défense nationale, mars 2000
- 98 - W.J. Ousby : l'hypnose par la pratique - Sabre Communication 1996

08 – Méthode expérimentale : Protocole expérimental

Condition pour qu'un modèle contienne des propriétés mesurables (ou condition d' « adjonction »)

Dans bien des cas, les modèles utilisent des variables ou des notions abstraites, qu'il est parfois difficile de se représenter concrètement avec des images empruntées à notre réalité quotidienne. Cela arrive lorsque le modèle s'intéresse à des données invariantes de plus en plus fondamentales (causes premières) ou lorsqu'il concerne des référentiels d'observation de plus en plus généraux.

Quel que soit leur degré d'abstraction, de tels modèles, pour pouvoir être validés expérimentalement, doivent associer aux notions abstraites qu'ils manipulent des variables et grandeurs quantifiables et mesurables. On appelle cela, en méthodologie des sciences, une **condition d'adjonction**. Claude Bernard [1] disait: « *La loi (d'un phénomène) nous donne le rapport numérique de l'effet à sa cause, et c'est là le but auquel s'arrête la science.* »

Un exemple bien connu de condition d'adjonction est donné par la physique quantique (voir par exemple Born [29]):

La physique quantique manipule beaucoup de grandeurs abstraites qui ne correspondent pas directement à des grandeurs mesurables mais qui sont indispensables pour expliquer les relations entre certaines propriétés observables. Parmi ces variables abstraites, la **fonction d'onde** tient un rôle de premier plan puisqu'elle contient toute l'information sur un état physique d'un système quantique (particule, onde ou champ). Mais voilà, on ne peut ni observer ni mesurer directement une fonction d'onde, cela n'a d'ailleurs pas de sens physique. Les fonctions d'onde n'ont de sens physique, c'est-à-dire expérimentable, qu'au travers de la condition d'adjonction suivante: le carré de leurs amplitudes représente une densité qui permet de calculer et de mesurer des grandeurs physiques macroscopiques. Mathématiquement, cela se traduit par le fait que les fonctions d'onde de la physique quantique sont les vecteurs d'un **espace de Hilbert** ([36]). De cela découle le formalisme de la physique quantique classique, à la fois élégant, abstrait et troublant, dans lequel la mesure de l'état d'un système quantique se ramène à l'action sur les fonctions d'onde d'opérateurs mathématiques correspondant à la grandeur physique mesurée ([37]).

Le protocole expérimental: mise en oeuvre de la méthode expérimentale

Sans entrer dans le détail de tout protocole expérimental destiné aux expérimentations de découverte ou de validation, j'en rappelle les étapes générales en distinguant le cas de

l'expérimentation matérielle pure, et celui où celle-ci s'enrichit de l'expérimentation numérique (simulations numériques).

Protocole expérimental à respecter pour une expérimentation purement matérielle :

1) - Identifier clairement ([38]) tout ou la partie du principe scientifique que l'on cherche à valider par l'expérience (cas de l'expérience de validation); s'assurer qu'il existe bien une propriété invariante qui sous-tend ce principe scientifique.

2) - Décrire clairement comment l'on procède pour utiliser les conditions d'adjonction afin de ramener le principe scientifique à valider à une réalité pouvant être expérimentée (cas de l'expérience de validation).

3) - Etablir clairement les critères quantifiables qui permettront de reconnaître que les résultats tangibles obtenus seront ou non conformes au principe scientifique testé, aussi abstrait soit-il.

4) - Décrire la méthode utilisée pour que l'expérimentation perturbe au minimum le système exploré. Cette exigence nécessite d'avoir bien identifié quelles sont les propriétés qui sont supposées négligeables dans le phénomène observé.

5) - Expliciter clairement sous quelles formes les résultats obtenus seront présentés et exploités: critères d'échelles, groupements de similitudes, critères de relation d'ordre (dénombrement), de relation d'équivalence (appariement), analyse des données, etc.

6) - Décrire les principes scientifiques utilisés pour mettre en œuvre concrètement l'expérimentation de validation: ces principes doivent obligatoirement être indépendants du principe scientifique que l'on cherche à valider.

7) - Pour une expérimentation d'investigation ou de découverte il faut lever la difficulté suivante: de quelle façon s'assure-t-on que le résultat obtenu n'est pas exclusivement un reflet du processus de mesure? Le principe qui gouverne le principe recherché est inconnu, c'est pourquoi les précautions pour rendre indépendants de ce principe les méthodes de mesure utilisées sont un problème délicat.

8) - En déduire les principes scientifiques et les méthodes de mesure utilisés dans l'expérimentation. Dans le cas des domaines des sciences physiques et biologiques, il s'agit des appareils de mesure : définir et étalonner les chaînes de mesure et de traitement des informations (voir [31]).

Et s'agissant des expériences de découverte et de validation, on notera avec Claude Bernard [1]: « ... *La seule différence [entre ces deux types d'expérimentation] consiste en ce que le fait que doit constater l'expérimentateur ne s'étant pas présenté naturellement à lui, il a dû le faire apparaître, c'est-à-dire le provoquer par une raison particulière et dans un but déterminé. D'où il suit que l'on peut dire: l'expérience n'est au fond qu'une observation provoquée dans un but quelconque. Dans la méthode expérimentale, la recherche des faits, c'est-à-dire l'investigation, s'accompagne toujours d'un raisonnement, de sorte que le plus ordinairement l'expérimentateur fait une expérience pour contrôler ou vérifier la valeur d'une idée expérimentale. Alors on peut dire que, dans ce cas, l'expérience est une observation provoquée dans un but de contrôle.* »

Protocole expérimental à respecter pour une expérimentation numérique concourant à une expérimentation matérielle :

Ce type d'expérimentation suit les mêmes règles que celles de l'expérimentation purement matérielle présentées ci-dessus. Seuls les outils et les buts ont changé (cf. [F. Elie \[32\]](#), voir aussi exemples d'application en mécanique des fluides dans l'ouvrage de Roland Schiestel de l'IMST de Marseille [35]):

1) - Une expérimentation numérique est un outil précieux pour valider un principe parce qu'elle apporte des comportements théoriques vérifiant des lois non analytiques au sens mathématique du terme ([\[39\]](#)). Par suite, elle incitera une expérimentation matérielle dans le domaine calculé en y explicitant les conditions de mise en œuvre adéquate au domaine cherché. Par exemple, considérons la technique d'élaboration dans l'espace de monocristaux destinés aux composants électroniques, à l'aide d'une ampoule de croissance cristalline (cf. [\[32\]](#)): la modélisation numérique du mouvement du fluide contenu dans l'ampoule permet de prédire les conditions dans lesquelles on obtient la croissance d'un cristal pur, en faisant varier les conditions de géométrie de l'ampoule, de paramètres physicochimiques imposés au fluide (température, concentration...) et d'intensité de la pesanteur. L'expérimentation matérielle s'orientera alors vers ces conditions, déterminées par le calcul, au lieu de procéder par tâtonnements.

2) - Les méthodes utilisées par une expérimentation numérique doivent être validées par un phénomène connu d'une expérimentation matérielle, sur une gamme de valeurs des paramètres bien identifiée. L'utilisation de la méthode numérique pour prédire d'autres phénomènes doit alors respecter la même gamme de paramètres que celle où elle a été validée par un phénomène connu. Par exemple, un logiciel de calcul destiné aux phénomènes thermiques validé pour des températures comprises entre 0°C et 1000°C ne doit pas être utilisé pour des configurations où la température dépasse 1000°C où est inférieure à 0°C !

3) - Techniquement, et de manière très sommaire, le logiciel numérique utilisé lors d'une expérimentation numérique, permet, pour un phénomène inconnu mais dont on connaît les équations mathématiques et les conditions aux limites, de fractionner le système physique et le temps en cellules discrètes sur lesquelles on peut trouver de proche en proche des comportements analytiques et déterminer des évolutions dans le temps. Ce sont des techniques de **discrétisation du problème**, très variées et adaptées aux problèmes traités. Effectuées à l'aide d'ordinateurs de calculs puissants, ces méthodes sont d'autant plus performantes que la discrétisation du problème est affinée (mais cela demande d'autant plus de mémoire et donc de coût). Le choix de la méthode de discrétisation est primordial pour l'efficacité du calcul; il est guidé par:

- * La forme de l'équation décrivant le phénomène physique: les fonctions mathématiques utilisées pour discrétiser le problème seront choisies les plus proches possibles des fonctions propres de l'équation ([\[40\]](#)). Ce choix a un impact sur la stabilité et les critères de convergence de la solution calculée.

- * La gamme des échelles d'espace et de temps, ainsi que le degré de finesse avec lesquelles on cherche à modéliser, et par suite expérimenter, le phénomène. Par exemple, lors de la modélisation d'un écoulement avec effets de la viscosité du fluide, si l'on utilise la discrétisation par méthode aux « différences finies », les résultats du calcul ne pourront pas rendre compte de la contribution des structures du fluide dont les échelles correspondent à des nombres de **Reynolds** plus petits que celui construit selon les pas du maillage. Le modèle numérique représente le comportement réel du système modélisé avec une exactitude d'autant plus faible que la discrétisation est grossière: la contribution des structures à petites échelles ou à évolution rapide ne peut pas être comptabilisée avec une discrétisation mal adaptée. Cette situation est comparable au sous-échantillonnage en technique de traitement des signaux (voir par exemple [\[31\]](#)).

- * Les performances des moyens de calcul et le mode de traitement informatique: mémoire, parallélisme, temps réel, etc.

- * Le choix du critère de convergence. Par ce terme, on désigne la façon dont la solution

calculée s'approche, au cours des itérations successives rythmées par la discrétisation dans le temps et dans l'espace, de la solution vraie de l'équation différentielle décrivant le phénomène. Il s'agit en pratique d'évaluer à chaque étape la « distance » entre la solution calculée et la solution vraie, évidemment inconnue, mais jouissant de certaines propriétés mathématiques conférées par l'équation et que l'on peut exploiter. Tout réside dans la façon de définir cette « distance » entre deux fonctions mathématiques, à l'instar de ce qui se fait en géométrie. La solution calculée convergera vers la solution vraie, c'est-à-dire s'en approchera, selon la définition choisie de la distance. Il existe de très nombreuses possibilités, définissant autant d'« espaces fonctionnels » ([41]). Dans les modélisations numériques il est obligatoire de toujours mentionner clairement quels sont les critères de convergence utilisés, sous peine sinon de proposer un modèle qui ne peut pas se soumettre à la critique scientifique.

4) - Le résultat d'une modélisation, numérique ou non, confirmé par une expérience de validation, peut être introduit comme condition initiale dans une modélisation numérique afin d'accélérer la convergence de la solution calculée vers une solution stable, et de diminuer ainsi le temps de calcul, donc le coût. Mais à condition de le faire pour un domaine des valeurs des paramètres du problème inclus dans celui du modèle validé.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 - Claude Bernard : introduction à l'étude de la médecine expérimentale - 1865, éd. Garnier-Flammarion 1966
- 3 - Philippe Cristofari, Frédéric Elie, Colette Garaventa : la mécanique quantique (rapport de maîtrise certificat de sociologie et histoire des faits et idées scientifiques) - université Aix-Marseille 1 juin 1980
- 5 - Bernard D'Espagnat : à la recherche du réel - Gauthier-Villars, 1979
- 29 - Max Born : structure atomique de la matière - Armand Colin 1971
- 30 - Edgard Elbaz : quantique - Ellipses 1995
- 31 - P.A.Paratte P.Robert : systèmes de mesure - Dunod 1986
- 32 - Frédéric Elie : thèse de doctorat de 3° cycle - université Aix-Marseille 2 IMFM 1984
- 35 - Roland Schiestel : modélisation et simulation des écoulements turbulents - Hermès 1993

09 – Méthode expérimentale : Contingence et méthode expérimentale

La méthode expérimentale, comme tout système cohérent de pensée, est une philosophie (plus exactement, comme on le verra par la suite, une philosophie cognitive) dès lors qu'elle s'organise suivant ces trois phases :

- *partir d'un principe métaphysique (c'est-à-dire précédant toute connaissance), si possible induit par un constat. Dans le cas de la méthode expérimentale, c'est le principe d'objectivité ;*
- *développer des critères et une méthodologie de conception et/ou de compréhension du monde qui découlent du principe. Ici, c'est à proprement parler, la méthode expérimentale elle-même ;*
- *enfin, développer des critères de choix d'actions, ou de programmes d'actions, applicables tant au niveau individuel qu'au niveau sociétal, ce que l'on appelle une éthique. C'est ce point qui est discuté ci-après.*

Tant qu'on reste au niveau des principes et des méthodes de la connaissance (les deux premières phases d'une philosophie), on ne prend pas trop de risque. Par contre, la troisième phase d'une philosophie, son éthique, est de loin la plus critique de par ses implications sur le mode de vie des personnes, les actes pratiques, les choix de société, le comportement... et finalement le devenir de l'humanité et de son environnement.

SOMMAIRE

- [nature positiviste de la méthode expérimentale](#)
- [principe de réfutabilité](#)
- [la méthode expérimentale évacue la métaphysique](#)
- [extension à une éthique de l'action](#)

Nature positiviste de la méthode expérimentale

Je soulève ici le problème du rapport entre le réel et la faculté de l'homme de le saisir. J'aborde également le principe positiviste suivant lequel ***l'homme ne peut comprendre rationnellement les choses qu'en terme de relations plus qu'en terme de choses en soi.*** Mais une relation, même si elle relie des choses abstraites difficiles à représenter de manière imagée, peut toujours être représentée par une image pour être claire à l'esprit humain. Il semble alors que l'on peut donner du sens concret aux choses par une représentation imagée non pas des choses elles-mêmes mais de leurs relations. Ce n'est qu'un paradoxe apparent que cette possibilité coexiste avec la difficulté qu'a l'esprit humain de nommer les catégories ultimes qui sous-tendent les phénomènes.

Au fond, cette situation a occupé et occupe encore de manière centrale les préoccupations philosophiques: le rapport entre la réalité et sa représentation. Sous ses aspects apparemment spécialisés et restrictifs, ce problème est à la source de toutes les autres prises de position en matière de choix éthiques, politiques, métaphysiques, scientifiques, psychologiques... bref des choix de société et des croyances. ***C'est en définitive l'éternelle question de l'image et de la chose qu'elle est censée représenter. En particulier, quelle place occupe l'image que l'on se fait de la réalité de l'homme, de sa conscience, de son rapport avec le reste de la réalité?***

Les négations du positivisme :

A l'origine, le **positivisme** propose une philosophie fondée sur l'expérience et la connaissance empirique des phénomènes naturels, rejetant par cela les spéculations métaphysiques et théologiques, ce qui n'est pas nouveau à l'époque où **Auguste Comte** (1798-1857) lui donne ses caractéristiques modernes (prédécesseurs tels que [David Hume](#), **Saint-Simon**, **Emmanuel Kant**...).



Auguste Comte, 1798-1857

Dans le contexte des révolutions scientifiques, techniques et politiques du XIXème siècle Comte basait la rénovation de la société et de la morale sur le caractère scientifique de la connaissance. Il considérait la nécessité d'examiner l'histoire des sciences et des connaissances pour dégager des signes de maturité de la société et pour y définir l'organisation sociale et politique la plus « adaptée ». Dans son oeuvre centrale [47] il pensait que la connaissance humaine traverse «trois états théoriques différents : l'état théologique ou fictif,

l'état métaphysique ou abstrait, et enfin, l'état scientifique ou positif». Au stade théologique l'explication des phénomènes a recours à la volonté des dieux ou de Dieu. Au stade métaphysique, l'explication des phénomènes utilise des catégories philosophiques abstraites, préexistantes à l'esprit humain (comme dans l'idéalisme philosophique). La maturité correspond au stade scientifique ou positif marqué par ***l'abandon de toute tentative d'explication causale absolue et ultime, étant impossible pour l'esprit humain d'y accéder. L'entendement humain ne peut avoir accès qu'aux relations entre les faits et peut seulement induire des généralisations qui seront validées par la vérification expérimentale.***

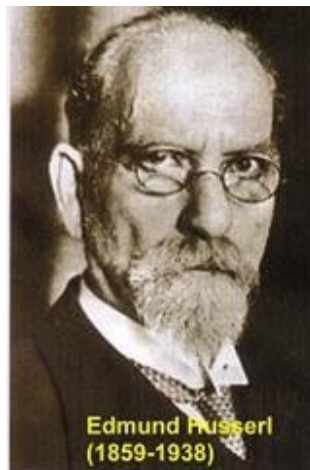
C'est l'expression classique du positivisme: ***la science a alors pour objet de s'intéresser non pas aux choses en soi, mais aux relations entre elles et l'observateur mises en jeu par le processus de l'observation et de l'expérimentation.*** Il en résulte deux choses:

- a) - la valeur objective d'une connaissance, ramenant donc à une réalité indépendante, réside dans la faculté qu'ont ces relations de faire apparaître des entités invariantes;
- b) - il est normal que les relations deviennent la catégorie centrale de la méthode de connaissance plus que les objets qu'elles traitent, ce qui prépare au positivisme logique et linguistique (voir plus loin).

En conséquence, le formalisme scientifique construit des relations qui, de manière consistante, rendent compte des invariances (ce qui est conforme au [Principe d'Objectivité](#)), et qui sont des catégories plus abstraites que les objets familiers. Comme les objets de la connaissance sont plus les relations que les faits ou les choses elles-mêmes (principe de Claude Bernard ([42])), il est normal que l'on ne puisse pas facilement attribuer aux choses une représentation imagée issue de l'expérience familière (Principe de Max Born). Ce sont ces considérations, enracinées dans les idées de Comte, qui font du positivisme philosophique la démarche fondatrice de la connaissance scientifique.

On sait qu'en physique quantique cette position est la mieux exprimée: on ne rend compte du système observé que les interactions qu'il a avec le système qui l'observe. La fonction d'onde, ou le champ, véhicule les états possibles du système, inconnus a priori, tandis que les grandeurs physiques, les objets, résultent de l'interaction, traduite par l'action d'un opérateur lié à l'observation sur le champ des états possibles, qui a pour effet de sélectionner un état particulier du système. Il est alors permis de penser que, dans le cas de systèmes complexes et d'une perception consciente, la vision que le sujet a de l'univers réel résulte d'un acte sélectif, associé à une intention et à un système physiologique d'interprétation des signaux extérieurs, de sorte que le réel n'apparaît pas dans son état indépendant ou « en soi ». On ne connaît de l'univers que la conscience que l'on en a, et notre relation à lui conduit à notre sentiment d'exister, notre conscience d'être qui, dans cette perspective positiviste, ne peut être que « conscience de quelque chose » (***Phénoménologie***) assujettie à une « ***intentionnalité*** » (Husserl). La phénoménologie ne s'oppose pas au positivisme, sur ce point de vue. Dans le domaine des sciences cognitives et de la neurophysiologie, il apparaît d'ailleurs de plus en plus que notre conscience résulte des interactions entre, d'une part, les structures du système vivant entre elles, et, d'autre part, entre celles-ci et l'environnement (Damasio, [23]). Encore que cette idée soit contestée par certains neurophysiologistes tels que sir John Eccles, prix Nobel de médecine (cf. [55]).

Les idées de Comte ont été adaptées et développées par d'autres philosophes et scientifiques pour arriver à la forme moderne du positivisme: **John Stuart Mill**, **Herbert Spencer**, **Ernst Mach**, puis les positivistes logiques (**Wittgenstein**, **Bertrand Russell**), les interactionnistes dans le domaine des sciences cognitives et neurophysiologiques (**Edelman**, **Changeux**, **Damasio**...), etc.



Par son principe suivant lequel seules les relations entre les choses et non les choses elles-mêmes sont intelligibles à l'esprit humain, le positivisme classique préparait la voie à un positivisme plus axé sur l'importance accordée aux outils formels de connaissance fondés sur la relation au lieu des objets qu'elle relie: le **positivisme logique**, devenu plus tard l'empirisme logique.

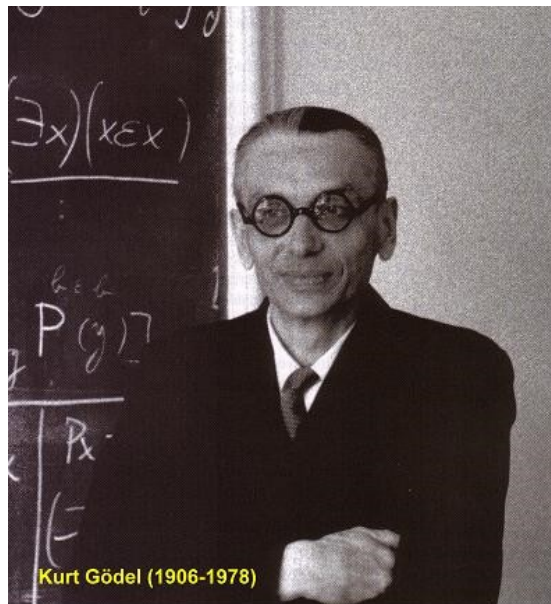
Dans le positivisme logique, les outils de la connaissance obéissent à des règles formelles qui permettent d'obtenir des descriptions prévisionnelles des phénomènes à partir d'observations empiriques, ces règles concernant seulement les relations et non pas les objets que celles-ci manipulent. Cette situation découle de l'hypothèse positiviste selon laquelle les relations sont les seules catégories du réel que peut saisir l'esprit humain.

Parmi ces règles, qui se veulent le reflet du fonctionnement de l'esprit humain dans son processus de connaissance du réel, existe le principe de **consistance en soi ou de non contradiction** (développée par le mathématicien **Kurt Gödel** en logique): d'après cette règle, ***aucune théorie, aucun système de connaissance ne peut à l'intérieur de lui-même, dans son processus de déduction et d'induction, construire une démonstration validant ses propres hypothèses de départ ou axiomes; si tel était le cas le système serait contradictoire et devrait être rejeté, il ne pourrait pas constituer une connaissance scientifique. Les conclusions ou énoncés opérationnels auquel aboutit la théorie ne peuvent alors être validés que par vérification externe, soit moyennant une théorie extérieure, soit par observation expérimentale*** ([43]).

C'est pourquoi, dans le positivisme logique, le principe de vérification, condition de cohérence de cette philosophie, est lui-même philosophiquement invérifiable. Il en est de même du Principe d'Objectivité: c'est une donnée première, un « atome logique » dirait Bertrand Russell, de la démarche expérimentale.



Bertrand Russell (1872-1970)



Kurt Gödel (1906-1978)

Si l'on considère que le langage, par l'emploi des concepts et des images, doit être analysé comme outil de connaissance, permettant de mettre l'homme en rapport avec la réalité, le positivisme logique prend la forme que lui a donnée le philosophe Ludwig Wittgenstein (1889-1951): la **philosophie analytique et linguistique** (voir son œuvre centrale [48]). Wittgenstein estimait que «*le but de la philosophie est la clarification logique de la pensée*» et que «*la philosophie est un combat contre l'ensorcellement de notre entendement par le moyen de notre langue*». Le caractère positiviste de la philosophie de Wittgenstein tient au fait que les mots et les images peuvent ne pas être adéquats à l'objet réel qu'ils sont censés représenter (cf. l'idée de Max Born dans son interprétation de la physique quantique). Le rôle formaliste du langage, tel qu'il est abordé dans cette philosophie, confère au langage la faculté de reconnaître des invariants dans les phénomènes, donc d'avoir une portée rationnelle.

A mon avis, la philosophie de Wittgenstein peut être mis en rapport avec celle de Husserl pour les aspects suivants. Dans la **phénoménologie** de Husserl, notre conscience est toujours «*conscience de quelque chose*», fonction d'une intention. Elle n'est jamais à considérer isolément: je ne perçois de la réalité que ce que j'y projette, jamais la réalité en elle-même. On savait déjà en positivisme que le processus même de perception, de connaissance du réel, introduisait des distorsions qui nous empêchent de le connaître «*en soi*». Avec la

phénoménologie s'ajoute cette fois une distorsion due à notre perception qui résulte d'une intention.



Ludwig Wittgenstein (1889-1951)

Mais d'où provient cette intention qui oriente ainsi la perception consciente? Je pense qu'elle s'enracine dans la recherche de la survie biologique ou dans les déséquilibres qui la perturbent. Ce point de vue permet une passerelle avec celui des neurosciences.

Ainsi, par exemple, l'enfant perçoit d'abord sa mère comme un facteur de sa survie; il sera motivé pour aborder la réalité extérieure seulement s'il y trouve les moyens de sa survie, il pourra alors s'y développer et la maîtriser. De même, tout individu perçoit de son prochain non pas un être pris isolément, mais quelqu'un sur lequel il projette consciemment ou non son intention: un ami, un collègue, un parent, un adversaire, un concurrent, etc. Cette projection procède de manière fondamentale d'un réflexe de survie: chercher dans son environnement ce qui lui est favorable ou bien néfaste.

Bien sûr, *par delà ces subjectivités, il semble possible de les prendre en compte pour pouvoir communiquer sur des propositions qui auront même valeur de vérité pour le plus grand nombre. C'est la démarche de la connaissance par la méthode expérimentale qui, non seulement se doit d'être positive, mais aussi doit considérer le sujet dans ses modes de fonctionnement neurophysiologique, psychologique, et social pour appréhender le réel.*

On ne peut pas, selon moi, considérer le processus de la connaissance rationnelle sans son support et son mode de fonctionnement: le sujet avec sa nature, et ses limites biologique, historique, sociale.

Paradoxalement, c'est à ce prix, en intégrant le sujet et le subjectif, que l'objectivité peut être conférée à la connaissance rationnelle, sous peine sinon de dériver idéaliste pure ou platonicienne ([44]).

Le principe de réfutabilité de Popper : un test des fausses sciences

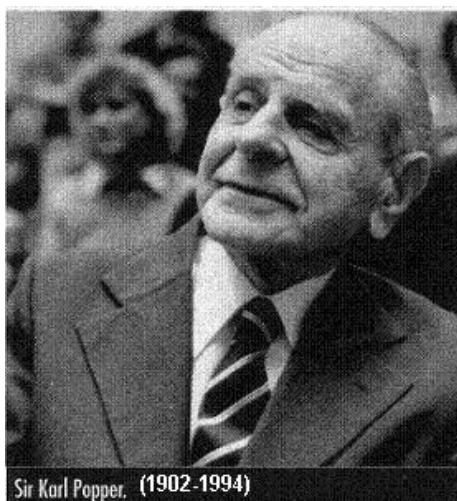
Karl Popper ne reconnaissait pas l'importance de la méthode d'induction dans la connaissance scientifique: les hypothèses obtenues sur la base d'une accumulation de faits observés ne résultent pas d'un raisonnement inductif formel, suivant une logique préétablie, mais sont le produit de l'imagination du théoricien. Il estimait également que, à cause de leur nature particulière, les énoncés d'observations ne pouvaient pas aboutir à des hypothèses scientifiques de caractère général et complet. Il en vint alors à considérer que le caractère vrai d'une hypothèse scientifique est seulement provisoire: elle est vraie aussi longtemps que les tests expérimentaux ne viennent pas remettre en cause les énoncés généraux qui sont déduits d'elle. Mais aucune théorie scientifique ne saurait être tenue pour vraie et complète de manière

définitive. C'est le principe de réfutation ou de falsifiabilité des hypothèses. Il en résulte que, selon Popper, l'activité scientifique a pour tâche non pas de confirmer telle ou telle hypothèse mais, au contraire, de procéder par voie expérimentale à leur test de réfutation.

J'ai expliqué auparavant pourquoi il est indispensable, dans la recherche des vérités scientifiques, de recourir non seulement à la méthode inductive pour dégager des données invariantes qui sous-tendent les phénomènes, mais encore à la méthode de réfutation: celle-ci définit les limites du domaine de validité ou d'adéquation d'une théorie. Selon moi, **la seule condition pour qu'une théorie soit rationnellement et objectivement acceptable est que son formalisme, induit à partir des faits expérimentaux, prévoit dans ses conclusions les critères expérimentaux qui permettront de déterminer ses limites de validité. Si cette condition, conforme au Principe d'Objectivité, n'est pas respectée, la théorie n'est qu'une idéologie ou une « pseudoscience »** (pour emprunter le terme de K. Popper).

Ainsi, je considère que les approches philosophiques du positivisme logique (ou empirisme logique) et de la falsifiabilité de K. Popper, ne sont pas à opposer systématiquement, mais sont complémentaires, la seconde servant de contrôle à la première.

Karl Popper estimait que la théorie marxiste et la théorie de la psychanalyse étaient des pseudosciences parce qu'elles ne prévoyaient pas dans leurs énoncés le moyen de délimiter leurs domaines d'adéquation. Elles prenaient un caractère absolu.



La méthode expérimentale évacue la métaphysique :

Malheureusement, et dans ce même ordre d'idées, le fait que certains n'invoquent que la notion de Dieu pour expliquer ou apporter une signification aux choses de la vie, et que, à l'inverse, d'autres ne s'attachent qu'aux données matérielles pour agir et comprendre le monde, exprime le même excès avec lequel on veut absolument que les connaissances acquises attestent, ou bien contestent, la preuve de l'existence de Dieu. Le rapport avec la question de l'image réside en ceci que la notion de Dieu est une image qu'il est possible pour certains, et impossible pour d'autres, de faire entrer progressivement dans le champ de la connaissance rationnelle en fonction de ses avancées. La preuve en est que l'on a placé dans le discours métaphysique et philosophique la question de l'existence de Dieu, alors que, selon moi, ce discours a pour seule vocation et seul intérêt de traiter la façon de « bien poser » tout problème de la connaissance, donc de l'image que l'on a de la réalité, afin de le préparer à un traitement rationnel et éthique ([45]). Cette situation place la question de Dieu et de sa preuve comme un problème dont il faut s'assurer s'il est bien posé ou non. Par conséquent si elle a valeur de connaissance. Or il faut, selon moi, enlever cette composante théologique de la philosophie dans la mesure où celle-ci est seulement la phase préparatoire de la connaissance scientifique et des choix éthiques qui peuvent découler d'elle et surtout de ses incertitudes. Autrement dit **la philosophie n'est pas métaphysique, c'est-à-dire centrée sur les catégories fondatrices du monde physique et**

de la connaissance qu'on en a, mais elle est « méta-scientifique », c'est-à-dire centrée sur l'étude critique de la connaissance et des méthodes qu'elle utilise pour saisir la réalité. C'est pourquoi il serait juste de dire que la philosophie questionne sur la démarche et la fonction cognitive de l'homme, avec toutes les questions annexes du support biologique et neuropsychologique que cela implique (en ce sens elle est « neurophilosophie » [53]). **Et comme les actions de l'homme ne se comprennent que dans le périmètre des représentations qu'il se fait de la réalité, il en découle que la philosophie s'intéresse aussi aux objectifs et aux critères des choix d'actions, ce qui constitue une éthique.**

En sortant la question de Dieu du champ de la philosophie telle que je la ressens, je ne dis pas que Dieu existe ou non, je dis que ce n'est plus une affaire de connaissance et donc que ce n'est plus du tout une question. La connaissance rationnelle, avec ses préliminaires philosophiques, ne saurait en aucun cas avoir dans ses conclusions une proposition du type « Dieu existe » ou « Dieu n'existe pas ». Elle ne sait même pas le faire pour la nature étudiée sous ses aspects physiques: *« Il est faux de croire que le rôle de la physique soit de découvrir ce qu'est la nature. Elle a seulement pour objet ce que nous pouvons en dire. »* (Niels Bohr).



La connaissance scientifique ayant par nature sorti Dieu de son champ d'investigation elle ne saurait prétendre ni le démontrer ni le nier. Comme le dit **Claude Allègre** [82]: *« Le but de la science est de construire une représentation du monde « objective » donc « vérifiable », indépendamment de toute interprétation divine. Excluant Dieu de son champ, elle exclut du même coup la démonstration de son existence ou de son inexistence »*. Dieu n'est pas l'objet d'une connaissance mais d'une croyance, plus exactement d'une foi qu'aucun argument issu de la connaissance scientifique ne peut démontrer ou au contraire contredire. **Albert Jacquard** écrit fort justement dans [83]: *« Dans le discours du scientifique, le verbe « croire » n'a pas de place. Le point de départ de toute recherche est une observation toujours partielle, toujours imprécise. A partir de cette observation, la science s'efforce de proposer une explication sous la forme d'un modèle toujours provisoire, toujours révisable (...). L'attitude scientifique ne consiste pas à croire mais à systématiquement mettre en doute et réviser. Chaque avancée est vécue comme un nouveau triomphe dans la recherche d'une connaissance du réel. Pour autant, cette attitude ne répond pas à toutes les angoisses. Face à elles nous pouvons avoir besoin d'imaginer des réalités qui échappent à toute tentative d'observation... »*.

Mais le Principe d'Objectivité qui sous-tend une telle position, d'où vient-il? Est-il une propriété intrinsèque de la réalité indépendante de l'observateur? Ou bien, comme l'estimerait l'idéalisme kantien, le principe d'objectivité, comme tout principe de connaissance, n'a-t-il sa source que dans l'esprit humain, c'est-à-dire lié au système cognitif humain?

Si j'admets, comme un principe métaphysique, que la réalité du monde dans lequel je suis immergé est, de manière fondamentale, indépendante de mon observation, de la

connaissance que j'en ai, bref est objective, alors j'admets le principe d'objectivité comme principe primordial régissant les rapports que je peux avoir avec la réalité dans le but de me la représenter. A noter qu'il s'agit bien là d'un principe métaphysique, puisqu'il est situé en amont des réflexions portant sur les méthodes de la connaissance et la représentation du réel par l'esprit humain, et qui constituent la philosophie cognitive. C'est d'ailleurs le seul principe métaphysique sur lequel s'appuie la démarche de la connaissance expérimentale et que celle-ci ne peut évidemment pas démontrer par les résultats qu'elle produit (à cause du principe de non consistance en soi de Gödel). **Avec ce principe métaphysique, je pose donc que le principe d'objectivité est une propriété intrinsèque de la réalité indépendante de l'observateur. Mais pour autant, il ne m'indique pas ce qu'est cette réalité : il ne fait que dire qu'elle existe. Il ne me donne aucune représentation absolument fidèle de la réalité en soi, il m'impose seulement la contrainte qu'il me faut respecter dans mes raisonnements chaque fois que ceux-ci prétendront énoncer des propositions sur cette réalité en soi.** Dans ce cas on peut se demander ce qu'il y a en amont de ce principe, qu'est-ce qui en est la source? Je ne peux pas comprendre l'existence et le caractère universel du principe d'objectivité sans référence à une notion située plus en amont que, par conséquent, je ne peux pas connaître par ma seule intelligence, et qui est la nature intime, fondamentale, ineffable de la réalité en soi. D'ailleurs, en vertu du principe de Gödel, cette chose responsable du principe d'objectivité, placée au-delà de lui, ne peut pas être démontrée par les méthodes de connaissance qui exploitent ce principe, donc à l'intérieur de la méthode expérimentale. Certains, comme **Bernard D'Espagnat** désigneront cette réalité en soi comme « floue et lointaine », mais de toute façon inaccessible par les seules voies de la raison [5] ; d'autres oseront franchir le pas en l'appelant « Dieu », en croyant voir dans les courants spirituels et religieux de notre monde la concrétisation de l'intuition que l'homme peut en avoir, puisque, qu'elle soit connaissable ou non, la réalité est en action en nous et ceci, évidemment, de manière inconsciente. Mon point de vue est qu'elle n'est pas directement connaissable par nous-mêmes, nos propres efforts de représentation.

Si, au contraire, le principe d'objectivité est un pur produit de l'esprit humain, cela veut dire qu'il n'exprime pas l'existence supposée d'une réalité objective indépendante, mais qu'il n'est qu'un moyen pour l'esprit humain de se représenter une réalité qui, par conséquent, n'en serait pas indépendante. Autrement dit, si l'homme n'existait pas, si aucune conscience humaine n'était là pour observer et comprendre l'univers, celui-ci serait dans un état différent de celui que nous observons et dont nous avons une certaine connaissance ! On reconnaît ici une certaine forme de l'idéalisme philosophique pour lequel l'interaction entre l'observation et l'objet observé crée ou modifie la réalité, comme cela fut débattu pour l'interprétation de la physique quantique. Mais le formalisme mathématique qui permet d'en rendre compte repose bien, lui, sur un critère d'objectivité qui porte non pas sur l'objet observé mais sur le processus d'interaction due à l'observation. Et ce formalisme aboutit à des résultats expérimentaux conformes aux prévisions. De sorte que, de toute manière, le principe d'objectivité est toujours en toile de fond des méthodes de connaissance. Or, dans l'énoncé du principe d'objectivité, aucun présupposé n'a été dit sur la nature même de la réalité indépendante ; elle peut a priori tout aussi bien être relative aux objets observés eux-mêmes qu'aux interactions entre systèmes, en particulier entre un observateur et un système observé. Dans ce dernier cas, il est clair que la réalité en soi ne peut pas être directement accessible par les catégories cognitives dont dispose l'esprit humain : elle apparaît effectivement « floue et lointaine » ; ce qu'on peut en dire c'est qu'elle existe mais pas ce qu'elle est.

On voit que la réponse selon laquelle le principe d'objectivité serait une pure construction de l'esprit humain n'est pas admissible pourvu que, bien sûr, ce principe ne préjuge rien de la nature intime de la réalité objective, ce qui est le cas : il ne donne qu'un moyen pour « détecter » son existence. A partir de là s'ouvrent les possibilités pour comprendre la réalité qui recourent aux plus hautes abstractions, qui sont les seules manières de parler de la connaissance que l'on a de la réalité, malheureusement sans images familières à notre imagination et à nos expériences sensibles.

Cependant, autant je considère que le principe d'objectivité est une propriété

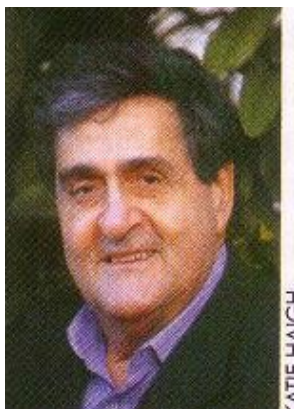
indépendante du psychisme humain, car il exprime tout simplement l'existence d'une réalité qui en est indépendante, autant je reconnais par contre que les moyens cognitifs qui permettent de se représenter la réalité par une mise en œuvre de son exploitation ne sont pas, eux, absolus, mais sont intimement liés aux possibilités biologiques du sujet connaissant. En effet, le principe d'objectivité n'est pas directement exploitable pour définir des données invariantes sur un élément de la réalité (objet, système, processus...). Il a besoin d'être mis en œuvre par des outils de connaissance propres au sujet. J'avais supposé que, pour le psychisme humain, les seuls outils fondamentaux qui permettent de le faire sont l'appariement et le dénombrement, les outils beaucoup plus sophistiqués étant obtenus par construction à partir d'eux, que cette construction soit formalisée dans un langage (comme les mathématiques) ou bien induite par apprentissage (voire même le « lambda-calcul » de **J-L. Krivine**...). Ce sont les limitations des outils cognitifs de l'homme, inhérentes à sa nature biologique mais également influencés par les affects de chacun, qui font que l'on ne peut pas tout connaître par l'usage du principe d'objectivité, et c'est bien sûr pour cette partie que je rejoins certains préceptes idéalistes kantien. D'autres êtres intelligents, disposant de moyens cognitifs autres que ceux indiqués ci-dessus, obtiendraient peut-être par une exploitation du principe d'objectivité des résultats sur la réalité objective probablement bien différents des nôtres mais ni plus ni moins exacts qu'eux (voir articles sur la « [méthode expérimentale et OVNIS](#) » et « [méthode expérimentale et sourciers](#) »).

Alors, on peut se demander d'une part comment ces outils cognitifs sont apparus pour l'homme, d'autre part comment se fait-il que leur utilisation renseigne sur la réalité d'une manière adéquate, et enfin quels domaines de la réalité échappent à leurs champs d'application? Ces trois questions relèvent de la philosophie telle que je l'ai définie plus haut. Il n'en est pas de même pour la question de savoir ce qu'il y a en amont du principe d'objectivité, c'est-à-dire de la réalité en soi : cette question est d'ordre métaphysique puisque, par définition, les réponses éventuelles ne peuvent pas être obtenues par rapport au principe d'objectivité.

Mais même pour les trois premières questions une difficulté d'ordre logique, liée à l'**autoréférence**, peut survenir. En effet, pour répondre aux questions des origines et de l'adéquation des outils de sa connaissance rationnelle, l'homme est bien obligé d'utiliser ces outils. La difficulté réside donc dans le fait que l'objet de la connaissance est l'outil de cette connaissance et que, par conséquent, celui-ci ne peut pas définir par lui-même sa propre consistance (principe de Gödel). Cette difficulté peut être levée par deux moyens complémentaires: le concept d' « horizon » et la méthode expérimentale.

Voici comment. Les outils de la connaissance sont en fait « ouverts » sur la réalité grâce à la méthode expérimentale: l'expérience et l'observation du réel enrichissent, sont source d'évolution des outils de la connaissance. D'accord en cela avec l'idéalisme kantien lorsqu'il suppose que les principes de la connaissance appartiennent à l'esprit humain, je ne le suis plus, par contre, lorsqu'il affirme qu'ils sont *a priori*, c'est-à-dire indépendants de toute expérience. Il y a un rapport récursif entre les principes permettant d'établir des modèles prédictifs de la réalité et les données expérimentales issues de celle-ci. Par suite, bien qu'au départ les outils cognitifs primordiaux de l'esprit humain soient inhérents à la nature humaine, les outils cognitifs qu'ils engendrent permettent d'élargir progressivement le domaine du réel dans lequel ils s'avèrent adéquats. Ainsi les limites de la connaissance expérimentale, du champ d'application **par ces outils** du principe d'objectivité (et non pas le champ d'application du principe d'objectivité lui-même), forment un « horizon » que l'on ne peut pas atteindre mais qui se déplace avec l'étendue toujours croissante des connaissances scientifiques. Car les théories scientifiques, lorsqu'elles sont validées par l'expérience à l'intérieur d'un domaine de validité que celle-ci permet d'identifier, génèrent souvent des limitations de principe que ne peut franchir l'homme dans son processus de connaissance, de sorte que chaque théorie, si elle renseigne sur la réalité que nous percevons, indique aussi du même coup tout ce que nous ne pourrions pas savoir sur elle par l'emploi de cette seule théorie ([46]). Parlant des quatre constantes fondamentales de la physique qui « crucifient » les quatre horizons de **notre** connaissance physique de la réalité, Gilles Cohen-Tannoudji a dit ce qui suit et qui pourrait tout aussi bien s'appliquer à l'ensemble de la philosophie cognitive: « *Elles traduisent des limitations*

de principe qui s'imposent au sujet connaissant - à tout sujet connaissant - dans son rapport expérimental avec la réalité objective. Mais ces limitations ne forment pas un mur infranchissable; elles déterminent plutôt l'horizon que la théorie va s'efforcer de faire bouger. » [68] (voir aussi [7] [84]).



Gilles Cohen-Tannoudji

Comme je suppose qu'il n'y a aucune raison pour que l'homme occupe une place centrale dans la réalité au point d'en connaître directement les derniers fondements, et considérant par ailleurs que la science d'aujourd'hui tend plutôt à lui révéler des horizons intrinsèquement liés aux possibilités cognitives de son esprit, ***je pars de l'hypothèse (ou principe philosophique positiviste) que les principes de connaissance sont liés aux aptitudes de l'esprit humain, non pas d'une manière a priori (comme l'idéalisme) mais au contraire comme résultant d'une interaction entre l'homme et la réalité dans laquelle il évolue.*** C'est grâce à cette interaction, surtout lorsqu'elle est structurée selon la méthode expérimentale, que l'homme peut supposer l'existence d'une réalité objective. Que celle-ci ne puisse être fidèlement décrite moyennant les principes cognitifs propres à l'homme ne lui empêche pas d'être en œuvre en lui. Je cite Henri Atlan [77]: « *S'il est ainsi vrai que les données immédiates que nous avons sur notre autonomie d'êtres conscients et doués de volonté ne peuvent être considérées ni comme de pures illusions ni comme un absolu, cela veut dire qu'elles correspondent à une réalité qui a besoin d'être explicitée en étant rattachée à d'autres réalités.* » Et ces autres réalités, moins immédiates à l'esprit humain, sont en œuvre en nous. Par exemple et par analogie, si je ne ressens pas les ultrasons comme un moyen de me positionner dans l'espace, alors que le peut la chauve-souris, alors cet animal et moi n'avons pas le même arsenal cognitif pour interpréter la réalité objective. Cependant les ultrasons, que je ne ressens pas, sont un élément de la réalité qui agit en moi (bien des processus physicochimiques en action dans mon organisme y sont sensibles et m'influencent) tout comme les ondes électromagnétiques correspondant au spectre visible, auquel je suis sensible mais que ne voit pas la chauve-souris, ont un effet sur celle-ci à son insu. De la même façon, notre outillage cognitif, forgé à la fois par l'expérience, le contact avec le réel et nos processus de raisonnements inductifs et déductifs, propres à l'espèce humaine, nous permet de dire des choses sur la réalité objective plus fondamentale que celle qui nous est immédiate, sans que nous sachions exactement ce qu'elle est par elle-même, indépendamment de la connaissance qu'on en a. Il nous renseigne sur ce que nous ne pouvons pas savoir d'elle, il marque un horizon à notre raison.

Les catégories de la connaissance que nous appliquons au réel pour pouvoir l'interpréter et le prévoir, sont en grande partie liées au psychisme humain et que d'autres parties du réel peuvent leur échapper tout en étant présentes et agissantes en nous. S'il est exact de dire que la science avance, au sens où elle enrichit le psychisme de nouveaux outils de connaissance, il me paraît par contre inexact, voire relevant d'une attitude anthropocentrique, de dire que la connaissance du réel en soi avance. Il me paraît plus juste de constater que le progrès des connaissances s'accompagne inexorablement de l'apparition de nouveaux problèmes et de nouveaux horizons qui nous séparent de la réalité en soi. Ce qui revient à dire, le progrès des

connaissances scientifiques déplace le champ des choses qu'il nous reste à connaître ou que l'on sait ne jamais pouvoir connaître. Cette situation est fort justement décrite par Michel Cazenave dans son introduction de [68]: *« Notre ignorance actuelle, on s'en aperçoit facilement, est ici la conséquence d'un savoir déjà immense, c'est une ignorance scientifiquement et rationnellement construite, c'est une ignorance, si l'on ose l'expression, imprégnée de théorie - et qui pousse d'autant plus à vouloir la lever (...) cette ignorance est de fait la signature de la puissance même de la science, et il a fallu tout l'apparat de la physique aujourd'hui accumulée pour la faire apparaître.*

(...) La science ne peut pas tout dire du monde - mais ce qu'elle dit, en revanche, elle sait pourquoi et comment elle le fait; elle est même assez puissante et, dans le domaine qu'elle s'est choisi, assez légitime, pour susciter sa propre contradiction et bâtir son ignorance comme l'indispensable moteur à ses avancées futures. » Personne ne sera plus étonné, en effet, de ce que la science, s'appuyant sur le principe d'objectivité, soit capable de délimiter son domaine de validité, ce qui la rend précisément scientifiquement admissible, dès lors qu'elle ne démontre pas à l'intérieur d'elle-même les fondements de ce principe.

Nous ne pouvons connaître que ce qu'il nous est donné de connaître au moyen de nos outils de représentation, ancrés dans notre possibilités biologiques mais enrichis par l'apprentissage au contact expérimental du réel. En fait, comme le montrent par exemple Damasio ou Atlan, c'est le potentiel et le mode d'apprentissage qui sont une donnée inhérente à notre structure biologique, pas les catégories auxquelles ils permettent d'aboutir (contrairement à l'idée des catégories a priori de la connaissance, selon l'idéalisme kantien).

Par exemple, le concept du carré, figure géométrique, présent à notre esprit comme une donnée a priori, n'est en fait que le résultat d'un ensemble d'expériences sensibles de la réalité qu'il résume en une image. Ces expériences, selon le système d'apprentissage inhérent à l'esprit humain, permettent de dégager les propriétés de la forme du carré au détriment d'une quantité d'autres données qui ont été négligées. La forme du carré résume à elle seule quelques propriétés d'objets avec lesquels nous sommes entrés en relation concrète, par nos sens, et que nous avons choisi de retenir pour expliquer ou exploiter certains aspects qui nous paraissent utiles à reconnaître. Par rapport à ces objets concrets, le carré, figure idéalisée, est devenu un objet abstrait, un concept, une image. Il est venu enrichir notre stock d'outils de représentation du réel. A son tour, traité comme objet par d'autres outils abstraits de représentation, il se trouve immergé, de manière inductive, dans une famille d'autres images encore plus abstraites avec lesquelles il partage des propriétés communes. Et ainsi de suite, par appariement et dénombrement, le psychisme parvient à se doter d'un ensemble structuré d'outils de représentation plus ou moins éloignée du réel sensible, et toujours apte à recevoir de nouveaux concepts moyennant la même base de connaissance que constitue le principe d'objectivité. Alors, lorsque mon carré, représentation abstraite forgée par la méthode pour laquelle mon psychisme est compétent, et par l'expérience, coïncide avec un élément de la réalité perçue pour lequel il m'apporte une explication satisfaisante, dois-je en déduire que cet élément, considéré en soi, indépendamment de l'observation, correspond à une réalité ontologique identifiée au carré? Autrement dit, lorsque le carré est une description, une explication qui « marche » de la réalité, est-ce à dire que celle-ci est, en soi, un carré? Réponse positiviste: non, bien sûr. Lorsqu'il y a adéquation entre l'image et la réalité qu'elle explique, pour laquelle « ça marche », ce n'est ni plus ni moins qu'une projection sur le réel d'un outil de représentation préexistant dans notre esprit quoique issu d'expériences d'apprentissage antérieures, et pour lequel il se trouve qu'il existe une partie de la réalité qui s'y prête. Elle s'y prête parce qu'il a fallu faire abstraction, négliger, toutes les autres données, consciemment perçues ou non, qui ne procédaient pas du critère d'invariance qui nous intéressait. Elle ne s'y prête donc que sur un domaine limité qu'il faut identifier en même temps que le modèle.

La question épistémologique « Pourquoi la réalité physique est-elle mathématisable? » me semble un problème philosophique mal posé. On devrait plutôt se demander « Quelle partie de la réalité physique peut se voir attribuer une représentation mathématique reposant

nécessairement sur des expériences et un apprentissage forgés à partir de l'interaction de notre psychisme et de son environnement? ». Les réponses à cette question sont naturellement très diversifiées, c'est toute une philosophie ! Parmi elles, j'indiquerai une réponse intéressante et originale apportée par le « principe de complexité par le bruit » tel que développé par Henri Atlan [77] : *« Appliquant le principe de complexité par le bruit à une théorie de l'apprentissage, on aboutit à un certain nombre de propriétés de ce que qu'on peut considérer comme un système auto-organisateur à l'œuvre dans un processus d'apprentissage non dirigé. Il faut, en effet, distinguer entre apprentissage dirigé et apprentissage non dirigé. Le premier est un apprentissage avec un professeur qui dit ce qu'il faut apprendre. Dans l'apprentissage non dirigé, un système, placé dans un environnement nouveau pour lui, crée en quelque sorte, dans cet environnement inconnu, les patterns qu'il va ensuite se conditionner lui-même à reconnaître... »*

C'est à mon avis, à la base du processus de création de ces « patterns » (modèles) que se trouvent les outils cognitifs fondamentaux d'appariement et de dénombrement du psychisme humain. On peut aussi voir dans cette constitution de patterns à partir des interactions avec l'environnement, la source des fameuses catégories *a priori* en tant qu'outils intellectuels de représentation du monde (Kant). Et, poursuivant sur l'idée de Atlan [77] : *« Un deuxième aspect du principe de complexité par le bruit dans les mécanismes d'apprentissage non dirigé consiste en ce que les patterns, une fois créés, sont comparés avec les nouveaux stimuli ou, plus exactement, sont projetés et appliqués sur eux. Dans la mesure où patterns et nouveaux stimuli peuvent coïncider, on dit qu'on « reconnaît » de nouveaux patterns dans l'environnement. Mais, dans la mesure où ils sont vraiment nouveaux, cette coïncidence ne peut être qu'approximative. Il y a là une ambiguïté dans cette application, dans cette projection de ces patterns sur les nouveaux stimuli, et cette ambiguïté elle-même a alors un rôle positif dans la mesure où elle entraîne une action en retour sur les patterns eux-mêmes, c'est-à-dire une modification des patterns initiaux. Ceux-ci, modifiés, vont ensuite être projetés à nouveau sur les nouveaux stimuli, et ainsi de suite. »* Et lorsque la projection des « patterns » sur des faits nouveaux conduit à une coïncidence, on dit que le modèle « colle » à la réalité, et on est tenté de s'imaginer que les catégories *a priori* sont propriétés intrinsèques de celle-ci, ce qui est inexact. Ceci dit, il me semble qu'à elle seule l'idée de Atlan permet de retrouver les ingrédients relatifs à la connaissance du réel : la pratique en tant que source d'amélioration des outils de connaissance par retour d'expérience, l'explication de la construction de modèles de plus en plus sophistiqués pour expliquer une image du réel de plus en plus abstraite, le principe de négligeabilité, les processus d'appariement et de dénombrement par lesquels s'effectuent les comparaisons et les coïncidences dont il est question.

Il ne faut pas penser que la part de réalité que nous ne connaissons pas, qui est située par-delà les horizons, est celle du monde sub-quantique ! Elle est également présente dans les processus non quantiques. Je le rappelle, les « impossibilités » introduites par les quatre constantes fondamentales de la physique (G. Cohen-Tannoudji [84]) définissent des horizons relatifs à notre connaissance et concernent aussi bien l'espace-temps, les rayonnements, les objets quantiques et les systèmes thermodynamiques, c'est-à-dire ceux, macroscopiques ou non, dont on ne peut avoir qu'une connaissance essentiellement statistique ([47]).

La réalité ultime, celle qui est au-delà des horizons de la connaissance expérimentale, ne peut faire l'objet d'aucun discours qui de près ou de loin utiliserait les catégories cognitives humaines. L'appeler « Dieu » ne résout rien puisque, tout d'abord, cela introduit un mot, un nom, une image qui a déjà suscité bon nombre d'interprétations. Ensuite, cela n'a rien d'opératoire puisque, situé en-dehors du champ de la connaissance expérimentale, il ne peut servir d'explication à aucune observation qui se voudrait scientifique. Tout au plus, et jamais au-delà, la connaissance fondée sur le principe d'objectivité et engendrant des prévisions conformes sur un domaine de validité bien identifié, porte avec elle la marque d'une réalité objective dont « Dieu », par définition, est l'ultime catégorie. Invoquant le fait que les équations de la relativité étaient l'une des plus belles manifestations du principe d'objectivité, Albert

Einstein disait: « *Par mes équations, je prouve Dieu. Par elles, je ne puis le connaître* ». Autrement dit, chaque succès de l'emploi du principe d'objectivité via des modèles qui fonctionnent expérimentalement « prouve » la réalité objective mais ne rend pas l'homme capable de la connaître pour autant. Alors, oui, on peut être admiratif, contemplatif, face à tout ce qui laisse entrevoir l'existence de la réalité objective, mais on ne peut rien dire de plus, par nous-mêmes, de ce qu'elle est en elle-même: ni dieu créateur, ni dieu d'amour, ni dieu de volonté... car ce sont des mots, des images empruntés à notre mode de pensée et issus de nos perceptions quotidiennes et affectives. Le simple fait d'employer dans ces lignes des expressions du type « Dieu est... », « Dieu n'est pas... » crée chez moi une gêne philosophique. Alors, ce n'est pas demain la veille du jour où je parlerai d'une soi-disant « volonté de Dieu »! Pourtant, que de discours, que de directives, que de mésententes, que de crimes dits ou commis en fonction d'une chose qu'on ne connaît pas! Mais aussi que de prétentions intellectuelles à vouloir nier son existence!

On pourra m'objecter que si l'homme ne peut par lui-même connaître la réalité objective, car lui apparaissant « floue et lointaine » à cause de ses prédispositions cognitives, rien n'empêche par contre de considérer qu'elle peut se faire connaître à l'homme. Dieu se révèle en quelque sorte. Et, si tel est le cas, c'est la seule façon pour l'homme de le connaître: « *Nul ne peut aller à Dieu si cela ne lui a pas été donné* ». Bien sûr, un tel événement ne relèverait plus de la connaissance expérimentale, il serait du domaine de la réalité objective qui échappe à celle-ci mais qui n'en existerait pas moins pour autant. Bien sûr, croire en cet événement est un acte de foi. C'est ce à quoi se résolvent les croyants des religions fondées sur la révélation, les trois religions du Livre: judaïsme, christianisme, islam. Bien sûr, si ces croyants peuvent communiquer sur leur foi avec des mots de tous les jours, il doit cependant exister une part de celle-ci qu'ils ne peuvent exprimer, qu'ils gardent à l'intérieur de leur vécu subjectif, puisque aucun mot, aucune image ne peut les traduire. Cette part de solitude où règne l'ineffable doit être présente en chacun d'eux, si cette foi existe. Une part qui doit être respectée, même et en premier lieu par les doctrines religieuses. Aucune d'entre elles ne devrait pouvoir s'immiscer dans la façon dont chacun ressent la « présence » de Dieu. On m'objectera encore que si Dieu se révèle aux hommes, il le fait en faisant en sorte que les images et le langage auxquels l'homme se réfère pour en parler soient choisis de manière adéquate à l'esprit humain. Et que par conséquent, la volonté de Dieu peut parfaitement être présentée avec des mots et des concepts familiers au psychisme humain. Je pense que c'est précisément à cause de cette conviction que les religions ont connu les dérives et pratiqué les ingérences que l'on sait. Elle me semble tout simplement fausse: si la révélation de Dieu s'était effectuée en utilisant des mots et des images à la fois adéquats à l'esprit humain et réalistes sur la nature de Dieu, alors les mots et les images familiers à notre outillage cognitif nous auraient permis de le connaître par nous-mêmes, sans que soit nécessaire une révélation. Et ce serait depuis longtemps que l'homme maîtriserait la connaissance de tout l'univers et que les horizons du savoir auraient disparu!

Extension des fondements de la méthode expérimentale à une éthique de l'action

Sur un plan philosophique, j'ai considéré que ni le réalisme pur ni l'idéalisme pur ne sont possibles. Les raisons en sont que:

- L'observation perturbe la mesure, ou plus exactement l'état du système observé que l'on ne peut donc pas prétendre connaître « en soi », dans sa réalité indépendante.
- La perception des choses est fortement influencée par l'intention, sa description ne peut pas être séparée du sujet et de l'état de sa conscience (phénoménologie).
- Les systèmes de la nature ou créés par l'homme sont complexes: il est souvent nécessaire de les interpréter par une approche globale, en tenant compte des effets rétroactifs dont ils sont le siège, en choisissant des données que l'on estime a priori pertinentes et en négligeant quantité d'autres données.

- Mais ces limitations ne militent pas pour autant pour un idéalisme pur (Wigner, Hegel, Bohm...), dans lequel la réalité ne serait que la résultante des processus de l'esprit. La pertinence des choix opérés pour modéliser le réel est en effet validée par la méthode expérimentale. Celle-ci a pour effet de ramener la représentation des choses ou leur perception à une réalité extérieure à la conscience, donc objective.

- En outre, si l'idéalisme pur était vrai, les modèles de la pensée ne seraient jamais mis en défaut par l'expérience car ils seraient fidèles à la réalité puisque sous cette hypothèse celle-ci est supposée procéder de la conscience, donc toujours adéquate à elle.

Seule convient donc, selon moi, l'approche **positiviste**, non pas comme l'a exprimé au départ Auguste Comte dans sa version du relativisme, mais sous la forme moderne de l'opérationnalisme:

- L'objectivité relative à la réalité extérieure intègre aussi la réalité du sujet qui interagit avec elle. Par conséquent, ce sont les relations entre les observations qui sont concernées par la stratégie d'une recherche de données invariantes (Claude Bernard...). Au niveau logique, c'est-à-dire dans le système où sont codifiées ces observations en vue de les rendre communicables, il s'ensuit que ce sont les relations entre les énoncés descriptifs de ces observations qui font l'objet des règles et des modèles fondés sur la méthode des données invariantes (positivisme logique, Wittgenstein,...).

- L'objectivité abordée de cette manière intègre la connaissance que l'on a d'un objet et non pas la réalité ontologique de l'objet (Born, Heisenberg,...).

L'hypothèse selon laquelle cette forme d'objectivité soit toujours possible pour tout phénomène effectivement observé ou potentiellement observable par l'homme, constitue le **Principe d'Objectivité**. Il ne fait qu'affirmer l'existence d'une réalité objective indépendante de l'observateur, du sujet, mais qui ne peut pas lui être directement accessible telle quelle, quoique néanmoins en action en lui comme en toute autre chose. En conséquence:

- Tout élément observable de la réalité (donc jamais connaissable en soi) évolue selon un projet qui peut seulement être compris comme étant relatif à la conservation, à l'invariance d'une propriété apparues au cours de l'histoire de ses interactions avec le milieu extérieur, mais jamais comme étant conçu pour satisfaire une cause finale. Comprendre un système en y cherchant un programme téléonomique, est une démarche rationnelle; tenter de le comprendre en invoquant un finalisme téléologique ne relève pas d'une attitude rationnelle (Jacques Monod, Henri Atlan,...). L'existence et l'évolution du système sont donc contingentes en ce sens que leur raison d'être n'est pas fonction d'une cause finale, mais résulte, à l'instant considéré, de l'histoire des processus d'interactions avec l'univers: c'est le principe de **contingence ou de gratuité**. Il n'est que rarement possible de connaître de manière précise la propriété que le projet permet de conserver: elle n'est pas souvent directement accessible et nécessite toujours de recourir à des modèles pour rendre prévisibles les évolutions du système.

- Pour l'homme, au niveau de l'humanité, le projet de conservation se traduit par celui de la conservation de sa vie (survie biologique), le seul qui ne résulte pas d'un a priori métaphysique, mais d'une donnée expérimentale, un fait d'observation.

- Pour l'homme, en tant qu'individu cette fois, il se traduit par un projet de vie qui affirme son individualité, sa gratuité d'être, sa liberté, sa liberté; c'est un fait d'expérience, et non pas un principe métaphysique, que de comprendre ainsi la raison d'être de la vie humaine.

De ces considérations on peut proposer une **éthique** (c'est-à-dire un ensemble de critères d'actions) qui ne résulte pas a priori d'une morale préétablie ou révélée, même si elle peut entrer en résonance avec certaines aspirations humanistes ou spirituelles des différentes cultures humaines:

- Nécessité aux projets individuels d'être compatibles, voire favorables, au projet humanitaire de survie biologique.

- Nécessité, également et simultanément, au projet humanitaire de respecter la possibilité des projets individuels.

- Ces deux exigences sont le pendant des critères de conservation de l'humanité et de l'individualité présentés ci-dessus. Elles fondent ensemble une éthique sociale dont les valeurs sont des valeurs de partage.

- Les penchants naturels de l'homme, données expérimentales liées à la nature humaine (besoins de survie, de reconnaissance, de motivation, de liberté, de propriété, d'espérance, etc. ...), même s'ils ne correspondent pas à des qualités idéales d'une morale spirituelle préexistante, obligent le recours minimum à une éthique que je qualifierai de pragmatique. J'entends par là que le but n'est pas de rendre l'homme « meilleur », mais tenir compte de ses penchants naturels, donc simplement du fait qu'il est homme, est une nécessité que chacun d'entre nous doit appliquer pour que, ensemble, nous garantissions la conservation et la viabilité de l'humanité, ce qui a pour effet d'entraîner progressivement une modification de nos comportements pour plus d'harmonie. De façon encore plus pragmatique prendre en compte les différents penchants (ou besoins) de l'être humain offre un outil stratégique d'efficacité et d'adaptation dans les projets, au moins pour obtenir un certain niveau d'adhésion ou d'acceptation que cela suscite, le concours des compétences, la confiance résultant de l'esprit de contrat, etc.

Il est inutile, voire nuisible ou dangereux ([48]), de chercher à dénoncer et à supprimer ces penchants au nom d'une « perfection » spirituelle métaphysique, souvent centrée, d'ailleurs, sur des considérations finalistes. Ces penchants naturels, exprimant toutes les voies de la survie biologique, projet de l'humanité, permettront d'autant mieux de réaliser celui-ci qu'ils seront « canalisés » à l'aide de la seule conséquence spirituelle du principe d'objectivité: accepter notre contingence et ses expressions (au travers des penchants humains par exemple), avec l'humilité nécessaire pour en faire les instruments performants pour notre projet humain. Vouloir maintenir et favoriser la liberté de l'individu, ce n'est pas aliéner chez lui sa part d'humanité qu'incarnent ses penchants naturels, ce n'est pas le culpabiliser pour cela au nom d'un perfectionnisme moral métaphysique qui le nierait. C'est bien plutôt ***faire en sorte que ces penchants et aspirations puissent évoluer en vertu même du fait qu'ils doivent tenir compte des penchants et aspirations liés à notre humanité et à la liberté des autres individus***. C'est en fait la coexistence humaine qui oblige d'évoluer d'une humanité individualiste vers une humanité marquée de solidarité et de tolérance, à cause justement de la nécessaire prise en compte des libertés individuelles ([49]). Là encore, un programme téléonomique, mais sans finalisme métaphysique, se construit au sein de la réalité humaine pour une satisfaction plus sûre de son besoin de conservation.

Ainsi, le but de la vie est la vie. Pour atteindre ce but, au niveau de l'action et de la réflexion, il faut:

- Chercher à ***bien poser le problème*** relatif aux méthodes de connaissance à employer, ce qui constitue, comme je l'ai dit, la seule philosophie pertinente (philosophie cognitive);

- Une fois le problème bien posé, ***mettre en œuvre*** les méthodes de connaissance, ce qui est la partie expérimentale de la démarche :

- En suivant la stratégie de la ***double adaptation***. Pour cela se donner les moyens d'une observation efficace de la nature, des hommes, de la société et des événements, afin d'une part de cadrer et adapter nos actions à ces environnements et, d'autre part, savoir quand il est possible, permis ou nécessaire d'agir sur eux pour y favoriser nos actions et en évaluer l'impact.
- En validant par la ***pratique et le retour d'expérience*** les idées ou nos représentations du réel, afin d'en évaluer l'efficacité. N'oublions pas que la pratique nous rattache à la réalité extérieure et concrétise le lien entre elle et notre conscience, bien mieux, et parfois à l'encontre, que tout discours philosophique ([50]).
- Par l'emploi d'une ***communication et d'un discours finalisés et vérifiables, centrés sur des objectifs pragmatiques***. En particulier il s'agit de discerner les informations que nous recevons à travers les flots incessants de messages aussi bien externes que relevant de nos propres pensées et

sentiments (discernement externe et discernement sur soi-même). Il s'agit aussi de transmettre des informations fiables et utilisables, de faire des choix pertinents dans la résolution de problèmes, avec professionnalisme. Ainsi nous respecterons les projets, et à travers eux, la gratuité, des personnes auxquelles sont destinées nos activités et nos informations, parce que nous prenons en compte chez l'autre sa responsabilité, son intelligence, son indépendance, au lieu de jouer sur sa crédulité, son ignorance, ses cordes sensibles ou son penchant irrationnel.

- en conduisant ses projets individuels, de vie, ou collectifs comme un système avec ce qu'il comporte de fonctions régulatrices, cognitives, récursives et d'ouverture sur l'extérieur. Donc selon les **sept fonctions fondamentales d'un système**.

- Avoir l'**humilité** suffisante pour accepter notre nature contingente, notre liberté qui, par un paradoxe apparent, se manifeste par le fait de nous définir et conduire notre projet de vie en lequel nous reconnaissons notre raison d'être.

- Respecter ou apporter notre soutien à une **éthique sociétale**, c'est-à-dire tenir compte, dans la nécessaire coexistence des individus et des projets, de l'existence des besoins et des projets de chacun, et en garantir les grands équilibres mutuels ([rôle de la mission publique](#)).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 5 - Bernard D'Espagnat : à la recherche du réel - Gauthier-Villars, 1979
7 - Gilles Cohen-Tannoudji : l'horizon des particules - Gallimard
23 - Antonio R. Damasio : l'erreur de Descartes - Odile Jacob 1995
47 - Auguste Comte : cours de philosophie positive - 1830-1842
48 - Ludwig Wittgenstein : tractatus logico-philosophicus - 1921
53 - X. Seron : la neuropsychologie cognitive - PUF, que sais-je? 1993
55 - John C. Eccles : comment la conscience contrôle le cerveau - Fayard 1997
56 - Jean-Pierre Changeux : l'homme neuronal - Fayard 1985
57 - H. Feigl : the "mental" and the "physical" - Minnesota Press 1967
58 - F. Crick, C. Koch : the problem of consciousness - Scientific American, september 1992
59 - J.R. Searle : the rediscovery of the mind - MIT Press 1992
60 - H. Margenau : the miracle of existence - Woodbridge CT, Ox Bow, 1984
61 - K. Popper, J.C. Eccles : the self and its brain - Berlin-Heidelberg, Springer, 1977
68 - sous la direction de Michel Cazenave : aux frontières de la science: dictionnaire de l'ignorance - Albin Michel 1998
77 - Henri Atlan : entre le cristal et la fumée - Seuil 1979
83 - Albert Jacquard : l'équation du nénuphar - Calman-Lévy 1998
84 - Gilles Cohen-Tannoudji : les constantes universelles - Hachette 1998
90 - J. Tonnelat : thermodynamique et biologie - Maloine-Doin, Paris 1977

10 – Méthode expérimentale : Produits, processus, projets

SOMMAIRE

- [fonctions principales d'un système produit](#)
- [maîtrise du processus](#)
- [le projet, principes généraux](#)
- [ressources](#)

Fonctions principales d'un système produit

Un projet, conduit de manière rationnelle, suit la même logique que celle de la définition des systèmes, avec les sept fonctions fondamentales que je rappelle ici:

- 1°) **identifier la cible**,
- 2°) **prendre en compte l'environnement**,
- 3°) **acquérir les données** relatives aux états du système et de son projet,
- 4°) **transmettre ces données** pour les exploiter,
- 5°) **exploiter ces données** pour évaluer l'écart entre ce qui est prévu par le programme et la situation réelle du système,
- 6°) **agir ou réagir** pour réajuster le déroulement du projet ou la structure organique afin de maintenir le but fondamental ou la cible,
- 7°) **mettre en oeuvre les ressources** nécessaires à la réalisation des fonctions ci-dessus.

Maîtrise des processus: fonctions principales d'un système d'actions

Je propose ci-après de montrer comment on peut faire le lien entre la maîtrise des activités et des processus et l'approche système. Je me bornerai à considérer uniquement les activités ou les projets qui aboutissent à un produit ou un service, comme cela existe dans les organismes industriels, administratifs ou associatifs, étant entendu que l'on peut reconduire ce que j'en dirai aux activités et projets personnels moyennant des adaptations. La raison de ce choix est double. D'une part, je m'appuie sur mon humble expérience professionnelle en milieu industriel. D'autre part, il me semble que les activités développées au sein de ces organismes sont par nécessité plus enclines à revêtir un comportement rationnel et à prendre en compte leur environnement. De sorte que les principes que je crois bons pour elles en terme de démarche rationnelle peuvent servir de guide aux activités personnelles que l'on veut ou doit mener selon cette démarche.

Tout produit est le résultat de la mise en œuvre de processus dans le cadre d'un système d'organisation. En fait, le système d'organisation doit être considéré comme un système de processus, et non pas comme une structure, trop figée et de caractère trop séparable (c'est-à-dire où les éléments sont vus comme isolés et sans liens). Souvenons-nous de la trialectique du système selon laquelle on l'aborde sous les trois aspects: structurel (de quoi est constitué l'organisme?), fonctionnel (que fait l'organisme?), génétique (comment évolue l'organisme?). Alors, ce que je dis ici, c'est que la structure de l'organisme est centrée sur ses fonctions (approche par processus). Parmi les processus, il y a des processus organisants ou structurants ([51]), et des processus plus directement liés à l'obtention du produit. On dira que les premiers sont en soutien des seconds. Les premiers sont indispensables pour que puissent exister les seconds. La raison d'être des premiers est d'être au service des seconds. Bien sûr, il y a des interactions récursives et interdépendantes entre ces processus, à tous les niveaux d'échelles hiérarchiques de l'organisme, ne fût-ce qu'à cause du retour d'expérience qui rejaillit sur les processus de soutien depuis les processus centrés sur le produit. Ce qui confère à l'organisme les propriétés qui en font un système. De plus, il n'y a pas de processus sans finalité de l'organisme, ni de critères de leur efficacité sans objectifs quantitatifs. Il n'y a pas non plus d'évaluation du progrès à réaliser sans indicateurs et sans fonctions de mémorisation des résultats des processus (enregistrements des résultats et de l'historique, ce que l'on appelle en langage moderne la traçabilité).

On retiendra alors que le système est une intégration de processus corrélés et récursifs visant un objectif préétabli, dans le respect des inévitables contraintes imposées par l'environnement sur lequel le système est toujours ouvert.

Il découle de cette définition que, pour tout projet d'un organisme finalisé telle qu'une entreprise, ou plus simplement pour un projet individuel, il faut se définir:

- l'objectif principal, ou but recherché (processus d'identification du but, ou **politique de**

l'organisme): c'est la phase où l'on se donne un but et où l'on prépare un projet, une stratégie pour l'atteindre;

- la façon dont est pris en compte l'environnement qui influence le but (processus **d'intégration de l'environnement**),
- la façon dont sont obtenues et gérées les données relatives aux écarts existant entre les résultats obtenus et le but recherché (processus de **vérification et de détection**),
- la façon dont ces données sont transmises au sein de l'organisme pour les exploiter et les traiter afin d'en dégager des axes d'amélioration (processus d'**information**),
- la façon dont sont traitées ces données (processus d'**exploitation**),
- la façon dont l'organisme met en œuvre les réactions nécessaires pour se réajuster afin d'atteindre le but initial, ou bien pour réajuster le but lui-même (processus de **réaction**): c'est la phase où l'on se demandera s'il faut adapter le projet à l'environnement, ou bien s'il faut adapter celui-ci à notre projet (cf. stratégie de l'adaptation);
- enfin la façon dont sont identifiées et mises en œuvre les ressources nécessaires pour mettre en œuvre tous les processus précédents (processus d'identification des **besoins en ressources et de leur mise en œuvre**).

On retrouve ainsi les sept fonctions fondamentales d'un système, où celui-ci est le projet. Naturellement, parmi les processus d'exploitation figurent ceux qui consistent à s'assurer de la cohérence de l'ensemble des processus de l'organisme (voir figure 12).

S'assurer que le produit obtenu à l'issue du projet est conforme à l'objectif est évidemment nécessaire mais insuffisant: il faut aussi chercher à optimiser les processus du projet qui permettent d'obtenir le produit conforme. La raison en est que maintenant la pérennité d'un organisme n'exige plus seulement de satisfaire les besoins du client; il faut aussi que les processus qui conduisent à cette satisfaction ne coûtent la vie ni à l'organisme, ni aux parties prenantes, et qu'ils soient mis en œuvre dans le respect des contraintes externes de l'environnement (naturel, social, économique, culturel, juridique, humain...). Par exemple, un organisme pourra fournir des chaussures aux clients qui soient satisfaisantes sur le plan de l'utilisation (bon rapport qualité-prix), mais si c'est au prix d'une exploitation inconsidérée de la main d'œuvre, de la négation des droits fondamentaux, ou de la pollution de la rivière dans laquelle sont rejetés les déchets industriels, alors on peut affirmer que l'obtention du produit conforme au besoin d'usage se fait au prix, au mépris, de la pérennité des parties prenantes. Dans un autre domaine, si l'organisme est obligé de déposer le bilan parce que, afin de satisfaire le client, il a produit à pertes, là aussi les processus mis en œuvre ne sont pas optimisés.

Par conséquent, les **processus doivent**:

- **être optimisés** en ce sens: recherche de l'efficacité dans un compromis vis-à-vis de toutes les exigences internes et externes à l'organisme;
- **être garantis**, c'est-à-dire la conformité des processus et du produit auquel ils conduisent, doit être prouvée, démontrée, grâce aux enregistrements (fonction mémorisation), non seulement au client, au bénéficiaire, pour obtenir sa confiance, mais aussi aux parties prenantes (l'organisme lui-même, tous ceux qui ont intérêt dans le projet, tous ceux qui en subissent les impacts) ([52]);
- **utiliser un système d'information** approprié à l'efficacité recherchée (c'est l'une des sept fonctions fondamentales du système);
- **disposer des ressources** et des moyens nécessaires et suffisants à cette efficacité.

Voir application de ces préceptes dans [l'article posant les bases de l'approche processus](#).

L'ensemble de ces exigences définissent une **stratégie** pour atteindre le but de l'organisme ou du projet. A ces exigences correspondent des fonctions de l'organisme relatives à l'organisation, à la preuve de la conformité du produit, à l'information, aux moyens (investissements, etc.). Ce sont des fonctions de soutien par rapport aux fonctions plus directement liées à la réalisation du produit, raison d'être de l'organisme ou du projet. Mais ce

caractère de soutien ne leur confère pas un rôle marginal ou venant se superposer en plus aux fonctions directes: les fonctions de soutien doivent être intégralement et intimement imbriquées dans les processus conduisant au produit. Sans cela, il y aurait le risque que des fonctions de soutien finissent par se justifier par elles-mêmes, sans lien fort avec l'objectif final, ou inversement, que des fonctions directes se réalisent sans les fonctions de soutien, conduisant à des résultats qui, bien que corrects pour le client, pourraient mettre en péril la vie de l'organisme. De tels risques conduisent à des anomalies par « **dysmodélisation** » du système: chaque composante réalise bien sa partie, mais l'ensemble est pathologique. Pour éviter ce risque, l'imbrication des fonctions de soutien et des fonctions directes (on dit aussi « opérationnelles ») est nécessaire, il faut utiliser l'approche par structures matricielles projets-moyens avec pour conséquence la mise en place:

- d'un management par objectifs,
- de relations clients-fournisseurs non seulement externes, mais aussi internes (« task forces »).

De plus, la considération des processus plutôt que des structures confère une meilleure adaptation aux contraintes: la structure trop rigide, installée comme durable dans le temps, risque de ne pas avoir assez de réactivité face aux nécessités du changement imposées par l'environnement. L'approche par processus, par contre, permet de prendre en compte, parmi les processus de l'organisme, ceux relatifs à la conduite du changement en terme de l'invariance du but ou de la finalité du projet ou de l'organisme. De sorte que ce qui caractérise un système est plus sa finalité (laquelle permet de le reconnaître dans le temps malgré l'évolution de sa structure), que sa structure organisationnelle. On sait, en théorie des systèmes, qu'un système possède deux aspects complémentaires: **la structure et le programme**, et que c'est par le programme que l'on apporte de la variété à la structure par ouverture sur l'environnement (modèle de Atlan-Prigogine). Le programme (déroulement ordonné de processus, y compris celui de mise en place et d'évolution du programme), comme la variété (évolution de la structure et redondance dans celle-ci pour assurer sa sûreté) ne trouvent leur raison d'être qu'en terme de l'invariance de la finalité du système, quitte à ce que celle-ci doive modifier les objectifs ou les projets intermédiaires du système permettant d'y arriver. L'image qui illustre ces situations est bien connue: changer pour pérenniser son identité. En outre, ces situations correspondent bien au concept de double adaptation présenté auparavant, et qui généralise le principe psychologique de **Piaget** à tout système:

- **s'adapter à l'environnement**: respecter les contraintes imposées par l'environnement et mettre en œuvre les moyens pour y répondre au mieux;

- **adapter l'environnement à nous**: puiser, sélectionner, favoriser dans l'environnement toutes les conditions qui renforcent les processus qui conduisent à notre but.

Bien sûr, le deuxième principe doit être mis en œuvre dans le respect du premier, mais le premier ne doit pas se faire sans le deuxième sous peine d'omettre la finalité par rapport à laquelle nous menons nos processus. Le premier principe, pris isolément, présente pour chacun de nous le risque de devenir trop bien adapté à l'environnement et donc de disparaître avec lui dès qu'il change. C'est peut-être la raison pour laquelle aujourd'hui bien des personnes se démoralisent face à tous les changements, tant habituées qu'elles sont à des situations qu'elles croyaient acquises à jamais. A l'inverse, le deuxième principe, pris isolément, peut conduire au cynisme lié au mépris des contraintes de l'environnement et à une trop forte croyance en nos seuls projets, induisant imprudences et dangers. Il faut donc utiliser ces deux principes à la fois, dans leurs liens mutuels et dynamiques, l'un régulant l'excès de l'autre. On remarquera qu'au premier principe correspond plutôt l'approche structure, tandis qu'au deuxième correspond l'approche programme puisqu'il intègre la finalité de l'organisme. Une structure parfaitement adaptée à son environnement n'est qu'un objet inerte. Un système doté d'un programme finalisé mélange subtilement les processus qui permettent de s'adapter à l'environnement et ceux qui permettent de s'en passer (en-deçà de certaines limites cependant), il est complexe et vivant.

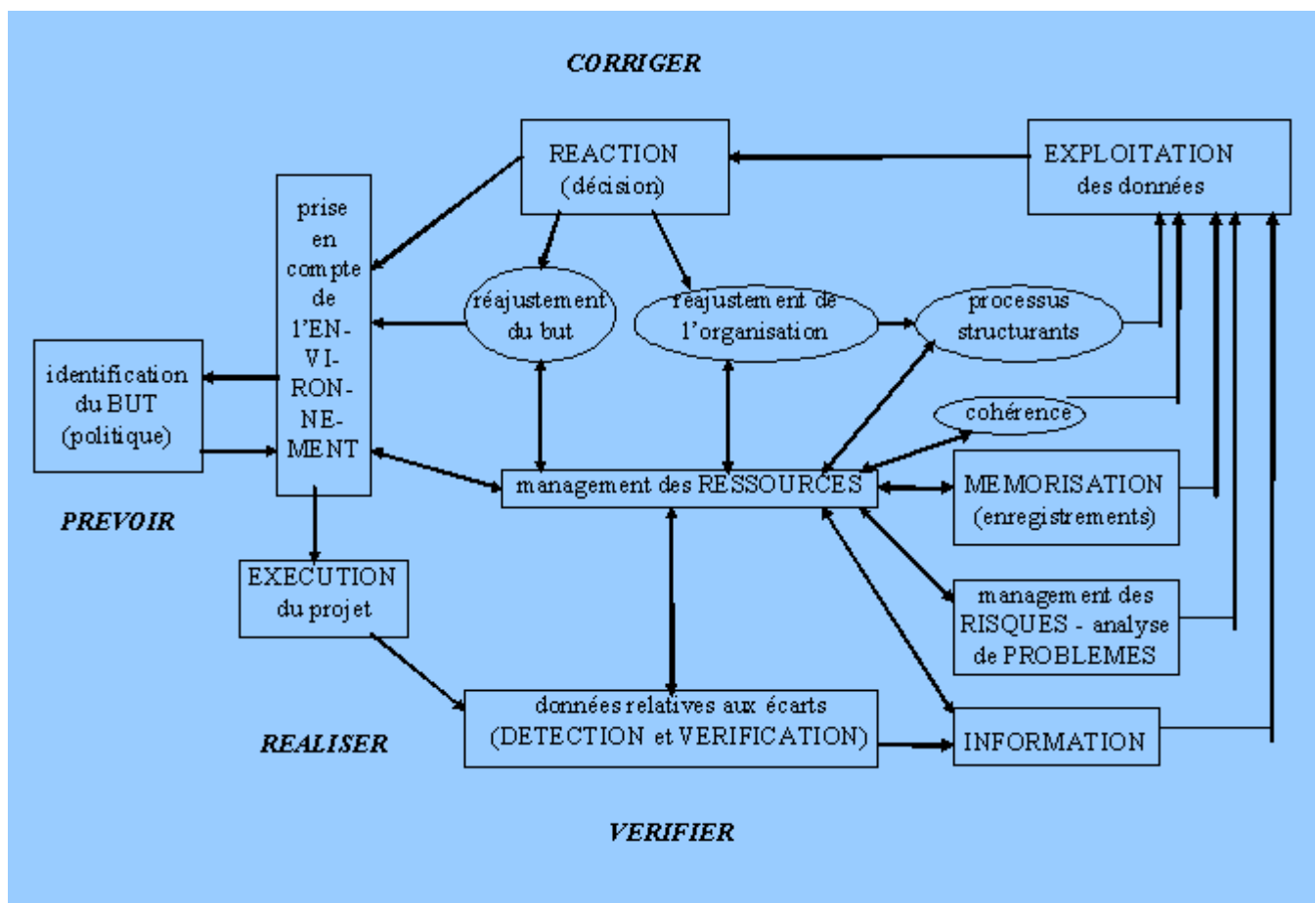


figure 12 - Système de processus d'un projet

Le projet: principes généraux

Un projet:

- a pour but de réaliser un **produit** (vérifiant les sept critères des fonctions d'un système);
- en mettant en œuvre des **processus**;
- qui utilisent des **moyens** préparés, mis à disposition et gérés dans le cadre d'une organisation préétablie. Les moyens sont à leur tour des produits existant de façon préalable au produit que l'organisme doit réaliser. Les moyens sont tous les produits utiles à la réalisation du produit principal, et leur mise en œuvre s'effectue dans le cadre d'une organisation;
- les processus utilisent des **documents**, ou toute forme de **données**, relatifs à l'organisation des moyens (procédures, réglementations diverses), et génèrent à leur tour des documents ou des données sur lesquels sont enregistrés les résultats de ces processus (enregistrements).

Initialement le produit, lorsqu'il n'est pas encore réalisé, est seulement identifié par le **besoin** qui exprime ce que l'on attend de son **utilisation**. Partant du besoin pour réaliser le produit attendu, l'organisme mettra en œuvre une série de processus jusqu'à la phase d'utilisation. Le produit sera reconnu conforme au besoin lorsque, par définition, on retrouvera dans sa phase d'utilisation tous les critères réalisés de la phase d'expression de besoin. Mais ceci n'est possible que si l'organisme maîtrise à chaque phase des processus son activité et les moyens qu'elle utilise. La maîtrise des activités du projet qui conduisent au produit attendu suit le système présenté à la figure 12. La figure 13 ci-après la détaille en faisant apparaître le lien récursif entre les quatre phases « Prévoir », « Réaliser », « Vérifier », « Corriger », la mémorisation des données relatives à ces phases (enregistrements), ainsi que les données d'entrée (spécifications) et de sortie (résultats). Maîtriser, c'est assurer un contrôle rétroactif des

données d'entrée par les données de sortie (boucle de retour) à chaque phase du projet. C'est aussi savoir **prouver** ce contrôle au moyen des enregistrements qu'il génère: en leur absence la preuve du contrôle, donc de la maîtrise, ne peut pas être établie de manière objective, et la confiance en la conformité du produit ne peut pas être totale. L'exigence de la preuve tangible du contrôle a pour effet de renforcer la maîtrise du projet puisque chercher les preuves qui démontrent la maîtrise des processus entraîne automatiquement que l'on complète, améliore ou corrige le contrôle.

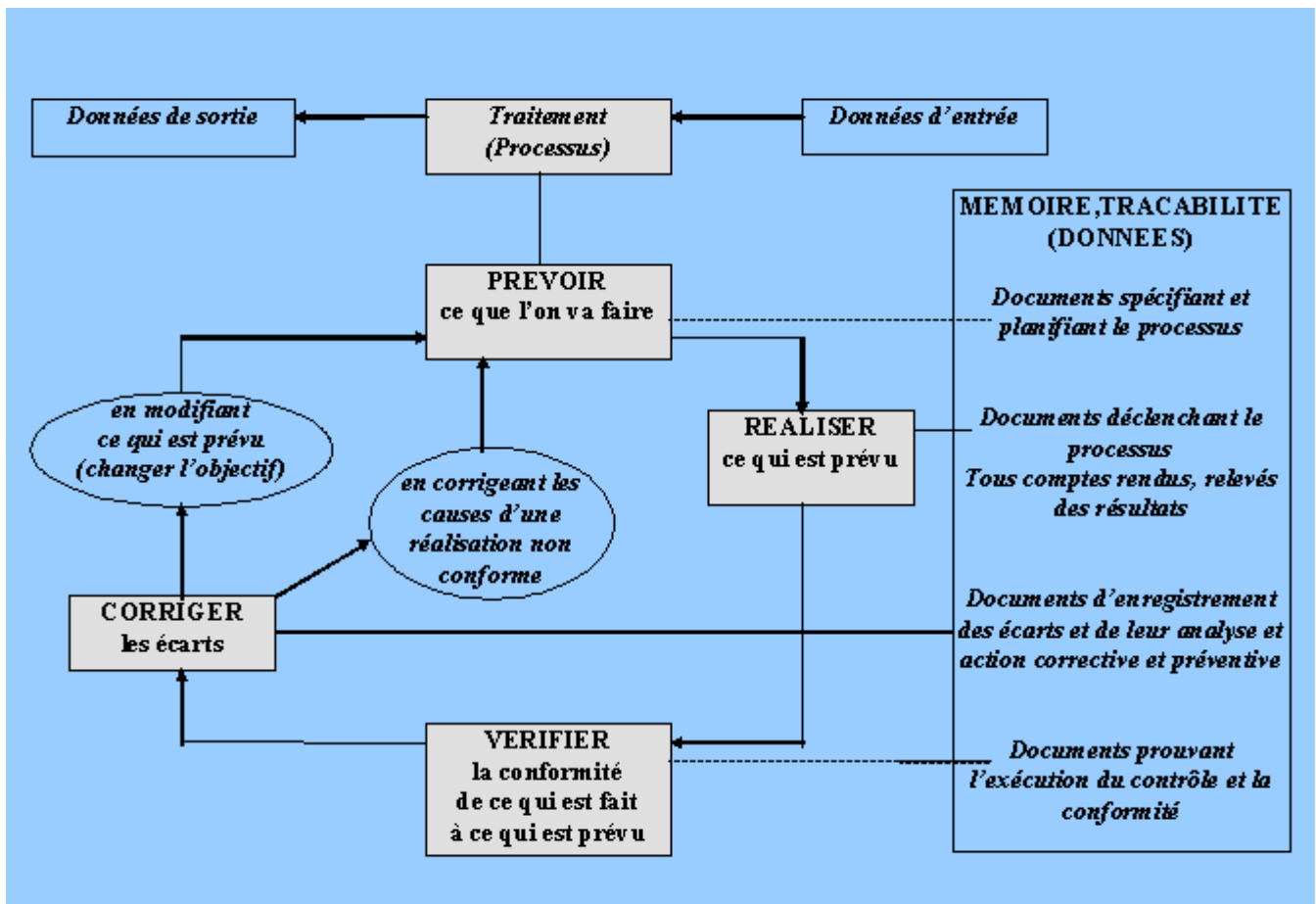


figure 13 - Boucle de la maîtrise d'un projet

A chacune des quatre phases d'un processus impliqué dans un projet des problèmes de types différents sont rencontrés et doivent être résolus pour pouvoir passer au processus suivant et progresser ainsi dans le projet. Les problèmes types sont :

- l'analyse des écarts ;
- l'analyse de décision ;
- l'analyse de risque ;
- l'analyse de tâche.

Pour une situation donnée, chacun de ces problèmes est précédé d'une analyse de situation dont le but est d'identifier le type de problème dont il s'agit.

De nombreuses méthodes de résolution de problèmes existent parmi les outils de management des entreprises ou de projets (voir par exemple [45], [103], [104]). Je n'entrerai donc pas dans les détails des analyses listées ci-dessus et j'indique dans ce qui suit les principes généraux que l'on retrouve plus ou moins en commun dans les méthodes et qui dérivent des méthodes rationnelles (figure 14).

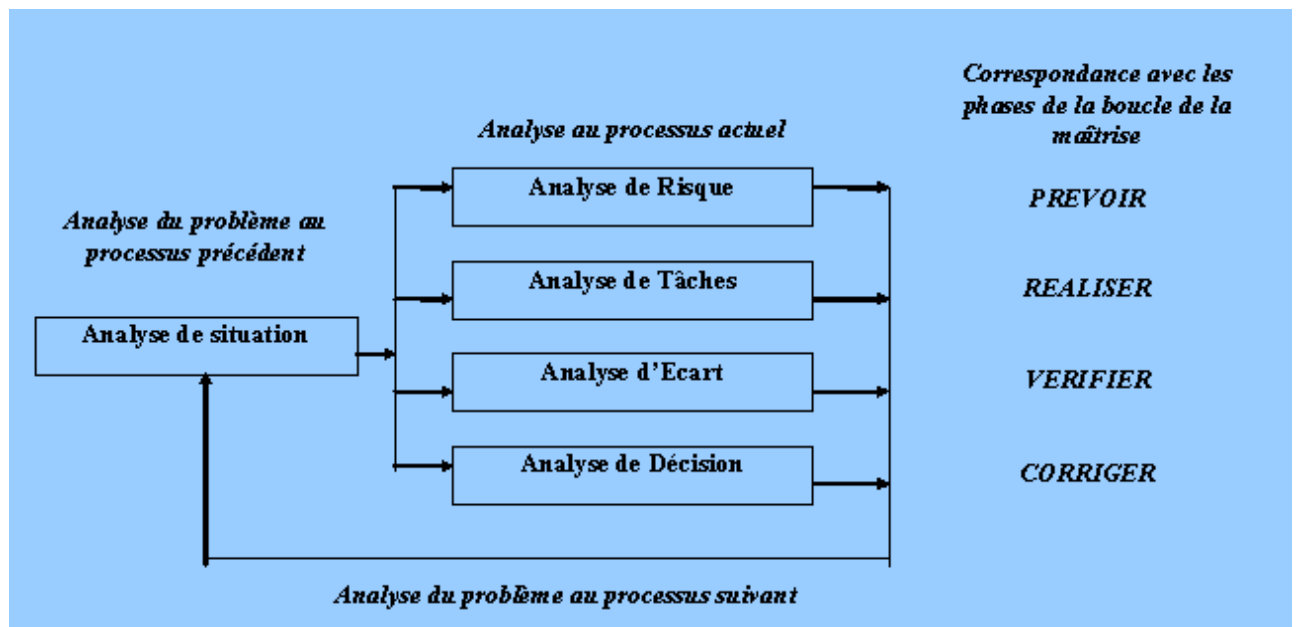


Figure 14 - Boucle des analyses de problèmes

Les conclusions de l'une des quatre analyses servent de point de départ pour une prochaine analyse toujours par l'intermédiaire de l'analyse de situation. Par exemple, supposons que je doive me rendre de Marseille à Paris. Je vais pour cela commencer par prévoir et planifier un certain nombre d'actions: choix du mode de locomotion, route suivie, heures de départ et d'arrivée estimées. Je suis dans la phase « Prévoir » à laquelle je procède toujours à une analyse des risques: état de la circulation sur les routes, état du véhicule, etc. Une fois définie l'action qui répond au meilleur compromis qui se dégage de cette analyse, je passe à la phase « Réaliser »: je prends la route avec le véhicule. Régulièrement, pendant le trajet, je vérifie que les objectifs initiaux peuvent être atteints en fonction de divers paramètres: fluidité de la circulation, pas de pannes imprévues, etc. Je suis à la phase « Vérifier » qui consiste d'abord à détecter l'état de mon projet, puis à comparer cet état avec ce qui initialement prévu. En cas d'écart, je procède alors à l'analyse de l'écart, c'est-à-dire à la recherche des causes de l'écart. Si par exemple mon véhicule tombe en panne, je devrai rapidement en diagnostiquer la cause ou bien, si je n'ai pas le temps, je devrai trouver un autre moyen pour continuer ma route. Arrive alors la quatrième phase « Corriger » nécessairement accompagnée de l'analyse de décision: si j'ai le temps, je décide de faire réparer la panne puis de poursuivre le voyage, si je n'ai pas le temps, je décide de changer mon mode de locomotion, je choisis celui qui me permettra d'arriver à destination avec un minimum de retard. Je peux même, selon les circonstances, décider de modifier les objectifs initiaux: changement de l'heure d'arrivée par exemple. Par ailleurs, si je suis tombé en panne ou si la circulation est mauvaise, je devrai réfléchir à la façon de faire en sorte que cela ne m'arrive plus (action corrective) voire d'anticiper les risques (action préventive). Je prévois alors de nouvelles dispositions, je suis de nouveau dans la phase « Prévoir » et le cycle recommence. Par cet exemple très simple j'ai voulu montrer que, en principe, à la succession des quatre phases fondamentales de la maîtrise d'un projet correspond celle des quatre analyses de problème type. Bien sûr la réalité est plus compliquée: certaines analyses peuvent être court-circuitées ou bien menées en parallèle, simultanément, selon les situations. D'où la figure 14 ci-dessus. Pour chaque analyse de problème, on procède généralement comme suit:

- **Analyse de situation**: elle précède les analyses de problèmes.

* **Objectif**: choisir l'analyse de problème la plus adéquate à la situation. En planifier le déroulement.

* **Décomposition du problème**: décomposer le problème en des problèmes plus élémentaires et si possible dont les résolutions sont indépendantes. Planifier.

* **Fixation des priorités**: évaluer l'importance du problème (enjeu, coût, impact

réel, impact potentiel), l'urgence (délai), la tendance (le problème s'aggrave-t-il, ou bien est-il stationnaire ou régresse-t-il?).

* **Choix des méthodes d'analyse**, en fonction des évaluations ci-dessus.

- **Analyse de risque**: doit être appliquée une fois les objectifs fixés.

* **Objectif**: protéger le résultat d'une décision de tous les écarts potentiels qui peuvent survenir au cours du projet.

* **Spécification des risques**: identifier les phases du processus pouvant être concernées par les risques, lister ces risques, évaluer leurs probabilités d'occurrence ainsi que l'importance de leurs impacts (criticité).

* **Identification des causes probables des risques**.

* **Définition des mesures préventives**: le rôle des mesures préventives consiste soit à diminuer la probabilité d'apparition du risque, soit d'en limiter l'impact.

- **Analyse de la tâche**: elle a lieu lorsque sont définies les décisions, les mesures préventives ou les mesures correctives à mettre en œuvre. Spécifier une tâche, c'est répondre aux questions suivantes (méthode « CQQCOQP »):

* **Comment**: comment faire cela? pourquoi cette méthode utilisée ailleurs? a-t-elle fait ses preuves? existe-t-il une autre façon de le faire?

* **Quoi**: que faire? que peut-on faire d'autre?

* **Qui**: qui doit le faire? qui d'autre peut le faire? quelle compétence est requise pour le faire?

* **Combien**: quel est le coût matériel et financier de la tâche? comment l'optimiser?

* **Où**: où faire cela? peut-on le faire ailleurs?

* **Quand**: quand faire cela? à quel autre moment peut-on le faire?

* **Pourquoi**: pourquoi faire cela? pourquoi ici? pourquoi en ce moment? pourquoi de cette façon?

- **Analyse de l'écart**: à conduire à l'issue ou pendant le déroulement de la tâche.

* **Objectif**: trouver la cause de l'écart.

* **Spécification de l'écart**: citer l'objet concerné, décrire le résultat qui était attendu, décrire le résultat effectivement réalisé.

* **Spécification détaillée de l'écart**: décrire ce qui est, décrire ce qui n'est pas mais qui aurait pu arriver par la même occasion, circonscire en répondant aux questions quand? où? combien? qu'est-ce qui a changé avant que cela arrive? qu'est-ce qui rend l'écart spécifique par rapport au reste?

* **Recherche des causes possibles**: énoncer les causes possibles, procéder par élimination en testant chacune d'elle par rapport à la description précise de l'écart.

* **Isoler la ou les causes réelles**: ce sont celles qui ont résisté aux tests précédents. En dresser **l'arbre des causes** en faisant bien apparaître celles qui doivent survenir ensemble pour créer l'écart (portes « ET ») et celles dont la seule apparition suffit pour le créer (portes « OU »).

* **Déduire des actions correctives**: ce sont les actions qui éliminent les causes des écarts. L'effort devra être porté sur celles qui interagissent selon les portes « OU » car il suffit que l'une d'elles existe pour provoquer le problème (plus forte probabilité) ([53])

* **Déduire aussi les mesures préventives**: l'écart observé peut-il concerner d'autres objets ou d'autres processus? Si oui, procéder à la même analyse pour eux.

* **Procéder aux mesures curatives**, c'est-à-dire celles qui, sans s'attaquer aux causes, consistent à réduire les effets de l'écart ou bien à réparer l'objet concerné (mesures d'urgence).

- **Analyse de décision**: elle est conduite dès l'établissement des objectifs du projet ou bien fait suite aux analyses de risque ou d'écart d'où émanent de nouveaux objectifs.

* **Objectif**: définir le meilleur choix par rapport à un objectif fixé.

* **Spécifications de l'objectif**: préciser le niveau adéquat de décision (porte-t-elle sur des détails ou bien sur des questions fondamentales?), décliner l'objectif principal en objectifs plus élémentaires. Chaque objectif devra être réaliste, mesurable, vérifiable donc affecté d'indicateurs de satisfaction.

* **Fixation des priorités**: identifier ce qui est impératif, c'est-à-dire les objectifs qui n'admettent aucune dérogation. Formuler les souhaits, c'est-à-dire les objectifs non obligatoires, et les classer par ordre d'importance.

* **Elaboration des choix**: différentes façons de répondre aux objectifs, procéder par élimination (tests) selon leur aptitude à respecter les impératifs. Pour les choix compatibles retenus, évaluer les risques. Le choix définitif sera celui qui présente le risque le plus faible.

Des ressources pour des processus, des processus pour réaliser un produit

Pour réaliser un produit qui soit conforme au besoin spécifié, il faut mettre en œuvre un ensemble d'actions prédéfinies, programmées dans le temps, appelées processus. Les processus nécessitent des moyens, ou ressources qui se répartissent en :

- moyens matériels ou logiciels, donc des produits dont l'existence est antérieure au produit final concerné par le projet ;
- moyens humains : compétences, responsabilités, relations...
- organisation de ces moyens, c'est-à-dire les règles préétablies qu'il faut utiliser pour utiliser ces moyens de manière maîtrisée.

Le projet est donc parfaitement défini si l'on connaît les trois ensembles qu'il met systématiquement en relation :

***Un PROJET est défini par l'ensemble des trois données suivantes :
des MOYENS organisés et gérés à utiliser pour mettre en œuvre
des PROCESSUS par lesquels est réalisé de manière maîtrisée
un PRODUIT dont la conformité au besoin spécifié est atteinte et prouvée.***

Le produit réalisé par l'organisme considéré, donnée de sortie de ses processus, est toujours un moyen pour un autre organisme, utilisateur du produit, pour lui permettre à son tour de réaliser un autre produit. Et ainsi de suite. En d'autres termes, ***le produit réalisé par l'organisme fournisseur est une donnée de sortie de celui-ci et devient une donnée d'entrée en tant que moyen pour l'organisme utilisateur.*** De façon plus générale, quel que soit le niveau auquel on intervient dans les processus du projet, chacun de nous est toujours le « client » (au sens large, bénéficiaire ou utilisateur) de quelqu'un, et toujours le fournisseur d'un autre. Cette remarque est importante parce que le retour d'expérience dans la phase utilisation du produit (par l'organisme utilisateur) va rejaillir sur les spécifications du produit (ou besoins) pour l'organisme fournisseur et donc obliger celui-ci à reconsidérer ses processus voire l'organisation de ses moyens dédiés au projet. Il apparaît là encore des boucles de rétroaction entre le produit réalisé, les besoins qui lui sont rattachés, les processus, les moyens et leur organisation, donc toujours la notion de maîtrise par rebouclage.

S'agissant des documents qui accompagnent le projet, je dirai pour simplifier qu'ils se divisent en deux familles : les ***spécifications et les enregistrements***. En voici la raison :

Les moyens ainsi que leur organisation doivent faire l'objet de documents, établis pendant la phase « PREVOIR » du projet, et qui décrivent quelles sont les responsabilités en matière de gestion et de mise en œuvre de ces moyens, et en quoi consistent ces responsabilités. Ces documents peuvent être appelés ***spécifications d'organisation***.

De même, les produits à réaliser doivent faire l'objet de documents, eux aussi établis

pendant la phase « PREVOIR », et qui spécifient les besoins et les contraintes de définition, d'utilisation, etc. (par exemple : normes, réglementations, conditions d'utilisation, performances attendues, fonctions, etc.). Ces documents peuvent être appelés **spécifications du produit**.

Enfin, les processus doivent faire l'objet de documents, établis pendant la phase « PREVOIR », qui, non seulement indiquent comment sont prises en compte les spécifications d'organisation et de produit qui vont influencer la réalisation du produit, mais de plus décrivent comment procéder effectivement à la réalisation et à sa vérification. Ces documents s'appellent spécifications de processus ou **procédures**. Dérouler un processus, et donc appliquer des procédures, a lieu lors des phases « REALISER », « VERIFIER » et « CORRIGER », qui peuvent être assimilées à la phase utilisation des moyens, donc de produits élaborés auparavant par un autre organisme fournisseur. Les résultats engendrés lors de ces trois phases sont les enregistrements. C'est en les comparant avec les spécifications que l'on effectue le retour d'expérience sur celles-ci, que ce soit pour l'organisation des moyens, les produits ou les procédures (retour sur la phase « PREVOIR »).

Remarque importante : les moyens à prévoir et à organiser dépendent des processus que l'on identifie comme étant aptes à répondre aux besoins du produit, et il convient de distinguer les processus de soutien et ceux plus directement liés au produit final. Il est par conséquent impératif, avant même de réfléchir aux moyens et à leur organisation, de faire le recensement des principaux processus qu'il faudra mettre en œuvre, ainsi que de procéder à leur décomposition en processus plus élémentaires et hiérarchisés (arborescence). En d'autres termes, la première démarche à entreprendre dans la phase « PREVOIR » est la **cartographie des processus**, connaissant le ou les types de produits que l'organisme s'est donné comme objectif de réaliser.

A partir de ce qu'il vient d'être dit, la combinaison des trois dimensions du projet (moyens, processus, produit) et de la boucle de la maîtrise, conduit au schéma de la figure 15.

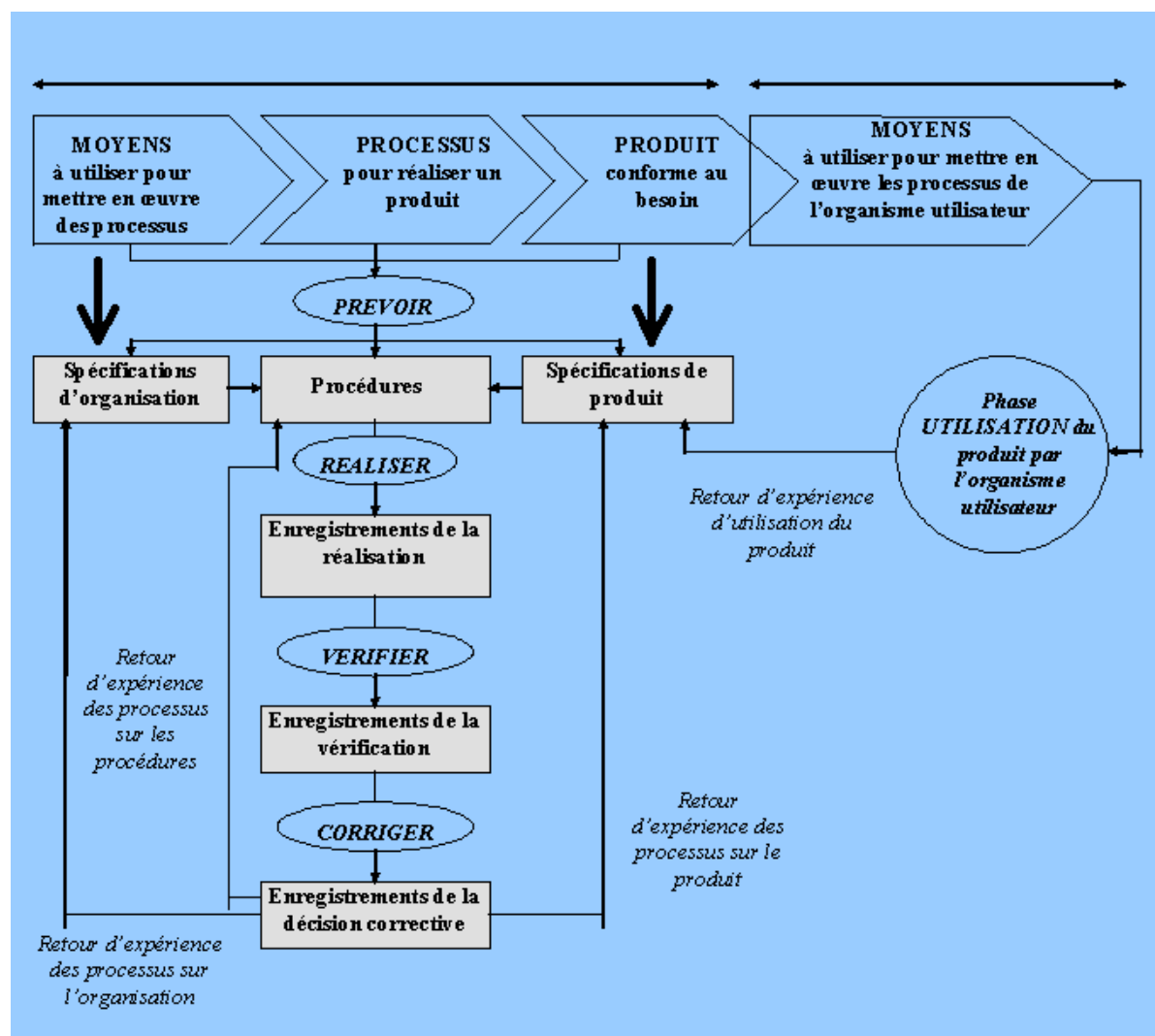


Figure 15 - Moyens, processus, produit, retour d'expérience et documentation associée

Il existe d'autres façons de traiter la question du rebouclage dans la maîtrise des projets, et du retour d'expérience. J'évoquerai par exemple pour mémoire, en management des projets de conception, d'études et de développement, la technique du cycle en « V » (cf. [107]).

D'après ce qui précède, on peut aussi représenter un projet par le système triangulaire de la figure 16, qui présente l'avantage de pouvoir positionner l'organisme dans l'effort qu'il déploie pour ses moyens, ses processus et le produit :

- Le déploiement des moyens pour les utiliser dans les processus définit l'axe moyens - processus. Il doit être nécessaire et suffisant pour les processus préalablement identifiés lors de leur cartographie.
- Le déploiement des processus pour réaliser le produit final définit l'axe processus - produit. Il doit être efficace compte tenu des moyens dont dispose l'organisme.
- Enfin, le déploiement des moyens pour réaliser le produit final définit l'axe moyens - produit.

Avec ce graphique, on peut évaluer le degré d'équilibre du projet ou de l'organisme : ceux-ci sont en équilibre s'ils prennent simultanément en compte les moyens, les processus et le produit de manière nécessaire, suffisante et efficace, c'est-à-dire sans que cela ne mette en péril l'organisme, le rende trop dépendant des conditions extérieures, ou occasionne un produit non conforme. Si l'on représente l'équilibre par le point situé au centre de gravité du triangle, on définit trois zones 1, 2, 3 qui matérialisent une situation mal équilibrée dès lors que l'un des sommets s'y trouve :

- zone 1 : l'organisme obtient le produit en privilégiant seulement les processus sans avoir les moyens internes suffisants ; il dépend donc fortement des conditions relatives

aux moyens externes. Cette situation est typique d'un organisme ne cherchant qu'à faire de la **maîtrise d'œuvre de manière excessive**.

- zone 2 : l'organisme obtient le produit en mettant en œuvre des moyens sans se soucier de manière suffisante de l'organisation qui doit accompagner et systématiser le déploiement des moyens dans les processus. Cette situation est typique d'une **approche artisanale excessive**.
- zone 3 : l'organisme se préoccupe des moyens et de l'organisation de façon excessive, par exemple par un excès de procédures ou de réglementations, au point de minimiser la préoccupation relative au produit final, au client, qui sont sa raison d'être. Cette situation est typique d'un **organisme administratif ou industriel trop lourd**.

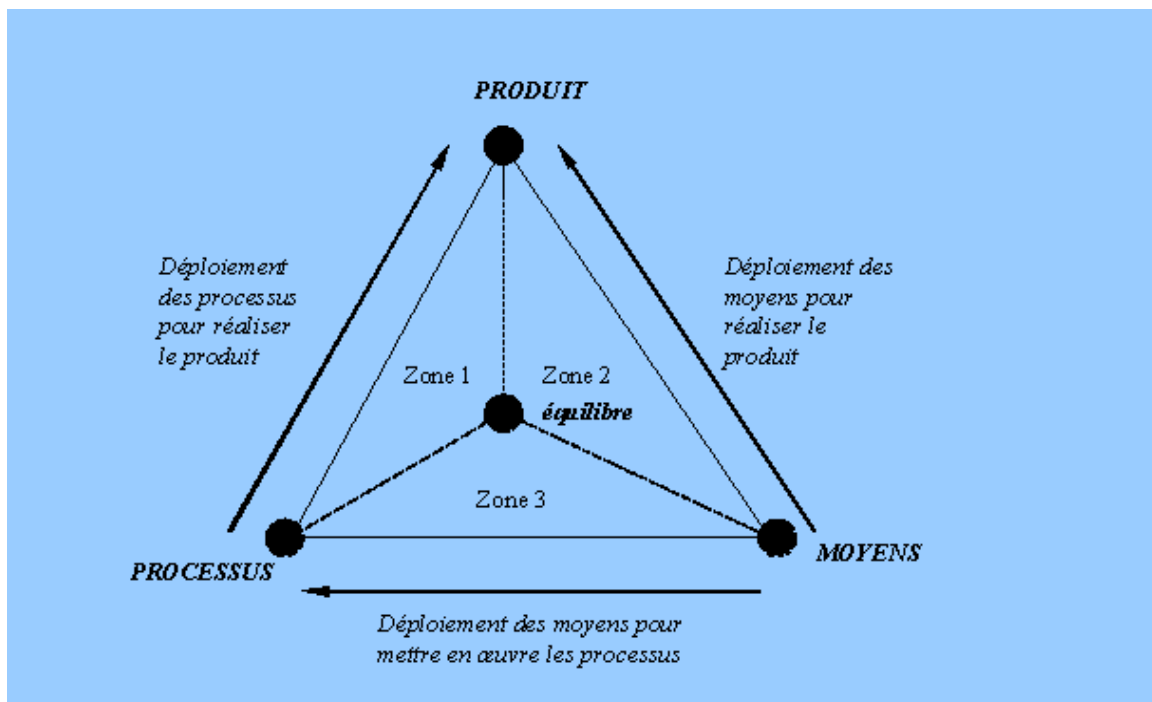


Figure 16 - Pôles d'équilibre d'un projet

Une littérature abondante traite des thèmes touchant aux techniques de management des projets, ainsi que des aspects psychologiques qui y ont trait. Je renvoie entre bien d'autres à [103], [104], [105], [106], [108]...

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 45 - C. Kepner, B. Tregoe : le nouveau manager rationnel - Interéditions, Paris 1985
 103 - gestion de projet, partie 1: le management par projets - partie 2: les étapes de la vie d'un projet - partie 3: les méthodes pour orienter et diriger un projet - partie 5: contrôler les coûts et assurer la rentabilité - éd. WEKA
 104 - certification et management de la qualité - tome 2 partie 9: actions correctives et préventives, outils techniques statistiques (volumes 1 et 2) - éd. WEKA
 105 - J.P. Boutinet : psychologie des conduites à projet - PUF, 1993
 106 - groupe MACSI : maîtrise de la qualité des systèmes industriels - Masson, 1993
 107 - Marc Reynier : assurance qualité en conception - Masson, 1992
 108 - W. Briner, M. Geddes, C. Hastings : le manager de projet: un leader - AFNOR, 1993

11 – Méthode expérimentale : Communiquer dans un projet, et savoir-être

SOMMAIRE

- [rôle de la communication dans les projets](#)
- [être un bon récepteur](#)
- [être un bon émetteur](#)
- [les trois types de contrats dans un projet](#)
- [stratégie du savoir être](#)
- [prendre la parole, être écouté et convaincre](#)
 - [construire son argumentaire](#)
 - [travailler aussi sur la forme](#)
 - [techniques de persuasion](#)
 - [bien répondre lors d'un entretien](#)

Rôle de la communication dans les projets

Il existe bien sûr de multiples raisons de communiquer, et je me limiterai ici à la communication telle qu'elle peut être nécessaire pour conduire une action orientée vers des objectifs définis dans le cadre d'un projet. Il s'agit donc ici de communication basée sur des critères pragmatiques, et encore cela consiste à un bref rappel à la lumière des arguments présentés tout au long de ce livre, tant cette restriction est encore un vaste domaine qui fait l'objet, là encore, d'une abondante littérature. Malgré cela, les notions rappelées ou présentées ici en matière de cet aspect de la communication pourront sembler importantes, par-delà l'intérêt purement technique, parce qu'elles peuvent renvoyer ou confiner à des domaines volontairement laissés de côté ici. Cela n'est pas étonnant si l'on admet que l'importance d'une notion n'est pas tant dans l'étendue du domaine spécialisé auquel elle participe, que plutôt dans sa faculté à se retrouver également dans d'autres domaines spécialisés, sous des formes analogues ou équivalentes (souvent dénommées d'ailleurs avec un vocabulaire différent). Ainsi, par exemple, on verra que la communication, dans les limites pragmatiques que je viens d'assigner, repose sur l'adhésion de l'interlocuteur, et que celle-ci est fortement conditionnée par la prise en compte de ce qui vient de lui, qui lui appartient en propre. Voici alors que cette notion nous ramène à des considérations autres que la stricte communication pragmatique : l'individu, sa liberté, etc., dont j'ai déjà parlé dans les chapitres et paragraphes précédents, et que l'on aurait pu retrouver en traitant des aspects plus larges, plus « philosophiques » de la communication. Ce qui illustre que l'on peut aborder des notions fondamentales sans qu'il soit nécessaire de partir de si haut. C'est que cette façon de tirer sur le fil de laine et qui, de proche en proche, finit par faire venir l'ensemble de la pelote, est souvent présente dans ce livre. Je pense que le lecteur a pu s'en apercevoir.

Au fond, cette façon de procéder dans mes textes relève d'un souci unique : à partir d'un nombre très restreint de prémisses, qui me semblent nécessaires et suffisants de par leur côté fondamental, essayer de parler de plusieurs thèmes, sans devoir introduire trop de suppositions supplémentaires en cours de route. Dans l'esprit, cette approche est comparable à celle de la démarche scientifique où l'on essaie de ramener un grand nombre de faits à un nombre minimal d'hypothèses explicatives et, réciproquement, à partir d'un nombre restreint d'hypothèses on puisse comprendre le plus grand nombre de faits. En outre, les liens a priori inattendus qui peuvent apparaître entre des choses différentes me poussent même jusqu'à faire çà et là quelques allusions sur mes expériences et mon vécu personnels. D'autant que, comme je l'ai dit auparavant, lorsque l'on explique les choses, il est parfois difficile de faire la part de soi-même. Le souligner, en prendre conscience, restitue une part d'objectivité à un niveau différent là où le discours resterait subjectif parce qu'il aurait ignoré la part de subjectivité qui se mélange aux analyses présentées comme objectives. ***Il n'y a pas de communication sans qu'il ne soit tenu compte de ce qui vient de moi et de ce qui vient de l'autre. Il n'y a pas***

de communication sans rencontre, et cela nous ramène au sujet de ce paragraphe.

Quel est le but de la communication dans la perspective pragmatique du projet ?

Je dirai, c'est presque du bon sens, que **la communication est l'outil nécessaire pour que plusieurs personnes puissent mener en commun un projet, faire œuvre commune**.

Or la condition préalable pour faire œuvre commune est que chacun y adhère non seulement au début du projet, voire avant, mais aussi maintienne son adhésion au cours du projet, malgré les vicissitudes que celui-ci peut connaître et malgré les problèmes individuels que chaque personne peut traverser. La communication a alors pour buts:

- **d'obtenir l'adhésion des parties prenantes du projet et de la maintenir en cas de dérive du projet lui-même ou des conditions de motivation de ces parties prenantes;**
- d'échanger les informations nécessaires pour les processus du projet: analyses des situation, des écarts, des risques et des tâches.

Je laisserai de côté le deuxième but qui est plus lié à la technique du projet esquissée au paragraphe précédent. Pour atteindre le premier but, il **faut réussir une rencontre**, c'est-à-dire (cf. figure 17):

- **Prendre en considération ce qui peut venir de l'autre** et qui lui appartient en propre: son expérience, son vécu, ce qu'il connaît, ce qu'il croit connaître, ce qu'il désire... autant de choses dont je n'ai évidemment pas la maîtrise. Cela veut dire considérer l'interlocuteur dans le respect de son histoire, de sa différence et de sa liberté, ce qui me ramène aux principes fondamentaux de l'éthique que j'ai présentée maintes fois. Car, et c'est une donnée d'expérience, personne ne peut s'approprier une idée sans qu'il ne puisse s'y reconnaître en partie.

- **Prendre en considération ce qui peut venir de moi-même**. Personne ne peut adhérer à mon projet si elle ne m'y sent pas en premier lieu fortement impliqué et motivé. C'est donc bien une part de moi-même que je dois faire transparaître dans le projet, et cette sincérité en augmente la crédibilité.

- **Construire ce qui, à partir de ces deux origines, l'autre et moi, peut devenir commun**. C'est la construction du territoire sur lequel porteront nos adhésions respectives. Dans le cadre d'une communication centrée sur le projet, cette construction utilise ce qui, provenant de l'autre et de moi-même, peut être comparé, peut être compris sur la base de données invariantes pour chacun de nous. En d'autres termes, cette construction est d'ordre rationnel car elle cherche à mettre en évidence une réalité qui paraît objective pour l'un comme pour l'autre. Tandis que les deux premières phases pouvaient revêtir un aspect partiellement subjectif, affectif, de l'ordre du témoignage, la présente phase, par contre, se veut plus rationnelle, plus objective. Mais elle doit arriver seulement à ce moment là, et non pas à l'ouverture de la rencontre: les gens ont d'abord besoin de se reconnaître eux-mêmes, de sentir qu'ils existent, avant d'être sensibles aux arguments plus impersonnels de la réflexion rationnelle!

- Enfin, et pour chacune des trois étapes, il faut **maîtriser les erreurs de transmission et d'interprétation** des informations que l'on s'échange, dues aux perturbations, aux distorsions d'ordre social, psychologique, sémantique (signification), symbolique (codage)... Connaître d'abord le contexte socioculturel de l'échange, les paramètres de son environnement, est donc de toute première importance, afin de replacer l'expression d'une information dans sa signification réelle.

Remarque très importante: dans la première phase, partir de ce qui peut provenir de l'autre pour préparer l'adhésion ne doit pas se traduire par s'immiscer dans la vie de l'autre et porter un jugement de valeur. De même, dans la deuxième phase, partir de ce qui peut provenir de moi-même ne signifie pas chercher à me mettre en avant. D'autre part, il va sans dire que les quatre phases se déroulent de manière alternée et rétroactive, et non pas en série comme un plan qu'on déroule!

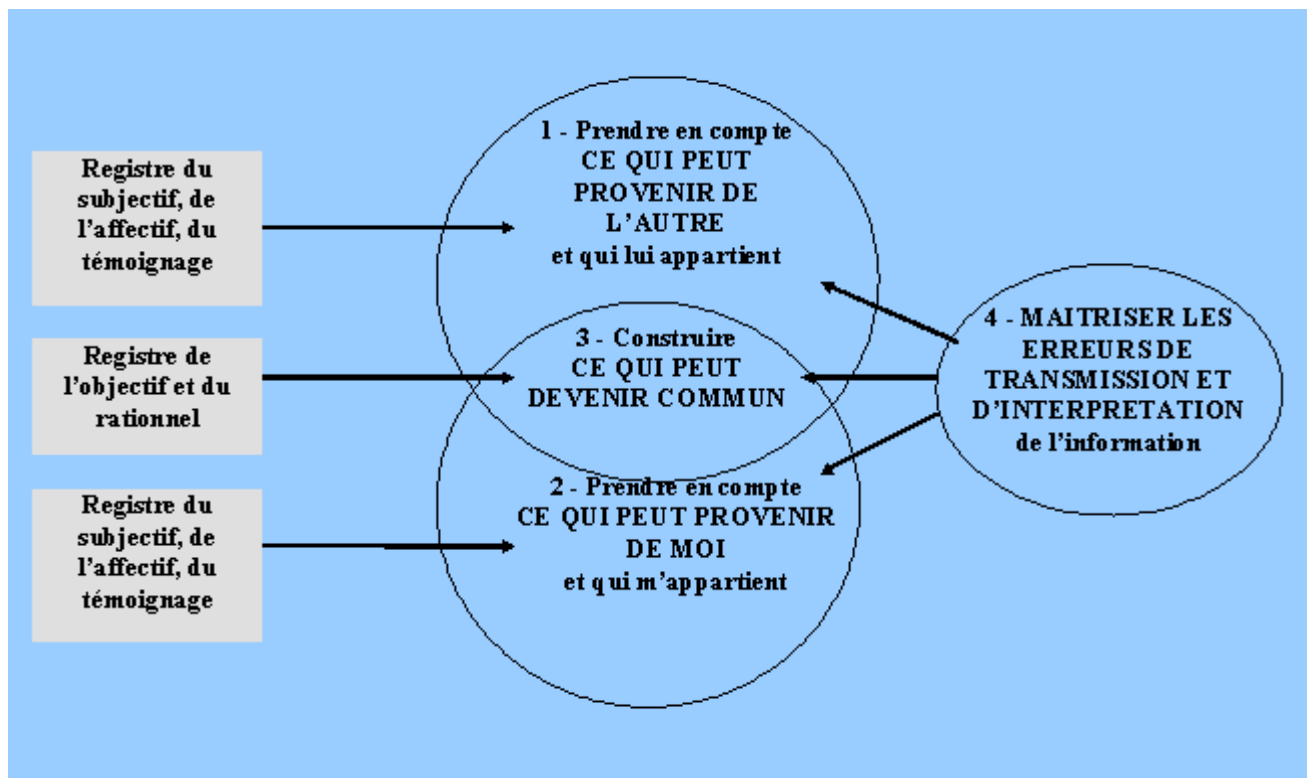


Figure 17 - Les quatre phases d'une communication de projet

Dans ces conditions, comment alors être un bon récepteur et un bon émetteur pour que chacune de ces quatre phases se passe au mieux? La réponse fait l'objet de nombreuses techniques de communication que je ne détaillerai pas ici: je me limiterai à énoncer des principes pratiques bien connus qui me semblent compatibles avec les objectifs ci-dessus annoncés.

Etre un bon récepteur

Etre un bon récepteur, cela consiste à:

- maîtriser les erreurs de mon interprétation de ce que dit l'autre. En général la technique la plus employée pour cela est la réexpression.
- permettre à l'autre de s'exprimer, éviter le blocage: pour cela il y a un certain nombre d'erreurs d'attitude à ne pas commettre, afin de laisser l'interlocuteur s'exprimer tel qu'il est, selon sa propre façon de ressentir, de voir et de présenter les choses, ce qui, en définitive est le respect de sa gratuité (ne pas le vouloir autrement que ce qu'il est).

Pour maîtriser les erreurs de mon interprétation:

- Essayer de **réexprimer** à ma façon ce qu'a voulu dire l'autre afin, d'une part, de clarifier la signification des termes qu'il emploie, et d'autre part de sentir, sur un plan affectif ce qu'il ressent lui-même. Cela l'encourage à s'ouvrir davantage et permet de relancer la suite de la conversation.
- En cas de désaccord de la part de mon interlocuteur, le réexprimer de manière à faire apparaître que, au fond, **son point de vue n'est pas aussi opposé au mien**. Attention toutefois aux tentatives de récupération: elles laissent apparaître que ce que dit l'autre apporte de l'eau à mon moulin, chose qui lui sera insupportable.
- Souligner, toujours dans la réexpression, **ce qui dans le point de vue de l'autre devient commun au mien** pour préparer la phase de construction d'un terrain d'entente commun.

Pour permettre à l'autre de s'exprimer librement et fidèlement:

- **en s'abstenant d'intervenir dans son discours**, surtout lorsque celui-ci retrace ou exprime un état d'âme négatif: colère, déception, critiques, etc. L'interlocuteur doit en effet pouvoir « vider son sac » afin de devenir ensuite plus disponible aux arguments rationnels. Et pour cela il doit se sentir écouté. Cette disposition demande une grande force de caractère chez celui qui écoute pour ne pas réagir de manière passionnelle à ce que dit l'autre. Mais cela porte ses fruits si ce n'est pas perçu comme un signe de faiblesse. Pour ne pas intervenir dans le discours de l'autre les **pièges à éviter** sont les suivants:

* être tenté de **rectifier les erreurs**, cela détourne le discours sur des points sans intérêt majeur et éloigne de la préoccupation principale.

* **prodiguer des conseils**. L'interlocuteur a d'abord besoin de s'extérioriser et non d'une consultation de spécialiste.

* **juger** ce que dit l'autre, cela met l'interlocuteur en position d'infériorité, or la confiance avec laquelle il s'exprime ne doit pas se retourner contre lui et le faire sortir diminué de la conversation.

* **détourner l'interlocuteur** de ce qui lui semble intéressant pour qu'il écoute ce qui nous paraît intéressant.

* **effacer la présence de l'interlocuteur** en se mettant soi-même en avant, en évoquant par exemple ses propres souvenirs dans une situation apparemment semblable. Or l'expérience des uns n'est jamais identique à celle des autres dans leur façon de la vivre et de la ressentir.

* fournir d'emblée des **explications intellectuelles** alors que l'interlocuteur est encore sous le régime de l'affectif.

* **minimiser l'importance** de ce que dit l'autre, lui demander de relativiser. S'il prend la peine de le dire c'est parce que, précisément, cela lui semble important.

* **présenter trop tôt notre propre point de vue** que l'autre ne pourra pas bien recevoir car n'étant pas encore en état d'écouter. A la limite, il peut le prendre comme une contradiction de notre part, ce qui générera des malentendus.

- en sachant **garder le silence**.

- en faisant preuve de **tolérance**, notamment en s'abstenant d'exprimer notre étonnement, notre critique, notre approbation.

- faire preuve d'une **écoute sincèrement bienveillante**, en manifestant un réel désir de comprendre.

Etre un bon émetteur

Etre un bon émetteur, cela consiste:

- à maîtriser les erreurs de transmission et d'interprétation de ce que je dis.

- exprimer librement et fidèlement ce que je dis sans générer chez l'autre une situation de blocage qui l'empêcherait d'aller plus loin dans la recherche d'un terrain d'entente.

Pour maîtriser les erreurs de transmission et d'interprétation de ce que je dis:

- être conscient de ce que **je n'arrive pas à dire complètement** parce que je ne puis me le représenter correctement.

- être conscient de ce que **je ne souhaite pas dire volontairement**, soit pour des raisons personnelles, soit par stratégie, soit parce que, par exemple, j'estime la situation insuffisamment claire pour cela, ou que mon interlocuteur n'a pas la maturité suffisante pour l'entendre.

- être conscient de ce que **je souhaite dire**, en choisissant les mots justes et les représentations les plus claires, les plus concrètes, les moins ambiguës.

- être conscient de ce que **je dis involontairement**, parce qu'au travers du dit s'exprime aussi les choses cachées de mon inconscient. Quand on parle, c'est toujours et d'abord de soi-même!

- faire attention à **ce qui, en face, est entendu**. Je dois adapter mon vocabulaire, le

niveau d'abstraction de mes propos, les gestes qui les accompagnent, l'originalité de mes propos à mon interlocuteur. En outre, je dois faire attention de ne pas donner l'impression de détenir la vérité absolue, de ne pas être cassant, péremptoire, et je dois m'assurer de l'état d'esprit dans lequel se trouve l'autre au moment de m'écouter.

Pour exprimer librement ce que je dis sans générer chez l'autre de blocage:

- laisser une **porte de sortie**.
- **éviter jugement et critiques**.
- dire cependant **ce qui me semble approprié pour générer une situation de progrès**.

Le laxisme ne fait pas progresser.

- **m'assurer que l'autre a bien reçu** ce que je voulais dire, inciter à la réexpression.

- **intégrer mon message dans ce que l'autre sait déjà**, ce qui suppose que je m'intéresse d'abord à cela.

Les trois types de « contrats » dans un projet

Tandis que l'esprit de contrat s'en tient au respect du contrat strict (la conformité du produit aux besoins spécifiés), l'esprit de service, ai-je dit, élargit nos engagements pour satisfaire des besoins spécifiques mais rarement spécifiés des parties prenantes. Or celles-ci se situent sur deux niveaux: le niveau qui correspond à la personne individuelle et le niveau qui correspond aux relations sociales, c'est-à-dire les interactions entre plusieurs individus. L'esprit de service se préoccupe donc de ce qui met en relation le projet avec:

- les demandes ou les attentes individuelles (c'est le niveau du « contrat moral »),
- les demandes ou les attentes sociales au sens large, c'est-à-dire touchant la société (c'est le niveau du « contrat social »).

Les exigences sur lesquelles s'engage le management du projet se répartissent ainsi suivant trois dimensions:

- **le contrat strict (ou contrat « technique »)**: l'exigence de conduire et de réaliser le projet avec l'esprit de contrat, c'est-à-dire avec pour objectif d'obtenir un produit conforme à des besoins spécifiés que l'on s'est engagé à respecter, mais en s'en tenant uniquement aux processus qui y conduisent, et en faisant par conséquent abstraction des besoins spécifiques, hors contrat, des différentes parties prenantes: acteurs du projet, bénéficiaires, utilisateurs, etc.

- **le contrat « moral »**: l'exigence de conduire et de réaliser le projet avec l'esprit de service centré sur la prise en compte des besoins spécifiques, implicites ou exprimés hors contrat, des individus, avec pour objectif de leur donner la meilleure satisfaction, dans les limites compatibles avec l'enjeu du projet et les réglementations, afin de les fidéliser ou de s'en faire les meilleurs alliés.

- **le contrat « social »**: l'exigence de conduire et de réaliser le projet avec l'esprit de service centré sur la prise en compte des besoins de la société, implicites ou exprimés hors contrat, avec pour objectif principal que le projet ait des impacts au niveau de la **citoyenneté**, dans les limites compatibles avec l'enjeu du projet.

Quel que soit le niveau sur lequel se place le management du projet, les difficultés qui peuvent survenir tiennent:

- à **l'environnement humain**, c'est-à-dire l'ensemble des personnes ayant une influence volontaire ou non sur le déroulement du projet;

- à **l'environnement stratégique**, c'est-à-dire l'ensemble des enjeux et des contraintes étrangers aux objectifs propres du projet mais que ceux-ci devront prendre en compte soit dans un sens favorable soit, au contraire, en les contrecarrant;

- à **l'environnement physique** ou matériel, c'est-à-dire le contexte des évolutions et des ressources techniques ou scientifiques, des événements naturels, écologiques, économiques.

Il est évident que l'action et leurs effets de ces différents environnements sur le projet peuvent être souvent imprévus. Au niveau du contrat strict, ils sont en général pris en compte

parce que l'on connaît bien les objectifs à atteindre, donc les risques qui peuvent les affecter, et les techniques de maîtrise des risques. Par contre, le caractère imprévu de ces trois environnements est plus présent aux deux autres niveaux du projet correspondant à l'esprit de service, parce qu'à ces niveaux-là, les besoins et les choix étant moins explicites, plus flous, moins certains, moins systématiques, ils sont du même coup plus influencés par des perturbations en tous genres. Dans ce contexte, le management prend tout son sens moderne: la « *gestion de l'imprévu* » [109].

S'il est vrai que les insatisfactions viennent à coup sûr du non respect du contrat technique, il est souvent vrai qu'elles proviennent aussi du non respect du contrat moral ou du contrat social. Ce dernier type d'insatisfaction est certes plus difficile à cerner et à maîtriser étant donné leur caractère souvent flou et subjectif. Néanmoins, ***c'est aussi de la responsabilité du manager de projet de pouvoir maîtriser les aspects moral et social du contrat lié au projet, s'il en souhaite la pérennité et la fidélité de ses parties prenantes.***

Alors, concrètement, que doit faire le responsable du projet pour intégrer les trois niveaux de contrat. Il doit:

- pour le contrat technique: ***être exigeant sur l'obtention de la conformité*** du produit (résultat du projet);
- pour le contrat moral: ***se constituer un réseau de relations*** par lequel il va s'appuyer sur les attentes individuelles pour travailler dans le sens d'une adhésion au projet;
- pour le contrat social: ***créer un esprit d'entraide***, par lequel il va s'appuyer sur ce qui fédère les parties prenantes dans leurs aspirations sociales, pour travailler dans le sens d'une plus grande efficacité du projet.

Les principes d'une ***bonne communication*** jouent un rôle indispensable surtout pour les deux dernières stratégies relatives à l'esprit de service.

On l'aura compris, ces trois « contrats » ramènent à l'application du principe de la double adaptation:

- s'adapter à l'environnement où cadre notre action,
- adapter l'environnement à notre action, en sélectionnant et en privilégiant tout ce qui favorise notre action.

On trouvera toutes ces notions regroupées dans la figure 18 ci-dessous.

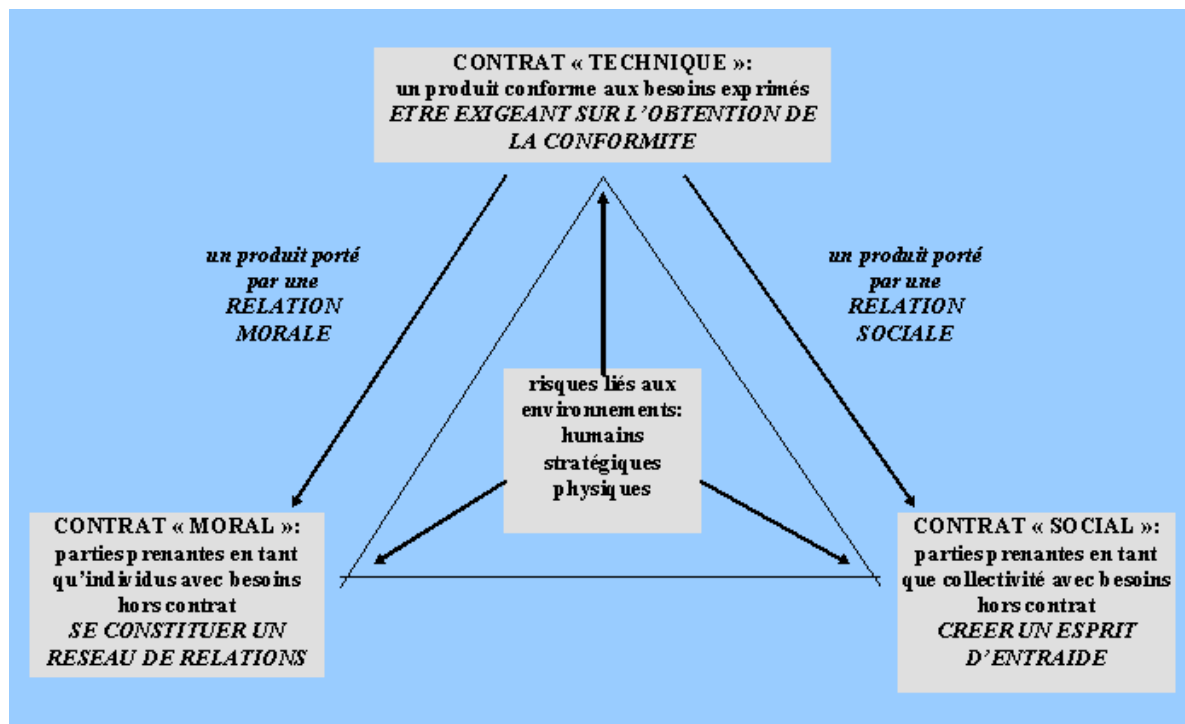


Figure 18 - L'esprit de service en tant que produit porté par une relation

L'importance relative accordée aux trois types de « contrats » doit être en adéquation avec les circonstances. A tout moment, demandons-nous à quel endroit du triangle de la figure 18 nous nous trouvons?

La prééminence d'un type de contrat sur les autres peut conduire à des situations de déséquilibre:

- excès « technique »: technocratie, bureaucratie, effacement de l'individu face au poids des réglementations appliquées en « aveugle »;
- excès « moral »: primauté des intérêts de l'individu sur le résultat cherché, copinage, passe-droits, individus non égaux devant les mêmes lois faites pour tous;
- excès « social »: volonté de plaire au plus grand nombre au détriment du résultat cherché, démagogie, écrasement des intérêts individuels sous les intérêts collectifs, totalitarisme.

Rien n'est simple dans ces domaines des relations morales et sociales. Retenons que ***l'art du manager de projet est de faire appel de façon pertinente à l'usage combiné des contrats « technique », « moral » ou « social », dans l'unique but de veiller à ce que ni la présence de l'un, ni l'absence de l'autre ne contribuent à introduire des contradictions dans le projet qui en empêcheraient les résultats, l'avenir ou la pérennité.***

Dans le cas de l'équilibre, la régulation des exigences morales ou sociales par le résultat technique peut consister à encourager les parties prenantes à continuer de s'engager dans le projet suite au succès technique obtenu grâce à leurs engagements antérieurs, autrement dit à démontrer, en fêtant les réussites, que l'on a eu raison, avec preuves tangibles à l'appui, d'adhérer au projet et que tout le monde y retrouve son compte. Il est en effet important de souligner que la communication au sein d'un projet ne sert pas uniquement à parler des problèmes mais aussi à motiver les parties prenantes par la présentation des résultats positifs.

Stratégie du savoir-être

L'humilité ne consiste pas à rejeter ce que nous sommes ni la réalité dans laquelle s'insère notre humanité. Elle est l'acceptation du caractère contingent de notre existence. Elle n'est pas le dénigrement des choses du monde. ***L'humilité n'est pas un moyen pour grandir en refusant les choses du monde, elle n'est que la révélation de notre état contingent.*** La seule ambition de l'humilité est invisible et double:

- reconnaître, puis admettre notre état contingent en conduisant tout simplement nos projets et nos engagements consentis librement;
- promouvoir et garantir chez l'autre l'expression et les moyens de sa contingence et de sa liberté, par le respect de son indépendance et de son projet. C'est là que réside le véritable amour, non possessif et respectueux de la liberté et de la dignité d'autrui.

Ces deux étapes simultanées de l'humilité nécessitent la faculté constante d'une attitude de recul, de distance vis-à-vis de ce que nous sommes et faisons, et d'en prendre la mesure objective, de permettre à autrui de procéder de même: respecter et appeler chez l'autre l'intelligence, la raison, l'indépendance plutôt que de l'assujettir par l'exploitation de ses passions, de sa corde sensible ou de ses penchants irrationnels et affectifs.

Rationalité et humilité agissante et invisible sont donc inséparables. Accepter et vivre notre existence avec cette attitude d'observateur actif, avec la connaissance croissante de nos limites et de nos possibilités conditionnées par notre nature humaine et par notre environnement, et avec la volonté patiente de les reculer raisonnablement, avec contrôle, c'est observer et agir avec humilité.

L'humilité c'est entre autre faire sienne cette vertu de la science qui ose dire humblement « je ne sais pas » là où la religion ou la métaphysique osent prétendre interpréter les choses

selon une « intention » de Dieu, avec un vocabulaire qui outrepassé souvent ses propres limites de validité. L'humilité met en garde la science et ses applications techniques contre la tentation de ne voir en elles aucune limite à leurs explications et exploitations du monde. Car la pérennité de l'esprit rationnel repose sur une méfiance constructive que cet esprit exerce d'abord envers lui-même.

D'après le [principe de contingence](#), l'unité de l'homme avec la réalité qui œuvre en lui et autour de lui passe par le fait de s'accepter en tant qu'homme. Le rôle de l'homme est de rester l'homme, avec sa contingence, laquelle contient son imperfection, et cette imperfection consiste précisément à nier sa contingence. Ce rôle ne nécessite aucune image de l'homme, ni aucune contrainte. Être conforme à sa gratuité, en être porteur, c'est être un homme réel, l'homme avec sa contingence. ***L'homme doit renoncer à toute qualité de surhomme ou de demi-dieu, à tout effort de dépasser l'homme en lui, et à tout héroïsme d'ordre surnaturel: tout cela est faux. L'homme réel n'est objet ni de mépris ni de divinisation,*** car il est dans la nature de la contingence de n'avoir aucune importance, qu'elle soit ou non révélée.

Concrètement, à quoi tout cela pourrait-il inciter, dans la vie quotidienne? Voici quelques pistes qui pourront inspirer nos actes et alimenter notre méditation, notre prise de recul vis-à-vis de nous-mêmes et des situations, afin de ne pas avoir constamment le « nez dans le guidon ». Elles n'ont finalement rien d'original par rapport aux recommandations de sagesse très anciennes.

- En relation avec le **doute expérimental**, il ne faut pas croire à toute information ni obéir à tout mouvement intérieur, mais peser chaque chose avec prudence et avec une longue attention.
- En relation avec des **problèmes à résoudre**, il faut d'abord se demander s'il s'agit bien d'un problème, c'est-à-dire si je suis amené à agir dans cette situation? Pour y répondre, il faut alors traiter les questions préalables suivantes:
 - à qui arrive le problème, quel est l'intéressé?
 - suis-je vraiment concerné, à quel niveau, qui est concerné?
 - pourquoi suis-je concerné?

A noter que l'on peut être affecté par un problème sans être ni la personne intéressée, ni la personne concernée: cela dépend de notre personnalité et de l'intérêt qu'on porte aux choses. Par exemple, dans un match de foot, si l'équipe que l'on préfère encaisse un but, on est affecté, on exprime notre déception, tandis que la personne intéressée est le gardien de but et que les personnes concernées sont les équipes, leurs managers et leurs supporters. Par définition, le concerné peut et doit traiter le problème, celui qui est affecté s'intéresse à l'affaire, la suit, mais n'y est pas acteur. Face à toute information, il s'agit alors de se demander si elle n'a valeur que de commentaire, ou bien si elle est utile pour traiter le problème concrètement. A l'inverse, lorsque l'on assiste à une action, il faut se demander « quel problème l'action est-elle susceptible de résoudre, la personne qui la fait est-elle vraiment concernée? ».

Il faut ensuite relativiser le problème en se posant la question: « est-ce important? pour moi? pour qui? pourquoi? ».

Il ne faut pas s'attribuer un problème de haute importance avant de savoir si l'on est vraiment concerné. ***Chercher à résoudre un problème sans être certain des réponses aux questions ci-dessus peut compliquer encore plus une situation.*** Je l'avais déjà signalé à propos des limites de l'esprit de service et de la prudence qui doit l'accompagner. Il faut aussi s'assurer que celui qui propose une recommandation a suivi une démarche logique, a considéré tous les points importants, et a évalué les risques. Pour cela il peut suffire de poser des questions sur le processus de raisonnement suivi et non sur tous les détails.

Toutes ces précautions, prises avant de se lancer dans la résolution d'un problème, permettent:

- d'éviter de faire les choses de manière passionnelle, dans la panique et le stress;
- de faire bon usage de l'individualisme, du nôtre et de celui des autres.

■ Mesurer et agir avec l'humilité constructive de l'esprit de la méthode expérimentale:

- Fixer des objectifs avant d'établir une programmation détaillée.
- Laisser suffisamment d'autonomie à chaque niveau de réalisation.
- Tenir compte des temps de réponse pour réaliser les actions.
- Se réserver des marges d'adaptation face à l'imprévu et aux risques.
- Se consacrer autant à l'observation de l'environnement d'un système qu'à celui de son fonctionnement.
- Réprimer la curiosité sur autrui et ne pas s'avancer par de vaines sollicitudes: je n'ai point à répondre des autres.
- Exercer envers les êtres la patience et le respect à leur égard. Cette attitude permet deux choses. D'une part, de traiter les situations avec intelligence, car il faut respecter l'objet ou l'être pour pouvoir le comprendre. D'autre part, de dérober le secret des êtres qui se fermentaient face à l'empressement comme à la brutalité. Utiliser l'information, la communication, de préférence à la force, pour emporter l'adhésion.
- Il ne faut pas faire preuve de laxisme dans son attitude car ceux qui respectent les règles et agissent avec sérieux le ressentiraient comme une injustice envers eux-mêmes, tandis que ceux qui n'agissent pas correctement y verraient un signe de faiblesse. Mais il ne s'agit pas pour autant de mettre en avant la faute de l'autre, ni d'humilier son auteur, ni d'en profiter pour dire que je suis meilleur que lui. Car il faut aussi savoir que la faute de l'autre ne me grandit pas pour autant.
- Avoir toujours présent à l'esprit que la frontière est bien mince et bien floue entre la bonne humeur franche et l'humour ironique qui fait grimacer le sourire: mieux vaut s'abstenir d'un humour douteux, mieux vaut passer pour un homme qui ne rit jamais que pour un bout en train ironisant sur les uns et les autres, car ce dernier peut commettre des fautes irréparables, tandis que le premier, même s'il n'attire pas la sympathie de prime abord, au moins ne blessera personne.
- Ainsi que je l'ai dit plus haut, désirer que l'homme soit parfait et maître de tout, y compris de lui-même, est une illusion qui le sépare de sa nature humaine, donc de la nature tout court. Elle crée sa division interne et éloigne la sérénité.
- N'avoir pour seule autorité que la force d'exercer les vertus de la méthode expérimentale en toutes circonstances, en soumettant les faits, ou leurs observations impliquant le sujet observant, au seul jugement de cette méthode. Exercer ainsi la libre pensée, mais sans orgueil, sans cynisme, sans flatterie.
- Celui qui agit avec le même esprit que celui qui pratique la méthode expérimentale lorsqu'il interroge la nature, ni l'orgueil, ni l'impatience, ni la jalousie ne l'obsèdent plus car il a abandonné tout ce que ces puissances pouvaient saisir. Celui qui le refuse, par contre, n'est jamais en paix et ne laisse jamais les autres dans la paix, car il les implique dans les conflits qu'il mène en définitive envers lui-même.
- Ne penser de mal de personne, et ne chercher de consolation de personne ; se concentrer plutôt sur son projet avec l'état d'esprit de la méthode expérimentale.
- Fermer l'oreille à bien des discours et détourner le regard de ce qui déplaît en laissant chacun dans son sentiment, plutôt que de s'arrêter à contester. C'est notre engagement dans l'action qui est le meilleur exemple et l'argument le plus

efficace. Et si l'on est amené à répondre ne jamais se laisser piéger par la provocation et l'irrationnel.

- Dans un conflit opposant un agresseur et une victime, mieux vaut adopter les conduites suivantes. Ne pas réagir, ne pas montrer que l'on est affecté par la plainte de la « victime » ou par l'approbation que réclame l' « agresseur ». Ainsi, on n'encouragera pas la « victime » à se complaire dans son rôle, ni l' « agresseur » à trouver des prétextes pour agresser la victime. Montrer par contre aux antagonistes qu'ils ont chacun intérêt à arrêter le conflit. Maîtriser les conflits et rechercher le compromis.
- Respecter nos engagements: je ne prétends à rien d'autre que d'être jugé ou compris sur mes résultats, signes concrets de l'efficacité de mon projet ou de mon action, et non pas sur une quelconque valeur intrinsèque ou autorité personnelle, en sachant que l'importance de la mission n'implique nullement celle de celui qui l'accomplit, mais implique de tout faire pour s'en montrer digne.

Il ne nous est pas demandé d'accomplir des hérosismes dans l'intention de prouver quelque chose aux autres ou à soi-même. Nous sommes plutôt invités à pratiquer l'humilité, c'est-à-dire à reconnaître et accepter notre propre contingence, ce qui conduit, sans que l'on s'en rende compte et sans qu'on le proclame, non seulement à nous débarrasser du fardeau des états d'âme, des regrets du passé ou des craintes du futur, mais aussi et surtout à accomplir des hérosismes quotidiens et invisibles.

Prendre la parole, être écouté et convaincre

- *construire son argumentaire* :

Une bonne argumentation, c'est :

- un outil sur lequel s'appuyer pendant le discours pour convaincre
- un moyen pour se faire comprendre de l'auditoire

D'où les étapes à suivre :

1 – décider avec précision ce que l'on veut expliquer : employer pour cela la technique QQQQPCP (quoi ? qui ? où ? quand ? comment ? pourquoi ? combien ?) pour être sûr de n'oublier aucune circonstance du problème à traiter.

2 – ne pas mélanger les idées de détail avec les grands thèmes d'où elles découlent (pour ne pas alourdir l'exposé).

3 – établir les idées maîtresses : obtenues par un choix et des priorités parmi les idées principales. Et les mettre en place :

- énoncer chaque point sous la forme d'une idée simple et concise, introduit par des mots de liaison
- sélectionner un ou deux exemples bien adaptés, brefs et précis pour soutenir chaque point
- entourer chaque point des précisions nécessaires ou d'exceptions
- reformuler la série des points de manière concise et de manière différente du développement
- récapituler de manière concise les points censés répondre à la question
- trouver une entrée à matière qui accroche l'intérêt du public mais sans la dénaturer, par une des méthodes suivantes selon le but recherché et le type d'auditoire:
 - impliquer l'auditoire

- introduire par une anecdote brève
- introduire par un fait insolite
- introduire par une question volontairement provocatrice, qui suscite l'interrogation, mais en respectant l'auditoire
- introduire par un témoignage
- visualiser l'explication : au moyen d'une fiche et de schémas
- renforcer le message :
 - reprendre et souligner un des points du développement
 - introduire un nouvel élément gardé en réserve volontairement
- nuancer le propos : si l'on n'a pas intérêt à tenir un discours trop catégorique, afin d'éviter les conflits, il faut nuancer le propos :
 - atténuer la portée du discours en relativisant, en montrant ses limites, en anticipant sur les risques et obstacles éventuels. Ceci coupera court aux éventuels détracteurs, et est, de toutes façons, une exigence d'honnêteté intellectuelle, surtout si le discours se veut rationnel.
 - mais faire en sorte que cette phase de nuances ne se fait pas au détriment de l'idée principale que l'on veut faire passer
- mettre en œuvre. Pour crédibiliser le discours et le rendre congruent (accorder sa pratique avec ses principes), il doit s'achever sur un plan d'actions ou un relevé de décisions.

- travailler aussi sur la forme :

- en maîtrisant sa voix : placer sa voix pour moins se fatiguer (la voix est bien placée quand elle est audible sans devoir être forcée), veiller à la position équilibrée de son corps qui agit sur la voix (affaissement, stress...), libérer son souffle (en respirant par le ventre et non par le thorax, ce qui de plus enlève le stress et améliore l'oxygénation du cerveau), bien articuler, avoir un débit fluide, modulé et entrecoupé de pauses (en moyenne, pas plus de 120 à 160 mots / mn).
- En ayant un discours dépouillé : éviter les mots parasites (les liaisons ou allusions inutiles, les onomatopées signes d'hésitation), les pléonasmes, les superlatifs, les phrases inachevées, les tics verbaux. D'ailleurs on évitera ces défauts lorsque, au début de la prise de parole, on a visualisé ce que l'on va dire : ne pas se lancer dans un discours sans savoir à l'avance comment le terminer ! Choisir des mots simples et courts, préférer les phrases courtes et bien organisées (en évitant des cascades de « qui », « que », d'insertions, d'allusions, etc.).
- En évitant les fautes de langage.
- En restant toujours courtois, même face à l'adversité ou l'agressivité, afin de conserver l'initiative et la crédibilité. Eviter les attaques personnelles, le dénigrement, les propos diffamatoires...
- En évitant de :
 - prendre la parole trop tôt alors que son idée n'est pas encore prête et définie,
 - improviser sans savoir où son discours va aboutir,
 - ne pas écouter ou interrompre son interlocuteur,
 - parler pour les autres,
 - réduire son auditoire au silence, en empêchant la continuité ou le rebondissement des échanges,
 - tricher au moyen de preuves non valides, des données erronées, des sources non vérifiées, des faits imaginaires, des citations inventées,... C'est une exigence de l'esprit de la méthode expérimentale.
 - mélanger, amalgamer des arguments d'importance très variée, ou des notions qui sont sans rapport, au moyen d'analogies abusives par exemple.
 - jouer uniquement sur les émotions, au détriment du raisonnement rationnel (il faut respecter son auditoire et ne pas faire injure à son intelligence ! autre principe

éthique de la méthode expérimentale)

- En adaptant le discours à la compétence ou à l'attente de l'auditoire. Repérer ce sur quoi veut se focaliser l'auditoire :
 - s'il attend des arguments sur les principes, privilégier la réflexion théorique mais les appuyer sur des preuves concrètes
 - s'il attend des arguments sur les méthodes, parler du comment des choses
 - s'il attend des actes, converger rapidement sur les décisions et un plan d'actions

Distinguer aussi ce qui relève :

- du discours, conférences, réunions officielles : aucune place pour les débats réels, énorme préparation préalable, on vient en fait pour entériner les conclusions de ces phases préparatoires
- du communiqué, cours, colloque, plaidoirie : le débat est possible mais suit un formalisme préétabli, un certain protocole. On cherche surtout à faire passer un message.
- de la conversation courante, échanges d'idées : débat plutôt informel mais basé sur une volonté de convaincre, car il existe un enjeu.
- de la discussion à bâtons rompus : pas de vrai débat, mais de simples échanges, l'enjeu étant quasi inexistant si ce n'est la seule recherche de la relation (ce qui est déjà très bien !)

- techniques de persuasion :

A utiliser avec pertinence et discernement, selon qu'il s'agisse de convaincre ou bien de manipuler l'auditoire, ces deux termes ne devant pas être confondus :

a) sur la forme des tournures employées :

- pratiquer la tautologie (démonstration de ce qui est déjà admis) : « 100% des gagnants ont tenté leur chance ». Inconvénient : en général, cela ne mène pas loin !...
Avantage : ça peut capter l'attention.
- pratiquer le credo sincère : « je sais, je crois, je sens... ». Inconvénient : cela personnalise trop le discours et peut appeler des attaques personnelles. Avantage : permet de mieux se mettre à la portée des autres, car on invoque pas une idée imposée de l'extérieur, on ne donne pas l'impression d'avoir la science infuse.
- faire parler les faits eux-mêmes : « la concurrence nous oblige à prendre des décisions difficiles ». Avantage : majeur, car se baser sur des faits donne un point de départ fiable, à condition cependant que ces faits soient avérés et incontestables...
- rechercher le bouc émissaire : « la crise pétrolière... ». Avantage : faible, en général. Inconvénient : donne l'impression de l'irresponsabilité de l'intervenant, ou d'un début de manipulation de l'auditoire.
- faire appel à une foule de valeurs : « justice, liberté, croissance, prospérité... ». Avantage : souvent faible en général. Inconvénient : souvent énorme, car ressemble à des choses ressassées, donne l'impression de parler comme un livre déchiré, ou l'impression de beaux discours politiques...
- utiliser des métaphores : « après les fondations, nous devons bâtir l'édifice ». Inconvénient : ne pas trop en abuser au risque de faire un discours creux...
- se placer parmi les interlocuteurs : « nous tous ensemble, nous pouvons... ». Avantage : implique celui qui parle et l'auditoire. Inconvénient : peut sembler démagogique, surtout si l'intervenant traîne derrière lui une image de personne peu fiable.
- utiliser des slogans, des idées ressassées : « une société plus juste... ». Avantage : peut avoir une portée dans un discours de masse. Inconvénient : fait abstraction de tout esprit critique, manipule...

- pratiquer la contre-objection : « certes, on me reprochera... ». Avantage : permet de neutraliser rapidement les contradictions, mais à manipuler avec précaution car la situation peut se retourner contre soi (inconvenient). Cette technique nécessite une préparation très sérieuse, où tous les contre-arguments auront été soigneusement et exhaustivement étudiés.
- énoncer des lieux communs : « on ne doit comparer que des choses comparables ». Inconvenient : peut bloquer l'auditoire, ou encore rendre le discours creux si utilisé abusivement.
- lancer des séries anaphoriques : « ceux qui..., ceux qui..., ceux qui... ». Avantage : faible. Inconvenient : peut sembler agressif et pousser les gens à la défensive.
- redoubler les termes : « la concurrence, et quelle concurrence !... ». Avantage : à la rigueur, adapté à un discours de masse. Inconvenient : passe mal dans un discours rationnel.
- établir des constats pour créer des affirmations indéniables. Avantage : très fort si très bien préparé. Inconvenient : risque de décrédibiliser si les constats ne sont contestables ou si la relation de cause à effet entre eux et les affirmations est peu convaincante.
- provoquer le contradicteur éventuel : « je voudrais que nous regardions ensemble... ». Mêmes risques que la technique qui consiste à se placer parmi les interlocuteurs...
- créer le mouvement par les antithèses : « par contre..., c'était la situation d'hier, mais si l'on veut se développer demain,... nous devons choisir cette option, mais cela nous amène à renoncer à ... ». Avantage : ressemble à un discours rationnel donc se prêtant à des échanges d'arguments appuyés sur des preuves. Inconvenient : peut sembler « froid » ou technocratique si les problèmes traités touchent personnellement les gens.
- Préférer à la consécutive (« c'est pourquoi ») l'utilisation de la causalité (« parce que »). Avantage : les gens ont plus de chance d'être d'accord sur les causes d'un problème que sur ses conséquences, surtout en terme de choix à faire. Inconvenient : mais le prix à payer est un cheminement plus long pour arriver aux décisions finales.
- Recourir au définitif : « désormais, jamais, il ne faut plus... ». Avantage : peut fonctionner dans des situations où des actions importantes sont à décider rapidement. Inconvenient : peut ressembler à des affirmations gratuites, ou avoir une connotation moralisatrice... Risque d'infantiliser l'auditoire.
- exprimer l'absolu : « le plus sincèrement, ma plus profonde conviction, jusqu'au bout, totalement... ». Avantage : engage l'intervenant devant l'auditoire. Inconvenient : peut se retourner contre lui si non fiable ou mal préparé.

b) sur le mode de présentation du message à l'auditoire :

- par la démonstration : par l'emploi des arguments logiques et rationnels. Important si l'auditoire est compétent sur le sujet
- en jouant sur sa compétence : repose sur la crédibilité de l'intervenant, c'est la parole de l'expert.
- Par une solution innovante: solution qui déroute les esprits, sort des sentiers battus.
- En insistant sur la méthode : clarifier, ordonner, classer les propos ; l'auditoire est en général sensible à la parole bien organisée.
- En jouant sur l'évidence : mise en avant d'une certitude non démontrée.
- En faisant appel à sa bonne foi : l'intervenant se montre victime et justifie les échecs (« je ne peux pas faire autrement,... nous avons fait tout ce qui était en nos moyens... »).
- En s'appuyant sur les principes : imposer un mode de raisonnement, de règles ; « répondre à une question par une autre question, c'est digne d'un homme politique, pas d'un officier de Marine... ».
- En se protégeant derrière son rôle de porte-parole : parler au nom d'autres personnes, d'une logique, d'une vérité. Peut être perçu comme une façon de retirer sa

propre responsabilité : « notre siège nous impose..., le marketing exige des hommes capables de..., comme le disait le général feu mon grand-père, lorsqu'on prend un commandement il ne faut compter que sur soi... ».

- En suscitant le doute : questionnement visant à déstabiliser l'interlocuteur ; « comment pouvez-vous admettre que..., qui vous garantit que..., d'où tenez-vous ce que vous avancez..., est-on sûr..., comment le saurais-je ? je n'y suis jamais allé !... si plus d'un millier d'hommes entraînés ont échoué, comment pourrions-nous réussir avec une centaine ?... ».
- Tenter l'intimidation : user de l'alternative par le pire ; « en cas de refus, nous ne pourrions plus..., si vous restez là, aucun de vous ne s'en sortira !... ».
- En proposant l'exemple, en proposant un échange de bons procédés, du donnant-donnant : faire valoir son comportement ou ses idées comme facteur de succès et en attendre autant des autres ; « je vous garantis que si je m'investis sur ce problème, cela marchera..., si vous êtes prêts à faire ce sacrifice, alors moi de mon côté je peux vous promettre que nous avons une chance de nous en sortir... ».
- En se montrant complice de l'auditoire : reprise en écho des propos des interlocuteurs ; « je partage tout à fait votre avis sur..., ce que je ne veux pas, et ce qu'aucun d'entre vous ne souhaite, ce sont les révolutions portées à leurs extrêmes conséquences... ».
- Par insistance : répéter, renforcer une idée, ne pas céder ; « je t'ai déjà dit que je pouvais t'aider, ce ne sont pas des paroles en l'air !... »
- En faisant preuve de bonne volonté : s'ouvrir pour mieux imposer ensuite son idée ; « d'accord nous ferons demi-tour, mais la route est encore longue, aussi j'attends de chacun de vous un effort soutenu pour mettre à profit chaque instant du parcours... » (dans cet exemple, en fait, ce qui est recherché c'est que l'équipe applique une discipline stricte, quel que soit le trajet, et le fait de céder sur celui-ci a pour effet de l'avoir mis en avant à l'insu de l'auditoire). Une telle technique nécessite une marge de négociation assez importante : des objectifs négociables plus ambitieux que l'objectif réellement poursuivi.
- Exploiter l'émotion: jouer sur la sensibilité des interlocuteurs pour les ouvrir à l'idée principale qu'on veut imposer ; « de deux choses l'une : ou bien on accepte de regarder sur NBC ce pays se déchirer et les enfants mourir de faim, ou bien on essaie de faire quelque chose pour eux... ».
- En procédant par analogie : supposer un lien entre deux idées, dont l'une est déjà acceptée par l'auditoire. Pour cela trois techniques :
 - technique de l'exemple : « vous savez que le feu ne traverse pas l'océan, alors que les idées peuvent se propager dans toutes les îles où notre compagnie a des intérêts : si pour écraser la révolte sur cette île, il faut brûler quelques plantations, cela vaut mieux que de laisser se propager les idées qu'elle véhicule !... »
 - technique de la comparaison : « le temps mis pour aller de Marseille à Paris en avion n'est pas plus significativement avantageux que pour le TGV, compte tenu du délai d'enregistrement, d'embarquement, de débarquement à l'aéroport, et du transport vers la capitale par Orlyval et le RER... »
 - technique de la métaphore : transférer une image empruntée d'un domaine étranger à une idée. Ce procédé est sans apport intellectuel, mais permet de marquer les esprits par des images concrètes ; « cette entreprise est un dinosaure dans le monde industriel : il faut la rénover, sinon elle disparaîtra comme ces sauriens... »

REMARQUE : lorsque l'on est à la place de l'auditeur, connaître ces techniques permet aussi de ne pas se laisser trop manœuvrer !

- bien répondre lors d'un entretien :

Conseils à suivre :

- préparer les points clés à aborder. Avant l'entretien préparer des notes contenant des faits, des chiffres, des résultats d'études.
- Bien écouter les questions avant de répondre.
- Placer un maximum de messages clés dans la réponse.
- Répondre avec clarté, simplicité, précision, à l'aide d'exemples concrets.
- Eviter le conflit ou la polémique, ne pas se laisser emporter, ni marquer son émotion.
- Veiller à ne pas trop en dire si l'on craint que nos propos sont mal interprétés.

12 – Méthode expérimentale : Citoyenneté des projets et gestion des grands équilibres

SOMMAIRE

- [contraintes d'équilibre](#)
- [principe \(a\) : minimiser les menaces sur les libertés](#)
- [principe \(b\) : contraintes de la mission publique](#)
- [principe \(c\) : liberté des relations et des croyances](#)
- [conclusion](#)

Contraintes d'équilibre

J'indique ci-après les axes sur lesquels tout projet doit s'engager ou avec lesquels il doit être compatible, en terme de citoyenneté. A travers son projet qu'il oriente ainsi, chacun de nous concrétise ainsi la double exigence suivante: être libre de pouvoir exprimer la gratuité de sa propre existence, et respecter qu'il en soit de même pour les autres. Je ne peux exprimer la liberté de mon existence que dans les limites des contraintes imposées par l'exigence que l'expression de leurs libertés soit également possible pour les autres. Ainsi la nécessité de garantir pour chacun la possibilité de sa liberté individuelle fonde l'exigence du contrat social, que tous doivent respecter sans distinction liée à leurs particularismes, et exprimé cette fois de manière forte par les lois et réglementations dont les pouvoirs publics sont les garants.

La double exigence ci-dessus établit un rapport de contrainte d'équilibre entre les libertés individuelles et les règles sociétales faites pour les garantir, la difficulté étant que le respect des règles sociétales pour garantir les libertés privées ne conduise pas ces dernières à ne plus être respectées, ni que le respect des libertés privées ne conduise à nier ces règles sociétales.

Tandis que, parmi les libertés individuelles, figure celle de créer ou de bénéficier de valeurs d'échange (valeurs économiques), l'exigence forte est que ce ne soit pas au détriment des libertés individuelles auxquelles chacun de nous aspire pour pouvoir exprimer son existence. Par exemple, si un organisme pollue la planète pour créer une valeur d'échange (bien industriel par exemple), il le fait au détriment du fait que chacun aspire à disposer d'un environnement sain pour qu'il puisse à son tour créer et réaliser librement son projet. Dans cet exemple, l'environnement est donc le bien commun qui ne peut faire l'objet d'aucune action d'échange au profit d'un seul intérêt privé.

Respecter et garantir l'équilibre entre les libertés individuelles n'ont pas besoin d'invoquer une métaphysique fondée sur le droit ou la raison naturels. C'est une exigence pragmatique, voire stratégique : tout système qui cherche sa pérennité, sa stabilité, fût-elle dynamique, et a fortiori sa croissance, doit se ménager des marges d'adaptation (donc il doit minimiser ses contraintes internes), et doit éviter de générer des situations susceptibles d'aboutir à sa propre disparition. Il s'agit donc de pouvoir maîtriser à la fois les excès

d'individualismes d'intérêt privé et les excès d'une contrainte liée à leurs contrôles. L'humanité et ses activités forment un système très complexe, c'est une donnée d'observation, réaliste et pragmatique, qu'il faut prendre en compte dans toute activité particulière, selon les mêmes principes de la méthode expérimentale. Inutile pour cela d'invoquer une quelconque morale cosmique ou métaphysique. Dès lors que l'homme accepte pour but de sauvegarder son humanité et sa liberté individuelle fortement tributaire de ses penchants, de ses aspirations, de ses besoins qui forment ses conditions humaines, alors il faut bien qu'il raisonne en terme de contrainte d'équilibre d'un système complexe.

Cette conception pragmatique et positiviste de la nécessité des règles sociétales conduit tout de même à une conception du droit humain, qui n'est ni un droit métaphysique ni un droit « naturel », mais est un droit positiviste. Celui-ci s'appuie sur une prise en compte à la fois des réalités du moment et des enjeux liés à l'équilibre dynamique de l'humanité et entre les libertés individuelles. Ses fondements reposent sur un simple constat de ce qu'il faut faire pour éviter les situations de déséquilibre, compte tenu des aspirations et de la nature humaines :

- les personnes ont besoin de ne pas se sentir menacées,
- les personnes ont besoin que leur énergie d'action soit libérée
- les personnes ont besoin d'avoir *leurs* raisons de vivre et de se sentir reconnues selon elles

A ces exigences humaines, il faut apporter et garantir des réponses pour éviter les situations de déséquilibre qui auraient lieu quand elles ne sont pas satisfaites. Il faut donc respectivement à ses exigences appliquer ceci:

- a) minimiser les menaces par le respect des droits suivants : susciter la confiance (qui est favorisée par la transparence, l'équité, l'adhésion raisonnée,...), préserver les sécurités (environnementales, sanitaires, sociales, individuelles...), etc. ...
- b) minimiser les contraintes destinées à garantir les équilibres mutuels entre initiatives individuelles : pour cela travailler plus sur leur efficacité que sur leur nombre, afin d'optimiser la liberté des échanges économiques, culturels, sociaux, individuels...
- c) garantir la liberté des relations sociales des personnes, leurs libertés culturelles, etc. dans le respect des contraintes précédentes.

Ces grands principes invitent à une attitude citoyenne et écartent les extrémismes. Ceci dans le but d'une recherche d'équilibre entre les libertés, équilibre toujours nuancé, toujours délicat, toujours complexe et devant toujours tenir compte d'un environnement interne et externe fluctuant, évolutif, incertain : c'est pour cela que sa recherche ne peut s'accommoder d'attitudes extrêmes, car celles-ci suppriment toute marge d'adaptation ([54]).

Les principes de citoyenneté (a), (b), (c) listés ci-dessus sont développés ci-après dans l'esprit pragmatique et positiviste qui a été adopté.

Principe (a) : Minimiser les menaces sur les libertés

La première exigence de citoyenneté consiste à garantir ***aide et assistance à toute personne dont la liberté ou le droit serait menacés.***

Pour être viable et cohérent, ce principe doit respecter la contrainte suivante : ***les principes d'un état de droit ne sauraient se contredire eux-mêmes en excluant dans leurs énoncés les cas où ils ne s'appliquent pas.*** C'est ce qui confère aux lois et aux principes démocratiques, républicains et laïques un caractère fragile et nécessitant beaucoup d'intelligence pour leur mise en œuvre, et c'est par cette fragilité, sur laquelle il faut tenir ferme, que les détracteurs et les ennemis de la démocratie républicaine essaient de jouer.

En somme, cette première exigence dit qu'il faut éradiquer autant que possible l'arbitraire

dans nos relations et dans nos façons d'évaluer les situations humaines. Ce qui est une attitude rationnelle. Il faut lutter contre toutes les formes d'intolérance et d'arbitraire.

Cette première exigence s'adresse à nous tous, là où nous sommes, selon nos moyens et nos activités privées, sociales ou professionnelles. Au niveau individuel c'est souvent l'**exemple** qui sert de meilleure démonstration pratique et qui interpelle ceux qui s'écartent de cette voie. Et la meilleure alliée de l'attitude exemplaire est le calme et la détermination. Par une attitude calme on montre que c'est l'**intelligence** et la réflexion qui motivent notre démarche, et non pas une réaction émotionnelle. On peut désirer l'équité et la tolérance sans pour autant passer pour un agitateur passionné et desservir ainsi la cause que l'on défend. Par l'intelligence, on modifie les choses de l'intérieur, en profondeur et avec ténacité, on emporte l'adhésion non par des discours théoriques mais en amenant peu à peu les autres à rejoindre cette voie de tolérance et de droit, et pour cela les principes de communication ([chapitre 11](#)) s'avèrent indispensables. Par l'intelligence on choisit la voie de l'évolution par adaptation progressive: d'abord évaluer et prendre en compte le milieu auquel on a affaire, puis l'adapter progressivement à l'objectif recherché. Il faut donc une grande capacité d'observation, d'analyse et de sensibilité (pour comprendre, sans pour autant l'admettre, la motivation et l'attitude des autres), puis de l'imagination, de la patience et de la détermination pour obtenir l'adhésion à l'exigence annoncée. C'est finalement faire preuve de diplomatie: inutile de brusquer les êtres qui, alors, se fermeraient, se replieraient sur eux-mêmes ou bien résisteraient.

Toute cause « juste » cesse de l'être dès lors qu'elle justifie des situations où ses principes se retrouvent bafoués et contredits.

Principe (b) : Les contraintes de la mission publique

La vocation fondamentale des structures étatiques, ou **missions publiques nationales ou transnationales**, **consiste à défendre l'individu ou les groupes d'individus des tentations arbitraires dont ils seraient responsables ou bien victimes, et à garantir les droits de chaque personne dans le respect de l'égalité de tous devant le droit**. Elle consiste aussi à piloter et à encourager, voire susciter, toute démarche de solidarité envers ceux qui viennent à manquer de l'un des moyens matériels, culturels et sociaux qui leur est nécessaire pour assurer leurs libertés. Elle consiste par conséquent à protéger tout individu ou tout groupe d'individus des actes d'intolérance et d'exclusion menés par d'autres individus ou groupes pour raisons d'état, économiques, ou culturelles. Cet aspect de la mission publique lui confère un caractère fondé sur la **laïcité** : celle-ci consiste, non pas à nier ou à gommer les différences entre les personnes, sources de leur individualité et de leur liberté, mais à assurer qu'aucune de ces différences ne sauraient prévaloir sur les autres. Bien sûr, l'exercice de la laïcité ne doit pas conduire à des actions totalitaires ou marquées d'intolérance et d'atteinte à la dignité de la personne.

La mission publique est transcendante par rapport à tout projet individuel ou collectif de nature privée. Ceci veut dire qu'elle ne peut pas exercer des tâches dont la finalité est de garantir pour tous le droit, la tolérance, la solidarité, l'intégration, bref les valeurs citoyennes, et en même temps accomplir des projets qui la mettraient au même niveau que ceux des intérêts privés. Car sinon elle inclurait dans sa finalité la création de valeurs d'échange, et à causes d'elles elle n'aurait pas la neutralité nécessaire. Autant il est dans la mission publique de se définir, de se procurer et d'exploiter les moyens utiles à ses objectifs, autant en sont exclues les activités de réalisation de ces moyens que pourraient mener les organismes industriels. Autrement dit, tout organisme ayant une mission publique a pour **responsabilités** de:

- identifier les objectifs qui concourent à sa mission;
- définir ses besoins en matière de moyens pour atteindre ces objectifs;
- spécifier ses besoins pour qu'ils soient réalisés;
- s'assurer que la réalisation des moyens soit conduite par un organisme choisi dans la

plus grande neutralité, suivant des critères objectifs de compétence et d'économie;

- maîtriser ce que lui coûte le fait de se procurer ses moyens, et reporter cette exigence de maîtrise des coûts envers les organismes fournisseurs, de façon que l'économie réalisée puisse bénéficier à d'autres domaines prioritaires de la mission publique (social, santé publique, éducation, sécurité, etc.) ([55]);

- s'assurer par le contrôle et la surveillance de la conformité des moyens réalisés aux besoins qu'il a spécifiés;

- exploiter les moyens pour les besoins de sa mission, et en faire le retour d'expérience.

Bref, cet organisme a un rôle de donneur d'ordre, de maîtrise d'ouvrage par rapport aux autres organismes réalisateurs (fournisseurs ou maîtrise d'oeuvre) concernant la fourniture des moyens nécessaires à sa mission. ***L'exploitation de ses moyens sert au déploiement des valeurs citoyennes (droit, santé, éducation, sécurité, environnement, etc.); elle ne saurait être confiée à d'autres types d'organismes qui feraient de cette exploitation une valeur marchande.***

C'est pourquoi, au niveau de l'utilisation de leurs moyens, les missions des organismes publics, qu'ils soient régionaux, nationaux ou transnationaux, ne doivent pas relever de compétences du domaine privé, ce qui n'empêche pas que celui-ci puisse leur apporter son concours sous leurs contrôles, et sans revendiquer une étendue équivalente de ses prérogatives. Les missions publiques consistent notamment à garantir pour tous : la sécurité collective (défense nationale, police, sécurité civile, etc.), l'accès au savoir, le droit, la protection de l'environnement, l'intégration, la dignité humaine, l'accès à la santé, la liberté de communiquer et de circuler, la propriété privée, la possibilité de créer et de mener une activité économique (avec la garantie des règles identiques pour tous en matière de libre concurrence, et par la protection face à ceux qui ne les suivent pas), la possibilité d'accéder à toute fonction de la société par son propre mérite, etc. On ne confie pas à des individus animés par des intérêts particuliers le soin de garantir les libertés pour tous. Par contre, je le dis de nouveau, chacun est invité à y contribuer à travers ses activités et ses projets (composante de citoyenneté du projet), quelles que soient ses situations.

Le respect des valeurs collectives citoyennes ne doit pas aboutir à l'aliénation des libertés privées, ni être un prétexte pour cela. Je l'ai signalé plus haut. Il existe aujourd'hui, çà et là, des menaces renouvelées sur la sphère privée en vertu des raisons d'états, économiques ou des ostracismes culturels. Il s'agit alors de rester très vigilant sur les menaces qui portent sur le respect de la vie privée et qui sont proportionnels aux moyens techniques dont on dispose aujourd'hui (télécommunications, informatique, informations biologiques et génétiques...)

Mais pour autant, le principe du respect de l'individualité ne doit pas conduire au repliement sur la sphère privée au détriment des attitudes citoyennes. ***Le respect de l'individu n'est pas l'encouragement à l'individualisme.***

Principe (c) : Libertés des relations et des croyances

Chaque personne ou groupe de personnes doit pouvoir conduire ses relations selon ses affinités culturelles et ses croyances, pourvu qu'elles restent dans le cadre des limites fixées par les équilibres mutuels des libertés individuelles.

Adhérer aux diverses croyances ainsi qu'à leurs conséquences, est une affaire strictement privée. Aucune croyance ne peut revendiquer aucun rôle d'outil de connaissance, ni devenir un principe de vie sociétale dans la recherche des grands équilibres. Toutefois une croyance peut inspirer des actes altruistes ou caritatifs, intéressants dans cette recherche de l'équilibre sociétal, mais reste du domaine des convictions et initiatives privées, sans devenir la règle pour le domaine public.

J'ai dit que, par la seule connaissance selon la méthode expérimentale, on ne peut pas avoir accès direct à la réalité objective et que rien ne nous permet d'affirmer pouvoir connaître Dieu lui-même, encore moins les « raisons », les « mécanismes » de cette possibilité ([voir le lien](#)). Toutefois, c'est une affaire de conviction intime, strictement privée et individuelle, que de prétendre l'inverse. En aucun cas une telle croyance ne saurait se prévaloir d'une attestation plus ou moins issue de la connaissance scientifique puisque celle-ci s'appuie exclusivement sur le principe d'objectivité. Il en résulte qu'aucune croyance ne peut exiger de la part des pouvoirs publics, censés garantir le droit positiviste pour tous, une quelconque implication hormis celle liée au principe de liberté de croyance. En définitive, si elles restent dans ces limites, les religions et les spiritualités ne sont pas des « anomalies » irrationnelles qui les sépareraient de manière fondamentale du même acte de foi qui anime la méthode expérimentale et que pose le principe d'objectivité. Or, selon moi, l'erreur dans laquelle peut tomber toute religion, dans sa catéchèse comme dans son institution, comme de toute tentative métaphysique ou philosophique, c'est de tenter une description des causes et des procédés de la « volonté de Dieu », et d'en déduire ensuite des directives, des obligations, des critères discriminatoires culturels, moraux, politiques. Seul le silence de l'humilité, appuyé par la prise de conscience des horizons du savoir que seule peut susciter la connaissance expérimentale, doit être la réponse à cette présence agissante du réel en nous et en tout. Mais c'est une conviction... intime.

Conclusion

On ne peut laisser se mondialiser seuls les intérêts purement privés et exclusivement fondés sur les valeurs d'échange, pour nécessaires qu'elles soient. Il faut qu'en même temps se développe une mondialisation de tous les droits, des actions de solidarité, de tolérance, si l'on ne veut pas que ces derniers soient en perte de vitesse par rapport aux premiers. C'est ensemble que les humains assureront la pérennité de leur humanité.

NOTES

[1] Le matérialisme atomiste était d'ailleurs une belle illusion à ce sujet : la physique quantique d'aujourd'hui en témoigne !

[2] Toute loi d'évolution d'un système mettant en jeu la grandeur température s'accompagne de la constante de Boltzmann, k , qui, avec la constante de gravitation G , la célérité de la lumière c et la constante de Planck h , fait partie des constantes fondamentales de la physique; mais à la différence des autres, elle seule est liée à l'incertitude statistique que l'on a sur un système. Comme l'a écrit G. Cohen-Tannoudji dans [7] ces quatre constantes universelles marquent l'« horizon » de la connaissance que l'homme peut avoir sur l'univers.

[3] - Exemple (technique) : quel rapport peut-il exister entre une membrane vibrante (comme celle d'un tambour ou d'un microphone) et une lentille (comme celle d'une loupe) ? Réponse : il en existe au moins un ; toutes deux sont des objets qui pratiquent une *transformation de Fourier*, c'est-à-dire une opération qui fait correspondre à des grandeurs décrites dans l'espace et le temps d'autres grandeurs qui peuvent être décrites en termes de modes de vibration ou d'ondes. Or tout ce qui pratique une transformation de Fourier peut être caractérisé par ce que les électroniciens ou les automaticiens appellent une fonction de transfert, ou courbe de réponse. Cette quantité est indispensable pour l'étalonnage des appareils de mesure, qu'elle soit mécanique, électrique, acoustique, optique ou thermique, etc. Dans le cas de l'optique, l'exploitation des transformations de Fourier permet de retrouver les équations et les propriétés des lentilles, tout aussi bien, par exemple, que l'holographie (imagerie en relief). Par cet exemple, qui fait appel à des notions techniques et mathématiques que je ne définis pas ici, on voit comment des éléments physiques différents peuvent faire l'objet d'une démarche

exploratoire et pédagogique similaire. Mais l'éducation à laquelle on nous a habitués ne permet pas facilement de faire prendre conscience à un spécialiste du traitement du signal, manipulant l'analyse de Fourier, qu'il est aussi capable de retrouver et de comprendre les lois des instruments d'optique qui sont l'affaire des spécialistes opticiens, et vice versa. Et de tels exemples peuvent être repris à l'infini.

[4] - C'est le cas des grandes révolutions scientifiques, pour ne citer qu'elles : la physique de Newton permet de relier le monde « céleste » et le monde terrestre ; la mécanique rationnelle de Lagrange propose la méthode des variations comme outil applicable à plusieurs domaines de la physique, voire de l'économie ; la physique de Maxwell montre que les phénomènes magnétiques et électriques sont deux aspects d'une même force (électromagnétisme) ; la relativité permet d'énoncer le caractère universel des lois physiques pour tous les systèmes d'inertie ou accélérés ; la physique quantique non seulement offre un cadre cohérent pour l'explication des phénomènes physico-chimiques mais montre aussi que les forces électromagnétiques et les forces nucléaires « faibles » (radioactivité) sont deux aspects d'une même force (« électrofaible ») ; la thermodynamique offre un même cadre d'invariance pour l'ensemble des systèmes macroscopiques ; les théories des bifurcations, du chaos, des systèmes proposent, dans tous domaines de connaissance, des outils universels pour prendre en compte la complexité et l'ouverture sur son environnement de tout système, et jettent ainsi un pont entre les phénomènes biologiques, physico-chimiques et socio-économiques ; la théorie des ensembles offre un cadre cohérent et universel pour tous les raisonnements de l'ensemble des théories mathématiques, et les rend ainsi accessibles à des traitements algorithmiques ; la théorie des ensembles flous, la théorie des systèmes neuronaux, la théorie de l'information, la théorie des jeux offrent des moyens de prédiction et de pilotage du comportement des systèmes complexes concernés par des domaines de plus en plus étendus de la connaissance et de la technique (automatisme, biologie, médecine, économie, stratégie...) ; dans les sciences de la vie le principe d'invariance du gène comme but des systèmes, et en même temps la prise en compte de son évolution sous l'action des perturbations externes, joints à la découverte de sa structure spatiale, permettent une grande unité et cohérence dans l'explication et l'exploitation des structures biologiques des différents règnes ; l'informatique permet dans un nombre toujours croissant de domaines de ramener tout problème concret au traitement algorithmique et calculable en matière d'études, de conduite, de prévision, d'échanges d'information, etc.

Sans parler, pour ce qui concerne les méthodes de connaissance rationnelle, sur un plan plus philosophique, la création de la méthode expérimentale, la théorie des théories (métathéorie) avec ses principes de non contradiction et de consistance, le principe de réfutation, etc.

Il ne saurait y avoir de cloisons étanches entre toutes ces révolutions : les unes ont servi de contexte culturel à d'autres, d'autres ont préparé les suivantes. En outre, elles s'interconnectent en de nouvelles disciplines qui puisent en chacune d'elles pour avoir une connaissance des choses la plus complète possible. Par exemple, il est impensable que la science de la communication, carrefour de disciplines, puisse privilégier un domaine au détriment d'un autre, utiliser la sociologie sans la psychologie, la linguistique sans les neurosciences, la psychanalyse sans la biologie, la science des systèmes complexes sans la stratégie. De sorte que **décloisonner les domaines de la connaissance permet de rendre compte de la complexité des choses, à des fins pragmatiques, tout en la ramenant à quelques grands principes unitaires qui reposent in fine sur le principe d'objectivité.**

Le véritable génie, c'est de doter l'esprit humain d'un nouvel outil de connaissance qui s'avère applicable dans le plus grand nombre de domaines.

[5] - Exemple : en optique géométrique, celle qui gouverne les propriétés des instruments d'optique classiques, on assimile le trajet des rayons lumineux à une courbe dans l'espace qui vérifie la condition d'invariance : le principe de Fermat. Or ce principe est le cas limite des comportements ondulatoires de la lumière régis par les lois de l'électromagnétisme. Le passage à la limite correspond au cas où l'on néglige la longueur d'onde lumineuse en comparaison de

la taille des domaines que l'onde parcourt. Il permet de déterminer les caractéristiques des systèmes optiques en première approximation. Mais lorsqu'il n'est plus applicable, des phénomènes nouveaux doivent être pris en compte, tels que la diffraction de la lumière.

[6] - J'ai souvent constaté, par exemple, dans l'enseignement des sciences physiques que ce que l'on prend pour « faire de la physique » se ramène uniquement à « faire du calcul mathématique ». Je me souviens, entre bien d'autres, d'une séance de travaux dirigés où il fallait déterminer la vitesse limite de chute d'une goutte d'eau de pluie : on l'a fait en résolvant une équation différentielle linéaire du premier ordre qui traduit la première loi de Newton, et puis plus rien ! Il aurait été intéressant de faire d'abord observer que les gouttes de pluie, lorsqu'elles proviennent de nuages élevés, arrivent au voisinage du sol avec une vitesse constante (elles n'accélèrent plus), puis s'en convaincre par le calcul, et ensuite commenter le sens physique : « on pouvait s'y attendre ! la résistance que l'air offre aux gouttes dans leur chute croît comme leur vitesse, à un moment donné, leur poids finit par être compensé par cette résistance et, le bilan des forces étant nul, leur vitesse devient constante, puisqu'aucune accélération n'est plus engendrée par aucune force ».

Eh oui ! ***Faire d'abord observer, puis se convaincre par le calcul, et enfin commenter le sens physique, voilà une façon d'éveiller la curiosité en sciences physiques !***

[7] - Cela peut paraître surprenant alors que j'ai souvent insisté sur la complexité des choses. Comme je l'indiquerai au paragraphe « **chapitre 09** », je dirai deux mots de philosophie contemporaine sur le rapport entre le réel et la faculté de l'homme de le saisir. On verra notamment, comme je l'ai déjà dit auparavant, que ***l'homme ne peut comprendre rationnellement les choses qu'en terme de relations plus qu'en terme de choses en soi. Or une relation, même si elle relie des choses abstraites difficiles à représenter de manière imagée, peut toujours être représentée par une image pour être claire à l'esprit humain.*** Cette situation est un paradoxe apparent : donner du sens concret aux choses par une représentation de leurs relations provient de la difficulté qu'a l'esprit humain de nommer les catégories ultimes qui les constituent.

[8] - Remarque : très souvent, ***c'est lorsque l'on cherche à définir une méthode de mesure de la notion énoncée que l'on s'aperçoit si celle-ci tient la route ou non. Et par cette voie nous pouvons prendre une position critique face à certaines affirmations.***

[9] - Exemple : un physicien peut expliquer la force d'inertie à un bûcheron en partant de ce que celui-ci pratique déjà. A savoir, pour couper un gros rondin de bois, il lève la hache sur le tranchant de laquelle est fiché le gros rondin, puis il frappe le billot avec le dos de la hache. Le rondin se fend alors plus facilement sur le tranchant de la hache que si c'était celle-ci qui s'abattait sur lui. En effet le rondin étant plus lourd que la hache, il a une inertie plus grande et tend donc à conserver le mouvement qu'on lui impose : il s'enfonce sur le tranchant.

[10] Ceci n'exclut pas, par contre, la possibilité d'expliquer les choses en terme de programme. De façon plus claire, pour expliquer et prévoir l'évolution des systèmes, il peut être utile de considérer qu'ils déroulent un programme résultant de leurs histoires, et non pas d'un but, d'un devenir défini par avance étranger à leurs histoires tout en les justifiant a posteriori (finalisme). Le programme peut influencer le cours de l'évolution et celle-ci peut réagir sur le programme. On retrouve, en théorie des systèmes complexes, cette façon de comprendre l'évolution sous le précepte téléologique qui n'est pas à confondre avec le finalisme. Comme exemple on peut citer les êtres vivants qui déroulent tout au long de leur évolution un programme génétique qui résulte d'une histoire qui a fait que les êtres vivants sont ce qu'ils sont. Certes, je l'avais également souligné, de par leurs interactions soit naturelles soit volontaires (actions de l'homme par exemple) les systèmes peuvent évoluer différemment dans le cadre d'un programme qui leur est imposé de l'extérieur. Mais même dans ce cas, le programme extérieur peut se comprendre en terme d'une évolution qui échappe à tout finalisme. Ainsi, par exemple,

tout objet naturel modifié par l'homme pour être utilisé par lui, est soumis à un programme extérieur, en l'occurrence la maîtrise par l'homme de son environnement, mais ce programme-ci poursuit de manière fondamentale le but de survie biologique. De plus, s'agissant des objets modifiés par l'homme, il y a un niveau de leur structure au-delà duquel les éléments existent pour une raison autre que celle de devoir être un jour utilisés par l'homme. Par exemple, un pneu de voiture présente manifestement des signes qui démontrent qu'il est fait pour satisfaire un programme extérieur : équiper une roue de voiture, celle-ci servant pour l'homme à se déplacer. Il existe donc en fonction d'un certain finalisme. Mais, même si les molécules qui le composent ont été obtenues par fabrication, leurs constituants atomiques ne sont pas l'aboutissement d'un cheminement historique au départ duquel le pneu était la cause finale.

[11] Cette double stratégie de l'adaptation peut être rapprochée des deux mécanismes importants de l'adaptation analysés et définis par Jean Piaget:

- a) la **conduite d'accomodation** ou intégration de l'individu au milieu, obtenue par transformation active de soi-même pour se mettre en équilibre avec le milieu;
- b) la **conduite d'assimilation** ou tentative de modification du milieu par l'individu, obtenue par actions sur le milieu afin de le rendre compatible avec l'individu. Il n'y a pas de conduites purement accomodatrices ou bien assimilatrices: dans sa recherche des conditions favorables à sa survie biologique, l'homme alterne et compose ces deux conduites, de sorte que son équilibre relatif à son environnement est dynamique. Et n'oublions pas que l'homme, en tant qu'être conscient, fait partie de son propre environnement.

[12] Je ne peux qu'être d'accord avec ces mots de Pierre-Gilles De Gennes [101]: « *Un problème majeur des sociétés occidentales est que les objectifs qu'on donne aux jeunes sont des objectifs médiocres - de confort ou de loisirs. Le besoin premier, c'est de définir des axes de société qui provoquent un certain élan collectif. J'en aperçois deux: un axe fondé sur l'éthique de la connaissance (défendue jadis par Jacques Monod), et un deuxième axe qui est celui de la solidarité planétaire.(...) Faute de projets mobilisateurs, nos sociétés se crispent et donnent dans des sectarismes nationalistes, idéologiques ou religieux.* »

[13] A ce propos, il faut noter que les jeunes ont besoin à la fois de marquer leur originalité et de s'intégrer à un groupe. Ce n'est pas contradictoire : le désir de voir son existence reconnue et respectée dans l'originalité qu'il se construit peu à peu, pousse le jeune à la soumettre au regard des autres, à la faire accepter comme compatible avec les leurs, ce qui, en définitive, aboutit à une attitude partiellement marquée de mimétisme. Que le jeune procède pour cela à une certaine forme de rejet parental s'explique par le fait que, selon lui, son existence revêt aux yeux de ses parents une signification différente de la sienne. L'esprit critique qu'il leur manifeste n'est cependant pas toujours présent lorsqu'il est au contact du groupe ou de la société où il veut se voir accepté. Et c'est à ce niveau là qu'il faut être vigilant : il n'est pas facile de s'intégrer dans un groupe et de conserver à la fois son esprit critique, garantie de sa liberté. Il est à mon avis du devoir de l'éducation de laisser s'ouvrir le jeune sur son environnement tout en lui apprenant à cultiver son esprit critique, vis-à-vis des références parentales sans doute, mais certainement vis-à-vis aussi des pressions extérieures surtout lorsqu'elles revêtent des aspects plus affectifs que réglementaires, car elles s'adressent plus directement à l'imaginaire du jeune.

[14] Par exemple le pendule simple est un système non linéaire sans être complexe. Autre exemple de phénomène non linéaire: la gravitation selon la théorie d'Einstein. En effet, la gravitation résulte de la courbure de l'espace-temps due à la présence de sources d'énergie de toute nature; or la gravitation est à son tour une source d'énergie, donc elle contribue à sa propre source.

[15] J'illustre ces notions un peu abstraites par un exemple emprunté à la mécanique des fluides et dont j'ai eu l'occasion de me rendre compte lors de campagnes de mesures que

j'avais effectuées dans des laboratoires de mécanique des fluides. Il s'agit de la mesure des écoulements d'air sur des profils au moyen de la technique du « fil chaud ». Chauffé par effet Joule par un courant électrique le traversant, le fil chaud est un filament qui, sous l'effet d'un écoulement se refroidit suivant une loi empirique: les variations de courant qui en résultent renseignent, en principe, directement sur la vitesse d'écoulement. Malheureusement, dans la réalité, les choses sont beaucoup plus compliquées: le filament est lui-même un obstacle, très petit certes, sur lequel l'écoulement se modifie et donc diffère de celui développé sur le profil étudié. De plus, il est aussi sensible à d'autres grandeurs, telles que la pression, la température du fluide, etc., d'autant plus qu'il mesure des écoulements très proches des parois. Les grandes difficultés apparaissent pour des mesures effectuées au voisinage des parois (couches limites) où les distances sont comparables aux dimensions du fil chaud. La précision de la mesure dépend des interactions entre le fil chaud, la paroi et l'écoulement local, et des modèles physiques relativement compliqués, éprouvés par ailleurs, sont nécessaires pour l'expliquer. A cette époque, j'ai vu des chercheurs en techniques expérimentales consacrer une grande partie de leurs recherches à ce problème, ce qui, sur le coup, m'avait un peu étonné mais j'en avais bien vite compris l'importance non seulement pratique, mais encore épistémologique: car dans le domaine de la connaissance, et dans l'esprit de la méthode rationnelle, il n'y a pas de « grandes » ou de « petites » choses!

[16] Pour un système, une adaptation à son environnement trop poussée présente le risque de disparaître avec lui. En effet, dans ce cas la marge d'adaptation à toute évolution de l'environnement est mince. Cela réduit la possibilité de trouver dans toute nouvelle situation les éléments nécessaires à une nouvelle stabilité organique pour le système. Il vaut alors mieux se doter des moyens pour se ménager des marges d'adaptation à de nouvelles évolutions potentielles plutôt que d'être en conformité uniquement avec l'environnement et les modes du moment.

[17] En fait, et c'est là l'hypothèse centrale de A.R. Damasio, tout se passe comme si, pour assurer la survie biologique de l'organisme, celui-ci a une représentation de son environnement par l'intermédiaire des représentations des modifications que ce dernier induit chez lui. De cette manière, l'adéquation entre les données externes, l'état interne et la décision à prendre en fonction d'elles est optimale vis-à-vis des critères de conservation de la vie de l'organisme. Cette voie pourrait être le fruit du hasard, survenu au cours des mutations et de l'évolution, et qui s'est ensuite révélée suffisamment compétitive dans la nature pour susciter ensuite les fonctions dont le rôle est d'assurer son maintien et son développement (telles l'intelligence, le pouvoir d'abstraction, la conscience...)

[18] Exemples simples de processeurs :

- processeur temps-espace ($t ; x$) : le sablier en est un, car en terme de données il « transforme » (au sens de mettre en correspondance) le temps qui passe en une donnée spatiale (le volume de sable)
- processeur information-énergie ($i ; w$) : le thermostat en est un, car en terme de données, il « transforme » une information (la mesure d'une température) en un transfert d'énergie (fermeture ou ouverture d'un circuit)
- processeur information-information ($i ; i$) : exemple, un système de décision ; à partir d'une information il élabore une nouvelle information qui va déclencher d'autres processus en aval.
- Processeur énergie-énergie ($w ; w$) : exemple, un « traducteur » tel une usine hydroélectrique qui transforme l'énergie hydraulique en énergie électrique.

[19] Les exemples de géométries ne manquent pas! Je cite quelques unes simples. Les transformations de l'espace qui conservent non pas la distance mais l'angle entre deux droites sont le groupe des similitudes et définissent la géométrie conforme. La topologie, forme abstraite de géométrie, est définie par les transformations qui conservent la propriété d'

« ensemble ouvert »; un ensemble est dit ouvert si pour chacun de ses points il existe d'autres points suffisamment proches appartenant aussi à cet ensemble. En conséquence un processus continu dans un ensemble ouvert reste continu dans tout autre ensemble transformé du premier, même si sa forme spatiale est modifiée. Par exemple un cercle et une ellipse sont des figures topologiquement équivalentes. Au fond, les transformations topologiques sont un outil de connaissance remarquable que notre esprit utilise inconsciemment lorsqu'il procède à l'appariement des choses.

[20] Le développement de ce thème me mènerait beaucoup trop loin des propos principaux de mon document qui ne se veut pas être un cours de physique même « vulgarisé ». Il existe une littérature copieuse sur le sujet. Je citerai comme exemple la physique « symplectique » fondée sur l'étude des propriétés dynamiques d'un système conservées par des transformations entre référentiels d'un genre spécial: les transformations qui conservent la « forme de Lagrange », donnée invariante contenant toutes les caractéristiques dynamiques d'un système (cf. [13] et [14]).

Dans ce domaine les travaux de René Thom peuvent être mentionnés: application de la topologie aux phénomènes de la vie (dès 1969) par la mise au point d'une « théorie des catastrophes » qui permet à partir des phénomènes observés de remonter à des causes liées à une représentation géométrique des processus qui y ont conduit (cf. [17] et [96])

[21] Personne n'est suffisamment naïf au point de croire qu'il suffit qu'un principe soit impersonnel pour préserver de tout arbitraire. C'est justement parce qu'un principe ou un outil de l'intelligence humaine a vocation d'être « neutre » qu'il peut être utilisé et manipulé dans un sens favorable à des intérêts particuliers: aucune action humaine ne peut prétendre à une neutralité absolue! Toutefois, les règles objectives contiennent la façon de reconnaître si leur utilisation manipulée pour des intérêts particuliers conduit à des contradictions ou à des déséquilibres qui peuvent être décelées et condamnées grâce à ces règles.

[22] Le lien du droit avec la sociologie forme la sociologie juridique; selon elle les phénomènes juridiques sont considérés comme des faits sociaux parmi d'autres: étude des conditions de genèse d'une loi (effets du contexte), étude de l'efficacité d'une loi (degré d'application effective, impact sur le but recherché, évolutions nécessaires...). De même existe le lien entre le droit et les faits économiques: le droit donne un cadre aux règles du jeu économique (contrôles, affaires, contrat, commerce...), et inversement est influencé par le contexte économique et écologique (les contraintes juridiques ne sont pas les mêmes selon l'état de l'économie et des risques pour l'environnement: réglementations en matière d'économie d'énergie, en matière de protection de l'environnement, etc.)

[23] Homéostasie signifie équilibre maintenu moyennant un système de régulations qui permet à certaines propriétés vitales de l'organisme d'être situées dans une fourchette de valeurs admissibles fixées par avance.

[24] Je rappelle, pour éviter toute confusion avec un vocabulaire métaphysique, que l'esprit désigne, en psychologie, le système de nos représentations mentales internes, perçues dans une certaine unité et ressenties comme nous appartenant en propre. Dans l'approche « phénoménologiste » ou « existentialiste » (cf. Husserl), cette perception est une donnée première, irréductible, tandis que dans l'approche structuraliste, on peut l'expliquer en se référant à des catégories de phénomènes plus élémentaires. Une autre approche intermédiaire consiste à ne considérer les processus mentaux que sous l'aspect des relations entre des stimulus d'entrée et des stimulus de sortie, sans chercher quel est le support ultime de ces relations (approche fonctionnaliste) (cf. [25]).

[25] Il faut préciser que les contraintes dont il s'agit ne sont pas forcément imposées de manière volontaire par l'entourage. Elles regroupent toutes les situations, provoquées ou non, qui ont

conduit le sujet à renoncer à ses pulsions.

[26] L'action consciente n'est efficace que si elle laisse les processus inconscients accomplir librement les tâches qui contribuent à la survie biologique, sans être contaminées par des blocages qui résultent d'une situation antérieure, « archaïque » mal perçue et mal évacuée par le conscient, et généralement installées par une autosuggestion inconsciente qu'il s'agit de repérer et de déprogrammer. W. J. Ousby écrit [98]: « *Faire de son inconscient un puissant allié qui aidera [chaque individu] à mener une vie plus saine, plus harmonieuse* ». Mais au moins à deux conditions: a) prendre d'abord conscience des tensions psychiques avant de vouloir les éliminer (techniques de relaxation); b) préparer des suggestions destinées à les éliminer qui soient crédibles, réalistes, permettant aux forces inconscientes d'agir librement et non pas en voulant leur imposer une volonté consciente qui ne contribuerait qu'à refouler les causes de la tension (techniques de « méditation », fondées sur la simplicité, la sincérité envers soi-même, c'est-à-dire connaître ses limites et ses motivations). On peut lire en effet dans [98], à propos du cas de l'un des patients: « *Les suggestions qu'il formulait - « je sais que je peux faire mieux » - prirent des accents de vérité que des clichés creux comme « je suis le meilleur » n'auraient jamais pu lui apporter. En effet, s'il avait utilisé des suggestions vaines et sans lendemain, il n'aurait fait que refouler ses angoisses et se serait ainsi opposé à son inconscient au lieu de solliciter sa coopération.* » Pour progresser, dans une politique des petits pas, il faut donc de **l'humilité**. L'auteur conclut ainsi: « *La façon de mettre en oeuvre [les puissances de l'inconscient] est des plus simples: il suffit d'accomplir des efforts sincères pour libérer en vous les puissances considérables qui sont à l'origine de toute vie.* » En somme, on a l'intuition de ces forces de la vie mais on ne sait pas toujours quoi en faire ni en quoi elles consistent. Certes, il y a la méthode scientifique (neurologie, sciences cognitives...) qui tente d'analyser ces choses, et que je reconnais comme seule apte à nous informer sur elles. Mais face à la complexité des processus mis en jeu, des relations causales et de la difficulté qu'a le langage à nommer par des images concrètes des choses que notre esprit n'a jamais pu voir ou isoler, face aussi au rôle de l'environnement sur le développement de notre organisme vivant toujours ouvert sur lui, il est rarement possible d'exprimer ces puissances autrement que par une approche intuitive, symbolique, voire religieuse. Dans certaines religions, on les désigne par une ou des divinités, un principe causal ultime que l'on considère à la fois comme agissant en nous et en dehors de nous. Le biologiste Henri Atlan [77] l'a bien mis en évidence lorsqu'il introduisit son concept de « vouloir inconscient », choses en oeuvre en nous et dans notre environnement, contribuant à la vie, et avec lesquelles il faut retrouver l'unité perdue à cause d'une trop grande prééminence de nos préférences conscientes. Tandis que les psychanalystes y verront la nécessité de retrouver le « ça » freudien, d'autres, sur un plan plus « spirituel », considéreront que prier ou méditer c'est mettre notre conscience dans un état où elle va pouvoir communiquer directement avec le subconscient, mode selon lequel agissent les forces de vie. Non pas une communication qui permettrait de connaître fidèlement les choses en elles-mêmes, leur « signifié », mais qui renseignerait sur la façon dont elles sont manifestées et représentées à notre conscient, d'une manière liée au langage, aux symboles ou aux images (leur « signifiant ») (J. Lacan). Par ce lien direct, ces forces sont libérées des blocages et des contraintes entretenues par notre conscience et peuvent alors assurer normalement notre équilibre. Mais rechercher ce lien direct n'est pas suffisant s'il n'est pas mobilisé de façon constante par une perception et une attitude consciente empreintes **d'humilité constructive**. Celle-ci est nécessaire non seulement pour conserver la maîtrise de ce qui a pu être « libéré » (comme une « boîte de Pandore »), mais aussi pour maintenir notre ouverture sur les autres et le monde, et réaliser nos projets, signes de nos existences à la fois libres et contingentes, dans le respect de ceux des autres. Considérée seule, toute technique pour libérer les forces inconscientes de la vie n'est que recherche égocentrique du bien-être. Complétée de l'humilité, prolongée en elle, on obtient une véritable démarche éthique, fondée sur la valeur issue du principe d'objectivité: gratuité ou contingence

[27] On remarquera à ce sujet que la psychanalyse, lorsqu'elle affirme de manière péremptoire

que le conflit n'a pour seule source que des situations névrotiques de degré divers, plus ou moins évacuées ou maîtrisées, ne laissait aucune place à la justification des conflits et contestations d'ordre social fondée sur des aspirations personnelles à la liberté ou à la justice. Sans le bornage que je préconise ci-dessus, cela lui a valu d'être traitée entre autres de « science bourgeoise » par les marxistes, et par ailleurs de « pseudo-science ».

[28] Comme exemple simple de filtrage je prendrais celui d'une corde vibrante (celle d'une guitare par exemple) que l'on observe par effet stroboscopique. Une corde qui vibre est la superposition de plusieurs ondes mécaniques ou modes: la fondamentale et les harmoniques de fréquences plus élevées et de longueurs d'onde plus courtes. Si l'on éclaire la corde de manière à projeter son image sur un écran, on ne verra sur celui-ci rien de plus que ce que l'on voit directement. Si par contre on obture la source lumineuse à un rythme correspondant à la fréquence de l'un des modes de la corde (stroboscopie), alors on verra sur l'écran l'ombre de la corde déformée uniquement suivant cette onde, les autres déformées ayant été filtrées.

[29] Le « spin » est une propriété de tout système quantique, que l'on peut assimiler de manière imagée à une rotation propre de l'objet suivant un axe et une direction. En fait c'est beaucoup plus compliqué que ça: il est lié aux rotations infinitésimales de l'espace par rapport à l'objet qui conservent certaines propriétés.

[30] Quanton: système décrit par la fonction d'onde quantique (électron par exemple)

[31] C'est la propriété de « non-séparabilité du réel ».

[32] « Forcer le Royaume » est l'attitude de ceux qui veulent absolument connaître Dieu par leurs seules démarches, leurs seules forces humaines. Pure illusion bien sûr de leurs parts! Dans mon texte, le « royaume » désigne l'objet de la connaissance, la réalité ultime qui expliquerait tout, et qui, en dernier ressort, est du domaine métaphysique. Je dis ***qu'il est beaucoup moins important de chercher à forcer ce royaume, par nos croyances ou nos idéologies, que d'accomplir par nos projets, dans le respect de celui des autres, la vie qui est devenue pour nous tous une nécessité tangible et concrète. Et que, par cela même, nous faisons partie intégrante de la réalité que notre esprit nécessairement limité n'arrive pas à connaître en soi.***

[33] Les inégalités de Heisenberg posent l'indétermination mutuelle des grandeurs associées lors de l'observation: lorsque l'incertitude sur l'une est fixée, celle de l'autre ne peut devenir inférieure à une certaine limite, laquelle ne peut pas être franchie en supposant que l'on puisse toujours perfectionner le système d'observation:

$$\Delta E \Delta t > h/2\pi$$

$$\Delta p \Delta q > h/2\pi$$

où E, t, p, q sont respectivement l'énergie, le temps, l'impulsion, la position lors de la mesure, Δ désigne l'incertitude de mesure, h est la constante de Planck, une des quatre fondamentales de la Physique. Par exemple, une mesure infiniment précise de la vitesse ($\Delta p = 0$) entraîne une incertitude infinie sur la position ($\Delta q = \infty$) c'est-à-dire le système quantique observé est complètement délocalisé.

[34] Par exemple, en mécanique quantique, les transitions entre particules élémentaires sont représentées par les fameux diagrammes de Feynmann [30] ou [78]. Il y a peut-être d'autres façons de représenter les relations entre les particules élémentaires mais, quoi qu'il en soit, jamais elles ne représenteront une « particule élémentaire » comme un objet familier à notre sensibilité (et d'ailleurs les mots « particules » et « élémentaires », empruntés à notre langage quotidien, ont des significations éloignées de l'intuition car plus abstraites). Je dirai même, pour le point de vue positiviste, que ces relations sont la seule façon de définir les objets qu'elles manipulent.

Comme autre exemple, dans le domaine physicochimie de la vie, je mentionnerai la modélisation des phénomènes par la théorie de la « thermodynamique en réseaux » (Network Thermodynamics) créée par Aharon Katzir-Katchalsky, et décrite par Henri Atlan dans [77]. Voir aussi [41]. Cette méthode permet de raisonner sur les flux de transformation de l'énergie entre différents systèmes thermodynamiques et chimiques, respectant des lois de continuité ou de conservation, plutôt que sur les grandeurs affectées à des états, ce qui permet de traiter le *changement* comme une donnée fondamentale et non pas comme un événement exceptionnel affectant des états statiques et au repos. Cette approche des phénomènes du vivant est conforme à celle de la théorie du système général dans laquelle les objets sont considérés plus comme des « processeurs » (transformateurs de processus) que comme des éléments auxquels sont attribuées des propriétés susceptibles de changer (voir aussi [10] et [34]). Citons encore les théories de réseaux neuronaux [79] [40], les graphes de procédés en automatisme et génie industriel [40] [80] [36], etc.

[35] Je prends un exemple: l'emploi en géométrie du « produit mixte » de trois vecteurs. On sait qu'il mesure le volume engendré par ces trois vecteurs; aussi on comprend qu'il soit nul dès que deux vecteurs sont colinéaires puisque le volume n'est engendré que par deux vecteurs non alignés et donc est nul. Le produit vectoriel de deux vecteurs, quant à lui, mesure la surface qu'ils définissent entre eux: c'est en fait un vecteur orienté, la normale à la surface dont la longueur est égale à la valeur de la surface engendrée. La norme du produit mixte n'est alors que le produit scalaire de cette normale par un troisième vecteur et définit le volume engendré par les trois vecteurs. C'est un nombre dont le signe dépend de l'orientation des trois vecteurs: c'est donc un pseudo-scalaire. Plus généralement, les produits vectoriel et mixte appartiennent à la famille des produits antisymétriques des vecteurs d'espaces géométriques de dimensions quelconques. Le produit antisymétrique de deux vecteurs identiques ou colinéaires est toujours nul. L'application qui à deux vecteurs associe leur produit antisymétrique s'appelle une forme bilinéaire antisymétrique de l'espace. Les théorèmes de transformation, dits de Stokes et d'Ostrogradsky, qui permettent le passage d'un produit vectoriel à un produit mixte dans l'espace ordinaire, se généralisent dans les espaces vectoriels quelconques. De même que dans l'espace ordinaire ces théorèmes permettent de formaliser les lois de conservation des flux (de matière, charge, etc.), dans les espaces représentant les états physiques des systèmes (espaces de phase de la mécanique analytique par exemple), ils permettent d'exprimer la conservation de certaines grandeurs caractéristiques dont la signification physique est moins parlante pour le sens commun (tenseur impulsion-énergie de la relativité par exemple...): [12] [14] [15] [81].

Ce qui est intéressant de souligner dans cet exemple, c'est que tout se passe comme si l'esprit humain a pu prolonger des concepts issus de ses expériences sensibles (surfaces, volumes, conservation de matière...) dans des domaines de la réalité moins directement sensibles et moyennant un gain d'abstraction. De sorte que, tant que cela est possible, il n'est pas inutile, pour faire comprendre les notions abstraites ainsi introduites, de recourir par analogie aux images qui leur ont donné naissance à la base dans l'expérience quotidienne.

[36] Un espace de Hilbert est l'ensemble des fonctions dont le carré a une intégrale finie. C'est un espace vectoriel muni d'une norme qui est justement cette intégrale. Son rôle est très important en physique où on le retrouve dans presque toutes les spécialités. Cela se comprend: très souvent les intensités, les énergies ou les puissances d'une grandeur quelconque sont reliées à celle-ci par l'intégrale du carré de son amplitude, et n'ont de sens physique que si elles restent finies. Par exemple une puissance moyenne en électricité fait intervenir l'intégrale dans le temps du carré de la tension ou de l'intensité électriques.

[37] L'interprétation de la fonction d'onde de la physique quantique a fait couler beaucoup d'encre, et c'est encore vrai aujourd'hui! Toute la question repose sur ce que l'on entend par « densité », le carré des amplitudes des fonctions d'onde. Pour certains physiciens (les plus nombreux), c'est l'interprétation de l'Ecole de Copenhague, ou interprétation standard, qui

prévaut (Heisenberg, Born, Dirac...): il s'agit d'une densité de probabilité des états d'un système, mettant en jeu un hasard essentiel, inhérent à la réalité quantique, et lié à l'idée que les systèmes quantiques ne peuvent pas être observés dans un état qui leur soit intrinsèque, du fait de leur caractère « élémentaire ». Pour d'autres, à l'instar d'Einstein et de Louis De Broglie, cette probabilité n'est qu'une approche intermédiaire de la réalité et traduit le caractère incomplet que l'on a sur les systèmes quantiques: une théorie plus complète doit être cherchée si on veut éradiquer le hasard essentiel de la réalité physique. Cette vision marquée par un « réalisme » philosophique ne se satisfait pas de l'interprétation standard, pas plus que celle fondée sur le marxisme mais pour une toute autre raison: le hasard essentiel semble, aux échelles d'observation subatomiques, mettre un point d'arrêt à la dialectique marxiste qui, en principe, n'est limitée par aucune échelle d'observations. Cette conception de nature idéologique a provoqué en son temps l'attaque par Jdanov de la théorie standard, qualifiée de « diableries kantienne de l'Ecole de Copenhague ».

Sur les aspects techniques du problème d'interprétation de la fonction d'onde quantique, voir par exemple [3], [5] et [30]. Pour ma part, tout en considérant que rien ne nous permet de considérer la physique quantique comme la limite absolue de la connaissance pour les échelles subatomiques, je ne suis pas surpris que, à ces échelles, les états observés des systèmes élémentaires soient complètement dépendants des interactions avec d'autres systèmes, en particulier celles dues à l'observation: le système cesse d'être isolé lorsqu'on l'observe, l'observation ne sélectionne que les états du système compatibles avec elle. Et, comble de la vision positiviste des choses, n'en faisons pas dire plus à la fonction d'onde que ce pour quoi elle a été introduite!...

[38] Par « clairement » comprendre: « de telle façon qu'il ne puisse y avoir qu'une seule interprétation ».

[39] Un phénomène physique suit une loi analytique, au sens de l'analyse mathématique, lorsqu'on peut à tout instant et en chaque point de l'espace, l'approcher par un développement en série de puissances de la variable physique considérée.

[40] Comment faire comprendre de manière simple la notion de « fonction propre » d'une équation? En général, une équation modélisant un phénomène est constituée de termes qui représentent les sources du phénomènes (termes entrants) et de termes qui représentent leurs effets dus à la structure interne du système. L'équation, qui exprime un bilan, l'invariance d'une propriété, pose l'égalité entre l'action des sources et les effets qui en résultent (entrant = sortant, en quelque sorte). En général, les termes des effets s'expriment avec des opérateurs différentiels. Les fonctions propres de l'équation différentielle ainsi obtenue sont celles pour lesquelles les effets sont proportionnels aux sources, autrement dit il y a résonance entre l'excitation du système et sa structure. Par exemple, une balançoire a un mouvement régi par une équation sans terme de source lorsqu'elle est libre: ce mouvement ne dépend que de la structure interne de la balançoire: amplitude initiale, longueur de la corde, poids de la personne, coefficients de frottement. Si on lui impose des impulsions périodiques d'une certaine amplitude, on crée des termes sources au mouvement de la balançoire. Lorsque ces sources deviennent comparables aux fonctions propres de la balançoire on obtient une résonance: les effets sont amplifiés, l'amplitude du mouvement augmente sensiblement. Le même phénomène intervient lorsqu'une armée franchit un pont avec une cadence des pas égale à sa fréquence propre: le pont risque de céder. Mais les résonances n'ont pas que des effets destructeurs; un récepteur radio capte une onde lorsque celle-ci correspond à la fréquence propre à laquelle on a réglé le récepteur en jouant sur la valeur de ses paramètres internes. Très souvent dans la nature, les effets de la résonance sont atténués par des effets de dissipation (frottements) et les amplitudes restent finies.

[41] Un espace fonctionnel est un ensemble de fonctions mathématiques muni d'une définition de distance, ou norme. On peut donc y définir des critères d'approximation de fonctions

inconnues par des fonctions se ramenant à des problèmes connus. On conçoit alors l'importance fondamentale de ces techniques mathématiques dans la connaissance des phénomènes naturels, humains et économiques. Comme exemples d'espaces fonctionnels, parmi tant d'autres, je citerai les espaces de Hilbert, dont la norme est définie par l'intégrale du carré de l'amplitude de la fonction. Comme je l'ai signalé plus haut, cette norme intervient dans la condition d'adjonction des ondes quantiques, ou représente des intensités, des énergies ou des puissances. Je citerai aussi le cas des espaces de Sobolev, plus généraux, où la norme fait intervenir en plus les dérivées de la fonction.

A signaler que, dans la modélisation numérique, le choix de la norme fonctionnelle, et donc des critères de convergence de la solution calculée vers la solution « vraie » dépend du type de conditions aux limites imposées au système physique. Par exemple, si celles-ci fixent les valeurs aux bornes du domaine de la fonction modélisée et de sa dérivée première (par exemple fixer une grandeur et son flux à une paroi) alors la norme à employer devra mettre en jeu la fonction et sa dérivée première, et l'espace de Sobolev conviendra mieux que l'espace de Hilbert.

[42] Selon Claude Bernard, ce ne sont pas les faits en eux-mêmes qui ont un caractère scientifique; ce sont les relations entre les faits qui instruisent et apportent une connaissance scientifique.

[43] A noter toutefois que ce principe, et avec lui l'ensemble du positivisme logique, était loin d'être partagé par tout le monde. Pour contourner la contrainte qu'il impose, les tenants de l'école « constructiviste » en logique, Henri Poincaré en tête, refusèrent de reconnaître comme vérité scientifique tout énoncé ayant pour rôle d'assurer une cohérence dans une théorie; pour eux seules sont scientifiquement vraies les propositions que l'on peut effectivement démontrer ou construire de manière opératoire, récursive ou algorithmique à partir des hypothèses de départ et des données de l'observation. Les propositions dites « indécidables », reconnues pour vraies parce qu'elles sont cohérentes avec la théorie et qu'elles ne peuvent pas être démontrées à l'intérieur de celle-ci, sont rejetées par les constructivistes. Kurt Gödel a démontré, dans son fameux théorème d'indécidabilité, que toute théorie formelle consistante contient nécessairement des énoncés indécidables.

Comme exemples d'énoncés indécidables il y a en théorie des ensembles l'« axiome du choix », en logique le « raisonnement par l'absurde », en arithmétique le « grand théorème de Fermat » ou encore le « caractère irrationnel de la constante d'Euler », etc. Si l'une de ses propositions venait à être effectivement démontrée par la théorie à laquelle elle appartient, celle-ci serait contradictoire et l'ensemble des mathématiques s'effondrerait comme un château de cartes en tant que système logique.

D'ailleurs, s'agissant du « théorème de Fermat », signalons que sa démonstration a pu être effective grâce aux travaux du mathématicien britannique Andrew Wiles en 1994, qui l'a fait, fort heureusement, en-dehors de la théorie des nombres puisqu'il a utilisé la conjecture de Shimura-Taniyama-Weil (découverte vers 1955), élément d'un édifice qui permettra dans le futur d'établir les liens entre l'algèbre, la géométrie, l'arithmétique et l'analyse (programme d'unification des mathématiques du mathématicien canadien Robert Langlands); c'est en effet le mathématicien allemand Gerhard Frey qui établit, en 1985, le lien entre le théorème de Fermat et la conjecture Shimura-Taniyama-Weil.

Dans les années 1970-80, le danger d'inconsistance avait dû être pressenti puisque beaucoup de mathématiciens voulaient faire l'économie, à l'intérieur des mathématiques dites « modernes » (largement bâties sur le formalisme positiviste logique et la théorie des ensembles de Cantor datant du début du XX^{ème} siècle) de l'emploi de l'axiome du choix. Je me souviens que, en classe préparatoire aux grandes écoles, certains profs de maths nous disaient: « évitez autant que possible de recourir dans vos démonstrations à l'axiome du choix de manière explicite ou implicite! » On ressentit à cette époque la nécessité de retrouver les vues plus saines de Poincaré!

Heureusement, et c'est encore plus vrai en sciences physiques et sciences de la vie, que la validation expérimentale et l'observation viennent de toute manière donner leur sanction aux propositions formelles, et réguler constamment le système de connaissance par des données extérieures. **Il n'y a pas meilleure construction de la vérité scientifique que la validation expérimentale**, outil commun, fort heureusement, aux points de vue formaliste et constructiviste qu'ils intègrent l'un et l'autre dans leurs discours.

[44] Pour ma part, sans nier l'existence d'une réalité indépendante du processus d'observation, qui justifie d'ailleurs la possibilité d'une connaissance objective des choses par l'emploi du principe d'objectivité, je considère que l'esprit humain ne peut prétendre connaître par l'idée la réalité des choses en soi, prises isolément, de manière ontologique, parce que la perception qu'il en a est une expérience subjective, introductrice de perturbations dues aux mécanismes physiologiques qu'elle met en oeuvre, à l'intention fondée sur les représentations que l'on se fait du monde, aux influences de notre environnement culturel, social, naturel ou physique, à l'accumulation historique de nos expériences antérieures et génétiques, etc. C'est en mettant en relation ces expériences, suivant les règles découlant du principe d'objectivité, dont la plus importante est celle de la mesurabilité, que l'on peut seulement leur restituer une valeur objective, celle-ci étant alors affaiblie par rapport à la prétendue connaissance objective des choses en elles-mêmes. C'est en ceci que mon point de vue est proche de celui des positivistes.

Mais une expérience subjective n'est pas pour autant irréelle. Ce que chacun de nous vit de l'intérieur reste une réalité digne d'intérêt, d'autant plus d'ailleurs que c'est sur cette base que se dégagent les données objectives par comparaison, mise en relation des données subjectives. Si ces dernières n'étaient pas réelles, les premières et donc la possibilité d'une connaissance objective, seraient impossibles. L'importance de l'expérience individuelle, intime, subjective a été bien comprise par les phénoménologues et a fortiori par les existentialistes. Au niveau le plus irréductible de l'expérience subjective, la conscience de soi, la sensation de notre unicité d'être, fait l'objet d'études et de débats encore largement ouverts, parfois aux confins de la métaphysique, qui opposent en résumé deux conceptions du monde en neurophysiologie cognitive: les tenants du « monisme » (où il n'y a pas de séparation entre le monde matériel et spirituel), tels J.P. Changeux, H. Feigl, F. Crick, C. Koch, A. Damasio, etc. et les tenants du « dualisme » (où cette séparation existe quoiqu'il existe des interactions), tels que John Eccles, J.R. Searle, H. Margenau, K. Popper, etc. (voir [23], [55] à [61], ainsi que l'excellent ouvrage de synthèse [69]).

[45] Par exemple, réfléchir sur la notion de la vie, ce qui la caractérise, ce qui la rend possible, ce qui en est la source, etc. est immanquablement dans le champ du discours philosophique. Celui-ci n'offre d'intérêt (et il est déjà immense!) que s'il permet de « bien poser » le problème de la vie. **Bien poser le problème consiste d'abord, selon moi, à se demander quels types d'approches on va utiliser pour l'étudier, quelles bases fondamentales, à partir de quelles idées à conserver ou au contraire à changer, va-t-on le formaliser**, c'est-à-dire le rendre apte à être modélisé puis expérimenté? **Bien poser le problème c'est aussi, et ensuite, essayer de dégager des conclusions éthiques, c'est-à-dire les objectifs et les critères de choix d'action, par rapport aux vastes incertitudes et aux quelques vérités partielles que les conclusions de la première partie auront mises en avant.** Dans l'exemple de la vie, ça peut être se demander quelle est la valeur de la vie? comment et pourquoi la préserver? qu'a-t-on le droit et le devoir de faire au vu de ce que nous en savons et surtout de ce que nous en ignorons? En somme la philosophie consiste à prendre du recul vis-à-vis des connaissances et des interprétations de la nature, de l'homme et de son devenir. Pour moi, la philosophie avec ses deux composantes, à savoir préparation des concepts et réflexions éthiques, est indissociable de la connaissance et du problème de ses méthodes et n'a d'intérêt qu'en cela. J'insiste sur l'idée qu'elle n'a pas vocation théologique, c'est-à-dire Dieu et la question de la preuve, ou de la manifestation de son existence.

[46] J'avais même dit à ce propos, invoquant le principe de réfutation de Karl Popper, que cela était une condition nécessaire (mais pas suffisante) pour qu'une théorie soit admissible en tant que théorie scientifique, sous peine, sinon, de n'être qu'une idéologie.

[47] Selon J. Tonnelat [90], la notion d'entropie, par laquelle s'introduit la constante de Boltzmann, l'une des quatre fondamentales, est une mesure plus du désordre que de la complexité d'un système. Mais, comme l'indique H. Atlan [77], cette grandeur n'est pas une propriété intrinsèque de la matière, mais est relative à la connaissance, ou plus exactement l'information, que le sujet n'a pas sur le système, notamment pour ce qui concerne ses contraintes internes, mais qui peut néanmoins être observé et utilisé. La projection sur le système du caractère ordonné ou désordonné est un fait du sujet observateur et correspond à un emploi restreint de la notion d'information: celle qui mesure la probabilité d'arrangement des symboles d'un message sans s'intéresser à la signification de son contenu. Et comme le souligne Atlan, la notion de complexité correspond à un désordre observé que l'on suppose sous-tendu par un ordre inconnu.

[48] Imposer à l'homme une perfection fondée sur des arguments religieux ou métaphysiques, en le culpabilisant sur ce qui fait sa nature humaine, est selon moi contraire au respect de sa gratuité, sa liberté. Il me semble plus judicieux et plus efficace de travailler sur le fait que cette nature humaine doit pouvoir exister chez nous tous, ensemble, et du même coup évoluer à cette fin. Vouloir l'homme trop parfait ce n'est pas le vouloir homme. En outre certains peuvent trouver avantage à pousser les gens dans ce qu'ils estiment être la perfection, pour servir des desseins personnels qui sont moins avouables, notamment qui vont en sens inverse du respect de la liberté individuelle. C'est le cas des attitudes sectaires où la stratégie fréquemment mise en oeuvre est de culpabiliser l'homme, d'en faire un individu « parfait », dénué de tout sens critique (puisque le désir de comprendre, donc de contester, est considéré comme un penchant naturel humain, donc marque d'imperfection). Je me méfie des idées religieuses qui, par-delà une louable intention de susciter l'espérance et la générosité, confinent à des extrémités où la suppression des « imperfections » de l'homme accompagne le rejet de sa nature humaine. Bien sûr, je ne souhaiterais pas du même coup que l'homme soit si « parfait » qu'il faille lui imposer de rejeter toute attitude religieuse, sans quoi je tomberais dans le piège de ce que je dénonce. En outre, je ne dis absolument pas que l'attitude religieuse soit négative en soi, et je ne suis pas du tout sûr qu'il faille souhaiter s'en passer. Non seulement elle est justement un des « penchants humains », mais encore sa part d'utilité réside dans la force de l'espérance, les valeurs qui cimentent les hommes, les incitent au partage ou à la solidarité, la sérénité qu'elle apporte: tout ceci constitue un moteur qui permet à l'homme d'avancer avec les autres hommes. Et puis, ma prudence positiviste m'incite à considérer que, au fond, nous ne sommes pas sûrs de grand chose, et que nous progresserons au prix d'une grande variété des idées et des sensibilités.

[49] Ainsi, ***à vouloir perfectionner l'homme sur un plan moral, le vouloir sans défauts, au point que disparaissent chez lui les « imperfections » de son individualisme, peuvent avoir pour effet de casser le moteur qui pousse vers une plus grande justice.*** Car plus aucune revendication, issue de sa nature humaine, faillible et limitée, ne sera plus à prendre en compte, et partant, rien ne conduira les autres à en respecter l'existence et à changer eux-mêmes pour cela. Par exemple, si l'homme est si « parfait », pour des raisons métaphysiques, qu'il doive oublier son moi au point de se laisser écraser par les abus des autres, rien ne poussera ces derniers à faire évoluer leurs comportements pour respecter le besoin qu'a chaque individu d'exister.

[50] Les idées théoriques sont utiles pour préparer, guider et préparer l'action. Mais elles doivent être alternées avec l'action afin d'être à leur tour maîtrisées et de mettre en rapport le verdict de la réalité concrète et les représentations que l'on s'en fait. Ainsi que je l'ai déjà dit, une confiance excessive et exclusive aux idées théoriques conduit à l'idéologie. Bien plus, elle

encourage l'individu à rester prisonnier des représentations de son esprit, puisque rien d'extérieur ne vient les évaluer. Et ceci peut le conduire au délire en ce sens que ses actions et ses discours ne tiennent pour vrai que son imaginaire et le coupent du réel. Je dirai même que la peur, et son alliée l'intolérance, sont une forme de délire : elles ne s'attachent qu'à l'idée que l'on se fait des choses et des êtres, soit qu'elle ait été inculquée sans qu'il fût possible de l'analyser de manière critique, soit qu'elle est la mémoire prépondérante et envahissante d'une expérience antérieure négative. Etre au contact du concret, mettre en pratique les idées, en dégager une vision critique à partir du retour d'expérience, tout cela a une vertu thérapeutique pour ceux qui ont trop tendance à tourner en rond dans la cage de leurs représentations et de leur imaginaire. Cela rend même des services pour la tolérance et l'ouverture aux autres.

[51] Les processus structurants sont, par définition, ceux qui consistent à mettre en place l'organisation du projet (définition des responsabilités, déclinaison du projet en missions, en tâches plus élémentaires, identification et affectation des ressources pour réaliser ces missions). Ils peuvent à leur tour être conduits comme des projets, c'est-à-dire avec des objectifs, des responsabilités, une planification, des moyens, des méthodes de suivi et d'amélioration. Il est à noter que tout projet est toujours réalisé pour un **bénéficiaire** (ou client, ou utilisateur) qui va recueillir et à son tour exploiter les résultats du projet (produit). On pourrait penser que le bénéficiaire de notre projet individuel, de notre projet de vie, est soi-même. Je crois qu'il n'en est rien puisque notre projet individuel ne sera signe de notre existence et de notre raison d'être que lorsqu'il est partageable et appréciable par des tiers, même de façon indirecte. Notre projet est individuel dans la mesure où nous l'avons librement choisi (et je rappelle que nous devons chacun savoir le faire, et que l'éducation doit l'apprendre à le faire). Mais ceux à qui il profite, ceux qui bénéficient de ses résultats sont non seulement nous-mêmes mais aussi et surtout les autres, d'autant plus que, je le rappelle aussi, chaque projet a une composante de citoyenneté. Aux bénéficiaires il faut ajouter la notion plus large de **parties prenantes**. Celles-ci désignent tous ceux qui sont impliqués dans le projet, ou qui sont plus ou moins acteurs du projet, ou encore qui sont concernés par lui, à leur avantage ou à leur désavantage. Ce sont donc les réalisateurs du projet, ou encore ceux qui trouvent un intérêt dans le projet ou au contraire en subissent les effets néfastes, ou encore ceux qui veillent à ce que le projet respecte les règles, les lois et l'éthique, etc. Les parties prenantes peuvent donc représenter une quantité imposante d'individus ou d'organismes de la société. Exemple: les actionnaires, les employés d'une entreprise, ou encore les citoyens qui subissent les désagréments de la pollution générée par elle, sont autant de parties prenantes au projet de cette entreprise.

[52] Dans les activités industrielles, cela s'appelle l'assurance de la qualité

[53] L'arbre des causes est également appliqué dans les analyses de risque, notamment dans les études fonctionnelles de **fiabilité**. Dans ce cas les causes réelles sont remplacées par les causes potentielles auxquelles sont associées les probabilités et les importances (impacts). Les portes « OU », « ET » par lesquelles se combinent ces causes pour générer un écart potentiel (risque) jouent un rôle très important dans la recherche de l'optimisation de la fiabilité du système. En effet, un système pour lequel il suffit que l'une au moins des causes possibles existe pour générer la défaillance est un système très vulnérable et peu fiable (portes « OU » majoritaires). Il est très sensible aux conditions extérieures (environnement, emploi, etc.). Si par contre la panne ne peut survenir que lorsqu'un très grand nombre de causes doivent être rassemblées simultanément, elle est peu probable et par conséquent le système présente une plus grande fiabilité (portes « ET » majoritaires). Fiabiliser un système consiste donc, entre autres, à transformer un maximum d'interactions « OU » de causes potentielles en interactions « ET », c'est-à-dire à introduire de la **redondance** dans le système. L'autre méthode, complémentaire, est bien sûr d'éliminer les causes potentielles quels que soient leurs modes d'interactions.

[54] Chercher une pérennité et une croissance pour un projet (au sens large) nécessite souvent la double stratégie de l'adaptation : amener l'environnement du projet à favoriser celui-ci, et faire en sorte que le projet respecte les contraintes de son environnement. Ces deux phases se succèdent de manière récursive et doivent se réguler mutuellement pour ne mettre en danger ni le projet ni l'environnement. Globalement cette stratégie ne peut donc pas recourir à des attitudes extrêmes. Cependant dans la première phase on peut rencontrer des situations ponctuelles où les différentes « imperfections » décelées dans l'environnement sont mises à profit pour favoriser le projet. Ainsi, par exemple, bien des « révolutions », qui sont toujours des situations extrêmes, ont été exploitées voire suscitées pour briser une situation indésirable, puis à leur tour contenues et éliminées pour ne pas entraîner le projet dans leurs aboutissements extrêmes, une fois atteint le but recherché.

[55] A ce propos, j'en profite pour dire que l'exigence de rentabilité économique, considérée comme une évidence pour la pérennité économique des organismes d'intérêt privé, doit l'être tout autant, sinon plus, pour les organismes relevant d'une mission publique puisque de cette rentabilité dépend la possibilité d'affecter des moyens adéquats pour améliorer les conditions individuelles et collectives des libertés, grâce à l'économie réalisée. En d'autres termes, un travail mal effectué ou fait au prix de gaspillages divers, au sein d'un organisme chargé d'une mission publique, c'est autant de moyens de moins pour améliorer la mise en oeuvre du droit, de la solidarité, de l'égalité... L'auteur d'un tel travail ne fait pas preuve de citoyenneté, il ne réalise pas la responsabilité qu'il porte dans le préjudice, fût-il infime, envers ses concitoyens et lui-même.