

NOTE PRÉLIMINAIRE

L'ouvrage, « The Principle of Stability, . » parce qu'il est écrit en anglais, ce qui peut demander un certain effort de lecture pour certains ou pour beaucoup, mais surtout parce que son prix est élevé, n'a probablement pas eu l'honneur de connaître des recensions en français.

Pour faciliter sa lecture auprès de mes concitoyens, compte tenu des rivalités et des difficultés de l'édition qui rendraient sans doute hors de prix sa diffusion en français, je m'autorise à mettre en ligne la version française de la partie anglaise du livre, version que j'avais adressée à mon excellente traductrice.

En fin de ce texte, j'ai ajouté la table des matières et la bibliographie parues dans la version anglaise.

Le Principe de Stabilité

*Essai sur la Notion de Stabilité
au sein du
Panthéon des Idées-Mères*

TABLE DES MATIÈRES

Avant-Propos

PREMIÈRE PARTIE **LES IDÉES-MÈRES**

1 . *La notion d'idée-mère*

2 . *L'idée d'objet (ou de chose)*

2.1 Introduction

2.2 Premiers éléments de description d'un objet

3 . *L'idée de lieu, espace physique et espace intellectuel*

4 . *L'idée de changement, de mouvement, cinq de ses idées-filles dont l'idée motrice fondamentale*

4. 1 L'idée de Changement

4. 2 Deux idées-filles: la rotation et la dilatation dirigée

4. 3 Premières modalités du changement : l'idée de rapidité et son affinage

4. 3. 1 L'idée sensible de durée

4. 3. 2 L'idée intellectuelle de temps

4. 3. 3 La notion intellectuelle d'espace-temps

4. 3. 4 Les idées intellectuelles de vitesse et d'accélération

4. 3. 5 L'idée de simultanéité

4. 4 Les effets d'un changement, seconds éléments de description d'un objet

4. 5 L'idée motrice fondamentale: l'idée-fille de stabilité

4. 5. 1 Introduction

4. 5. 2 Le Principe de Platon

4. 5. 3 Autres incarnations de l'idée centrale

4. 5. 4 L'intérêt du concept de stabilité et de l'emploi de ce terme

4. 5. 5 Le Principe de Platon est-il bien fondé ?

- 4. 6 Les mouvements stables
- 5 . *L'idée-mère d'Énergie, une des ses idées-filles: le champ de forces*
 - 5. 1 L'idée mère d'Énergie
 - 5. 2 Incarnations trans-spatiales : forces et champ de forces
 - 5. 3 Incarnations substantielles, morphologiques, et dynamiques
 - 5. 4 Peut-on évaluer la quantité d'énergie associée à un objet ?
 - 5. 5 Compléments à la définition des objets
- 6. *La stabilité, quelques conséquences du principe de Platon,: symétrie, régulation, conflit*
 - 6. 1 Quelques signes apparents de stabilité
 - 6. 1. 1 La symétrie, révélatrice de l'équilibre des forces
 - 6. 1. 2 L'oscillation
 - 6. 1. 3 L'auto-similarité forte et la récurrence
 - 6. 2 La régulation
 - 6. 2. 1 Rôle et définition
 - 6. 2. 2 Morphologie de la régulation
 - 6. 2. 3 Trois propriétés de systèmes de régulation: la décision
 - 6. 3 Le théorème d'Héraclite l'Obscur
- 7. *Quelques traits caractéristiques du changement*
 - 7. 1 Introduction
 - 7. 2 La rapidité du changement
 - 7. 3 Quelques généralités sur la typologie des changements
 - 7. 4 La résonance
 - 7. 5 Une parente privilégiée de l'idée changement: la notion de singularité
 - 7. 6 Une parente privilégiée de l'idée changement: la notion de bifurcation
- 8. *Quelques traits généraux de l'évolution*
 - 8.1 Introduction: raisons de l'évolution
 - 8. 2 Modalités de l'évolution
 - 8. 3 Trois mécanismes de l'évolution
 - 8. 4 Mutations, Émergence, Liberté

ANNEXES DE LA PREMIÈRE PARTIE

- I. 1 *Considérations sur les paradoxes*
- I. 2 *Les formes du continu*
- I. 3 *Géométrie et Physique: Invariance, Symétrie, et Stabilité*
- I. 4 *Structure, fonction et transformations spatiales*
- I. 5 *Control and topology*
- I. 6 *La notion de singularité et ses applications*
- I. 7 *Bifurcation: un concept interdisciplinaire*
- I. 8 *Bifurcation and continuity*
- I. 9 *Sur la notion de liberté*

DEUXIÈME PARTIE **LE PRINCIPE DE STABILITÉ ET LE FAÇONNAGE DE L'HOMME À TRAVERS LES AFFECTS**

Introduction

- 1. *Le phénomène de conscience*
 - 1. 1 Préliminaires
 - 1. 2 Un cadre théorique de représentation
 - 1. 2.1 Les complexes C en général
 - 1. 2. 2 La stabilité des complexes
 - 1. 2. 3 La représentation
 - 1. 2.3.1 Le cas général, les différents types de représentation, l'abstraction
 - 1. 2.3.2 Le support de la représentation mentale
 - 1. 3 Être conscient: une définition
 - 1. 4 Hypothèses sur le déroulement des Activités cérébrales
 - 1. 4. 1 Esquisse de la formation d'une nouveauté
 - 1. 4. 2 La dynamique décisionnelle
 - 1. 5 La conscience
- 2. *Introduction à la théorie des affects*
 - 2. 1 Introduction
 - 2. 2 Sur la naissance des affects : un schéma plausible

- 2. 2. 1 Mise en place du soubassement organique général
- 2. 2. 2 La mise en place du soubassement des affects
- 2. 2. 3 Les affects spatiaux, individuels et collectifs
- 2. 2. 4 Les affects temporels, individuels et collectifs
- 2. 2. 5 Les affects mixtes et les affects de conflit, ou l'affect du
Moi et ses dérivés
- 2. 2. 6 Les affects de provocation
- 2. 3 Les affects « esthétiques »
 - 2. 3. 1 Quelques traits caractéristiques de l'œuvre d'art
 - 2. 3. 2 Vers une appréciation quantitative de l'œuvre d'art
 - 2. 3. 3 Du Beau
 - 2. 3. 4 De l'amour
- 2. 4 Affects et physiologie
- 3. *De l'individuel au collectif*
 - 3. 1 La Construction du collectif, les premières différenciations
 - 3. 2 Chocs et métamorphoses
 - 3. 3 La sociétés animales et humaines comme êtres vivants
 - 3. 4 Les affects et le comportement
 - 3. 5 Très brèves perspectives
- 4. *Conclusion*
 - 4. 1 Sur l'ambiguïté des objets de ce monde
 - 4. 2 Darwin ou Platon ?

ANNEXES DE LA DEUXIÈME PARTIE

- II. 1 *Un modèle pour la décision*
- II. 2 *La beauté chez les mathématiciens*
- II. 3 *Lettre à Armand Borel*
- II. 4 *Hommage à Grothendieck*

AVANT-PROPOS

Comme le laisse entendre le sous-titre, ce livre est d'abord un ouvrage de philosophie. S'il s'inscrit dans une tradition qui remonte aux pré-socratiques, à Platon, Locke, Spinoza ou Leibniz par exemple, ses fondements sont ceux de la science d'aujourd'hui (les mathématiques en premier lieu, la physique et la biologie). Il ne s'adresse pas cependant à un public particulier, mais au contraire au public cultivé en général. Conformément à cette tradition, il se propose de mettre à jour quelques-unes des idées principales sur lesquelles reposent et se sont développées nos connaissances actuelles. Locke les qualifiait d'« Idées simples », le mathématicien Arnaud Denjoy d'« Idées-mères ».

La notion de Stabilité figure naturellement au sein de cette antique famille dont la grande aïeule est le Mouvement. Stimulant de l'approfondissement, elle occupe aujourd'hui une place centrale dans le progrès du savoir. Le propos de l'ouvrage est, en partie, de montrer, dans toutes les branches de l'activité intellectuelle, la présence motrice parfois discrète, en filigrane en quelque sorte, de cette notion. Elle transparaît sous l'appellation de Principe de Stabilité ou, de par le passé de celui-ci, sous celle de Principe de Platon.

L'ouvrage comprend deux parties. La première est spécifiquement consacrée aux Idées-Mères et à la formulation de faits généraux, d'« observations premières », partiellement repris d'un ouvrage antérieur (Topologie et Perception, TP [9]). La seconde, intitulée « Le principe de stabilité et le façonnage de l'homme à travers les affects », est d'une certaine manière plus personnelle. Elle reste introductive compte tenu notamment des progrès à venir dans l'immense étude de la machinerie cérébrale.

Avant de livrer le corps du texte, permettez-moi de revenir ici sur la question de la place de la philosophie dans notre activité de recherche de la connaissance. Au début du premier chapitre de TP, j'évoquais la diatribe de Jean-François Revel¹ contre les philosophes: l'auteur s'insurgeait parce que la pratique qu'il dénonçait n'apportait pratiquement rien à la

¹ In **Pourquoi des Philosophes ?** Juillard, Paris, 1957 [32]

connaissance². La diatribe reste d'actualité dans la mesure où cette pratique se limite souvent à des commentaires sur le contenu des œuvres d'auteurs du passé, commentaires sans doute érudits, mais qui n'apportent pas d'intelligence nouvelle sur le présent, ni sur le futur.

Mais qu'entend-on par philosophie ? S'agit-il de la philosophie au sens grec, l'amour de la sagesse c'est-à-dire l'amour de la connaissance comme le rapporte Platon, la recherche d'un savoir universel qui tend à faire de l'homme un dieu au sens grec du terme³ ?

En ce cas, on peut estimer que, par exemple, l'activité mathématique participe de cette conception de la philosophie: le mathématicien ne cesse de chercher à connaître les propriétés des objets qu'il manipule, d'approfondir la connaissance de ces objets, parmi lesquels figurent en bonne place les théories et les univers en lesquels ils s'organisent, les relations et les échanges entre ces univers. On objectera qu'il s'agit d'un domaine restreint de la connaissance, les mathématiques, alors qu'apparemment, si l'on en juge de par les œuvres et les affirmations de Platon ou d'Aristote⁴, la connaissance qu'ils invoquent concerne tous les domaines envisageables, toutes les formes de manifestation de l'activité naturelle.

Comment les Grecs et leurs prédécesseurs pratiquaient-ils cette recherche de la connaissance, quel était le contenu de leurs recherches ? Une partie de la réponse est peut-être contenue dans cette caractérisation possible et provisoire d'une certaine pratique philosophique, elle n'est pas la seule, d'une philosophie que je qualifierai de réaliste ou comme Denjoy de « positive ». La voici, soumise au feu de la critique:

Philosophie réaliste. On désigne par ce terme un ensemble d'observations⁵, de réflexions conduisant à dégager des analogies et à énoncer des affirmations et conjectures en général peu précises sur la structure commune, le comportement commun et les propriétés communes de domaines divers et distincts, pouvant conduire au développement d'études plus approfondies dans chacun de ces

² Ils s' « entregloient » disait à sa façon Montaigne.

³ Sur ce qu'il faut entendre par philosophe chez les grecs et chez les romains, voir le prologue et la première partie du livre déjà cité de Pierre Vesperini: « Lucrèce »[39].

⁴ Pour l'élève de Platon, Aristote, « le but de la philosophie [est] de rechercher la cause de tout ce qu'on peut observer » (Traité de Métaphysique (Livre A Chap. VII, 992a))[2]

⁵ Il serait plaisant de compter par exemple le nombre de fois où Gauss emploie les termes d' « observations » et d'analogie ».

domaines, ainsi qu'à l'obtention de renseignements précis, confirmés par l'expérience.⁶

On verra plus loin que ces énoncés sont qualifiés en général d'«idées simples» ou encore d'«idées-mères». Le terme « domaine » apparaît dans cette définition. Il sous-tend donc l'idée que chacun d'eux noté D_i engendre un ensemble spécifique E_i d'observations et de réflexions. Il y a donc autant de tels domaines locaux que de philosophies également locales. Rien n'oblige toutefois à prétendre que les ensembles E_i sont disjoints, loin de là. La manière dont cette famille d'ensembles est organisée, sa structure, fait penser à celle d'un treillis.

La philosophie mathématique serait de ce point de vue l'une des philosophies locales, et chacun des objets de cette discipline pourrait également faire l'objet d'une philosophie particulière⁷. La philosophie grecque serait au contraire caractérisée par le fait que son domaine est la réunion de tous les domaines locaux.

On peut s'interroger sur l'histoire de ces philosophies locales, leur genèse, leur évolution et, dans ce cadre, sur la nature et le comment de leurs éventuelles influences réciproques.

⁶ On rapprochera le contenu de cette définition de celle la notion d'hypothèse que je viens de retrouver en relisant Hermann Weyl. Il cite le physicien Ernest Mach pour qui « The essential function of a hypothesis consists in the guidance it affords to new observations and experiments, by which our conjecture is either confirmed, refuted, or modified, by which -in short- our experiments is broadened » [40], page 157.

⁷ Exemple de « philosophie » très locale : « De même que la théorie de Galois usuelle traduit les problèmes d'algèbres étales en des questions de groupes finis ou pro-finis, la théorie de Galois motivique a pour objectif de ramener toute une classe de problèmes géométriques à des questions de la théorie classique des représentations des groupes réduction et de leurs algèbres de Lie. Cette philosophie a inspiré, directement ou indirectement, de nombreux travaux depuis une trentaine d'années ». Le terme « philosophie » désigne ici un procédé méthodologique, l'emploi d'une analogie soutenue par la perception de structures semblables. C'est très souvent dans cette acception réduite que les mathématiciens emploient ce terme de « philosophie ». Beaucoup d'ouvrages anciens ont ce caractère local comme par exemple ceux de Frege, Husserl, Russel. Enfin, bien souvent, le terme « philosophie » est employé sans rapport véritable avec le contenu du discours. Même Denjoy succombe à ce laisser-aller ! (cf « Mon œuvre mathématique, sa genèse et sa philosophie » dans [18]).

Enfin, on peut s'interroger également: quels sont les chaînes et entrelacs de mécanismes physiques, biochimiques, physiologiques, psychologiques qui ont pu conduire à élaborer ces philosophies, ces analogies et ces conjectures, à les énoncer, comment tout ce soubassement biologique fonctionne-t-il et s'est-il établi ? On en revient ici à la problématique formulée par Aristote:

« Toute connaissance est, à nos yeux, une chose belle et admirable ; pourtant, nous préférons une connaissance à une autre, soit en raison de son exactitude, soit parce qu'elle traite d'objets d'une valeur supérieure et plus dignes d'admiration ; pour ces deux motifs, il est raisonnable de placer l'étude de l'âme au premier rang. Il semble bien aussi que la connaissance de l'âme apporte une large contribution à l'étude de la vérité tout entière et surtout à la science de la nature, car l'âme est, en somme, le principe des animaux. L'objet de notre investigation est d'étudier et de connaître d'abord sa nature et sa substance, ensuite les propriétés qui s'y rattachent, et dont les unes semblent être des déterminations propres de l'âme elle-même, tandis que les autres appartiennent aussi, mais par elle, à l'animal. Mais c'est tout à fait et en tout sens une chose des plus difficiles que d'acquérir une connaissance assurée au sujet de l'âme. »

Un des préalables à la mise en œuvre d'un projet aussi ambitieux, aussi faustien sinon irréaliste, paraît être la construction d'une philosophie réaliste qui puisse faire l'objet d'un certain consensus.

En préalable est alors posée cette question de fond: Quel est le corps d'idées-mères et d'observations premières en fonction desquelles nous raisonnons, agissons, décidons, jugeons, choisissons ?

PREMIÈRE PARTIE

LES IDÉES-MÈRES

A un moment donné l'Un se forma du multiple.

En un autre moment il se divisa

Et de l'Un sortit le multiple.

Empédocle d'Agrigente

Or, celui qui est capable de réaliser cela, discerne comme il faut :
une nature unique qui s'étend à travers une multiplicité où chaque individu se pose à part,
et plusieurs natures, distinctes les unes des autres,
enveloppées du dehors par une seule ;
puis, cette fois encore, une nature unique, rassemblée en une unité
à travers une multiplicité de tels entiers,
et une pluralité de natures absolument différenciées,
les unes à part des autres.

Platon, le Sophiste 253 d

Au lieu de prendre toutes les formes, dont le grand nombre pourrait nous embrouiller,
choisissons-en quelques unes de celles qui passent pour les plus importantes,
et voyons d'abord ce qu'est chacune d'elles,
puis quel pouvoir elles ont de s'associer les unes aux autres.

Platon, le Sophiste 254 c

CHAPITRE I

LA NOTION D'IDÉE-MÈRE

On doit à Platon d'avoir défini et exposé les règles méthodologiques qui caractérisent le discours et le développement de la science. Ces règles sont exposées dans le chapitre IV et dernier de *Energie et Stabilité* [4], désigné désormais par **ES**, les citations qui précèdent en sont extraites.

Toute explication repose sur des faits considérés comme premiers. Ils se présentent sous l'appellation traditionnelle de principes ou d'axiomes, également ici sous la dénomination d'idées-mères. Quelles peuvent être ces « réalités intelligibles »⁸, ces données premières, et d'abord d'où viennent-elles ?

Leur mise en évidence est le fruit, joint à une conceptualisation pertinente, de l'observation attentive, étendue dans la durée, renouvelée au cours des générations successives, opérée également sur des domaines d'activités de la nature de plus en plus divers et riches, à des niveaux d'échelle de plus en plus larges, tant vers l'infiniment grand que vers l'infiniment petit, de manière innée ou à l'aide d'instruments physiques et intellectuels de plus en plus sophistiqués. De la sorte, ces données premières possèdent des qualités à la fois de pertinence et de généralité. On a tendance à les proclamer *universelles*, c'est-à-dire *stables à travers l'espace et dans le temps*. On ne saurait toutefois oublier que cette universalité est relative aux domaines d'observation spatio-temporels auxquels on a pu avoir accès, à leur étendue.

Différentes questions se posent par ailleurs au sujet de ces données. Qu'est-ce qui motive leur existence, sont-elles bien fondées, de quelle(s) signification(s), de quelle(s) sémantique(s) sont-elles porteuses ? Que déduire d'éléments de réponse

⁸ Platon n'aurait pas sans doute émis d'objection majeure à l'emploi également de cette dénomination, « Formes intelligibles »: cf ce commentaire de Luc Brisson, auteur de l'excellent « Platon » (Editions du Cerf, 2017, p. 136) [6]: «Le terme grec *eîdos* (qui vient du verbe *eidénai* signifiant « voir ») renvoie chez Platon à une chose vue, non par les yeux du corps, mais par ceux de l'âme, c'est-à-dire par l'intelligence, d'où la formule « forme intelligible ». À la différence d'un objet, la Forme est immuable: car elle ne naît ni ne périt, car elle est cause d'elle-même et surtout elle ne change pas. De plus, elle est universelle, en ce sens que partout elle est ce qu'elle est, ce qu'elle a été, ce qu'elle sera. »

éventuellement apportés à ces questions ? Et comment, où, par qui ont-ils été forgés au cours du temps ?

D'un autre côté, l'explication, objet intellectuel, se révèle être en général un assemblage organisé de causes diverses, de même que la plupart des objets purement physiques, biologiques ou sociaux se présentent également sous la forme d'assemblages plus ou moins bien agencés de sous-objets de même nature. Que sont ces assemblages, comment s'établissent-ils, quelles sont leurs propriétés effectives ou potentielles, lesquelles d'entre elles présentent un caractère d'universalité, qu'elles soient de nature physique proprement dites, fonctionnelles ou autres ?

Des réponses instinctives ou intuitives, ou au contraire élaborées en théories, comme celles relevant de la logique, furent par moments apportées à certaines de ces questions sur quelques points particuliers.

Les philosophes du 17^{ième} siècle, Malebranche, mais surtout Locke, analysant les manières dont se déroulaient les mouvements de pensée, ont introduit le terme « idée simple »⁹. Une idée qui n'est pas simple résulte en principe de la composition d'idées simples. Le choix du qualificatif « simple » est lié au caractère apparemment évident de l'idée correspondante, susceptible d'être énoncée spontanément, peut-être sans longue réflexion préalable, soutenue par un consensus sans faille. En fait dégager des idées simples et pertinentes est un processus qui peut s'étendre sur des générations.

Il est remarquable toutefois que nombre d'idées de base sur lesquelles se développent les théories, aussi savantes soient-elles, sont apparemment de telles idées dites simples, parce que, une fois énoncées et établies, elles paraissent, au moins pour certaines d'entre elles, immédiatement accessibles à l'entendement de chacun, évidentes, et dont on s'étonne parfois qu'elles nous aient échappées. C'était en particulier le sentiment qu'en avait Einstein par exemple. Il disposait d'une formation philosophique très solide, il avait lu Locke, qui écrit, par exemple au début du chapitre XIII, Livre II de son « Essai philosophique concernant l'entendement humain » (traduction de MDCCLV): « Quoique j'aye déjà parlé fort fouvent des Idées simples, qui font en effet les matériaux de toutes nos connoissances, ... ». Ce sentiment de la

⁹ « Or ces idées simples, qui font maintenant les matériaux de toutes nos connoissances, ne font suggérées à l'Ame que par les deux voies dont nous avons parlé ci-deffus, je veux dire, par la *Senfation* & par la *Réflexion*. Lorsque l'Entendement a une fois reçu ces *idées simples*, il a la puiffance de les répéter, de les comparer, de les unir ensemble, avec un variété prefque infinie, & de former par ce moyen de nouvelles idées complexes, selon qu'il le trouve à propos. » [28] (Livre I, Chapitre II). Les successeurs de Locke, Leibniz par exemple, ont repris cette expression « idée simple ».

grande pertinence des idées simples est sans doute largement partagé dans le monde scientifique.

Denjoy, parlant de mathématiques, employait le terme judicieux d' « idées mères »¹⁰: « Ainsi que dans les sciences de la nature, le vrai problème de toute théorie est d'en découvrir les idées mères, celles qui, rattachant un effet capital (limitation, continuité, dérivabilité, analyticité, convergence, etc.)   une cause de la plus grande universalité possible, sont génératrices d'une nombreuse descendance de propriétés particulières ».

Un exemple tout récent exprime la même idée: « The overall goal of this survey is to show how a few relatively fairly simple ideas plus some standard techniques form deformation theory and Hodge theory explain a wide range of phenomena of the above kind. » écrit un mathématicien hollandais Chris Peters dans le volume 4 des EMS Surveys in Mathematical Sciences (Juillet 2017).

Grothendieck allait bien sûr dans le même sens, attribuant à la capacité de dégager des idées simples une vertu enfantine: « C'est par le renouvellement que chacun a apporté dans plusieurs parties importantes de la mathématique, par des "idées" simples et fécondes, c'est-à-dire : pour avoir porté leur regard sur des choses simples et essentielles, auxquelles personne avant eux n'avait daigné prêter attention. Cette capacité enfantine de **voir** les choses simples et essentielles, si humbles soient-elles et dédaignées de tous - c'est en **elle** que réside le pouvoir de renouvellement, le pouvoir créateur en chacun. » [22], p. 389. On peut à bon droit s'interroger sur la réalité de cette capacité qu'aurait l'enfant de percevoir la simplicité c'est-à-dire en l'occurrence l'essentiel au sein de données multiples et de phénomènes complexes. Une certaine connaissance du monde et maturité font défaut. Et si cela était, on se demande pourquoi il aura fallu tant de temps pour que seuls quelques individus au cours de l'histoire en viennent à énoncer ces idées simples.

De fait, leur acceptation est évidemment loin d'être toujours immédiate. Il faut souvent en effet une bonne dose de connaissances et d'expérience et d'intuition pour parvenir à les accepter entièrement et   en faire un usage pertinent. De la sorte, celui qui rencontre une telle idée pour la première fois pourra la juger simpliste, voire incompréhensible, voire fautive, ne pas en apercevoir immédiatement toutes les incarnations, implications et manifestations plus ou moins subtiles, parfois peu évidentes. Il peut donc être à même de la rejeter. On peut toutefois espérer que sa mémoire en conservera la trace, qu'un lent travail fructueux de son esprit finira par le convaincre de la pertinence de cette idée « simple », de cette idée-mère.

¹⁰ Lazare Carnot les voyait sous la forme d' « idées primitives, qui laissent toujours quelque nuage dans l'esprit, mais dont les premières conséquences, une fois tirées, ouvrent un champ vaste et facile à parcourir. »[16] p. 3.

Dans quelle mesure d'ailleurs le terme « idée » est-il parfaitement adapté pour caractériser le phénomène qu'il entend désigner ? L'emploi des termes « notion », « concept », voire « fait », parfois même « principe »¹¹, ne seraient-ils pas également appropriés ?

Il convient à ce moment de rappeler une difficulté de communication.

Toute construction de l'esprit est entachée d'une ambiguïté fondamentale: l'édifice conceptuel ne peut être décrit que par le langage, dont les termes appartiennent à ce même édifice. On ne peut expliquer un terme neuf que par l'usage d'un vocabulaire préexistant dont les éléments ont un sens clair et précis. Si le terme est premier, le vocabulaire nécessaire à son explication en principe n'existe pas, et l'édifice n'est pas constructible.

C'est dire qu'il faudra s'accorder par expérience commune sur la valeur conceptuelle, la signification d'un certain vocabulaire de base. Changer de vocabulaire n'implique pas forcément l'abandon du système. Certaines notions prises de façon individuelle ou collective sont interchangeable. Une certaine relativité quant aux choix des prémisses existe dans l'établissement de tout modèle. De toute façon, la question est posée de trouver le minimum de termes avec lesquels on puisse écrire un discours quelconque ; la substitution d'une phrase par une expression équivalente serait naturellement permise, et cette expression ne ferait point partie du corpus de base. Nous esquiverons ici ce problème. Quitte à laisser la pensée dans un certain flou obscur, nous nous contenterons parfois de lapalissades et de définitions tautologiques du genre :

Définition : Un objet est un objet.

Evidemment, une telle situation est particulièrement insatisfaisante pour

¹¹ Pascal le religieux absolu, dans ses Pensées [30] apologétiques, ne définit pas ici ce qu'il entend par « principes ». Y rangerait-il les « idées-mères », assurément (voir la note précédente 9) ? À propos de ces principes, il en dit ceci: « J'en sais qui ne peuvent comprendre que, qui de zéro ôte quatre, reste zéro; les premiers principes ont trop d'évidence pour nous; » Compte tenu de la familiarité que bien des enfants ont aujourd'hui avec les nombres négatifs, contrairement apparemment à Pascal, quel serait son discours ? Il dit ailleurs: « Les uns tirent bien les conséquences de peu de principes: et c'est une droiture de sens....Il y a donc deux sortes d'esprit: l'une, de pénétrer vivement et profondément les conséquences des principes, et c'est là l'esprit de justesse; l'autre, de comprendre un grand nombre de principes sans les confondre, et c'est là l'esprit de géométrie. L'un est force et droiture d'esprit; l'autre amplitude d'esprit. Or, l'un peut bien être sans l'autre, l'esprit pouvant être fort et étroit, et pouvant être aussi ample et faible. » La suite du texte sur la distinction entre esprit de géométrie et esprit de finesse, ce pourrait être entre deux types de mathématiciens, un classique de l'analyse du fonctionnement mental, est trop longue pour être reprise ici. Dans ce second discours, vu du point de vue du mathématicien, « principe » fait plutôt figure de théorème, proposition.

l'esprit. On donnera au chapitre V une définition plus explicite de ce qu'est un objet. Elle masquera toutefois la même difficulté toujours présente dans l'emploi de termes premiers.

Pour en revenir aux idées-mères en particulier, une question restera en suspens: le statut de ces idées-mères qui relèvent de l'observation. Leibniz [26], qui aurait sans doute rangé ces idées-mères parmi les « vérités éternelles », y répondait de la façon suivante:

« Nous trouvons en effet que dans le monde tout se fait selon les lois des vérités éternelles, qui n'appartiennent pas seulement à la géométrie mais encore à la métaphysique; c'est-à-dire tout se fait non seulement des nécessités matérielles mais encore selon des raisons formelles. »

Leibniz ne s'interrogeait pas sur la manière dont ces raisons formelles avaient été établies, ni sur leur degré de pertinence.

Pour aller plus loin et en conformité avec son temps, il introduisait et renvoyait à une conception personnelle divine: une manière d'esquive, traductrice de notre ignorance.

CHAPITRE II

L'IDÉE D'OBJET (OU DE CHOSE)

II. 1 Introduction

La sensation est immédiate, le fait est aussi évident qu'élémentaire: nous sommes entourés d'objets. Le terme « objet » est pris ici dans le même sens que celui du terme « *res* » employé par Lucrèce, traditionnellement traduit par « chose »¹² en français. Le latiniste Pierre Vesperini [39] décrit ainsi les *res* : « Les choses, les *res* dont parle le poème ne sont donc pas seulement les choses « physiques » (pierre, feu, etc.) mais aussi tout ce qui « se passe », tout ce qui littéralement « a lieu » ... ». L'auteur enfonce le clou plus loin: « De la sorte, ce sont toutes les *res* qui sont énoncées dans le poème: choses du ciel, de la terre, de la mer, des enfers, des villes, des forêts et des campagnes, récits mythologiques, grands évènements de l'histoire humaine, institutions politiques et religieuses, arts et techniques, maladies du corps et passions de l'âme, animaux, plantes, phénomènes étonnants, lieux mémorables de la terre habitée. »

Quelques premiers exemples modernes illustrant la signification du terme « objet » dans le sens où il sera employé ici:

- Exemples*
1. Une grève, comme celle de Services Publics, est un outil de lutte utilisé par les fonctionnaires pour défendre leurs droits, améliorer leur sort. La grève, dont l'existence est réelle, palpable par ses effets, est un exemple d'objet.
 2. La pomme de M. Newton.
 3. Les objets tels qu'ils sont définis par le Robert, ou tels que l'entend Piaget : « J'appelle objet un complexe polysensoriel, donc qu'on peut simultanément voir, entendre, toucher, etc, mais complexe polysensoriel qui, aux yeux du sujet, continue d'exister de façon durable, en dehors de tout contact perceptif. »
 4. « Classes and objects may... be conceived as real objects... existing independently of our definitions and constructions » affirme K. Godel.

¹² On notera avec intérêt la ré-introduction du terme « chose » dans les écrits de certains physiciens. Voir par exemple G.F. Chew dans son ultime article du 11 Février 2019 *Chiral-Electromagnetic Gravitational Theory of Every 'Thing' Evolving Gelfand-Dirac Hamilton-Riemann Quantum Cosmology*. (Source : Academia, 20 Avril 2019). Les « choses » de Chew sont beaucoup moins générales que celles de Lucrèce: elles ont une masse. Chew lui-même se considèrerait comme une « thing ».

Nous acceptons ce point de vue.

Le nombre d'objets, des différents types d'objets est a priori infini. La désignation de chacun d'eux dans une langue particulière introduit la notion de relativisme culturel: tout nom attaché à la désignation d'un objet dans un monde culturel donné est enveloppé d'un halo sémantique attaché, propre à la culture dans laquelle il apparaît. Comment être assuré que deux personnes de culture différente interpréteront de la même manière les noms attribués à un même objet dans chacune de ces cultures ? S'entendre sur les caractéristiques essentielles des objets, faire en sorte que la définition de chaque désignation comporte l'énoncé au moins implicite de ces caractères communs facilite alors la communication en toute clarté et sûreté.

Par ailleurs, devant l'infinité d'objets rappelée ci-dessus, l'introduction de classifications est nécessaire pour essayer d'éviter la noyade au sein de ce monde infini.

Le procédé de classification qui sera employé sera basé ici sur les propriétés si possible les plus profondes des objets, à savoir notamment les éléments constitutifs de leur génération, leurs modes de génération. La connaissance de ces données pourra également servir de matériau pour établir le contenu des définitions des désignations. Les idées-mères qui vont suivre seront les premiers éléments favorisant l'acquisition et le développement de cette connaissance. L'ordre dans lequel elles sont introduites ne saurait être quelconque, elles suivent un ordre temporel par principe, selon le moment où elles furent mises en évidence et acceptées par la communauté scientifique, les premières énoncées étant liées au plus profond de l'architecture et du fonctionnement de notre personne.

II. 2 Premiers éléments de description d'un objet

Ci-après quelques-uns des éléments, a priori liés les uns aux autres, qui participent de la classification des objets; ils permettent d'abord de préciser l'objet A et de le caractériser:

- 1) par exemple par *ce qui lui a donné naissance, son mode de création, son histoire.*
- 2) par *sa composition architecturale ou encore structurelle* en un moment précis t . On définira cette composition, $\mathcal{K}(A(t))$, par l'ensemble des objets $K_{i,A(t)}$ contenus dans $A(t)$ et qui sont les éléments de sa *constitution interne*.

Définition 2.1 : On appellera *graphe structurel de l'objet A à l'instant t*, ou par abus de langage sa *structure*, le graphe $\mathcal{G}(A(t))$ dont les sommets représentent les éléments de sa constitution interne, et dont les arêtes représentent les relations fonctionnelles entre les différents éléments de sa constitution.

3) par sa *localisation*, c'est-à-dire par le domaine $\mathcal{D}(A(t))$ de l'espace-temps qu'il occupe à chaque instant, appelé le *support spatial* de l'objet.

4) par deux types de propriétés, éventuellement mesurables:

- celles $s_j(t)$ dont la variation affecte sa structure, forment l'ensemble $\mathcal{S}(A(t))$ de taille s . Leurs différentes valeurs possibles sont des éléments de \mathbf{R}^s ou de \mathbf{C}^s .
- et d'autres $k_i(t)$ sans effet sur cette structure. Elles forment un ensemble $\mathcal{K}(A(t))$ de taille k . Leurs différentes valeurs possibles sont des éléments de \mathbf{R}^k ou de \mathbf{C}^k .

Ces espaces sont placés en fibres au-dessus de $\mathcal{D}(A(t))$.

Définition 2.2 : On appellera *état de l'objet en l'instant t* la donnée des deux ensembles $\mathcal{S}(A(t))$ et $\mathcal{K}(A(t))$.

5) par son *environnement* $\mathcal{D}^e(A(t))$ cet instant, c'est-à-dire par les ensembles des objets contenus dans la famille des voisinages de son domaine $\mathcal{D}(A(t))$.

6) Une cinquième façon de le caractériser sera de prendre en considération *son pouvoir de changement* qui peut s'exercer sur la totalité des objets de cet environnement. Ce pouvoir se réfère donc à une autre idée-mère, celle du changement, elle fait objet du chapitre IV, en particulier les définitions 4.3 à 4.6. On y examinera quelques-unes des modalités du changement.

Tout objet A est en effet cause de changements possibles, et tout changement de A est le fait d'un autre objet ... au moins. Les potentialités de changement et d'action sur son environnement caractériseront ce qui sera appelé au chapitre IV le « Moi » de l'objet (définition IV.7).

7) Derniers éléments caractéristiques de l'objet, mais non des moindres, tous ceux associés à *ses propriétés de stabilité*, les fondements de ses capacités propres à changer, à évoluer, à être source de champs de forces sur son environnement.

À cet objet est associé un système dynamique $\Sigma (A(t))$ auquel est associé le champ de vecteurs $\mathcal{V}(A(t))$ qui en définit l'évolution locale sur la variété $\mathcal{M}A(t)$ des états. Ce champ de vecteurs tient compte des influences réciproques entre l'objet et ceux de son environnement

Cette liste de caractérisations est également pertinente pour les objets qui sont eux-mêmes des changements, que l'on désigne plutôt sous le nom d'événements.

La classification des objets n'a rien de facile. Leur ensemble peut être ordonné: l'ordre n'est que partiel puisque leur définition fait appel à plusieurs critères. On distinguera notamment une classe importante d'entre eux, les objets mentaux.

Définition II. 2: On dira qu'un objet $R(t)$ est *mental* si son support spatial est contenu dans le complexe nerveux d'un être vivant.

On notera pour conclure que l'introduction de la notion générale d'objet permet de donner une certaine définition du terme « Nature » à travers ce postulat:

OBSERVATION PREMIÈRE 0 (OP 0) : *La Nature est composée d'objets.*

Une telle définition peut être pour le moins qualifiée de floue dans la mesure où est absente ici la définition précise de ce que contient le terme « objet », ses sémantiques et incarnations éventuelles. Et si l'on revient à la notion d'objet telle qu'elle est exposée en ce début de chapitre, la Nature est elle-même un objet. On tombe ici sur l'aporie classique que rencontrent les logiciens et que décrivait Russell: l'ensemble des ensembles est-il un ensemble ? On trouvera une forme de réponse à cette question dans l'Annexe 1.1.

CHAPITRE III

L'DÉE DE LIEU¹³, ESPACE PHYSIQUE ET « ESPACE » INTELLECTUEL

Où se rencontrent nos objets ? La question de leur localisation est naturellement posée, et d'abord celle de l'espace dans lequel ils se trouveraient placés, où l'on pourrait déceler au moins leur présence, à défaut de pouvoir les décrire pleinement. Cette question est totalement liée à celle de nos capacités, de nos outils, d'abord sensoriels, capables de déceler cette présence. Tous ces outils sont initialement construits à partir des données et manifestations du monde physique qui nous façonnent et que nous sommes capables de saisir. C'est probablement chez nous en premier lieu la vue, plus que les autres sens, qui façonne notre manière de concevoir l'espace¹⁴, le lieu dans lequel les objets séjournent.

Fondamentalement, l'espace de base que nous sommes obligés de prendre en considération est celui qui nous paraît *continu*, dans lequel nous nous mouvons. Différents aspects de la notion de continu sont examinés dans l'annexe 1.2 (« Les formes du continu »). Nous sommes capables, *localement*, de distinguer ces *trois* directions privilégiées que sont d'abord la verticale, puis l'horizontale, et celle de profondeur, située dans un plan différent de celui défini par les deux précédentes: l'espace est pour nous localement à trois dimensions. De par son caractère local, il est très localement euclidien.

¹³ Voir en complément l'Annexe 1.2 sur la prise en compte par les mathématiciens de la problématique de l'espace. Sur le plan physique, on pourra lire le livre de Michel et Alexandre Gondran, *Mécanique Quantique, Et si Einstein et de Broglie avaient aussi raison ?* [21]. Le « vieux » (1996) livre de Hawking-Penrose, *La Nature de l'Espace et du Temps* [23], n'en dit rien. Il en discute certaines propriétés éventuelles. La présentation de Marc Lachièze-Rey est excellente.

¹⁴ Chez les Anciens, Anaximandre, etc, les terme « principe » ou « infini » correspondent souvent, à mon sens, à la notion d'espace physique tel que nous l'entendons aujourd'hui. Ainsi par exemple Théophraste qui écrit dans son *Opinions des physiciens*: « Anaximandre ... déclara l'infini à la fois principe et élément des choses qui sont, et fut le premier à introduire ce nom de « principe ». Or il dit que le principe n'est ni l'eau ni aucun de ce qu'on appelle les éléments, mais une certaine nature indifférente, d'où naissent tous les ciels et tous les mondes qu'il contiennent. » Voir aussi ce que dit, par moments et dans sa *Physique* Aristote, à propos de l'infini.

Compte tenu de l'étendue faible de nos capacités sensorielles, il nous apparaît dans une première approximation, aussi loin que porte le regard dans quelque direction que ce soit, toujours doté de ces mêmes *propriétés locales* de *continuité*, d'*isotropie*, de *dimension*. Le terme dimension est pris dans les deux sens: ordinaire de grandeur et d'étendue d'une part, mathématique d'être part où il indique d'abord une direction et plus généralement une propriété particulière.

On connaît l'anecdote humoristique de l'anglais débarquant à Calais, qui, apercevant une femme à la chevelure rousse, envoie à ses amis un SMS dirions-nous aujourd'hui, faisant part de sa coquine découverte: « Les françaises sont rousses ! ». Cette tendance à la généralisation, parfaitement explicable, a conduit à donner une réalité matérielle au milieu dans lequel nous nous trouvons, nommée ici l'*espace physique* ou encore le *continu physique*, sans que nous soyons capables de préciser totalement cette matérialité, tant dans sa nature que dans son étendue¹⁵.

Voici l'idée que s'en faisait Leibniz, cette description suscite bien sûr bien des interrogations. Dans sa Préface aux **Nouveaux Essais sur l'Entendement humain** [28], il écrit: « *Il faut concevoir l'espace comme plein d'une matière originairement fluide, susceptible de toutes les divisions et assujettie même actuellement à des divisions et subdivisions à l'infini, mais avec cette différence pourtant, qu'elle est divisible et divisée inégalement en différents endroits à cause des mouvements qui y sont plus ou moins conspirants.* ¹⁶»

Les découvertes par les physiciens de propriétés importantes, mais trop peu accessibles par nos sens pour atteindre un niveau de conscience et de description spontanée par la parole, font que le commun des mortels partage aujourd'hui la conception première, élémentaire et simple, d'un espace physique continu¹⁷, tridimensionnel, sans autre précision.

On le devine substantiel sans rien ne pouvoir dire sur la nature de la substance ni sur son origine. On peut penser à une sorte de soupe infiniment fluide et claire au potentiel « vitaminique » infini, possédant des propriétés analogues à celles des supraconducteurs; les physiciens le désigne souvent sous le vocable d' « éther » ou de

¹⁵ Il semble être en expansion. Les physiciens théoriciens avancent aujourd'hui plusieurs théories. Les progrès espérés de l'observation physique permettront sans doute de faire le tri entre ces théories, et peut-être d'en avancer d'autres...

¹⁶ Leibniz aurait été séduit par l'axiomatique de l'analyse non standard. Cela dit, on ne conçoit pas une entité de la taille l'inverse de 2 puissance aleph zéro !

¹⁷ La conception d'un espace particulière à la Démocrite n'a plus cours. Lire par exemple à ce sujet la conclusion de l'Annexe 1.7.

« vide » , mais bien sûr un faux vide - l'emploi de ce terme, inapproprié, devrait être exclus. Y règnent des personnages dont nous apercevons seulement quelques contours, mais dont l'origine nous est inconnue: un tenseur local d'énergie définissant la courbure et lié à la gravitation, une capacité stupéfiante à transporter de l'énergie électromagnétique sous la forme par exemple de lumières, d'ondes de toutes fréquences « audibles » au même instant et en tout point de cet étonnant espace, plus généralement une agitation ondulatoire multiforme que certains de nos appareils font paraître plus ou moins granulaire, comme par exemple des photons sans masse, mais capables d'acquérir une telle masse. Tout au plus pense-t-on que, localement convenablement « agité », apparaissent des « grumeaux » i.e. des couples de certaines particules-antiparticules élémentaires - initialement des électrons-positrons¹⁸ dans la première théorie de Dirac. Une analogie sexuelle vient à l'esprit: la sorte de pénétration extérieure et d'apport d'énergie dans ce milieu rompt la symétrie intérieure et enfante une entité dotée de la symétrie la plus élémentaire qui soit et sur laquelle je reviendrai, celle d'ordre 2, celle de l'entité formée de jumeaux (la particule et son antiparticule) presque parfaits¹⁹ (la perfection est une idée, sans contrepartie physique si on veut bien approfondir la chose). L'introduction dans la théorie physique de la chiralité est une manière de nuancer la perfection de la symétrie. Si la nature de l'infini petit physique (entre autres) nous laisse bien perplexe, ainsi nous ne comprenons pas bien encore le caractère à la fois particulière et ondulatoire de ce qu'on appelle par exemple le photon (et comment apprécier l'accumulation de milliards de photons autour d'un point ?). La présence du phénomène d'intrication qui affecte les éléments apparemment jumeaux ne paraît pas incongrue à la lueur de l'analogie qui suit: il est habituel que deux jumeaux humains

¹⁸ 1) On est sans doute un peu plus près de la réalité du contenu de l'espace physique en le peuplant également aux températures « normales » de neutrinos, de couples « virtuels » quarks-antiquarks, et en l'envisageant, à des températures filant vers l'extrême, comme un fluide parfait composé de quarks, éléments actuellement ponctuels, des singularités en quelque sorte, mais porteuses d'énergie (et donc seulement par équivalence d'une masse). Un brouillard intiment limpide d'où émergeraient par changement de phase nos « particules ». Pour ce qui est de la réalité physique des quarks, le point de vue de M. Atiyah est plein de bon sens: «These point particle models are conceptually not very satisfactory, because a point is clearly an unphysical idealisation, a singularity of matter and charge density. An infinite charge density causes difficulties both in classical electrodynamics and in quantum field theories of the electron. Smoother structures carrying the discrete information of proton, neutron and electron number would be preferable. » En d'autres termes, le phénomène quark a bien une réalité physique, mais on ne sait pas véritablement laquelle.

2) Le comportement de certains couples électron-positron, appelés positroniums, fait l'objet d'interrogations. Une capacité d'observation plus fine permettrait sans doute de mieux comprendre le phénomène de couplage entre une particule et une antiparticule. Pas davantage que les antiparticules, les particules ne sont pas toutes absolument identiques, les raisons pour lesquelles telle particule se lie à telle antiparticule sont à découvrir.

¹⁹ Voir plutôt la note 25.

placés dans des conditions environnementales semblables réagissent de façon également semblable. Mais si, du point de vue du vivant, les géniteurs sont connus, il reste entre autres, notamment dans le cas physique, à établir le chapeau mathématique et la nature exacte du champ physique qui sous-tend l'intrication, le partage de l'information, à deviner leur origine et leur raison d'être²⁰ ...

Une des propriétés remarquables de l'espace physique tient au fait que l'on peut s'y mouvoir de bien des façons différentes (cf le paragraphe 3.2 du chapitre suivant), que nous sommes capables d'y déplacer à notre convenance certains objets, comme par exemple un verre ou une assiette, en en modifiant ou non les propriétés.

La notion de *res*, d'« objet » tel qu'il est conçu dans sa généralité, englobe les idées au sens commun du terme, toutes nos constructions mentales. Provenant de l'observation par nos sens de notre monde environnant, mises en forme et développées spontanément ou par apprentissage par nos mécanismes mentaux, elles ont toutes un support physique à l'intérieur de notre cerveau, et à ce titre, appartiennent à l'espace physique. Ce support physique ne nous est, bien évidemment, que très imparfaitement accessible.

En particulier, nous ne pouvons pas attribuer à ces constructions, au moins à l'heure actuelle, de propriétés métriques. Nous dirons qu'elles forment un « espace » particulier, l'« *espace* » *intellectuel*.

Cet espace est celui de nos *représentations mentales* - la représentation est une activité essentielle sur laquelle je reviendrai plus loin. L'espace intellectuel contient notamment les représentations des objets auxquels sont attribuées ou non des données métriques, formant un sous-ensemble *RE1* que nous dirons de niveau premier, de niveau 1. Il contient également le sous-ensemble des représentations de niveau 2, élaboré comme ensemble *RE2* des représentations des éléments de *RE1*, sous-ensemble de base des *représentations dites abstraites*, et qui se déploie à son tour en strates plus élaborées du point de vue de l'abstraction et de la généralité.

Note: Ignoramus

On ne peut qu'être émerveillé par les extraordinaires prouesses de la nature. Elles nous renvoient aux faiblesses de notre entendement, à travers la fatuité ou bien à la naïveté ou bien à l'imprudence de nos intelligences. Nous tentons de faire des modèles de ce que nous observons pour mieux trouver des explications. Nous oublions parfois que nous sommes tributaires de nos outils d'observation et de représentation, qu'ils soient de nature

²⁰ Cf la Note: Ignoramus, en fin de ce chapitre.

physique ou intellectuelle, de nos habitudes de pensée. Autrement dit, il nous arrive de prendre le modèle pour la réalité, et alors de faire erreur.

L'idée d'associer à un spectre physique celui engendré par un opérateur mathématique adéquat est évidemment séduisante. Il est même vraisemblable que la dénomination mathématique a repris celle employée par les physiciens. On procède ici par analogie, i.e. on sous-tend la présence d'un mécanisme commun qui se révèle par la présence d'une même morphologie. Deux niveaux excités de l'atome sont représentés par deux valeurs propres du spectre. Mais le saut énergétique brutal observé par les physiciens est-il, dans la réalité physique, comme en faisait l'hypothèse N. Bohr, si discontinu que cela, ne peut-on pas le suivre à la trace, en suivant le mouvement de tous les constituants ? Des physiciens se sont actuellement attelés à la tâche avec succès²¹ (cf l'extrait de la note : « *The experimental results demonstrate that the evolution of each completed jump is continuous, coherent and deterministic.* »), on n'est pas encore capable actuellement de bien comprendre et décrire le phénomène dans sa totalité, notamment la façon dont les électrons se sont constitués et distribués en « couches » plutôt stables et la manière dont se peut se faire le passage d'une couche à l'autre. Tout ceci a justifié une première description de nature quantique c'est-à-dire discontinue, et la création de modèles adaptés à cet état de la finesse de l'observation. Mais cette situation est semble-t-il en train d'évoluer.

L'électron, le photon, nul ne les connaît en profondeur²². On ne décrit les particules élémentaires, et encore moins les quasi-particules, non par ce qu'elles sont dans leur totalité, mais par certaines de leurs propriétés accessibles et « sensibles » (par exemple la charge), par leurs effets, une part de leur structure à travers des symétries. Ne seraient-elles pas, par hasard, quelque peu semblables à des sortes de tourbillons à la Descartes, voire à la Kelvin, tourbillons déjà présents dans les philosophies antiques, aujourd'hui visibles dans les skyrmions, ne les a-t-on pas dotées d'un moment cinétique ou angulaire dénommé spin, ne pourrait-on pas les voir comme les yeux quasi ponctuels de cyclones très locaux, des yeux très localement solidifiés comme lors d'une transition de phase ? C'est un peu de ce point de vue que s'est raisonnablement placé Louis de Broglie lorsqu'il décompose l'onde u du photon en « $u_0 + v$, où u_0 représente la très forte concentration d'énergie très localisée et où v représente tout le reste de l'onde ». Cette conception de base et ses conséquences en partie exposées dans ces deux ouvrages *Nouvelles perspectives en microphysique* [7], *La réinterprétation de la mécanique ondulatoire* [8] sont séduisantes. Les aspects corpusculaire et ondulatoire y sont clairement distingués. À la de Broglie, on peut conjecturer que tout objet présente ces deux propriétés, mais les écrire en les précédant de

²¹ Lire (cliquer) : [the life-or-death quantum jump is not quite instantaneous after all et physicists working on quantum computers](#)

²² D'où les difficultés de compréhension des phénomènes physiques à ce niveau de petitesse et les opinions diverses des physiciens quant à leur interprétation. Voir par exemple à ce sujet : George Musser, Paradox puts objectivity on shaky footing, *Science* **369**, 28 August 2020, 889-890, et les articles associés. On y verra sans doute plus clair quand on parviendra à faire des observations à un niveau de finesse plus accentué.

guillemets : « corpusculaire », « ondulatoire ». Le caractère corpusculaire, au niveau macroscopique, se traduirait notamment par la présence de la masse, l'ondulatoire par la présence de mouvements périodiques internes: *ils assurent et témoignent de la stabilité de l'objet*. Ainsi par exemple, chez l'homme, globalement, pour le comprendre, il est nécessaire de prendre en compte tous les bio-rythmes et phénomènes vibratoires, aux différents niveaux de ses constituants, travail immense, pratiquement non entrepris, la présence et le poids, ou la décomposition possible d'une onde en ondes solitaires sont encore ignorés.

Je conçois la chimie puis la biochimie puis la biologie et l'organique comme des déploiements des propriétés et des modes de fonctionnement du monde physique, de ses potentialités difficilement visibles et/ou non totalement exprimées. Aussi, à-propos des sauts quantiques, ai-je plaisir à lire et faire lire cet extrait lu le matin du 8 juin 2019, dans *Science* :

One of the most intriguing conclusions from Soldatov *et al.* is the identification of specific steps involved in neural crest differentiation, in which progenitor cells undergo binary choices between possible fates as a result of their cellular history. This history is defined by the internal and external events that the cell has experienced, such as the autonomous activation of genes as well as signals from neighboring cells. Progenitor cells initially coactivate gene expression programs that lead to competing cellular fates (see the figure). These mutually exclusive cell fate programs then compete with each other. This competition is determined by differences in gene expression caused by historical changes that affect the transcriptome. Cells then up-regulate one program and down regulate the other after a decision point (bifurcation). Thus, by inducing competing gene expression programs, the cell fate commitment process starts to look like a sequence of biasing factors that pull the cells in different directions, depending on their own history. It is likely that an interplay between these intrinsically developing biases interacts with extrinsic cues to shift the bias into a particular cell fate. This model challenges the current view in which neural crest cells abruptly activate only one of many alternative cell fate programs, leading to cell differentiation.²³

Remarquons la mention du terme « bifurcation » - le paragraphe **VI.5** lui est consacré. Une différence importante entre la strate physique et celle de l'organique tient aux propriétés de stabilité des constituants. Dans la strate physique, contrairement à ce qu'il advient dans la strate organique, ses constituants auraient des propriétés trop peu nombreuses et beaucoup trop stables pour pouvoir évoluer par échanges réciproques. Ils forment des foules assez homogènes d'où n'émergent, au fil du temps, aucune propriété spécifique et structurante du tout. Il n'empêche pas moins que ces foules ne cessent de se modifier constamment, des modifications caractérisées par leur irréversibilité, une question faisant l'objet de la citation placée en exergue du chapitre suivant, des notes 27 et 29 qui figurent dans ce même chapitre.

²³ R. Mayor Cell fate decisions during development, *Science Magazine* 7 June 2019, 937-938

CHAPITRE IV

L'IDÉE DE CHANGEMENT, DE MOUVEMENT, CINQ DE SES IDÉES-FILLES DONT L'IDÉE MOTRICE FONDAMENTALE

Tu ne peux pas
descendre deux fois dans les mêmes fleuves
car de nouvelles eaux coulent toujours sur toi

Héraclite l'Obscur

IV. 1 L'idée de Changement

Presque aussi immédiate que l'idée d'objet ou l'idée d'espace, est celle de cette autre idée-mère, l'énoncé du fait physique élémentaire qu'est la présence du **Changement**. Le changement est un fait constant et commun d'observation, mais vu du point de vue intellectuel, il apparaît comme une notion, comme un concept. Cela dit, l'emploi pratique et effectif de « changement » se rapporte toujours à un objet particulier *B*. On devrait donc en principe le préciser toujours, par exemple en utilisant la notation *B*-changement.

À ce terme général changement on substitue assez fréquemment celui de **Mouvement**, plus habituel notamment dans le langage des sciences. La sémantique généralement attribuée au terme mouvement est souvent restreinte à celle d'un déplacement local dans un espace particulier, c'est-à-dire un *changement local de position* à l'intérieur de cet espace.

Les deux termes, mouvement et changement, sont alors loin d'être toujours interchangeables : si « mouvement » est plus généralement réservé au seul changement spatio-temporel, la sémantique du terme « changement » est beaucoup plus riche. Elle est révélatrice des changements de toute nature qui peuvent

accompagner les modifications des composants, des structures et des comportements des objets.

L'étude des modalités du changement n'a pas cessé d'occuper l'esprit des philosophes et savants. L'idée même de changement suggère une classification des objets à partir de la considération, pour chaque objet, de la totalité des changements qui peuvent l'affecter notamment sans le détruire, c'est-à-dire sans détruire d'abord ses propriétés de connexité.

Définition 4.1: On appellera *changement local complet* d'un objet la totalité des changements locaux qui affectent cet objet en chacune de ses parties sans rompre ses propriétés de connexité.

Définition 4.2: On dira alors que l'objet A est de *même nature* que l'objet B, s'ils partagent le même changement local complet.

Aborder des questions liées à la classification des changements nécessite de pouvoir bien les reconnaître, de préciser leurs propriétés. On commencera bien sûr par rechercher les plus accessibles d'entre eux.

IV. 2 Deux idées-filles: la rotation et la dilatation dirigée

Qui d'abord prononce le mot complexe « idée-mère », un mot-valise auraient dit les surréalistes, suggère aussitôt la présence d'une descendance plus ou moins nombreuse d'« idées-filles », dotées souvent d'une signification qui paraît importante. Ces idées-filles caractérisent en fait les principales propriétés de l'idée-mère, ses modalités. C'est leur considération première qui, parfois, est à l'origine de la découverte de la mère qui les a enfantées ou tout du moins avec laquelle elles sont liées.

Deux d'entre elles²⁴ caractérisent les mouvements fondamentaux dans l'espace physique: les **rotations** plus ou moins rapides *par rapport à des axes bien définis*, et les **dilatations** également plus ou moins rapides *dans des directions bien définies* - une **translation** peut être vue comme une dilatation particulière.

²⁴ Il est en mathématiques deux autres transformations classiques: la symétrie et l'inversion. La symétrie est une rotation particulière, de même l'inversion est en général la combinaison d'une symétrie et d'une dilatation. L'homographie leur ajoute la translation. La fonction automorphe généralise encore cette dernière transformation.

Elles sont représentées dans l'espace intellectuel à l'aide de figures (cf **VI. 6**) et de symboles appelés nombres. Déjà Platon dans *Les Lois* [V,747a], puis son élève Aristote, par exemple dans sa *Physique* [VIII, 9, 265a], avaient noté que tout mouvement se compose de translations et de rotations. Cette observation, faite dans le monde usuel caractérisé par la tridimensionnalité locale, a été généralisée par le mathématicien Liouville au dix-neuvième siècle. Il démontre que:

THÉORÈME (Platon-Liouville) IV. 1 : *Tout mouvement local dans un espace de dimension quelconque se compose de rotations locales et de translations locales.*

Elie Cartan et Roger Penrose en ont développé la théorie sous l'angle des rotations²⁵.

Le dernier paragraphe de ce chapitre revient sur la considération de ces mouvements fondamentaux, en particulier celui de la rotation qui n'est qu'un cas particulier de la notion de mouvement cyclique, au sens large du terme cyclique.

IV. 3 Premières modalités du changement : l'idée de rapidité et son affinage

Cette idée de la rapidité du changement, cette constatation serait-elle trop évidente pour n'avoir pas été comptée parmi les idées simples établies par nos prédécesseurs ? L'élaboration mentale de cette évidente rapidité a débouché sur des notions et outils essentiels pour la représentation et la compréhension du monde. Mais au préalable sont les idées de durée et de temps.

IV. 3. 1 L'idée sensible de durée

L'observation du changement d'état d'un objet donné engendre en général chez l'observateur attentif une *sensation particulière*, dépendante de ce changement, et de sa physiologie propre à travers également son âge et les connaissances déjà acquises sur l'objet et la nature du changement. Cette sensation est donc associée au mode de représentation des objets environnants. Dénommée sensation de *durée*, elle n'est pas, au moins pour le moment, reconnue par un système sensoriel spécifique comme celui de l'odorat ou de l'ouïe. Elle reste une sensation diffuse, très personnelle, elle nous

²⁵ La théorie des spineurs de Cartan concerne les rotations avec retournement possible, celle des twisteurs de Penrose introduit en plus la présence d'hélicité.

paraît par exemple d'autant plus courte que l'on est plus âgé, mais est très présente puisqu'elle possède une expression vocale bien définie: « Ça dure ! » dit-on d'une suite d'événements qui se renouvellent et que sans doute nous n'apprécions guère.

Le façonnage de cette sensation de durée est très probablement lié à celui des différents rythmes qui animent l'activité de la machinerie cérébrale, où l'alternance jour nuit, i.e. le rôle de la lumière présente, a dû jouer un rôle prépondérant.

Si Bergson s'est fait en quelque sorte le porte-parole de la notion de durée, il serait fort étrange que nul avant lui n'en ait fait mention. Certes, si Aristote, peut-être victime d'un vocabulaire limité au seul terme « temps », n'introduit pas la notion de durée alors qu'il tourne autour de cette notion, par exemple évoquant le mouvement dans son âme, au contraire, le fin John Locke, dans son excellent chapitre XV intitulé *De la Durée & de l'Expansion, considérées ensemble*, en parle parfois avec plus de pertinence que Bergson. J'ai notamment bien apprécié sa proportion platonicienne: « le Temps est à la Durée, ce que le Lieu est à l'expansion ».

Une question: la sensation de durée est-elle propre à l'homme ? Nos ancêtres animistes auraient sans doute répondu négativement.

IV. 3. 2 L'idée intellectuelle de temps²⁶

Au contraire de la durée, le temps en soi, ponctuel, n'est pas une donnée sensible.

L'idée de temps a pour origine la nécessité sociale de communication, celle de s'accorder sur la durée, d'en trouver et d'en définir une manière d'expression impersonnelle.

L'observation des mouvements du ciel a sans doute contribué fortement à établir cette notion de temps: les changements d'état physique présentent, pour la très grande majorité d'entre eux, la particularité de susciter la même sensation de durée chez la plupart des observateurs de même engeance.

De là provient la création d'une *notion collective et intellectuelle de temps*, correspondant à un consensus sur la durée de séparation entre deux changements d'état particulièrement stables et bien répertoriés d'objets physiques observables a

²⁶ On doit sans doute discourir de cette notion de temps depuis qu'il y a des philosophes: entre Aristote (cf sa *Physique* [3]) et Bergson (cf ses *Cours au Collège de France 1901-1902* [4]), aucun véritable progrès.

priori par tous. On *convient* d'attribuer par exemple le symbole 1 à la durée séparant un changement d'état bien établi d'un objet physique bien choisi.

De ce fait vient la nécessité d'introduire différents temps et de placer chaque plage de temps sur les barreaux d'une échelle. Une heure par exemple de nos horloges habituelles peut valoir bien moins d'une seconde qui appartiendrait à une plage temporelle comme par exemple celle définie par la durée évaluée à 1 séparant aujourd'hui du moment où s'est écrasé sur terre l'astéroïde qui a créé le cratère australien de Yarrabubba. À cette dernière échelle, la durée du bouleversement climatique que nous observons aujourd'hui se rapproche d'un infiniment petit.

Le changement de position de notre corps, à pas réguliers, dans une direction déterminée, permet d'établir une certaine équivalence entre distance et temps usuel. On peut convenir que tout pas est représenté par 1, et que la durée d'accomplissement d'un pas est également représentée, par une première facilité, par le même symbole. On notera ici le caractère ambigu de ce symbole puisque doté de deux significations différentes.

L'examen de l'ensemble des pas que l'on peut accomplir selon un chemin, selon la ligne donnée conduit à définir la célèbre structure de groupe, caractérisée par ces trois faits: la présence d'un pas nul, le fait qu'à tout pas accompli dans un sens correspond un pas que l'on peut accomplir dans l'autre sens, le fait qu'on puisse ajouter les pas, qu'il soient dits positif ou négatifs. Ces pas, ou les distances entre les changements de position, ou les points de la ligne selon laquelle se pose le pied, ou les durées d'accomplissement de pas successifs sont représentés par des nombres, et cette ligne est définie comme un espace intellectuel de dimension 1. Pour le marcheur, il n'y a pas de direction privilégiée associée à cette représentation.

Une seconde facilité est introduite lorsque assignons aux symboles numériques précédents la signification du temps. On *convient* de dire qu'on atteint le temps 1 le premier pas accompli, le temps 2 au second pas accompli dans la même direction que le précédent, le temps 3 au troisième pas accompli dans la même direction que les deux précédents, etc. Jusque là, tout va bien. Mais si maintenant le marcheur accomplit un pas en arrière, et se retrouve en position 2, il est impossible de dire, sur le plan uniquement temporel, qu'on se trouve au temps 2, car la durée de parcours du marcheur comme le nombre de pas accomplis est 4.

L'équivalence entre temps et lieu du déplacement n'est donc que partielle: si nous pouvons en général accomplir ces mêmes pas vers l'avant comme vers l'arrière, au contraire, l'observation des phénomènes au niveau du monde physique le plus

fondamental montre leur irréversibilité²⁷ générique - il faut atteindre une complexité élevée dans la structure d'un objet pour que puissent advenir localement des réversibilités. On est conduit à assigner un sens à de parcours sur la droite temporelle, une orientation.

Le temps tel qu'il est établi ne fait pas partie du monde physique en soi, le temps ne se manipule pas comme l'argile du potier, on ne déplace pas un objet dans le temps comme on peut le faire dans l'espace physique, il reste une donnée intellectuelle. Il en est par suite de même pour cette construction évidemment si pertinente qu'est l'espace-temps du physicien, comme pour les dimensions supplémentaires introduites dans les modélisations du monde physique - par exemple une cinquième dimension dans certains modèles de la physique (Kaluza-Klein-De Broglie), ou évidemment celles de la théorie des cordes.

L'introduction de métriques pertinentes sur l'espace-temps permettait peut-être de représenter la durée dans l'espace intellectuel. L'atteinte d'une telle pertinence doit attendre une bien meilleure connaissance du fonctionnement cérébral.

On notera d'ailleurs, chez les physiciens, la difficulté qu'ils rencontrent à définir et à s'entendre sur une notion locale de temps, une difficulté qui, comme le remarque C. Bordeanu²⁸, l'auteure de l'article cité en note, ne facilite pas la mise en forme d'un formalisme rassemblant sous sa bannière relativité générale, une manière de description uniforme et globale, et la mécanique quantique, une statistique de comportements locaux ambigus. Peut-être faudrait-il associer à chaque collectivité une notion de durée et un procédé de définition d'une notion de temps adaptée à cette collectivité.

²⁷ Ici encore je commencerai par citer Leibniz [26]: « *il n'y a jamais nulle part de similitude parfaite* ». L'égalité parfaite est en effet une fiction de mathématicien. Dans cet ordre d'idées, tous les quarks, fussent-ils de la même famille, sont tous différents. L'irréversibilité est en partie conséquence de ce fait d'absence générique d'égalité parfaite. Imaginons un milieu particulier où les particules supposées au départ identiques sont mises en mouvement et se rencontrent, se choquent. Ces chocs créent des déformations de ces particules, aussi légères soient-elles. De par ces chocs provenant du haut ou du bas, de droite ou de gauche, selon des incidences variables, les particules acquièrent constamment des formes différentes, il n'y a aucune raison que les ensembles de leurs configurations à deux instants donnés soient identiques, le retour d'une configuration d'une particule à exactement celle qu'elle possédait à un moment antérieur est improbable: l'évolution de cette population est irréversible. En d'autres termes je rejette le bien fondé, sinon en première approximation, de la théorie des indiscernables, au contraire donc de Lee Smollin qui écrit [33] p. 392: « we require that the fundamental theory satisfy the principle of the identity of indiscernables. »

²⁸ Cf. C. Bordeanu, *What is time* (talk presented at the Carpathian Summer School of Physics 2018 - Exotic Nuclei and Nuclear / Particle Astrophysics (VII), Physics with small accelerators (CSSP18 July 01-14, 2018-Sinaia, Romania)): « I'll try to prove that TIME is yet a not understood concept at the level of fundamental knowledge. Sometimes the theory and the reality don't fit together and the facets of these situations require a thoroughly re-thought, thus hopefully giving birth to the next better theoretical models of reality ». Ce point de vue est opposé à celui de Lee Smollin pour qui le temps est la donnée première.

Du fait des mécanismes d'évolution qui ont tendance à introduire des irréversibilités²⁹, on a souvent parlé d'une flèche du temps. Il s'agit là d'une introduction qualitative rendue nécessaire par réalisme dans l'emploi des modèles conservatifs comme ceux de la mécanique classique, et qu'on a eu tendance à généraliser. Or l'évolution s'accomplit soit effectivement de manière lisse, soit à la suite, à toutes les échelles, de phénomènes locaux de bifurcation (cf le paragraphe VII.5) qui fixent des éléments dans des situations nouvelles stables, et dont les effets secondaires sur certaines parties du tout, voire sur le tout, contribuent à faire obstruction à tout retour en arrière. On ne prête pas en effet assez d'attention à l'influence du voisinage des éléments soumis à ces bifurcations. Ils travaillaient, avant la bifurcation, en harmonie avec l'élément qui devient transformé par la bifurcation. Cette harmonie étant rompue, l'activité de ce voisinage contribue à empêcher tout retour en un état précédent. De tels phénomènes sont discrets, car ils sont le propre des singularités, toujours plus ou moins noyées dans la masse. Un énoncé de mathématiques affirme que, dans certaines conditions, les singularités forment un ensemble de mesure nulle. Ces mêmes phénomènes sont également nombreux et peuvent localement être de plus en plus nombreux car la bifurcation introduit également une perturbation au sein même des éléments du voisinage, de sorte que certains d'entre eux, à leur tour, peuvent connaître des modifications. De là vient le fait d'irréversibilité déjà mentionné, et le fait, lorsque ces modifications sont peu apparentes, qu'on puisse se placer d'un point de vue probabiliste, ce qui est sans doute acceptable dans diverses situations physiques.

Peut-on établir un lien entre la sensation de durée et le temps intellectuel qui imprime la vie en société ? L'introduction linguistique de la notion de *temps perçu* permet sans doute d'établir un pont entre les deux formes de réaction aux mouvements des objets qui nous entourent, la forme physio-psychologique et la forme intellectuelle. Parler du temps perçu est une façon un peu plus précise d'exprimer la manière dont nous ressentons la durée. Davantage un individu avance dans la vie, davantage éprouve-t-il la sensation que la durée entre deux événements consécutifs est plus courte, le temps physique et intellectuel s'écoule avec une vitesse

²⁹ Sur ce thème où sont en particulier analysés les points de vue et approches classiques (Boltzmann et successeurs), lire les articles approfondis de G. Lochak et de J. Dayantis publiés dans les Annales de la Fondation Louis de Broglie, vol. 13, N° 4, 1988. Ces approches classiques portent sur des indiscernables et ignorent les phénomènes de bifurcation.

plus grande³⁰. De façon générale, le temps humain apparaît souvent comme un infiniment petit devant les temps géomorphologie et historique.

IV. 3. 3 La notion intellectuelle d'espace-temps

Le changement est une transformation qui advient dans un certain milieu, au cours d'une certaine durée. Le véritable lieu du changement est ce complexe milieu-durée.

La représentation intellectuelle de ce complexe est ce que nommons l'espace-temps standard. Nous lui attribuons les trois dimensions de l'espace sensible et la quatrième dimension associée à la durée : ce complexe sera considéré comme un espace qualifié de *sensible*. Puis, lorsque la durée devient représentée par le temps, cet espace sensible devient un *espace intellectuel de représentation* que nous pouvons alors manipuler et enrichir à souhait dans sa texture, ce que l'on fait par exemple par l'introduction d'évaluation de distances, on dit encore de métriques, sur cet espace-temps. Ces métriques³¹ représentent des travaux élémentaires, des dépenses d'énergie particulières, nécessaires pour effectuer des déplacements élémentaires dans cet espace. De tels espaces ainsi enrichis deviennent des représentations de notre environnement. Une représentation n'est pas à confondre avec la réalité³².

IV. 3. 4 Les idées intellectuelles de vitesse et d'accélération

J'ai évoqué dans le paragraphe sur la durée la proportion énoncée par Locke selon laquelle « *le temps est à la durée ce que le lieu est à l'expansion* ». Mais il n'y a pas, chez Locke qui ne s'intéresse pas véritablement à la physique, et contrairement à ce qu'on trouve chez Aristote, la référence à la notion de vitesse qui vise à établir un lien entre le lieu et le temps, la durée et l'espace, plus précisément entre la durée ressentie au cours d'un changement dans l'espace et le volume exact d'espace occupé par ce changement.

³⁰ Cf [10] page 39: « le temps perçu à l'instant τ serait inversement proportionnel à la courbure de l'arbre phylogénétique. »

³¹ Elles déterminent la valeur de la courbure scalaire R et par suite celle de la gravité locale. Dans le Mémoire 150 de la Soc. Math de France paru en 2017, Ph. LeFloch et Y. MA étudient les propriétés des espaces obtenus quand on perturbe la courbure scalaire au voisinage de celle définie par Einstein.

³² Sur ce thème, voir par exemple le second chapitre de [14].

Dans la situation la plus accessible et de manière rudimentaire et approchée, la durée est évaluée par la différence entre deux époques, entre deux temps, et le volume d'espace est restreint à ce qu'il advient dans une seule direction d'observation.

Vitesse : Est établie *une proportion*, celle du rapport entre distance parcourue et temps mis à la parcourir. L'idée de *vitesse* est donc une *idée pythagoricienne*. Elle permet de comparer deux situations présentant des propriétés analogues. La notion de vitesse est ainsi une idée qui ressort proprement de l'espace intellectuel.

Pour le voyageur situé dans le train à grande vitesse v qui court dans la campagne, la distance entre les deux poteaux successifs qui supportent la caténaire lui semble bien courte, alors que l'espace temporel nécessaire pour parcourir ce même trajet à la campagne est plus long que celui que ressent le voyageur à l'observation des poteaux successifs: il est bien établi depuis FitzGerald-Lorentz (en 1892, 1899)-Einstein (1905)-Poincaré (1908) que l'évaluation du temps est relative au référentiel particulier de l'espace dans lequel on se déplace (lire à ce sujet l'étude historique détaillée donnée au chapitre 10 de [21] ou bien l'exposé dans [18]). De là, écrit Einstein, vient que « la longueur d'une règle rigide qui se meut avec une vitesse v

dans le sens de sa longueur est égale à $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ mètre. »³³

Nous avons vu tout à l'heure que, sans qu'il y ait consensus, diverses notions de temps physique ont pu être avancées. Quel peut être alors le degré d'exactitude, si ce n'est même la signification, d'un temps annoncé dans certains articles, d'un par exemple « starting-age [évalué à] ($\sim 10^{-43}$ sec) » (cf le contenu de la note 28)? Des choix de l'échelle temporelle résultent différentes évaluations des vitesses d'évolution. Quelques conclusions avancées dans certains modèles de physique théorique pourraient alors n'être pas très convaincantes ...

Accélération : *La manière dont la vitesse change est appelée l'accélération*. Elle peut évidemment être positive si la vitesse augmente, ou négative dans le cas contraire. On retiendra que l'accélération est définie par le *même procédé pythagoricien* que celui employé pour évaluer la vitesse. On peut s'intéresser aussi à la manière dont l'accélération elle-même peut changer, et ainsi, indéfiniment a priori, selon le même procédé, établir des gradations dans les modalités des changements.

³³On pose selon l'habitude $\gamma = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

La position d'un mobile à l'instant t étant désignée par $x(t)$, la valeur de sa vitesse moyenne entre les instants t et $t + \Delta t$ est $\frac{x(t + \Delta t) - x(t)}{t + \Delta t - t} = \frac{\Delta x(t)}{\Delta t}$. Lorsque l'intervalle temporel Δt tend vers 0, la vitesse moyenne tend vers la vitesse instantanée $v(t)$ notée également $\frac{dx(t)}{dt}$.

On calcule de la même façon l'accélération $a(t) = \frac{dv(t)}{dt} = \frac{d \frac{dx(t)}{dt}}{dt} = \frac{d^2(x(t))}{dt^2}$

À un facteur d'échelle près, l'accélération $a(t)$ mesure la courbure de la trajectoire en $x(t)$. Ce fait géométrique a été largement exploité par Einstein dans sa théorie de la relativité.

IV. 3. 5 L'idée de simultanéité

Le regard immédiat porté sur notre environnement, la richesse de notre physiologie, permet de saisir la simultanéité de présence d'objets, qu'ils soient ou non en mouvement. Ce fait de simultanéité est tellement inscrit dans notre activité cérébrale, mentale, que nous n'y prenons pas garde, que l'on ne saisit pas l'importance de l'idée de simultanéité, des conséquences du fait que nous sommes capables d'enregistrer des simultanéités de présence et d'action.

Lorsque ils sont en mouvement, des objets peuvent se rencontrer: il y a alors simultanéité de lieu et de temps. En mouvement, les objets occupent en général des positions distinctes, plus ou moins éloignées les unes des autres. La reconnaissance de la simultanéité de présence et d'action en des lieux différentes est une difficulté qui s'est sans doute posée à la fin du 19^{ème} siècle. Après Lorentz, Einstein (par exemple [20]) l'a résolue brillamment: c'est aussi à travers la prise en compte de la notion de simultanéité qu'est née la théorie de la relativité.

IV. 4 Les effets d'un changement, seconds éléments de description d'un objet

En tant qu'objet, la description d'un changement φ de l'objet A relève des cinq caractéristiques générales qui apparaissent au chapitre II sur les objets.

Un tel changement a toujours une cause au moins: ce changement est exercé quelquefois par un seul objet B , plus généralement par une famille d'objets $\vec{F}(\varphi)$. Sa description, sa connaissance font évidemment partie des éléments nécessaires à la description de ce changement.

Définitions :

4.3 De manière plus précise, on dira qu'à partir de l'instant τ et pendant l'intervalle temporel Δt , l'objet B exerce un changement $\varphi_\tau(A)$ sur l'objet A situé dans l'environnement de B si, pendant cet intervalle, les valeurs associées aux propriétés $s_j(t)$ et $k_i(t)$ ne restent pas toutes constantes. On peut par exemple évaluer ce changement par les différences : $\varphi_\tau(A) = (\sum s_j(\tau + \Delta t) - s_j(\tau), \sum k_i(\tau + \Delta t) - k_i(\tau))$, ou par la différentielle de cette fonction.

4.4 Son intégrale par rapport au temps sera appelée le *potentiel de changement de A par B*.

4.4 Si les valeurs associées à une en particulier des propriétés $s_j(t)$ et $k_i(t)$ varient, on dira que B à l'instant t exerce sur A relativement à cette propriété notée π une force $f_{BA}(t, \pi)$, et que A est sensible en cet instant à la présence et à l'action de B relativement à cette propriété. On notera par $F_t(B, A)$ l'ensemble des forces que B peut exercer sur A à l'instant t .

4.5 Tous les objets situés dans l'environnement de B et porteurs de cette propriété sont a priori plus ou moins sensibles à la présence de B . On dira que B est *source d'un champ de forces* sur son environnement relativement à la propriété évoquée.

4.6 L'intégrale sur $\mathcal{D}^e(B(t))$, l'ensemble des objets situés dans l'environnement de B , des potentiels de changement de B évalués sur chacun de ces objets, sera alors le *potentiel d'action de B sur son environnement*.

Tenant compte des possibilités de variations de B , on peut encore élargir ces considérations en introduisant des mesures de probabilités.

Dans les lignes qui suivent est donné un exemple élémentaire d'évaluation d'une force dans le cadre très simplifié et physique d'un système matériel.

On supposera ici qu'il n'y a qu'un changement possible et que ce changement est purement spatial. Pour alléger les notations, on remplace ici $K_{i,A}$ par A et $K_{j,B}$ par B . On suppose que le bord

$\mathcal{B}_{(A)}$ à l'instant t du domaine occupé par A ne possède qu'un nombre fini de singularités, de sorte que le domaine de A en chacun de ses points non singuliers $p = (p_a = x, p_b = y, p_c = z)$ admet un espace tangent dont (a, b, c) sont les directions locales de référence.

On peut concevoir plusieurs façons de représenter le changement de A sous l'influence de B . Par exemple, $\varphi_{B,t}(p) = p(t)$ est le résultat du changement imprimé par B au bout du temps t en ce point initial p de A . On doit bien sûr prendre en compte, dans l'écriture complète de la fonction φ ,

tout le jeu des paramètres qui pèsent sur son comportement, représentant l'influence de tous les facteurs de l'environnement de B . Pour alléger l'écriture, on ne les fait pas apparaître dans la présentation de $\varphi_{B,t}$.

- On se place dans la situation où, pour une certaine valeur t_f de t , le changement a pris fin de sorte que p a été déplacé en p' : alors on convient d'écrire $\varphi_B(p) = p'$ et l'on décide de considérer le carré de la distance $|p - p'|$ comme une évaluation du travail local accompli pendant le changement considéré.
- Cette évolution locale est précisée par la valeur de l'opérateur différentiel

$$D = a D_a + b D_b + c D_c$$

de sorte que $D\varphi_{B,t}(p) = (a \partial x/\partial t + b \partial y/\partial t + c \partial z/\partial t)$ calculée au point $p(t)$.

Les *directions* (a, b, c) étant choisies de sorte qu'elles forment un repère orthogonal, le produit scalaire (pour cette métrique euclidienne) de l'opérateur D par lui-même a pour valeur:

$$D^2 = D_a^2 + D_b^2 + D_c^2$$

Appliqué à φ selon la règle de Heaviside,

$$D^2\varphi = (D_{\varphi,a}^2 = \partial^2 x/\partial t^2 + D_{\varphi,b}^2 = \partial^2 y/\partial t^2 + D_{\varphi,c}^2 = \partial^2 z/\partial t^2).$$

Pour comprendre la signification physique de cette expression, appelée le laplacien de φ , on peut revenir au cas simple introduit par Newton dans le cas d'une évolution dans un espace à une dimension: de manière intuitive physique, on saisit que l'accélération locale en x , la dérivée seconde $\partial^2 x/\partial t^2$, est causée par la présence de la force locale en x . La valeur de cette force étant proportionnelle à la valeur de l'accélération, le facteur de proportionnalité est tout simplement la masse m de l'objet accéléré.

Dans la mesure où la valeur de la masse est indépendante de la direction dans laquelle elle est évaluée, et de sa vitesse, $m D^2\varphi$ calculée en $p(t)$ donne une certaine évaluation de la force exercée en $p(t)$.

IV. 5 L'idée motrice fondamentale: l'idée-fille de stabilité

IV. 5. 1 Introduction

Au changement s'oppose le non-changement, l'absence de changement: il peut parfois paraître rigoureux. Aussi, les termes stabilité et stable n'apparaissent pratiquement jamais dans la littérature antique surtout au sens étendu où nous les entendons aujourd'hui. Le monde d'alors, physique et végétal, voire social, paraissait figé ou, dans son mouvement, sous-tendu par une périodicité immuable.

L'observation du changement qui affecte un objet introduit la notion de vitesse du changement, conduit à la recherche des causes qui modulent cette vitesse, fait apparaître les variations du comportement des différentes parties de l'objet, l'importance de ces variations, les manières dont elles parviennent même à modifier la structure de l'objet.

La maîtrise, notamment grâce aux mathématiques, de l'étude fine de ces changements qui s'opèrent dans les objets, du monde physique d'abord, a débouché sur l'émergence et l'emploi maintenant très répandu des termes stable et stabilité. Je n'en donnerai pas ici de définition rigoureuse, tant sont diverses les formulations que l'on en peut donner, qui tiennent compte des objets et des situations locales dans lesquels ils se trouvent placés.

C'est bien le développement de la représentation mathématique des propriétés et des événements du monde physique au cours des trois derniers siècles passés qui a attiré l'attention sur l'imprégnation du phénomène et donc sur l'importance de la notion, sur son universalité. L'emploi du terme s'est d'abord imposé dans tous les écrits en mathématiques et en physique dès la fin du 19^{ème} siècle. Et aucune des sciences d'aujourd'hui, aussi dures³⁴ ou aussi molles soient-elles, n'ignore ce concept, très nombreux sont les articles, de vulgarisation ou de spécialité, dans lesquels le concept et le terme apparaissent.

Un historique de la notion de stabilité dans le cadre scientifique a été retracé dans l'opus déjà cité **ES**. Le chapitre 3 de cet ouvrage, consacré à la stabilité, comporte un avant-propos faisant figure de résumé et dont voici, peu modifiées, les premières lignes:

« *There is scarcely any question in dynamics more important for Natural Philosophy than the stability or instability of motion.* Thomson & Tait ([38], p.346)

OBSERVATION PREMIÈRE 1 (OP1) : *Les objets n'existent que pour autant ils présentent des propriétés de stabilité.*

Le phénomène universel de la mise en place de la stabilité est encore mal compris.

De manière un peu caricaturale et dans le monde physique, la stabilité se présente sous deux formes, l'une absolue, l'autre relative.

L'invariabilité caractérise la forme absolue de la stabilité. Elle a, de tout temps, été prise en considération: dans toutes les religions, la déité est impérissable. Dans le monde physique, l'invariabilité s'exprime à travers l'énoncé de lois universelles, de principes de conservation. Dans le monde symbolique, notamment des mathématiques, elle se traduit d'abord par la recherche et par la mise en exergue d'invariants divers, associés à des énoncés partout vrais.

³⁴ Issu des théories physiques, le contenu de la mathématique reflète celui des plus grandes de nos avancées dans la représentation et dans la compréhension du monde. On notera alors le poids de la notion de stabilité présente dans les plus récents progrès de la science. Ainsi par exemple, deux exposés des séminaires Betty B.(ourbaki) et N.(icolas) Bourbaki, respectivement des 22 et 23 Juin 2018, traitent de la « Stabilité des fibrés vectoriels » et de la notion de stabilité dans les catégories triangulées (in « Conditions de stabilité et géométrie birationnelle »).

La stabilité au sens ordinaire est la forme relative de cette notion. Elle intéresse l'humanité à travers l'avenir du système solaire, sur lequel on a commencé à se pencher au dix-huitième siècle. Les progrès de l'astronomie et dans la recherche des causes des mouvements conduisent à effacer de l'esprit la croyance en un monde rigide, fixe, immuable. Dans ce cadre, Lagrange entreprend le premier un examen assez général des conditions analytiques de stabilité. Ces conditions seront pleinement développées par Liapounoff à la fin du dix-neuvième siècle, raffinées par la suite, surtout après les apports de Poincaré. Si au départ, on traite de la stabilité de position, celle des points singuliers, des points d'équilibre, on en vient rapidement à examiner la stabilité de trajectoires et d'ensembles de trajectoires, d'objets formels : on débouche alors sur la notion de stabilité structurelle introduite en 1937.

L'étude de la stabilité relative dans le monde symbolique des mathématiques se développe également à la fin du dix-neuvième siècle, lorsque apparaissent des propriétés qui ne sont que presque partout vraies. Ce chemin de la pensée conduit à la définition récente de la notion de prévalence.

La présence de symétries est l'une des manifestations extérieures de la stabilité, parmi les plus visibles. Chaque objet possède des jeux de symétrie interne plus ou moins extériorisés. Les transformations qui respectent des symétries forment des ensembles auxquels on a donné le nom de groupes. Ces groupes sont différents selon le régime de symétries qu'ils représentent. Passer d'un groupe à un autre, par bifurcation selon les uns, par brisure de symétrie selon les autres, peut refléter un changement de nature. Les physiciens utilisent ce langage pour décrire l'univers des particules.

Ces études font apparaître un certain nombre de concepts importants inséparables de celui de stabilité : singularité, extrémalité, bifurcation ... » sur lesquels nous reviendrons plus loin.

IV. 5. 2 Le Principe de Platon³⁵

Et pourtant, comme nous l'allons voir, Platon est le premier philosophe connu pour avoir énoncé un énoncé dans lequel la notion de stabilité est présente, de manière essentielle, fondamentale.

Voici ce que dit Platon dans le **Banquet** :

Car c'est encore ici, comme précédemment, le même principe d'après lequel la nature mortelle cherche toujours, autant qu'elle le peut, la perpétuité et l'immortalité, mais elle ne le peut que par la génération (Banquet 207 d).

³⁵ Ce paragraphe V.5.2 ainsi que les suivants jusqu'au paragraphe V.2.5 sont largement repris de mon article [Stabilité, émotions et métaphysique](https://scriptaphilosophiaenaturalis.file.wordpress.com/2019/07/c.p.-bruter-stabilitc3a9-c3aemotions-et-mc3a9taphysique.pdf) Scripta Philosophiae Naturalis, **16**, Juillet-Décembre, 2019, pp. 39-60. (<https://scriptaphilosophiaenaturalis.file.wordpress.com/2019/07/c.p.-bruter-stabilitc3a9-c3aemotions-et-mc3a9taphysique.pdf>)

On notera que c'est la seule fois dans tous ses écrits que Platon évoque explicitement ce principe. La manière dont il l'exprime suggère que c'est pour lui une sorte de banalité bien connue. Il ne l'envisage que pour la nature qualifiée de mortelle, ce qui sous-sous-entend qu'il n'en voit pas la signification pour le monde physique qui, à son époque, est vu comme immuable dans sa structure et au cours du temps.

Il a fallu attendre le 17^{ième} siècle pour voir à nouveau apparaître ce principe sous la plume d'un philosophe, et pas n'importe lequel. Dans son ouvrage rédigé en 1663 et intitulé **Les principes de la philosophie de Descartes** [36], Spinoza énonce cette proposition, la XIV-ième:

« Chaque chose, en tant qu'elle est simple et indivise, et qu'on la considère seulement en elle-même, persévère toujours, autant qu'il est en elle, dans le même état. »

Une proposition à son époque peu originale puisqu'il ajoute aussitôt: *« Cette proposition est tenue par beaucoup pour un Axiome; nous la démontrerons cependant. »*

Peu originale en effet: ainsi Leibniz écrit dans ses **Animadversiones in partem generalem Principiorum Cartesianorum** [27] rédigées en 1692, à propos des articles 37 et 38 de Descartes, *« C'est une loi très vraie et incontestable de la nature, que chaque chose demeure dans le même état, en tant qu'elle ne dépend que d'elle-même, loi connue de Galilée, de Gassendi et de beaucoup d'autres. »*³⁶

Voici ce que Spinoza nomme sa « démonstration » :

« Comme nulle chose n'est dans un certain état sinon par le seul concours de Dieu (par la proposition 12, partie I) et que Dieu est constant au suprême degré dans ses œuvres (par le corollaire de la proposition 20, partie I) si nous n'avons égard à nulles causes extérieures, mais considérons une chose en elle seule, il faudra affirmer qu'autant qu'il est en elle, elle persévère toujours dans l'état où elle est. »

³⁶ Parmi ces beaucoup d'autres figure sans doute Thomas Hobbes. Il révèle dans son maître-ouvrage, *Léviathan* [23], paru en 1651, non point la formulation de cette « doctrine », mais son imprégnation aussi discrète que profonde au sein de la société humaine. Dans son chapitre XIV, où il énonce ce qu'il considère comme les deux premières lois naturelles, il écrit:

« LE DROIT DE NATURE, ..., est la liberté qu'à chacun d'user comme il le veut de son pouvoir propre, pour le préservation de sa propre nature ... ».

Et dans le chapitre XVII, consacré aux causes de la génération de de la définition de la république, il reprend:

« La cause finale, le but, le dessein, que poursuivent les hommes, eux qui par nature aiment la liberté et l'empire exercé sur autrui, ..., c'est le souci de pourvoir à leur propre préservation ... »

On ne trouve point, certes, dans ces lignes, la généralité à laquelle Spinoza parviendra seulement 7 ans plus tard.

Cette « démonstration », inacceptable aujourd'hui en tant que telle, introduisant cette nuance « si nous n'avons égard à nulles causes extérieures », permet de préciser un peu l'énoncé de la proposition. Qu'entendait par ailleurs Spinoza par « chose »: la « res » de Lucrèce ? Et par « chose simple », « indivise » ?

La formulation de Spinoza est à la fois plus générale que celle de Platon parce qu'il ne s'en tient pas à la seule « nature mortelle », mais peut-être moins affinée dans la mesure où n'apparaît pas la signification du phénomène de génération mentionné par Platon.

Quatorze ans après la rédaction des « Principes » précédents, en 1677 donc, Spinoza rédige l'**Ethique**. Peut-être a-t-il lu ou relu Platon pendant cette période. Dans la troisième partie de ce livre, il y énonce une seconde formulation sous la forme de la proposition VI, une formulation beaucoup plus sobre, mais en un certain sens plus aboutie:

Chaque chose, autant qu'il est en elle, s'efforce de persévérer dans son être.

On notera le progrès accompli par Spinoza entre les deux formulations, celle 1763 et celle de 1677. Spinoza dit « *persévère toujours* » dans la première formulation, et « *s'efforce de persévérer* » dans la seconde. Il a rejoint la formulation plus réaliste du profond Platon.

Là encore, dans sa « démonstration » tautologique, Spinoza se réfère à son Dieu, et, au fond, l'une des propriétés principales de ce Dieu est son immanence, c'est-à-dire la forme extrême de la stabilité.

Chez Spinoza, n'apparaît nulle part l'emploi des termes stable ou stabilité. Il s'approche pourtant du concept en évoquant mentionnant dans quelques scolies les efforts accomplis pour persévérer. Lorsque nous employons ces termes, nous n'entendons pas la forme extrême et rigide de la stabilité caractérisée par l'invariance spatio-temporelle, celle du Dieu spinoziste. Nous savons prudemment et par expérience que la stabilité peut se présenter, se décliner en des degrés a priori infinis.

IV. 5. 3 Autres incarnations de l'idée centrale

Dans quelle mesure les énoncés de Platon et de Spinoza ont-ils trouvé des échos auprès des philosophes des siècles suivants, sous quelles formes ont-ils pu apparaître ?

À la fin du 18^{ème} siècle, avec les grands naturalistes (comme par exemple Buffon, Lamarck, Darwin), liée à celle de stabilité, la notion d'évolution s'inscrit

dans l'esprit des savants: les philosophes vont également l'introduire dans leurs écrits.

Mais c'est seulement l'évolution du monde organique qui fera alors l'objet de leurs propos. Les auteurs les plus significatifs en la matière sont Arthur Schopenhauer, Friedrich Nietzsche et Georg Simmel. Ils introduisent des principes actifs de cette évolution.

Le premier, Schopenhauer, introduit dans son traité de 1818 intitulé **Le Monde comme volonté et comme représentation** [33], chez le vivant, une notion transcendante qu'il nomme la « volonté »: « *la volonté seule a la permanence, mais est-ce aussi à elle seule qu'importe la permanence, car elle est volonté de vivre* », ou encore, « *la volonté qui fonde chaque phénomène individuel, sans dépendre de rien qui repose sur des déterminations temporelles, est par conséquent impérissable* ».

La volonté de vivre de Schopenhauer engendrera chez Nietzsche celle la puissance (de l'esprit). La « volonté » de Schopenhauer correspond à ce que Simmel appelle, exactement un siècle plus tard, en 1918, dans ce bel ouvrage³⁷ traduit en français sous le titre de **Intuition de la vie** [34], « *une dynamique de la vie qui tisse notre réalité en elle-même ainsi qu'avec la réalité du monde* », une « *vie [ressentie] comme perpétuellement évolutive* ». Simmel évoque à plusieurs reprises « *le souffle de la vie* » qui impose au vivant « *un devoir-être* ». A travers ce devoir-être, « *l'individu fait ici l'expérience de la déterminabilité la plus profonde de son être* ».

Cette « volonté », ce « souffle de la vie » qui prend la forme du « devoir-être » sont des données qui ne ressortent pas encore de la physique. Ce sont des principes métaphysiques opérant sur l'organique, sur la vie.

Nul n'est besoin d'évoquer un personnage religieux pour présenter, comme l'avait fait Spinoza, cette extension à l'ensemble des objets et phénomènes de l'univers, de l'observation du comportement des objets du monde vivant, ses individus comme ses sociétés:

PRINCIPE DE PLATON : *Tout objet s'efforce de persévérer dans son « Moi » à travers l'espace et à travers le temps.*

En d'autres termes, en un langage plus moderne mais moins détaillé :

Tout objet s'efforce de maintenir sa stabilité spatio-temporelle

La validation de cet énoncé dans le monde physique est triviale.

Je ne sais pas donner une description satisfaisante de ce que je nomme le « Moi », terme que je pourrai remplacer par « Identité ».

³⁷ Il contient notamment une très belle réflexion sur la conscience de soi, sur la nature du « Moi ».

Ce «Moi » est un vu comme un invariant fondamental de tout objet. Il s'agit d'un moi de type jungien, et que Jung n'a nullement défini de manière précise. Il est lié à la constitution de l'objet, à ses propriétés matérielles éventuelles, dépendantes alors de la physique, de la chimie, du biochimique qui participent à son existence, à un jeu très complexe de forces, internes et/ou qui peuvent agir sur l'environnement. Ce jeu de forces correspond sans doute en grande partie à ce que Leibniz désignait par l'« âme » de l'objet, objet qu'il aurait alors qualifié de monade.

On va proposer ici une définition de ce « Moi », sans aucun doute très insuffisante, sous la forme d'une caractérisation locale, elle appelle toutefois à divers développements qui seront abordés plus tard.

Définition 4.7: On appellera « *Moi local* » d'un objet l'ensemble des fonctions qu'il est capable spontanément de remplir en un instant donné.

Selon cette définition, un robinet, par la fonction qu'il remplit, possède un moi ; certes, il peut modifier sa forme selon les changements de température, mais sa fonction est de moduler le débit d'eau. On notera qu'il ne saurait le faire a priori par lui-même. Il ne saurait avoir de conscience potentielle.

Cette extension, que je prends donc comme principe et que j'appelle le *principe de Platon*³⁸ [12], doit être considérée comme l'énoncé d'une hypothèse³⁹, laquelle est une source de réflexions, un guide pour l'exploration et la mise en forme des observations. Elle entend, rappelons-le, concerner la totalité des objets de la Nature, individuels comme collectifs.

IV. 5. 4 L'intérêt du concept de stabilité et de l'emploi de ce terme

³⁸ La raison pour laquelle j'adosse à Platon l'énoncé de ce principe est que Platon a été, à ma connaissance, le premier auteur à l'avoir énoncé explicitement. Certes dans un cadre restreint, mais les philosophes suivants ont pu être assez imprégnés de ce premier énoncé pour comprendre qu'il pouvait être étendu à d'autres situations. En mathématiques, est un énoncé que nous appelons le théorème Fermat, même s'il a été démontré trois siècles plus tard par un petit collectif d'autres mathématiciens. Pour être complet, il aurait fallu donner à la suite de Fermat, les noms de tous ceux qui ont particulièrement contribué à la démonstration. Dans cet esprit, j'aurais pu proposer Principe de Platon-Spinoza. Cela dit, comme l'un et l'autre le reconnaissent, ils n'étaient pas les seuls à penser la même chose: cf par exemple la citation de Leibniz (page 25).

³⁹ On notera que l'emploi de cette hypothèse va dans le sens de la démarche explicative suggérée par Jean Perrin, prix Nobel de Physique en 1926, dans la Préface à son livre fort lu *Les Atomes* (paru en 1913): « *expliquer du visible compliqué par de l'invisible simple* ». Un point de vue moderne, faisant appel aux mêmes termes que celui, plus commun, d'Anaxagore : « *ce qui est visible ouvre nos regards sur l'invisible* », et proche de celui d'Héraclite : « *L'harmonie invisible vaut mieux que celle qui est visible* ».

Vers les années 1550, on a commencé à employer le terme de stabilité dans un contexte de nature physique et non pas de nature psychologique. Nous avons noté son absence chez Spinoza et chez les philosophes de son temps. Il s'est imposé dans tous les écrits en mathématiques et en physique dès la fin du 19ème siècle.

Il est doté d'une connotation souple et fournie: quand on parle de la stabilité d'un objet, d'un processus, la tendance naturelle est d'en considérer l'aspect local, on sous-entend la richesse des éléments qui concourent à assurer cette stabilité, la possibilité de petites déformations de certains au moins de ces éléments sans que ne soient atteintes les structures fondamentales et les propriétés essentielles, notamment fonctionnelles de l'objet ou du processus.

De ce fait, sa présence dans notre système de pensée agit comme une sorte de stimulant implicite à la recherche, à l'analyse et à la maîtrise de tous les facteurs susceptibles d'affecter la structure et le comportement des objets et des processus. Il invite donc à réfléchir à nouveau sur les manifestations de la stabilité, leurs représentations.

Le principe de Platon présente de ce fait un caractère opérationnel

Facteur subtil du progrès de la connaissance, on observera son imprégnation récente mais de plus en plus marquée, sa présence dans bien des écrits actuels et dans toutes les disciplines. Il s'agit là non d'un effet de mode mais d'un mouvement de fond qui révèle la pertinence du concept.

IV. 5. 5 Le Principe de Platon est-il bien fondé ?

La généralité de l'énoncé du principe de Platon est telle qu'elle peut laisser plus d'un dubitatif sur sa qualité véridique. Elle fait débat. Le fait est que, d'une part, aucune exception ne semble se dégager du fait qu'il relate, et d'autre part nombreux sont les observateurs, et non des moindres, qui acceptent et même en affirment sa généralité. Comme par exemple Albert Camus, le seul auteur récent que je connaisse à avoir dévoilé avec autant de clarté la permanence du principe de stabilité. Ici quelques citations empruntées à l'opuscule publié par Gallimard sous le titre de **L'Été** [15] :

« Il y a ainsi une volonté de vivre sans rien refuser de la vie qui est la vertu que j'honore le plus en ce monde. »

« Tout ce qui est périssable désire durer ». Mais il ajoute aussitôt : « Disons donc que tout veut durer ». Sa pensée allait-elle réellement aussi loin que celle de Spinoza ? Veut-il dire vraiment que « tout objet s'efforce ... » ?

Ce souci notamment humain de durer, il l'affirme d'une façon moins directe: « Mais il y a dans chaque homme un instinct profond qui n'est ni celui de la destruction ni celui de la création ».

Il montre également la généralité du phénomène, en en donnant une illustration

dans un domaine où l'on ne l'attendrait pas: « La médiocrité, dit-il, désabusé, veut durer par tous les moyens, y compris le bronze ».

On est donc conduit à admettre la justesse de la généralité d'incarnation du concept de stabilité, et, si l'on tient à quelque prudence, à se contenter de la prendre pour une hypothèse de travail acceptable.

Pour étayer ces propos, je voudrais d'abord rapprocher son énoncé de celui de Spinoza, la proposition VI citée précédemment. Spinoza dit « Chaque chose ». Emploierait-il le terme *res* dans la même acception que Lucrèce, on peut en faire l'hypothèse. Il aurait alors compris et utilisé *chose, res*, dans un sens voisin de celui déjà évoqué et décrit par Pierre Vesperini.

Ma formulation présente l'avantage, sur celle de Spinoza, d'être plus générale, en ce sens que, par l'emploi du terme et donc de la notion de stabilité, elle inclue immédiatement, quoique de manière implicite, la présence des éléments environnementaux éventuellement déstabilisateurs, éventuellement hostiles et destructeurs de la stabilité, de la « persévérance ». Le verbe « s'efforce de » par ailleurs signifie clairement que la partie n'est pas toujours gagnée.

Le principe affirme que tout objet, au sein de son environnement, entend préserver sa stabilité spatio-temporelle. On retrouve ici Schopenhauer et Simmel à travers leur emploi anthropomorphique du terme volonté par exemple. Qui dit « entend » ne vaut pas mieux a priori que « s'efforce »; cependant « entend » suggère l'existence d'une sorte de capacité peut-être mesurable de décision sous-jacente, pour le moins potentielle.

En conséquence et dans l'immédiat, tout mouvement, tous les actes apportant des éléments qui pourront renforcer la stabilité seront a priori les bienvenus si ce n'est recherchés. La question qui se posera alors sera celle de la détection et de l'évaluation éventuelle de cette stabilité.

Une dernière remarque sur la notion de persévérance dont une forme d'incarnation majeure est la stabilité, et qui imprégnerait tous les objets de l'univers. On pourrait l'interpréter comme la manifestation de l'effet d'une sorte de champ universel, tout comme existe un champ de gravitation ou un champ électromagnétique. Cette manière de voir est sans doute anthropocentrique. Le terme persévérance est un terme linguistique au caractère ici synthétique: il annonce et en même temps traduit la réalisation effective d'une stabilisation globale. La réalisation de la stabilité est un phénomène spontané dans le domaine de la physique fondamentale. Elle se propage et se déploie dans les différents étages et niveaux de l'organique par la création de mécanismes de régulation locaux de plus en plus complexes au fur et à mesure que l'on monte dans les étages. Le chemin dynamique qui accompagne le parcours de la chaîne des stabilités locales dont on aperçoit seulement la résultante s'afficherait sous le couvert du terme général persévérance.

Avant de montrer par des exemples le pouvoir explicatif du principe de Platon, d'illustrer l'importance des petites-filles de l'idée-mère de changement, nous les avons croisées, ce sont la singularité, la bifurcation et l'extrémalité, une autre idée-mère importante doit d'abord être introduite, celle d'énergie.

IV. 6 Les mouvements stables

Le changement dans la Nature prend la forme de ce que nous nommons un déploiement, un enrichissement de propriétés nouvelles. Nous allons décrire ici une manière de déploiement du mouvement, le début d'une phylogénie du mouvement.

L'absence de mouvement est le propre de la stabilité absolue. On représente ce mouvement absent mais parfait par cette figure dotée d'une ubiquité quasi infinie, le point. On le note ici T^0 . On l'appelle un tore de dimension 0.

Nous allons ici déployer le point immobile en une infinité de points mobiles.

Leur trajectoire sera la figure parfaite du cercle, et leur mouvement est appelée la rotation. Elle est caractérisée par cette propriété ici de stabilité géographique fondamentale:

Propriété première de la rotation: Elle est celle d'un mouvement stable en ce sens qu'il s'agit d'un mouvement qui, partant d'un lieu, y retourne⁴⁰.

On adoptera donc cette définition générale de la rotation, elle n'a nullement besoin de s'accomplir dans un plan:

Définition 4.8: On appellera *rotation* tout mouvement qui partant d'un lieu, d'une situation originelle, y retourne. On la qualifiera aussi de mouvement de « *va-et-revient* », de mouvement *cyclique*.

Revenons au cercle qui appartient à la famille des tores, tout comme le point T^0 . Le cercle de rayon non nul conserve une part de la perfection du point, et en est le premier déploiement. Ce cercle est ici noté T^1 . On change de dénomination et on l'appelle un tore de dimension 1.

Ce cercle peut être dessiné sur une feuille rigoureusement plane. Comment s'est opéré le déploiement du point en un cercle ? À l'aide translations. La translation du point le déplace en un autre point. Le cercle T^1 apparaît alors comme le résultat de translations dans toutes les directions de ce point fixe initial T^0 comme le centre du cercle.

⁴⁰Cette propriété a donné naissance aux notions mathématiques de lacet, de groupe d'homotopie, etc

Ce tore T^1 va se déployer à son tour, par le même procédé stable qui a donné naissance au cercle. De chaque point T^0_i de ce cercle émerge à nouveau dans l'espace ordinaire des translations, une infinité de translations qui créent un nouveau cercle T^1_i . C'est l'ensemble de ces nouveaux cercles que l'on va appeler un tore de dimension 2, T^2 , matérialisé par exemple par une bouée de sauvetage, et que l'on voit en construction au début de cette vidéo:

<http://arpam.free.fr/Tore%20SGH.mov>

On peut étirer indéfiniment un tel tore, de sorte que, localement, il apparaît comme une portion d'un tube rectiligne sans fin visible, un cylindre droit à base circulaire. On enroule sur ce cylindre en verre fin, transparent, de manière bien régulière, une corde, un fil noir. On illumine la totalité de l'objet par un faisceau de lumière aux rayons parallèles, et l'on observe l'ombre du fil sur un écran. A vitesse constante, sur le fil noir, se promène un délicat photon rouge: animé par le mouvement de rotation, il ondule et ondule de manière parfaitement régulière le long du cylindre. Son image sur l'écran décrit une sinusoïde de toute beauté. Ainsi évoque-t-on le phénomène ondulatoire éminemment stable inscrit au plus profond du monde physique.

CHAPITRE V

L'IDÉE-MÈRE D'ÉNERGIE

UNE DE SES IDÉES-FILLES: LE CHAMP DE FORCES

Ce monde qui est le même pour tous,
Aucun des dieux ou des hommes ne l'a fait
Mais il a toujours été et il sera toujours
Un feu éternellement vivant,
Qui s'allume avec mesure et s'éteint avec mesure

Héraclite l'Obscur

Toutes choses sont un échange pour du Feu
Et le Feu pour toutes choses

Héraclite l'Obscur

Car vraiment l'Amour et la Haine étaient
avant les temps; et ils seront; et jamais, à ce que je crois, le temps infini
ne sera vide de ce couple

Empédocle d'Agrigente

V. 1 L'idée mère d'Énergie

Dans le panthéon des idées, l'énergie et la stabilité occupent une position centrale. Ils forment un couple inséparable. Si l'énergie semble se rapporter davantage au contenu de l'espace, à la substance, au constituant matériel de l'objet, la stabilité paraît se rapporter plus à la durée. La stabilité possède la vertu d'être un principe dynamisant et organisateur. Platon, qui célébrait l'harmonie révélée par la proportion, aimait pratiquer ce mode de formulation: la stabilité est à l'énergie ce que l'éthique est à la société.

L'énergie a beau être impalpable, le concept devient opératoire à travers les symbolismes qui la représentent. Un symbolisme peut avoir une signification globale, comme par exemple la lettre **E**. Il acquiert un statut local et précis lorsqu'il se différencie et prend en particulier la forme du nombre.

Pas davantage que la force, personne n'a vu davantage cette entité abstraite qu'on appelle un nombre. Etant donc lui-même une représentation abstraite, il ne figure au niveau du concret que sous la forme également de représentations, de dessins faisant partie de la catégorie des symboles, différents selon les civilisations. L'important est la sémantique qui lui est attachée. Si l'on se place du point de vue de l'inanimé qui, naturellement, a été le premier à être pris en considération, un nombre est en premier lieu un indicateur de présence spatiale et donc d'existence. Il peut désigner la position au sein d'un ensemble susceptible d'être ordonné. Il peut aussi représenter la quantité : il se rapporte alors à une qualité ou à un objet présents. Si l'on se place du point de vue de l'animé, un point de vue encore souvent négligé, *le nombre représente une transformation* accomplie dans un espace donné (d'abord spatiale comme par exemple une translation ou une rotation accompagnée d'une dilatation, en bref comme une similitude). Le nombre représente alors une qualité potentielle. Ce double statut, présent et potentiel, figure dans l'énergie : trois siècles de réflexion et d'expérimentation seront nécessaires avant qu'on ne parvienne à le mettre en évidence.

L'**Energie** semble être une des idées-mères à la fois parmi les plus obscures et les plus dotées de potentiel d'incarnation. Je renvoie ici à l'historique de la naissance et du développement de cette notion, exposé dans **ES**: il est sans doute à amender et à enrichir. Aucune allusion par exemple n'y est faite aux sentiments de puissance et d'humilité qu'inspirent à tous les hommes les multiples phénomènes de la Nature dans sa complétude, généralement ressentie comme un tout in fine cohérent.

On peut concevoir que, dans une certaine mesure, les scientifiques ont substitué à la notion de « dieu » et aux termes lui correspondant celle d'énergie qu'ils désignent souvent par le symbole **E**. L'énergie se déploie à travers la nature tout entière, dans tout son contenu, y prenant les formes et les manifestations les plus diverses et inattendues⁴¹. De manière allégorique et plaisante, elle réunit tous les pouvoirs que possédaient les dieux des panthéons antiques.

C'est la physique théorique, c'est-à-dire l'étude, la représentation symbolique des événements qui se produisent dans ce règne, qui a donné à la notion d'énergie son statut moderne. C'est dans ce domaine qu'elle a acquise son effectivité la plus

⁴¹ Je ne fais pas ici la distinction entre les multiples incarnations de l'énergie... L'une de ces incarnations, dénommée « noire » par les astrophysiciens, serait responsable de l'expansion constatée de l'univers accessible par nos moyens de détection. Selon les dernières estimations, l'énergie noire serait en proportion de 68% dans l'univers, contribuant à son expansion.

convaincante et la plus immédiatement utilitaire. On notera, en physique, que sa formulation désigne une *entité globale* (sous la forme en général d'un lagrangien, d'un hamiltonien, ou bien d'une intégrale) dont on peut localiser les comportements et les effets, et que cette formulation contient en général un terme représentant une énergie potentielle, de nature peut-être hypothétique et parfois mal définie sur plan physique. On notera aussi, avec étonnement, que ce sont les mêmes expressions symboliques associés aux mêmes concepts physiques qui sont employées pour décrire et expliquer les comportements locaux tant dans l'infiniment grand que dans l'infiniment petit. Elles reflètent la manière stable dont l'univers est structuré.

C'est principalement par l'intermédiaire d'une forme d'analogie de comportement, analogie rarement explicite, que l'emploi du terme énergie s'est infiltré et imposé dans la description de tous les autres règnes, leur contenu, leur développement, leurs interactions. Les capacités potentielles implicitement attribuées, conférées, à une énergie lui confèrent un pouvoir prédictif attirant, et contribuent sans doute au succès psychologique et sémantique de cette entéléchie, de cette idée-première, de cette idée-matricielle, aux potentialités génératrices.

En conclusion de cette entrée en matière, je reprendrai ici le résumé du chapitre consacré à l'énergie, qui figure dans **ES**:

« L'énergie est une donnée invisible que possèderaient tous les objets, et dont les physiciens ont affirmé l'invariance. On suivra, dans le chapitre, l'évolution des intuitions, des idées, des observations et des réflexions qui ont conduit à préciser cette notion.

L'étude des changements dans le monde physique, ses transformations, a été le vecteur clé de ce processus. On a commencé par étudier les transformations les plus évidentes, celles liées au simple transport spatial des corps : les mouvements, leurs causes, ou au contraire ce qui assure l'absence de mouvement par l'équilibre, sont les sujets d'étude sur lesquels se pencheront, entre autres, Aristote dans l'antiquité, Archimède, Buridan, Oresme, Galilée, Huygens, Newton, et Lagrange au dix-huitième siècle. On assiste, au cours des siècles, à la montée de la formalisation : du discours littéraire, on passe à la représentation géométrique, support actif du raisonnement, puis, dans les derniers temps, à la représentation symbolique dans laquelle l'outil mathématique très employé est l'analyse, qui traduit la géométrie dans le nombre.

A partir du dix-neuvième siècle, ce sont les transformations entre les différents modes d'expression du monde physique qui sont étudiées : on s'efforce de les

représenter en faisant appel aux méthodes et avec les outils déjà éprouvés dans l'étude des déplacements des corps dans l'espace usuel. Les transformations de la chaleur en d'autres formes physiques ont tenu une grande place dans cette évolution.

Si, de tout temps, les hommes ont affirmé la pérennité globale de l'univers, c'est par l'étude locale des phénomènes de conservation qu'ils sont parvenus à démontrer ou à affirmer des énoncés généraux, parfois susceptibles d'une représentation mathématique précise. La conservation possible de l'*impetus*, de la quantité de mouvement, de l'énergie cinétique, du travail, de la puissance, qui sont des notions locales, définies et étudiées d'abord dans le cadre des déplacements spatiaux, débouche, autour des années 1840, sur la création de cette notion globale invariante, l'énergie.

Son expression sous la forme ramassée d'un lagrangien ou d'un hamiltonien, ou de l'action associée à ce lagrangien, est une donnée première pour l'étude, la compréhension et la description du monde physique. Son extension opératoire dans les autres domaines de la science reste un souhait, largement partagé. »

V. 2 Incarnations trans-spatiales : forces et champ de forces

V. 2. 1 L'idée proprement scientifique de force ne daterait que du seizième siècle. On en trouve mention chez Simon Stevin (qui introduit le parallélogramme des forces) et chez Képler. En 1595, celui-ci écrit par exemple qu'on peut remplacer « *anima* » par « *vim* ». *Vim* est l'accusatif de *vis*, mot latin que l'on traduit selon le contexte et entre autres par « force, puissance, énergie » (cf le grand dictionnaire latin accessible sur internet). La notion de force a pour origine la conceptualisation de la notion d'effort exercé par un objet sur un autre pour parvenir à une déformation plus ou moins profonde de ce dernier, de son environnement (notamment sa position spatio-temporelle), une vision initialement mécaniste des interactions entre objets.

V. 2. 2 Dans le domaine de la physique classique du monde matériel, les objets étant observés en mouvement, la force f est ce qui va entretenir et/ou modifier le mouvement : *elle est donc localement en partie caractérisée* par une modification éventuelle de la vitesse de l'objet, autrement dit *par son accélération a_f qu'elle soit nulle, positive ou négative.*

L'entretien du mouvement de l'objet dépend notamment des caractéristiques propres du milieu (comme la permittivité, etc...) et de l'objet dans lequel celui-ci évolue.

De manière implicite et intuitive, la force apparaît comme le résultat d'une *forme de déploiement* de l'énergie. C'est dans le domaine restreint de la physique classique et de sa formalisation que le lien entre énergie et force est établi avec assez de clarté. On passe de l'énergie à la force par une opération de dérivation, de la force à l'énergie par une opération d'intégration: dans ce contexte, la force est l'expression d'une action locale de l'énergie, de l'objet considéré comme une quantité d'énergie.

Une définition opérationnelle de la notion de force a été introduite à la fin du précédent chapitre. Les définitions qui suivent la complètent.

Définitions V :

V.1 On dira qu'un objet O , localisé dans l'espace-temps, est soumis une *force locale* f si on peut observer, sur une durée brève mais qui peut se prolonger éventuellement sans limite, une modification dans la localisation, dans la forme, dans la structure interne de l'objet.

V.2 La totalité des forces de même nature qui s'exercent dans l'espace-temps sera appelée un *champ de forces global*.

Les exemples de champs de forces sont sans doute infinis, dans la mesure où tout objet est susceptible de créer autour de lui des changements, des mouvements.

Il y a bien sûr les champs de forces physiques traditionnels⁴² appelés jagues, mais prenons un homme politique haranguant la foule, ou le tableau devant lequel un public s'extasie, ou la molécule d'ADN dans un environnement particulier. Dressons l'inventaire des réactions possibles du public plus ou moins à l'écoute de l'orateur O , plus ou moins charismatique et dont on évoque le « pouvoir » (cf Aristote, Cicéron, etc): la liste des « forces » qu'il est susceptible d'exercer est longue à travers les nuances sous lesquelles se présentent les forces élémentaires de persuasion, d'attraction ou de rejet. L'orateur est ainsi à l'origine d'un certain nombre de champs de forces, formant un *complexe de forces*, $C_j(O)$.

La Nature est ainsi tapissée d'objets-champs de forces qui toutes ont le pouvoir de façonner leur environnement, avec plus ou moins de vigueur, d'intensité, et d'étendue spatio-temporelle.

⁴² Elles (électro-magnétique, forte, faible) sont unifiées au sein d'une théorie maintenant classique. La gravité ou, de manière plus précise l'accélération gravitationnelle, n'étant pas une force, n'en fait pas partie. Une théorie unifiée repose sur un concept commun: ce pourrait être l'accélération. Il ne semble pas qu'elle ait été prise en considération dans l'étude des forces fortes et faibles. Son caractère très local ne facilite pas sans doute son évaluation précise en toute circonstance.

Sur la base de phénomènes physiques récemment découverts et inexpliqués, certains physiciens envisagent la possibilité qu'existent d'autres types de champs de forces.

Définition V. 3: On appellera domaine d'action $D(C_j)$ d'un objet champ de forces C_j le domaine de l'espace-temps sur lequel on peut localiser ses effets.

La reconnaissance du lieu où ces effets sont produits s'effectue par des objets qui sont sensibles à ces effets de manière soit directe soit indirecte. Par manière directe, il faut entendre que l'objet par lequel advient cette reconnaissance est lui-même source du même champ de forces que l'objet O. De manière générale,

OBSERVATION PREMIÈRE 2 (OP2) : Des actions de ces champs peuvent se superposer en les mêmes étendues locales.

Se pose naturellement la question vaste de la classification de ces forces, par exemple de manière générale, selon le lieu ou la nature de la source, la nature et l'objet de leurs effets ou, de façon plus particulière, la classification des forces provenant de mêmes lieux et de mêmes sources et ayant des effets semblables. Se pose également la question, liée à leur nature et à leur origine, de la représentation des forces - on connaît l'obstruction qu'introduit la gravité à l'unification dans un même moule des forces fondamentales du monde physique.

Il est toutefois remarquable que l'on puisse, par la simple considération spatiale de leur effets cinématiques, les ranger en deux classes seulement. Les actions des forces conduisent en effet à des mouvements archétypes *et symétriques* soit d'éloignement ou au contraire de rapprochement. On soulignera l'universalité de ce fait, et donc sa stabilité fondamentale, sous la forme de l'

OBSERVATION PREMIÈRE 3 (OP3) : Les mouvements archétypes sont le fait de deux types de forces antagonistes, les forces de répulsion ou au contraire de capture.

On retrouve ici, sous forme tristement moins poétique, le discours d'Empédocle. L'incarnation de ces forces est évidemment diverse, notamment au cours du temps. En physique par exemple, la capture est présente sous le vocable d'attraction; l'une de ses formes chez l'homme porte souvent le nom d'amour. À l'action répulsive en physique correspond parfois chez l'homme un comportement d'évitement, une attitude de rejet, voire une explosion de haine. Souvent, sont présents des comportements variés, dépendant des importances respectives des forces en présence mais aux effets opposés.

En certaines situations extrêmes, l'attraction peut par exemple conduire à des cas de chocs violents et peut-être destructeurs, alors que des répétitions nombreuses d'effets attractifs ou répulsifs peuvent engendrer des états d'affaiblissement - lui

correspond en mathématique une opération dite nilpotente, pouvant conduire également à des phénomènes de disparition, *d'annihilation*.

Il est plusieurs manières d'examiner l'action locale des forces, représentées par des vecteurs dans la théorie des systèmes dynamiques qu'on pourrait aussi appeler théorie des champs de vecteurs⁴³. On peut en effet décrire ces forces en tenant compte par exemple des différents types de mouvements qu'elles peuvent engendrer (translations dans différentes directions, rotations selon différents axes, combinaisons des deux), ou bien en remontant à leurs sources et aux diverses façons dont elle s'exercent, notamment au cours du temps.

La prise en considération des éléments qui pèsent sur le devenir d'un objet, les forces donc qui s'exercent sur cet objet, permet de préciser un peu et de manière générale une forme locale de la notion de stabilité:

Définition V.4 : Une propriété de l'objet A est *stable par rapport à l'action d'une force F* si l'action de cette force n'entraîne pas la disparition de cette propriété. Si aucune des propriétés de l'objet n'est annihilée par l'action de f, il est (globalement) *stable par rapport à F*.

Du point de vue pratique, il est clair que des observations et des mesures peuvent permettre de préciser les degrés de stabilité, de définir des seuils à partir desquels l'action des *f* sur l'objet ne permettront plus de déceler des modifications de propriétés.

La proposition suivante est évidente, mais ses corollaires sont d'importance:

THÉORÈME V.1: *Un objet existe si et seulement il est stable par rapport aux actions des forces qui s'exercent en lui et sur lui.*

Dans l'hypothèse où les forces internes et externes qui s'exercent sur l'objet sont mesurables,

Définition V. 5 : On appellera *seuil d'instabilité* ou *seuil de catastrophe* pour la force F opérant sur l'objet A, la valeur f de cette force pour laquelle l'objet devient instable.

Il existe de nombreuses forces qui atteignent des valeurs très élevées. Nous ne pouvons pas toujours en mesurer l'intensité, mais rien ne prouve qu'elles parviennent à atteindre un infini qui, de toute façon, nous est hors de portée. De façon générale, l'observation et la présence d'objets stables conduit à énoncer :

⁴³ Le dossier [Sur la décomposition des champs de vecteurs \[7\]](#) en partie analysé dans [Review](#) en examine un des aspects.

OBSERVATION PREMIÈRE 4 (OP 4) : *Les forces qui participent à la composition d'un objet stable ne peuvent dépasser un certain seuil.*

V. 3 Incarnations substantielles, morphologiques, et dynamiques

Les forces agissent à travers l'espace, portées souvent par des médiateurs présentant des caractères matériels et encore mal compris.

La fameuse équivalence d'Einstein, $E = mc^2$, plus généralement $E = \gamma mc^2$, par la présence de la vitesse dans la formule, attribue à l'énergie une signification actantielle. Elle exprime aussi le fait que l'énergie peut s'incarner sous forme de matière où elle est en quelque sorte confinée.

Les grands champs de forces physiques, auxquels sont associés des champs de vecteurs qui en définissant l'action, gouvernent les mouvements locaux et de ce fait les morphologies locales. Qui dit vecteur local implique orientation locale du mouvement dans la direction du vecteur. C'est sans doute là la raison, couplée avec celle de la symétrie exprimant l'équilibre des forces nécessaire à la persévérance (cf les chapitres suivants), pour laquelle

PROPOSITION V. 1 : *Tout objet présentant des propriétés de stabilité possède un axe local de symétrie orienté.*

On peut représenter cet axe de symétrie par un vecteur orienté dans la direction de propagation du champ local. Cet axe de symétrie est *local* en ce sens qu'il n'est nullement à priori invariant au cours du temps. On distinguera alors ce qu'on nommera la *base* de de vecteur (traditionnellement son origine, point à partir duquel il se développe) de son *apex* (traditionnellement son extrémité ou son sommet).

Empruntant ce vocabulaire au domaine de la biologie, nous appellerons

Définition IV. 6 : Pôle « animal » la base du vecteur, pôle « végétatif » son apex.

Exemples 1. L'électron, la Terre, le système solaire possèdent des axes de rotations qui spécifient leur polarité. En serait-il de même de l'univers, porteur d'une origine le « pôle α » et qui, selon l'axe des temps ou bien selon un « axe Matière-Esprit », se développerait en direction d'un « pôle psychique ω » ? Cela devrait être si l'on s'en tient à la lettre de notre observation première. Mais peut-être celle-ci comporte-t-elle des exceptions ; sa formulation est peut être trop grossière. Cependant, il est bien connu que les philosophes audacieux et mystiques comme Teilhard de Chardin y ont souscrit avec toute l'ardeur de la foi. Il est vrai qu'au nom de celle-ci bien des erreurs ont été commises ; ainsi, comme le rapporte S. Wiesenthal, St-Augustin avait décrété que la théorie des antipodes était contraire à la foi chrétienne.

2. Les embryons possèdent une direction privilégiée, celle qui joint le pôle animal au pôle végétatif. Les enzymes possèdent des axes de symétries passant par leurs sites actifs.
3. La plupart des objets inertes créés par l'homme possèdent une semblable polarité, par exemple le « pôle animal » du crayon à bille est localisé en cette bille, alors que son « pôle végétatif » est localisé à l'extrémité opposée. Le pôle animal d'une porte est l'extrémité du pêne, alors que la partie végétative est située le long des charnières.
4. Les objets sociaux possèdent des polarités similaires. Le chef, son entourage, jouent le rôle de pôle animal, alors que les éléments moins élevés de la hiérarchie sociale en forment la composante végétative.

Complétant l'énoncé précédent, nous énoncerons alors,

PROPOSITION V. 2 : Tout objet présentant des propriétés de stabilité possède à tout instant un axe de symétrie local et orienté, et présente une double polarité.

Comme on l'a fait remarquer en IV.2, toute rotation locale implique la présence d'un axe de symétrie local, et inversement, la présence d'un axe de symétrie local peut être l'expression d'une rotation locale. Or la rotation complète, en tant que mouvement pur, est le plus stable des mouvements. En vertu de la méthode analogique suivie par la Nature (cf l'observation méthodologique (OM1) énoncée en IV.1.4) consistant en l'emploi de la procédure stable que désigne la réplication, d'utiliser autant que faire se peut des structures et techniques ayant fait preuve leur stabilité, un des faits fondamentaux et souvent négligé alors est le suivant:

OBSERVATION PREMIÈRE 5 (OP 5): Tout objet possède une activité interne soumise à des changements périodiques ou quasi-périodiques.

Exemples: Un exemple banal est celui de l'objet constitué par le système solaire et ses planètes, ou bien celui des être vivants dotés de rythmes circadiens. Autre exemple trivial, les mouvements des électrons au sein des atomes et molécules.

Le phénomène décrit par cet énoncé est loin d'être toujours évident; ce ne sont que des observations récentes qui, par exemple, ont mis en évidence par exemple la présence d'ondes stationnaires au sein de certaines molécules.

On trouvera dans le paragraphe III.12.2.2 du tome 2 de Topologie et Perception [10] d'autres considérations sur la présence de cette activité interne des objets.

V. 4 Peut-on évaluer la quantité d'énergie associée à un objet ?

Une évaluation véritable, correcte, se devrait alors de prendre en compte de manière pratiquement sommatoire toutes les énergies associées à toutes les étapes ayant abouti à la constitution de l'objet considéré. On est proche de cette attitude lorsqu'on donne des valeurs de l'énergie dans le domaine physique.

On s'en éloigne au fur et à mesure que l'on pénètre à l'intérieur des domaines déployant les fondamentaux de cette strate physique. J'adopterai alors ce point de vue pratique, pragmatique:

Définition V.7 : La valeur de l'énergie que nous attachons à un objet représente sa capacité à résister aux effets déstabilisants qu'il a pu rencontrer au cours de sa formation, de son évolution, et la capacité qu'il possède à agir sur son environnement.

V. 5 Compléments à la définition des objets

Les considérations qui précèdent conduisent à affiner l'idée que nous nous faisons de ce qu'est un objet, d'aborder de manière un peu plus profonde la nature d'un objet.

Définition partielle d'un objet V.8 : Un objet est une incarnation d'énergie, un complexe d'incarnations à la fois trans-spatiales et substantielles.

La description d'un objet nécessite alors d'établir l'inventaire des forces et des substances qui le constituent (composants internes), des forces auxquelles il est soumis, celles qu'il peut exercer sur son environnement, la panoplie des échanges d'énergie qui s'effectuent entre lui et son environnement.

On est alors tenté d'attribuer à chaque objet B une évaluation numérique de l'énergie qu'il matérialise. On émet donc le

POSTULAT 1 : *Tout objet possède une fonction d'énergie $E(A)$.*

Cette fonction, dans sa version hamiltonienne, comprend une partie représentant les propriétés intrinsèques de l'objet, la seconde partie son potentiel d'action sur le domaine spatio-temporel $\mathcal{D}(B(t))$ de son environnement. Une version à la Schrödinger permet de mettre en évidence le jeu des fréquences internes de ses constituants. Cet ensemble de fréquences est naturellement inclus dans l'ensemble $\mathcal{K}(t)$ qui, avec l'ensemble $\mathcal{S}(t)$, caractérise l'état de l'objet à l'instant t (cf définition 2.2).

Dans le mesure où l'objet persévère dans son état, sa fonction d'énergie reste invariante au cours du temps.

La considération du Principe de Platon, le contenu de la *proposition* 1 constituent des incitations à rechercher des mécanismes qui vont assurer la stabilisation spatio-temporelle, et à les représenter adéquatement pour parvenir à mieux les maîtriser. Les objets vont petit à petit fabriquer ces mécanismes et les intégrer dans leur constitution, un des thèmes du chapitre suivant.

Distinguons alors deux types d'objets, le terme quasi-invariant restant à préciser:

Définition 5.9 : Un objet O sera dit inanimé si, au cours du temps, sa forme, sa structure, ses taux d'échange d'énergie avec son environnement restent quasi invariants. On le dira animé dans les cas contraires.

Les objets physiques fondamentaux comme les particules élémentaires, inanimés, sont dotés d'une stabilité prodigieuse, ce qui n'exclut pas la possibilité de les manipuler. Mais des objets de plus en plus complexes et moins stables se sont construits au fil du temps. Par plus complexe, on entend un enrichissement de ses constituants, l'accroissement des relations qu'ils entretiennent les uns avec les autres, le développement de leurs capacités fonctionnelles. On définira formellement la différence de complexité entre l'objet A et l'objet B par l'intermédiaire de leur graphe structurel :

Définition 5.10 : L'objet B est plus complexe que l'objet A si le graphe structurel de A est contenu dans celui de B .

On remarquera au passage que :

OBSERVATION PREMIÈRE 6 (OP6): *Toute complexification s'accompagne du déploiement de nouveaux champs de forces.*

CHAPITRE VI

LA STABILITÉ

QUELQUES PREMIÈRES CONSÉQUENCES DU PRINCIPE DE PLATON: SYMÉTRIE, RÉGULATION, CONFLIT

V. 1 Quelques signes apparents de stabilité

VI. 1. 1 La symétrie, révélatrice de l'équilibre des forces

OBSERVATION PREMIÈRE 7 (OP7) : *Tout objet soumis à deux forces de même nature, d'égale intensité, opérant sur lui de manière simultanée, mais dirigées en sens opposés, reste invariant.*

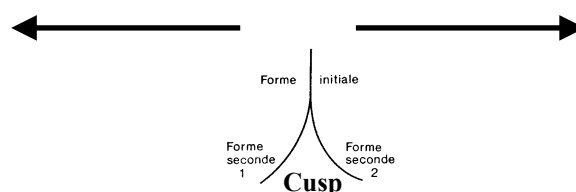
Plus généralement, les équilibres de forces internes induisent des équilibres de structure exprimés sous la forme de symétries apparentes. L'importance et la présence de la symétrie en physique sont rappelées dans l'annexe 1.3.

La situation primordiale est celle où seulement deux forces sont en présence, et donc s'équilibrent: en ce cas, va donc s'afficher dans la morphologie la symétrie fondamentale d'ordre 2. Cette symétrie est si fondamentale, si prégnante qu'on la trouve incarnée dans la quasi totalité du monde organique. Le terme organique est pris au sens large: il inclut l'univers des sociétés animales.

Plus généralement, la présence d'une symétrie d'ordre n interne à un objet caractérise un état d'équilibre. Si cet objet est une transformation convenable \mathcal{T} qui opère sur un autre objet B , l'objet transformé $\mathcal{T}(B)$ possède alors en général lui-même des propriétés de symétrie induites par celles de la transformation.

Cet énoncé est une forme de généralisation du fameux théorème de Noether qui établit l'invariance de l'énergie sous l'effet de transformations possédant des symétries internes comme les translations et rotations.

Revenons sur la fondamentale dans la nature, celle d'ordre 2, présente dans ces deux figures:



Elle règne sans partage dans l'univers physique sub-atomique par exemple à travers les couples particules-antiparticules. Elle se déploie dans le monde organique à travers la symétrie bilatérale des feuilles ou celle du monde animal, les arthropodes, les mammifères, et plus profondément dans la genèse à travers la sexualité⁴⁴.

On peut faire de la présence de cette symétrie apparente d'ordre 2 un symbole de la stabilité.

Parenthèse : Dans quelle mesure par ailleurs la symétrie d'ordre 2 est-elle liée à ce qu'on nomme la dualité ? La dualité mathématique standard, définie en géométrie, fait correspondre deux ensembles de nature très différente. Ainsi, à un point d'un cercle correspond la tangente en ce point à ce cercle. Le mouvement d'enveloppe des tangentes autour du cercle permet de reconstruire le cercle, de même que le mouvement du point autour du centre permet aussi de reconstruire le cercle. Le point commun important entre les deux phénomènes est la présence du même, apparemment, mouvement de rotation. À un point correspond une droite: de ce point, objet mathématique de dimension 0, une source extérieure crée une infinitude de nouveaux points alignés dans une direction bien déterminée, un objet mathématique de dimension 1. L'objet véritablement dual de l'ensemble des points constituant le cercle est cette famille de droites, de tangentes au cercle. Si l'on considère le cercle dans sa totalité, un objet de dimension 1, on lui fait donc correspondre en fait un cylindre, un objet de dimension 2, un espace fibré au dessus du cercle. La dualité mathématique n'est donc pas une simple symétrie d'ordre 2. Les propriétés du primal et du dual ne sont pas tout à fait les mêmes. Est en œuvre un processus de création, faisant appel à une source d'énergie, conduisant au dual.

L'emploi, en physique, du terme dualité est également quelque peu trompeur. Si le lien entre électricité et magnétisme peut formellement se représenter par une dualité mathématique, elle ne révèle en aucune façon les raisons proprement physiques de ce lien⁴⁵. Et la dualité onde-corpuscule ne se traduit pas formellement de la même manière que la dualité par exemple pratiquée en algèbre linéaire: elle repose en effet sur la correspondance entre un opérateur et sa transformée de Fourier.

⁴⁴Prenons par exemple le couple de particules symétriques électron-positron. Convenons de dire que l'une des deux est femelle, l'autre mâle. En présence l'une de l'autre, elles s'attirent et se fondent, donnant naissance soit à deux quarks symétriques u et \bar{u} , soit à deux muons μ plus et μ moins, symétriques, des jumeaux, filles ou garçons. C'est ce type de phénomène que déploierait l'évolution allant de la strate physique vers la strate organique.

⁴⁵ La notion de monopole magnétique reste une notion formelle. L'impossibilité jusqu'à nos jours de détecter la moindre présence d'un tel monopole physique est un bel indice de la différence de nature entre le magnétique et l'électrique, quand bien même ces deux phénomènes auraient des points communs bien répertoriés.

Les définitions suivantes permettent de préciser et clarifier l'emploi du terme dualité:

Définition VI. 1: Deux ensembles D et D' seront dits en dualité formelle s'ils sont en bijection.

Les objets présentant une symétrie d'ordre 2 et les exemples que l'on vient de citer obéissent évidemment à cette définition. Les espaces fibrés standard présentent cette propriété puisqu'à tout point de la base du fibré correspond une fibre unique passant par ce point, et à toute fibre correspond, par projection, un point unique de la base: la base de l'espace fibré et l'espace fibré tout entier sont en dualité formelle.

Soit \mathcal{P} (respectivement \mathcal{P}') une propriété des éléments de D (respectivement de D').

Définition VI. 2: Les ensembles D et D' en dualité formelle seront dits en dualité propre par le couple de propriétés $(\mathcal{P}, \mathcal{P}')$ si l'image par la bijection de toute partie de D vérifiant la propriété \mathcal{P} est une partie de D' qui vérifie la propriété \mathcal{P}' .

Fermons la parenthèse. La symétrie d'ordre 2 se déploie en symétries d'ordre plus élevé, 3, 5 et à travers leurs doubles (4, 6, 10) traduisant une répétition de la symétrie d'ordre 2. On les observe abondamment dans le monde floral⁴⁶, mais aussi déjà dans le monde des particules (les six leptons par exemple se déclinent par paires⁴⁷), plus généralement dans le monde minéral et dans le règne animal (par exemple la symétrie d'ordre 5 chez l'étoile de mer, également chez l'homme). Les raisons physiques qui conduisent à la présence ces nouvelles symétries, les manières dont elles se développent et se stabilisent restent inconnues.

Les symétries que nous venons d'envisager sont des symétries discrètes. Elles résultent de la projection de symétries continues. Il est probable que la symétrie originelle soit la symétrie de mouvement la plus parfaite, celle de la rotation de 2π . À tout mouvement correspond une vitesse tangentielle à laquelle est associée la symétrie locale de translation, qu'on pourrait appeler aussi la symétrie tangentielle. On peut voir dans ce germe de mouvement qu'est la chiralité locale une combinaison d'une symétrie de rotation locale et d'une symétrie tangentielle.

⁴⁶ Cf par exemple [On floral symmetries](#) *Acta Biotheoretica*, 42, 1994, 181-186

⁴⁷ On peut voir par exemple dans la présence des trois quarks u , d , s constituant le hadron Λ le résultat d'un processus conduisant plus tard, par un mécanisme d'apprentissage, à la naissance et à la stabilisation de la symétrie d'ordre 3. On pourrait ab initio partir d'un 1 (le u) peut-être quelque peu « grossi », auquel se serait « agglutiné » sous l'effet de la force forte un couple ici (d, s) pour former un ensemble équilibré (la charge totale du trio est nulle). La symétrie d'ordre 3 débiterait avec la naissance, la création de ces trois quarks : pourquoi, comment, le mystère est pour l'instant entier.

Une dernière remarque sur cette notion de symétrie. On ne serait confondre la symétrie formelle et la symétrie géométrique: chacune est incarnée avec plus ou moins de pertinence dans la nature. La symétrie formelle d'ordre 2 est simplement une dualité au sens de la définition VI.1. La symétrie géométrique d'ordre 2 présente⁴⁸, autour des années 1965, en a montré la généralité, dans la Nature, et à l'aide de représentations mathématiques particulières. À ce propos, il a forgé le terme fractal.

Définition VI. 3: Un objet fractal classique est un objet structuré en motifs jointifs et possédant une infinité de motifs, identiques à ceci près que l'on passe d'un motif au suivant en appliquant un facteur réducteur de taille, défini par une unique formule.

La stabilité du fractal classique est triple, paradigmatique, exemplaire:

- stabilité de la forme d'une part, les motifs sont identiques de ce point de vue
- stabilité dans le mode d'assemblage de deux motifs consécutifs
- stabilité dans l'évolution, le taux de réduction de la taille des motifs étant défini par la même formule.

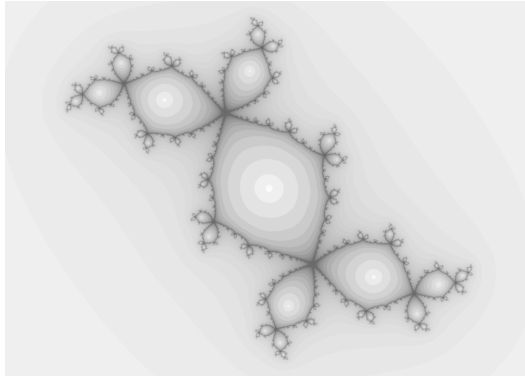
On notera que cette définition inclut par exemple les pavages du plan ordinaire caractérisés par l'absence de réduction de la taille du motif. Elle met en œuvre un processus récurrent, et donc stable par nature.

*Définitions VI. 4 : On conviendra de dire qu'il y a récurrence absolue ou invariance entre deux objets O_n et O_{n+1} observés aux dates n et $n+1$ si toutes les propriétés et leurs valeurs sont les mêmes en ces deux dates. La récurrence sera *totale structurelle et dynamique* si les propriétés et les valeurs attachées aux s_j sont restées invariantes. Elle sera *partiellement structurelle* si seules certaines s_j et leurs valeurs sont restées invariantes. En cas de récurrence absolue, l'objet est totalement stable, il est partiellement stable dans les autres cas. Une récurrence totalement structurelle sera *partiellement fractale* si les valeurs associées aux k_i à la date n sont supérieures ou égales à celles évaluées à la date $n + 1$; si elles sont toutes supérieures, la récurrence sera *proprement fractale*.*

S'il est un phénomène frappant, c'est bien celui de la présence du phénomène de la récurrence dans l'anatomie et dans la construction du corpus mathématique. Il n'est que de lire les axiomes de base des différents chapitres des mathématiques pour s'en convaincre. Un exemple très simple très frappant est celui de la construction des nombres par extension⁴⁹: une procédure qui fait réfléchir car cette construction n'est

⁴⁸ Cf par exemple : Mandelbrot B. *Gazette des Mathématiciens*, N°136, Avril 2013

⁴⁹ Voir par exemple [Sur la construction des nombres](#) Zeszyty Naukowe Uniw. Jagiellonskiego,17, 1975, 25-32 et [Du nouveau du côté des nombres](#), Quadrature, 66, 2007, 8-14



Les lapins de Douady

pas étrangère à l'homme, qui au contraire s'implique dans la construction en décidant a priori l'existence de nombres nouveaux, alors formellement bien définis.

Un autre exemple élémentaire est celui de l'écriture des fonctions et applications en séries polynomiales, en séries de Fourier, ou encore selon leur développement de Taylor : dans le cas le plus simple, pour des valeurs convenables du module de x et du coefficient $\frac{a_n}{n!}$ le terme général du développement polynomial

de $f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{a_n}{n!} x^n$ diminue régulièrement avec n . Dans ces exemples le caractère

fractal de la récurrence est évident.

Si le caractère récurrent et fractal est également bien apparent lorsqu'on observe certaines morphologies maintenant bien répertoriées, on ne saurait oublier que l'on est en présence d'un regard d'ensemble, d'où est absente la compréhension des données locales qui ont présidé à la naissance, au développement, à l'implantation de ces morphologies dans leur environnement. D'autres concepts, singularité, bifurcation, permettent d'aborder ces questions et d'introduire de l'intelligibilité dans ces phénomènes. Autrement dit, les mécanismes créant de l'auto-similarité sont à préciser.

Auto-similarité d'ailleurs entre quoi et quoi ? Si l'on se réfère à des exemples connus et simples, les côtes de Bretagne, les lapins de Douady (cf l'image ci-dessus, voir également le youtube <https://www.youtube.com/watch?v=JtLtB0Gkdk>), on constate que l'auto-similarité est définie entre des parties bien définies d'un objet. On est donc confronté d'abord et à nouveau à la définition de l'objet, à celle de ses parties, aux différents procédés éventuels pour les reconnaître, les construire. La très importante diversité des cas laisse pantois.

Notons ici qu'en arrière-plan se pose le problème plus général de la décomposition d'un univers en sous-univers dotés des mêmes propriétés, ou de manière plus raffinée, en propriétés voisines qui évoluent d'un sous-univers à l'autre.

Pour reprendre une terminologie utilisée dans un cadre mathématique particulier, appelons-le le problème de la stratification des univers. Le cas précédent de l'auto-similarité mathématique correspond à une *stratification*⁵⁰ que l'on pourrait qualifier d'*absolue*, associée à une forme parfaite de stabilité. La décomposition globale de notre univers en règnes plus locaux, ceux du physique, du chimique, du biochimique, du vivant, correspond au contraire à une *stratification évolutive*. Je n'entrerai pas ici dans le foisonnement des questions, notamment sur des raffinements dans des définitions formelles et précises de la stabilité, qui apparaissent à propos de telles stratifications.

L'image précédente est une matérialisation de ces lapins formels, plongés dans l'univers continu mathématique de dimension 2, un plan. C'est ici que l'on se pénètre de la différence entre l'univers mathématique et l'univers physique: on ne peut parvenir à la représentation matérielle de cette idéalité qu'est le bord mathématique de l'objet.

On me pardonnera peut-être de répéter ici quelques vérités de Monsieur de la Palice. Le bord d'un objet matériel quelconque, obligatoirement plongé dans le continu physique, nous est encore peu accessible. Il est vraisemblable que le bord de la molécule située au bord de l'objet comprend, dans une vision sans doute réductrice, nombre d'électrons qui réagissent avec, entre autres, les photons qui peuplent une part importante de l'environnement de la molécule: c'est là tout un domaine sur lequel l'observation fait encore défaut, ainsi que par conséquent sa représentation précise physique et mathématique. Les notions mathématiques d'ouvert, de fermé et d'adhérence par lesquelles est défini le bord d'un objet mathématique ne représentent pas en profondeur la réalité physique.

Ce genre de difficultés entraîne celle d'une recherche d'éventuelles propriétés générales des bords, tant sur le plan formel et physique, et qui leurs seraient propres. De ce point de vue, si l'on considère que, pour des raisons de stabilité profonde, les règnes bio-chimique, biologique sont des manières de déploiement de l'univers physique, l'examen plus facile du bord géographique d'une société humaine peut présenter quelque intérêt (cf le paragraphe sur les propriétés des bords dans le troisième tome de Topologie et Perception [11]).

Définition VI. 5 : Un fractal sera appelé évolué lorsque le passage d'une motif au suivant s'accompagne également d'une déformation contrôlée de la forme.

Ce mode de construction d'objets mathématiques et des objets mathématiques est idéal. Je voudrais souligner combien ce mode de construction d'objets est

⁵⁰ Une notion voisine est celle de feuilletage. Dans la théorie mathématique des feuilletages d'objets les feuilles sont formellement identiques.

prégnant, non seulement dans l'univers des mathématiques lui-même mais plus généralement dans la Nature.

En voici une simple illustration dans le monde physico-mathématique, à la fois exemplaire et essentielle. Est évoqué, dans le paragraphe précédent l'un des exemples fondamentaux de mouvement parfaitement stable, celui du mouvement oscillant régulier d'une onde qui se propage en montant et en descendant, toujours de la même façon. La fréquence avec laquelle apparaissent les sommets et les creux de l'onde caractérise celle-ci. L'onde est ici le motif.

Ce qui force l'attention est que tout mouvement peut se ramener à la description et à l'assemblage d'une infinité de ces motifs, de ces ondes remarquables par leur parfaite stabilité, caractérisées chacune par sa fréquence propre : on ajoute des ondes de longueur d'onde de plus en plus petites. C'est ce que les mathématiciens appellent la représentation d'une fonction par une série de Fourier.

VI. 1. 4 L'auto-similarité faible

L'emploi du terme motif fait penser à un objet de structure simple, de dimension finie. De manière plus générale, j'emploierai le terme de strate au lieu de motif. La strate correspond à un objet éventuellement fort complexe, aux dimensions éventuellement très vastes et non précisées.

L'auto-similarité faible est caractérisée par la présence de strates justement en général très complexes, l'évolution d'une strate à la suivante n'affectant pas obligatoirement la totalité des sous-objets constituant la strate. La description précise de telles strates, et la ou les manières selon lesquelles elles peuvent évoluer, nous échappent la plupart du temps.

On ne peut alors que formuler une appréciation générale issue d'une observation quelque peu lointaine d'une sorte de paysage global, une expression affaiblie mais fort élargie du principe de stabilité. On peut la considérer comme une observation méthodologique, en fait d'une très large portée, où la présence de la notion de stabilité apparaît derrière les termes récurrence, répétition:

OBSERVATION MÉTHODOLOGIQUE 1 (OM 1) : La Nature procède par analogie : elle se plaît à répéter, dans la mesure où elle le peut et à quelques modifications près au grès des circonstances locales, parce qu'ils ont déjà fait leurs preuves, processus, organisations, schémas, techniques déjà mis en œuvre.

Du point de vue pratique, cette observation est surtout une incitation à rechercher les invariants plus ou moins locaux qui peuvent être présents dans le monde de constitution des objets au cours de l'évolution. L'observation suivante est un premier pas allant dans ce sens, je reprends ici quelques lignes de TP [9] (pages 30-31):

« La construction d'un objet est analogue à celle d'une maison. Les fondements de la bâtisse sont en pierre d'une taille étudiée pour soutenir le poids des étages. Les murs plus légers supportent les tableaux et les peintures qui contribuent à donner une âme à l'ensemble de la construction

OBSERVATION PREMIÈRE 8 (OP 8) : Les constructions de la Nature, ses objets, sont d'une semblable architecture. Ils sont construits à partir de sous-objets de complexité moindre ; et les soubassements archétypes conditionnent l'ordonnance générale et impriment leur marque aux différentes parties des objets. Une structure archétype est liée à un comportement de même nature.

Le schéma suivant résume cette observation :

Exemple : Nous l'empruntons à l'architecture religieuse, expression d'une philosophie complète. Le temple reproduit le monde et ses mécanismes de création. La superposition en étages d'éléments d'églises symbolise la construction hiérarchisée des objets naturels dans l'évolution, et dans l'espace. On observera en outre la règle d'emploi de la méthode de l'analogie généralisante ; la construction des étages inférieurs et supérieurs reposent sur les mêmes principes.

Les objets les plus complexes sont ceux de la strate organique (qui comprend évidemment le règne végétal, et le règne social). Ce sont notamment eux qui ont développé des systèmes spécifiques internes parmi les plus sophistiqués capables de maintenir en état et de développer les aptitudes à persévérer.

VI. 2 La régulation⁵¹

⁵¹ Cf la note (1) de la page 90 de mon livre *Sur la Nature des Mathématiques* [13]: « On trouvera sans la *Revue de Biomathématique*, 3, 19712, p. 203, un bref historique de la notion de régulation, dû à la plume du Professeur Delpech. Il ne faut pas toutefois oublier que cette notion était présente dans la pensée des philosophes chinois et grecs. On connaît l'importance du Tao pour les premiers, de l'Harmonie pour les seconds. » « *Les choses semblables et de même racine n'ont pas besoin d'Harmonie; celles qui ne sont pas semblables, ni de même racine, ni de même rang, il est nécessaire qu'elles soient enfermées ensemble sous clef par une Harmonie capable de les maintenir dans un ordre du monde .* » (Philolaos de Crotona, seconde moitié du V^e siècle). Héraclite cité par Albert Camus: « *Le soleil n'outrépassera pas ses bornes, sinon les Erinnyes qui gardent la justice sauront le découvrir* » .

VI. 2. 1 Rôle et définition

Définition VI.6 : On appelle *système de régulation* le dispositif dont vient d'être décrite la fonction.

- Exemples*
1. Le pendule d'une horloge en maintient l'équilibre ; il assure un déroulement régulier du ressort.
 2. La régulation, l'homéostasie du mammifère se réalise sous la direction des systèmes nerveux et hormonal.
 3. Les valeurs affectives et éthiques participent aux régulations de la famille et de la société.

La nécessité de la stabilité impose la présence de régulation. L'existence de la justice, sa force, ses mécanismes sont l'expression de la régulation nécessaire à ces objets que sont entre autres les sociétés pour assurer leur stabilité spatiale et temporelle.

On peut alors compléter la définition partielle V.6 d'un objet par la suivante :

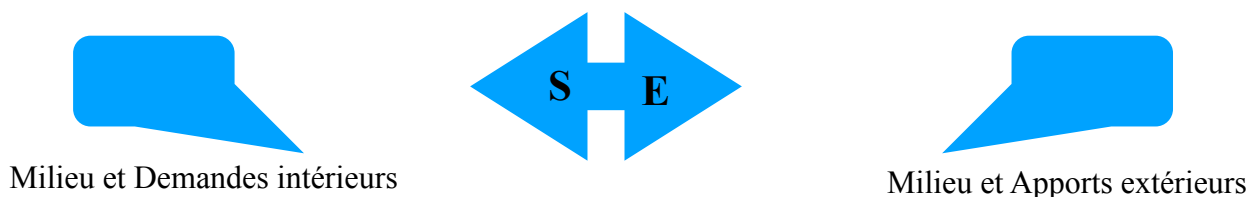
Définition d'un objet VI.7 : *Un objet est une incarnation d'énergie, un complexe d'incarnations à la fois trans-spatiales et substantielles maintenues en équilibre interne par un système de régulation adapté.*

IV. 2. 2 Morphologie de la régulation

Le schéma de principe de fonctionnement de la régulation repose sur ces trois composants: en premier lieu, une perception et une évaluation des forces en présence, en second lieu leur comparaison à un ensemble de valeurs de référence; enfin, le prélèvement sur des zones les plus fortes, de la quantité d'énergie optimale pour renforcer les secteurs les plus nécessaires.

La régulation introduit un mouvement de flux et de reflux entre ces deux pôles que sont l'élément à réguler et le milieu extérieur qui sert à la fois de source et dépotoir d'énergie. Lorsque ce mouvement est parfaitement stabilisé, *on peut subodorer que le système de régulation est parcouru par des ondes stationnaires.*

On peut, dans un premier coup d'œil, représenter un système de régulation à un instant donné comme une boîte noire comprenant deux portes, une entrée et une sortie, l'état de chacune des portes étant défini par des contraintes spécifiques à l'instant considéré.



Mais au fur et à mesure que s'écoule le temps, le contenu et l'activité de la boîte de régulation peuvent se modifier sous l'effet des modifications qui s'opèrent dans le jeu des contraintes d'entrée et des contraintes de sortie.

Aussi, bien comprendre un système de régulation suppose être capable d'en reconstituer l'histoire.

Les contenus et les morphologies de l'immense variété des systèmes de régulation présents dans la nature n'ont jamais encore fait l'objet d'études aussi approfondies. Seules seront rapportées ici deux indications ou observations ayant, semble-t-il, une portée assez générale.

Symétrie : La première concerne principalement le jeu des forces internes de l'objet et son incidence sur sa structure interne: un déséquilibre entre ces forces aurait tendance à engendrer une forme d'autodestruction. L'objet ne persévère dans son état que par la persistance d'un équilibre entre ces forces. L'un des rôles primordiaux de la régulation sera donc de maintenir la présence de cet équilibre interne, et donc de l'ensemble des symétries l'objet. Par conséquent, le fonctionnement et par suite la structure du système de régulation intégreront la présence de ces symétries.

Transversalité : La seconde observation tient dans cette maxime de R. Thom : tout manque de stabilité est la conséquence d'un défaut de transversalité. Il s'agit là, à l'origine, d'une observation de géométrie, de morphologie dans le cadre mathématique. La notion de transversalité généralise celle d'orthogonalité: si on incline l'une vers l'autre deux courbes perpendiculaires en un point O et formant un repère local bi-dimensionnel, elles continueront à former un repère tant qu'elles ne seront pas localement confondues en O. En ce dernier cas, on dira que les deux courbes ne sont plus transversales. La propriété de former un repère reste stable, invariante, tant que les deux courbes restent transversales.

Plus généralement, deux objets de dimension respective p et $n-p$, tous deux situés dans un même espace de dimension n , sont transverses si, en leur intersection, la somme des dimensions de leur espace tangent respectif est égale à la dimension n de l'espace qui les abrite. L'exemple éclairant est celui, dans l'espace ordinaire (de dimension 3), de la sphère rouge (de dimension 2) suspendue à un fil bleu (de dimension 1): le fil et la sphère sont transverses en leur point de contact.

Une illustration simple de l'intérêt de faire apparaître ce côté géométrique de la régulation est la suivante. Considérons un objet du règne végétal ou animal, ou social. Représenté par une sphère topologique dans l'espace ordinaire, ou bien par un disque topologique dans le plan, on peut le voir comme le bord d'un espace intérieur qu'enveloppe une « carapace » adéquate. Son système de régulation définit et organise les apports d'énergie physique ou informationnelle provenant de

l'environnement nécessaires à sa stabilité, à son maintien en activité. On notera alors que, participant de l'incarnation physique de ce système, de multiples conduits adaptés - vaisseaux, tuyaux, canalisations, routes, fils de cuivre, par lesquels transitent ces apports - sont disposés transversalement aux objets de ces règnes.

Dans le cadre d'une représentation de l'espace des états de l'objet B par une variété V , et de son évolution sous l'action d'un champ de vecteurs X , les espaces d'états de ses sous-objets seront alors des sous-variétés V_i de V . Le système de régulation R de B sera alors représenté par une variété branchue transverse aux sous-variétés V_i (cf [9], page 212).

On peut voir dans le dispositif de régulation transverse une manière de support d'un échange d'information et d'énergie entre sous-objets initialement instables.

Cette seconde des observations s'incarne alors sous la forme suivante :

OBSERVATION PREMIÈRE 9 (OP9) : Toute régulation d'un objet s'accomplit transversalement à cet objet.

La combinaison de ces deux premières observations, jointe au rôle actif joué par le Principe de Platon, conduit à énoncer :

OBSERVATION MÉTHODOLOGIQUE 2 (OM2) : La Nature a tendance à stabiliser un objet instable en le doublant, et en liant entre eux l'objet et sa réplique par un dispositif de régulation transverse à chaque objet.

L'image élémentaire qui illustre cet énoncé est celle de deux pièces de monnaies posées sur leur circonférence: on les stabilise en les accouplant par l'intermédiaire d'une tige joignant leurs centres.

Autres exemples immédiats: stabilisation des flagelles par doublement de leurs tubules, stabilisation des corps des vertébrés, doublement des voies de communication, des services de sécurité, doublure des grands chanteurs et acteurs, quelle que soit l'importance de la scène sur laquelle ils démontrent leur talent (sous la forme du dauphin, du vice-président pour certains d'entre eux). D'autres exemples et considérations sont proposés dans l'Annexe 1.5.

VI. 2. 3 Trois propriétés de systèmes de régulation: la décision

Tout système de régulation a pour fonction de maintenir l'état énergétique de l'objet auquel il appartient. Il doit être capable pour cela déceler les déficiences ou excès énergétiques locaux. Autrement dit, c'est en son sein que peut prendre naissance et se développer des éléments, des sous-objets, dont les fonctions sont de reconnaître la présence de la nourriture énergétique extérieure nécessaire au maintien de l'objet, puis de l'introduire de manière adaptée. D'où, raisonnant en terres de

forces, cette propriété fondamentale des systèmes de régulation, présentée sous la forme d'un théorème, et dont on propose une « démonstration » à la Spinoza :

THÉORÈME VI.1 : *Tout système de régulation est un système sensitif et a un rôle de simulation.*

Définition VI.8 : On dit qu'un objet *simule* un objet O' s'il est capable de reproduire les formes et les dynamiques des mouvements de O' .

Démonstration: Soit l'objet O qui réagit à O' . Il a donc été sensible à certaines forces f' qu'exerce O' sur son environnement. Mais le système qui régit l'équilibre des forces internes de O est son système de régulation ; il évalue les forces et donc en premier lieu les perçoit. En d'autres termes, un système de régulation est un système sensitif. Les forces f' dépendent de la morphologie ainsi que du mouvement de O' . Puisque le système les décèle, il possède, à chaque instant, en quelque sorte, une image de ces forces.

C.Q.F.D.

Par ailleurs, est faite à chaque instant une évaluation des insuffisances ou des surplus énergétiques locaux, s'établissant sous la forme d'une activité de comparaison, et pouvant engendrer au fil du temps la création de mécanismes comparateurs spécifiques. On codifiera cette remarque sous la forme du:

COROLLAIRE VI.1 : *Tout système de régulation implique la présence de mécanismes comparateurs.*

L'activité de la régulation se déroule dans le temps, dans la mesure où est atteinte une certaine stabilité, où cette activité se répète. S'établit une manière de connaissance de l'état énergétique de l'objet qu'en un sens il dirige, comme du niveau d'équilibre idéal vers lequel il oriente ses efforts. Autrement dit, le système de régulation est porteur de mémoire, pour le moins potentielle :

COROLLAIRE VI.2 : *Tout système de régulation possède des propriétés mnémoniques.*

On comprend alors qu'un *dispositif de régulation*, qui contrôle la présence fine d'éléments actifs et influents opérant sur le comportement local, *possède de ce fait une manière de pouvoir décisionnel.*

En somme, les mécanismes décisionnels seraient les fils, seraient issus des mécanismes de régulation. Pour souligner ce fait, on dira brutalement :

PROPOSITION VI. 3 : *La régulation engendre la décision.*

On peut alors voir dans la création et dans la mise en place de tels mécanismes décisionnels, spontanés, conscients ou pas du tout, une part du chemin suivi par la nature pour parvenir à assurer le maintien spatio-temporel de l'identité de l'objet. Cette capacité décisionnelle est bien sûr nulle, inexistante dans le cas de la matière brute, dans le cas de la bille qui tombe au fond de la coupe où elle viendra, dans cet environnement particulier (le champ gravifique, la forme de la coupe), se stabiliser, persévérer, mais aussi dans le cas de l'être vivant soumis à des dérèglements intérieurs ou à des éléments extérieurs qu'il ne peut en aucune façon maîtriser, qui le dépassent.

VI. 3 Le théorème d'Héraclite l'Obscur

Le souci du maintien de la stabilité a des conséquences très nombreuses, aussi évidentes qu'immédiates et importantes.

Par exemple, comme on vient de le voir, l'entretien des mécanismes de régulation des objets animés nécessite un emprunt d'énergie à leur environnement, quel que soit le substrat physique ou plus abstrait en lequel s'incarne cette énergie. Ce maintien rend donc nécessaire le développement de tout ce qui fait et que fait une société telle que la nôtre, et qu'on ne saurait détailler ici. Entre autre et bien évidemment, dans la mesure où deux objets puisent cette énergie à la même source, dès lors que ses capacités d'offrir à chacun des objets des ressources suffisantes font défaut, s'engage une compétition entre les deux objets pour acquérir sur la source une main mise suffisante adaptée à leurs besoins. Une telle compétition, poussée à son paroxysme, prend le nom de conflit.

C'est évidemment en un sens métaphorique qu'il faut prendre l'énoncé d'Héraclite d'Héphèse, dit Héraclite l'Obscur:

THÉORÈME VI. 2 : *La « guerre » (la compétition) est le père et la mère de toutes choses.*

Un des aspects de cette compétition, lorsqu'elle n'est pas destructrice, est de stimuler la création de mécanismes d'adaptation à des environnements changeants, de stimuler le développement de connaissances nouvelles, de compréhensions plus affinées et plus étendues, de conduire à la création de nouveaux objets dont le fonctionnement repose sur ces nouvelles connaissances, et donc finalement de contribuer à l'évolution des mondes inanimés, animés et intellectuels.

VI. 4 L'extrémalité

Rappelons que tout objet s'efforce de maintenir sa stabilité spatio-temporelle.

Davantage par conséquent seront présents voire potentiellement accessibles les éléments nécessaires à ce maintien, davantage sera assurée cette stabilité.

Par suite, les objets vont être placés ou chercher à se placer dans les situations les meilleures qui leur assurent la stabilité.

En d'autres termes, dans ces situations, certaines propriétés au moins des objets posséderont les valeurs les plus grandes possibles, non seulement respectant la stabilité de ces objets, mais de surcroît leur assurant la stabilité optimale au sein de leur environnement. Ce qu'on peut formuler de manière à la fois lapidaire et imprécise en introduisant la notion d'extrémalité :

OBSERVATION PREMIÈRE 10 (OP10): *La stabilité de tout objet est d'autant meilleure qu'il présente quelque propriété d'extrémalité.*

C'est dans les domaines des mathématiques et de la physique que l'incarnation de cette notion est la plus explicite. On rencontre des objets qu'une seule propriété, mesurable dans le cas physique, permet de bien caractériser. Les lignes qui suivent, extraites de [13], donnent divers exemples qui réfèrent à cette incarnation, mais plus généralement, c'est par le jeu de la régulation que sera atteinte la stabilité optimale:

« La notion d'extrémalité a été plus rapide à se dégager que la notion de stabilité. La stabilité n'est perçue que par opposition à une instabilité. Or, toute la philosophie socio-religieuse, mis à part quelques exceptions sans lendemain, concevait le monde comme immuable, et pesait avec assez de poids sur les esprits pour freiner la perception du transitoire, de l'instable. Par contre, l'extrémalité est inscrite dans la Nature, dans la physique comme dans le social. Elle s'est d'abord manifestée comme une règle d'économie avec Fontenelle dans son *Entretien sur la Pluralité des Mondes*, avant lui et plus profondément avec Fermat; dans *De Maximis et Minimis*, ce célèbre mathématicien démontre proprement la loi optique $i = n \sin r$: « Notre démonstration s'appuie sur le seul postulat que la nature opère par les moyens et les voies les plus faciles et les plus aisées. Car c'est ainsi que nous croyons qu'il doit être énoncé et non pas, comme on le fait d'ordinaire, en disant que la nature opère par les voies les plus courtes ». Cette conception philosophique remonte en fait à une interprétation erronée d'une maxime d'Occam : « Il est vain de faire plus ce qui peut être fait avec moins ». Elle est à l'origine d'une règle d'action connue sous le nom de « Rasoir d'Occam » : utilisez l'hypothèse la plus simple.

On retrouve l'extrémalité en mécanique avec le principe de moindre action, en électromagnétisme et dans tous les domaines de la physique gouvernés par des champs de potentiel : les états d'équilibre stable sont atteints lorsque les potentiels sont à leur minima. Elle se manifeste en chimie avec les règles de Le Chatelier et la loi du minimum de Liebig, en thermodynamique où tout système tend vers un état d'entropie maximale, et où le principe d'extremum de Gibbs-Delbruck-Molière joue un rôle essentiel, dans la vie économique où l'entrepreneur vise à maximiser son profit, le consommateur à minimiser sa dépense. Elle existe en sociologie où, pour attirer l'attention, exercer le pouvoir, certaines personnes, certains partis politiques, prennent des positions extrêmes, ou occupent des situations singulières. On la rencontre en psychologie, où souvent l'homme affiche des attitudes, des ambitions excessives qui le singularisent.

Puisque les mathématiques sont d'abord des modèles plus ou moins fins de représentation de notre environnement, il est naturel de se heurter à chaque pas à la notion d'extrémalité. Et les résultats obtenus ont été d'autant plus marquants que cette notion a été utilisée consciemment.

Il y eut le cinquième livre d'Apollonius où il « expose des propositions relatives aux longueurs maxima et minima », et, avant lui, « Pappus et les Anciens » qui savaient déjà que « les maxima et minima sont uniques et singuliers » observe Fermat. Fermat a joué un rôle important dans la création de l'analyse par ses travaux « Sur les solutions des problèmes de géométrie par les courbes les plus simples » car il « remarque que, dans certains cas, les questions de maxima et de minima peuvent se résoudre plus élégamment et peut-être plus géométriquement, au moyen de la construction d'une tangente ». Or, la pente de la tangente en un point à une courbe n'est autre que la dérivée en ce point de l'équation qui définit la courbe.

L'extrémalité est à la base de tous les problèmes d'optimisation qu'on retrouve en physique et en mécanique avec les problèmes posés par le calcul des variations et la recherche des géodésiques, en économie avec les problèmes posés par la recherche des minimax. Elle a même laissé son nom à un théorème connu sous le nom de « principe du maximum ». Comme on le sait, ce théorème porte sur les maximums relatifs d'une fonction harmonique f , à valeur réelle, définie sur un ouvert U du plan complexe; le résultat énonce l'absence de maximum

relatif au sens strict : on ne peut trouver $z_0 \in U$ tel que $f(z_0) > f(z)$, $z_0 \neq z \in U$; par suite s'il existe $z_0 \in U$ tel que $f(z_0) \geq f(z)$, $z_0 \neq z \in U$, alors $f(z)$ est constant sur U .

Bien souvent, la pensée obéit à l'extrémalité de façon inconsciente. C'est presque d'un mouvement naturel qu'elle a cherché à définir le nombre minimal d'éléments qui engendrent un objet structuré donné; la notion de base n'a pas eu de difficulté à s'imposer. »

On peut souvent établir un ordre entre les sous-objets d'un objet, c'est notamment le cas en mathématique où les sous-objets minimaux engendrent tous les autres. On peut caractériser une famille de tels objets par celle des sous-objets minimaux qu'elle contient, et une sous-famille de cette famille à partir des sous-objets minimaux qu'elle contient ou, au contraire, à partir des sous-objets minimaux de la famille donnée et qui ne lui appartiennent pas.

Il s'agit là d'une version abstraite⁵² et excessivement limitée de la manière dont se déploie le monde.

Comme nous allons en faire l'expérience dans le chapitre suivant, la notion d'extrémalité et celle de singularité que nous allons rencontrer sont très liées. Du point de vue « philosophique » et méthodologique, penser en termes d'extrémalité - les minorités agissantes - est aussi judicieux qu'utile.

⁵² C'est là le sens du Critère de Minimalité énoncé dans ma thèse (Publ. Inst. Stat. Univ. Paris, 18, 1969, 1-96):

Critère d'Extrémalité⁽¹⁾ : Soient \mathcal{A} et \mathcal{B} deux classes d'objets définies sur des ensembles finis par la même axiomatique. On suppose $\mathcal{A} \subset \mathcal{B}$, ce qui signifie que tous les objets de \mathcal{A} ont les mêmes propriétés que les objets de \mathcal{B} . Soit $I(\mathcal{B}) = I_1(\mathcal{B}) \times I_2(\mathcal{B})$ un ensemble d'indices qui correspondent à des propriétés classificatoires des objets de \mathcal{B} . $i_1 \in I_1(\mathcal{B})$ implique en particulier la possibilité d'établir un ordre total sur les éléments de \mathcal{B} par rapport au critère i_1 . Désignons par \mathcal{B} la famille des objets de \mathcal{B} n'appartenant pas à \mathcal{A} et minimaux par rapport aux critères $i_j \in I_1(\mathcal{B})$ sous les conditions $i_k \in I_2(\mathcal{B})$. Une classe \mathcal{C} d'objets de \mathcal{B} n'est composée que d'objets de \mathcal{A} si et seulement si les objets de \mathcal{C} ne contiennent pas comme sous-objet d'objet de \mathcal{B} .

CHAPITRE VII

QUELQUES TRAITS CARACTÉRISTIQUES DU CHANGEMENT

VII. 1 Introduction

Dans l'esprit des milieux biologiques, sociologiques, historiques, il semble que l'emploi du terme « changement » correspond à une vision plutôt locale du mouvement des objets qu'étudient ces milieux. Je dirai donc ici qu'il s'agit d'un *changement local*. Il est caractérisé par le fait qu'une au moins des propriétés de l'objet est modifiée au cours de ce changement.

Une sorte de vue panoramique sur ces changements advenant sur une très longue étendue temporelle est qualifiée par ces mêmes milieux d'«évolution». À la place d'évolution, on pourrait employer l'expression de *changement étendu*.

Nous allons aborder ici l'examen de certaines propriétés importantes de ces changements, et d'abord celles des changements locaux.

VII. 2 La rapidité du changement

Elle est bien sûr très variable selon le phénomène étudié et son contexte, selon l'échelle temporelle au sein de laquelle advient le changement.

Une telle échelle étant donnée, la distinction est à établir entre les changements dont la rapidité est mesurable, et ceux pour lesquels la rapidité échappe en ce moment à toute mesure: en ces cas, la durée du changement est un infiniment petit dont on ne connaît pas l'ordre de grandeur. Nous distinguerons ainsi les phénomènes à *changement accessible* des phénomènes à *changement* dit *inaccessible* ou encore *catastrophique*.

Le contenu de la note 24 donne l'exemple de phénomènes de sauts quantiques considérés jusqu'à présent comme typiquement à changement catastrophique, mais dont on commence à décrire l'évolution. La question de la continuité du monde physique devient moins sujette à objection.

La difficulté expérimentale est celle d'abord de parvenir à évaluer *localement*, c'est-à-dire entre deux points voisins, des vitesses, ce qui présuppose de voir les éléments physiques sujets aux déplacements, aux transformations. Il n'est nullement

certain par ailleurs qu'entre ces deux points la vitesse soit constante: l'environnement lui-même peut changer au cours du déplacement et modifier encore plus localement la forme d'une trajectoire éventuelle, son mode de parcours, la morphologie de l'objet. (Le couplage entre un objet et son environnement se représentera au minimum par un produit local: si les vecteurs d'état de l'objet ($i = 1$) et de son environnement ($i = 2$) dépendent chacun par exemple de deux paramètres (a_{ij}) placés sur deux lignes différentes ($j = 1, 2$), l'interaction locale $f_{ij}(t)$ est associée à l'influence réciproque des vecteurs d'état sur le comportement de chacun des acteurs).

Une classe de modèles, relevant de la *théorie dite des catastrophes* (présenté par exemple dans [9]), admet la présence de tels changements très rapides au sein d'un univers continu. Ceux-ci sont donc inclus souvent sans explication au sein de ces modèles, postulés en quelque sorte compte tenu de l'incapacité d'analyser leurs contenus physiques et morphologiques.

VII. 3 Quelques généralités sur la typologie des changements

Une première classification des changements apparaît à travers l'examen de leur rapidité, en d'autre terme de leur vitesse. Autrement dit, dans ce cadre, on ne prend en compte que le changement de l'objet dans le temps et non dans l'espace. Le paragraphe précédent établit une première distinction triviale entre changements accessibles et inaccessibles.

C'est par leurs représentations mathématiques que l'on pénètre au sein de l'infinité des modes de changements. On se limitera ici à quelques considérations préliminaires et élémentaires.

On procède d'abord ainsi: soit un objet soumis à un changement.

Définitions VII.1 : L'ensemble des différentes positions qu'il occupe, dans l'espace de référence où il est situé, et selon la date à laquelle elle est notée, est le *lieu de déplacement* de cet objet. Sa *trajectoire*, contenue dans le lieu de déplacement, est l'ensemble de ces positions ordonnées selon le temps. C'est une courbe si les dates que l'on prend en considération pour enregistrer les positions sont représentées par le continuum des nombres réels.

Si la trajectoire est fermée, c'est-à-dire si elle revient toujours sur elle-même au bout d'une période qui peut être variable T , on dira qu'elle est un *nœud orienté* - le nœud le plus simple a la forme d'un cercle qui peut être très déformé. La trajectoire est strictement *périodique* si le retour s'effectue toujours au bout d'une période de même valeur.

La diversité infinie et les possibilités d'assemblages et d'entrelacs des nœuds donnent peut-être une idée de l'étendue de quelques classifications.

On notera qu'alors qu'un objet donné B est sous l'effet d'un changement représenté par un nœud N_B , que le changement de l'un de ses sous-objets K dans son référentiel propre est représenté par le nœud N_K , le mouvement de B et K dans le référentiel de B sera représenté par le tore $N_B @ N_K$ de base N_B et de fibre N_K .

La première caractéristique d'un changement est sa vitesse v . Un changement dont on a précisé la vitesse sera appelé un v -*changement*. On considèrera naturellement qu'un changement est stable par rapport à sa vitesse si celle-ci si invariante au cours du temps. Cette vitesse peut être bien sûr nulle: il y a absence de changement, on parlera de *fixité*.

Définition VII. 2 : Un changement à vitesse temporelle invariante v au cours du temps sera dit v -*uniforme*.

Quelques évidences simples:

Par rapport à la vitesse, les changements catastrophiques ne prêtent le flanc, pour l'instant, à aucune classification. Ce n'est pas le cas bien sûr des changements accessibles; à travers les travaux en physique et de mathématiques portant sur la mécanique, plus généralement sur les systèmes dynamiques, ils bénéficient d'une observation et d'une modélisation étendues sur plusieurs siècles. On distingue les changements lents ou au contraire rapides, certains de plus en plus rapides, réguliers ou non, chaotiques, et parmi les changements réguliers les périodiques, ou bien ceux qui atteignent des limites en temps fini ou au contraire a priori infini.

Une classification différente provient de l'examen de l'apparence des objets, de leur morphologie extérieure et des paramètres qui la caractérisent, sans que leur structure ne soit modifiée. À travers la constance des rapports métriques entre ses parties, cette morphologie peut rester invariante, mais cependant croître ou diminuer en volume. Elle peut également, tout en maintenant constantes les rapports métriques en parties, varier en volume de manière périodique, mais aussi, de façon régulièrement répétée, changer brusquement de volume : lorsque notamment celui-ci diminue, le changement est de type fractal (cf le paragraphe VI.3).

La notion de stabilité et ses incarnations est évidemment derrière toutes les considérations précédentes. Elle est encore présente lorsque se dessinent et se figent les changements de structure, les organisations internes, influençant, dépendant les unes de autres, morphologies et fonctionnalités. Un premier examen de la notion de structure et de fonction figure dans l'Appendice 1.4.

VII. 4 La résonance

On se donne trois diapasons, deux la et un ré. Frappons un des la: il entre en vibration et émet le son la. On constate que le second diapason la entre à son tour en vibration et produit la même note. On dit qu'il y a résonance entre les deux diapasons. Le diapason ré par contre reste inerte.

Cet exemple met en évidence trois facteurs de résonance indissociables:

(i) Pour qu'il y ait résonance entre deux systèmes dynamiques, il est nécessaire qu'il y ait échange d'énergie: le premier système dynamique qui entre en vibration transmet une part de son énergie, et en tout cas la forme de son mouvement aux molécules d'air qui l'enveloppent. La forme de ce mouvement se déplace comme une onde, et se plaque sur la forme du second diapason. Remarquons que l'onde perd de sa force au fur et à mesure qu'elle s'éloigne de sa source.

(ii) La description précédente met donc en évidence la nécessité d'un homéomorphisme entre les deux systèmes dynamiques associés à deux objets qui résonnent. Leur évolution doit être semblable, de même, par conséquent, que leurs ensembles de bifurcation.

(iii) Si maintenant on fait sonner le diapason ré, on peut penser que le système dynamique qui lui est associé aura même morphologie que le système dynamique associé aux la. La condition d'homéomorphisme est donc insuffisante pour caractériser la résonance entre systèmes dynamiques. Il faut introduire des conditions d'égalité ou de rapport métrique supplémentaires : elles portent ici sur les longueurs des diapasons, ou encore leur fréquence de vibration.

Sur ce phénomène de résonance, et dans le cadre de la théorie des systèmes dynamiques, les énoncés de quelques théorèmes généraux sont notamment rappelés dans [9] (pp 210-211).

Tenant compte de l'Observation Première (OP 5) selon laquelle tout objet présente des changements internes périodiques ou quasi-périodiques, il semble raisonnable de penser que le phénomène de résonance que l'on vient de décrire est très général.

De tels phénomènes sont a priori présents à l'intérieur d'un objet donné où se trouvent en général plusieurs sous-objets de même structure, partageant donc les mêmes fréquences principales de vibration. Mais c'est un fait que pour l'instant, l'accès à de tels indicateurs est peu accessible en physiologie profonde, et que leur rôle et leur importance notamment dans la mise en place des chaînes biochimiques et des morphologies locales sont inconnus.

Propriété 1: On peut voir dans le phénomène de résonance un exemple physique d'association qui, à la fois, est motivé par et repose sur la nécessité de stabiliser un objet : l'alliance, le couplage entre deux objets semblables conduit au résultat cherché (cf le théorème VIII.1 du chapitre suivant).

Il se produit en quelque sorte une excitation du niveau d'énergie par l'intermédiaire de la variation des fréquences internes.

On peut s'interroger sur les manières dont se déploie dans les autres règnes le

phénomène de résonance présent dans le règne physique.

Propriétés 2 : L'analyse préalable du phénomène de résonance physique fait apparaître ces deux composantes du phénomène:

- *une similitude morphologique* qui permet une similitude comportementale - et qui peut aussi en partie provenir d'une telle similitude,
- *une similitude comportementale* poussée (qui par exemple apparaît sous la forme d'une relation de proportionnalité rationnelle entre deux fréquences).

Dans le domaine chimique, une forme de ce déploiement pourrait s'incarner et jouer un rôle important dans quelques-uns des mécanismes peu connus et groupés sous le nom d'affinité. Pour ce qui est des liaisons chimiques, de l'agencement des atomes au sein d'une molécule, la raison de leur morphologie est classiquement donnée par l'application du Principe de Platon: leur conformation leur assure la stabilité optimale. On remarquera qu'elle s'accomplit de manière quasi morphologique par le truchement d'une forme primaire du mécanisme clé-serrure : elle est caractérisée par la mise en commun d'électrons qui viennent « boucher » les vides des couches électroniques de chaque composant. Elle s'accomplit également de manière comportementale puisque la mise en commun des électrons suppose leur comportement dynamique dans l'un des composants compatible avec leur comportement dynamique dans un autre composant, un comportement associé à l'énergie de liaison aisément calculable.

Dans le domaine biochimique, celui de la biologie, le mécanisme morphologique clé-serrure reste présent, mais, devant le nombre et la complexité des mécanismes mis en jeu, est insuffisant en général pour rendre compte de toutes les modalités des réactions. Le détail des actions des différentes forces locales qui agissent n'apparaît nullement derrière les notions d'énergie de Gibbs et d'énergie d'activation, très globales.

Cela dit, l'examen de certaines pratiques et comportements suggère fortement la présence de mécanismes de résonance ayant contribué à les établir. C'est le cas très vraisemblablement de l'hypnose par exemple.

Examinons par exemple le phénomène de l'imitation, le comportement des moutons. Voici des objets ayant même morphologie, et dont les dynamiques cérébrales sont les mêmes, à un chouïa près bien sûr : un des moutons du troupeau avance d'un pas, ses compagnons ont tendance à faire de même parce que l'activité de l'appareil sensoriel des uns et des autres est fortement couplée avec celle de leur appareil moteur. De ce fait, le schéma inversible mouvement-visualisation du mouvement chez le conducteur est reproduit en miroir chez le suiveur. Les mécanismes et phénomènes de propagation des comportements, des rumeurs, des idées dans les sociétés humaines procèdent des mêmes principes.

VII. 5 Une parente privilégiée de l'idée changement: la notion de singularité

Un changement affecte une ou plusieurs propriétés d'un objet, et dans ce dernier cas selon un certain ordre temporel. Pour chacune de ces propriétés se trouve un moment auquel débute le changement. Cet instant particulier dans la vie de l'objet est dit *singulier*.

Il caractérise un avant et un après.

Ces moments singuliers, peu nombreux a priori, sont bien répertoriés dans le vie des plantes, des animaux fussent-ils humains, des sociétés: les dates d'anniversaire, de commémoration sont d'une signification telle qu'elles s'inscrivent dans la mémoire.

Le changement est le résultat de l'action concomitante de forces intérieures et extérieures. Elles opèrent en des endroits spécifiques. Certains d'entr'eux, aux propriétés très particulières, ont cette capacité de favoriser des changements, parfois de les induire. On les qualifie également de *singuliers*. L'exemple physique très simple et qui fait sourire d'un tel lieu est celui de la pointe d'une tige métallique: elle peut profondément blesser, au contraire d'une petite extrémité sphérique. Le sommet particulièrement aigu d'une montagne est dangereux au contraire du sommet arrondi d'une colline. De tels sommets en pointes sont peu nombreux dans les chaînes montagneuses.

Plus généralement,

Définition VII. 3 : On dira qu'un objet - ce terme est pris ici dans son sens le plus général (cf le chapitre II) - caractérisé par l'ensemble de ses propriétés s , et k , est *rare* si les valeurs attachées à ces propriétés sont extrêmes, c'est-à-dire les plus grandes ou les plus petites possibles.

Définition VII. 4 : Tout objet rare susceptible d'induire des changements dans un contexte donné sera dit *singulier*⁵³.

L'objet singulier a donc ces deux propriétés, d'une part d'être associé à des changements et d'autre part d'être rare. Rappelons que cette dernière propriété d'ailleurs fait l'objet d'un théorème important en mathématiques, il établit la rareté des éléments singuliers des ensembles d'objets mathématiques génériques.

Les exemples classiques d'objets physiques quotidiens et singuliers du monde sont les pierres précieuses, les bijoux, les chefs d'état. Tous ces objets sont rares, dotés de valeurs exceptionnelles, extrêmes, et dont les effets à plus ou moins long

⁵³ Cette vision de la singularité espère être assez générale pour contenir les différentes définitions de la notion de singularité qui apparaissent en mathématiques. On pourrait affecter à un type de singularité la valeur d'un degré de singularité, et classer les sous-ensembles singuliers au sein d'une théorie selon ce degré. On a défini différentes possibilités de mesures pour ces sous-ensembles, la mesure dite de Hausdorff étant la plus « populaire ».

terme peuvent également être caractérisés par des quantités extrêmes. Que de crimes commis par la fascination exercée par les premiers ! Que d'aventures entreprises par les seconds ! Ils sont souvent à l'origine d'évènements qualifiés d'exceptionnels, et donc assurément singuliers. Autre exemple: ainsi, une révolution au sein d'une société, caractérisée par les valeurs extrêmes de propriétés locales de cette société, comme par exemple celles associées à des inégalités criardes, aux mouvements des différents éléments qui en constituent la population, fait elle figure de singularité dans l'histoire de la société.

L'Annexe 1.6 développe quelque peu le contenu de ce paragraphe. Y sont esquissés les fondements mathématiques de la théorie des singularités dans le domaine réel - l'étude développée des singularités dans le domaine complexe n'a vraiment été entreprise que tout récemment par l'école de Strasbourg.

On représente presque toujours l'origine des choses, souvent inconnue, pour le moins obscure, par un point noir, d'où se déploie une réalité plus accessible, mieux décrite et d'une représentation plus étoffée. Ce milieu originel aux potentialités d'incarnation mal définies, mais très riches, aux propriétés inconnues - par exemple pour le peuple, le lieu et le groupement protégés et presque secrets où s'élaborent les décisions, d'où émerge l'ordre - ce milieu donc à partir duquel plus généralement s'organise un ensemble d'évènements, s'établit une structure, débute une évolution, se rencontre dans tous les règnes, du physique au social; il est compris et représenté par une singularité.

De part leur rareté, les singularités qui, génériquement, jouent un rôle décisif dans la mise en place de nouveaux objets et dans leurs évolutions, mettent souvent en défaut l'intérêt des statistiques: par nature, ces dernières ne permettent pas de faire ressortir et d'apprécier le poids fonctionnel de ces singularités.

Les objets sont source de champs de forces dans leur environnement, (cf le chapitre V): certaines forces ont des vertus attractantes, d'autres ont un effet répulsif. Dans l'univers des représentations dynamiques où opère le temps, dans les plus simples de ces représentations, les objets singuliers comme par exemple certains germes sont d'abord représentés par des points: on les qualifiera d'attracteurs ponctuels purs si toutes les forces d'action sur leur entourage associées à ces objets sont attractantes. Les trajectoires des objets situés dans l'environnement de la singularité et soumis à ces forces convergent vers la singularité. Lorsque avec le temps l'objet singulier se déploie en un objet plus imposant tout en conservant ses seules capacités attractantes, le système dynamique qui lui est associé possède une sorte d'enveloppe également qualifiée d'attracteur pur.

VII. 6 Une parente privilégiée de l'idée changement: la notion de bifurcation

Nous avons présenté un objet singulier comme un objet caractérisé localement par des valeurs extrêmes de ses propriétés. S'il ne se fige pas dans cet état singulier, les propriétés de l'objet, avant d'atteindre l'état singulier, et après l'avoir atteint, n'ont plus en général ces valeurs extrêmes. Il s'est produit un changement dans l'état même de l'objet.

L'Annexe 1.8 donne un aperçu rapide sur l'histoire première de la notion de bifurcation, examine succinctement quelques problèmes liés à son traitement mathématique, et soulève quelques questions philosophiques.

Définition VII. 5 : On appellera *bifurcation* un changement dans l'état d'un objet (cf la définition 1.2), et *caractéristiques de bifurcation* les valeurs des propriétés de l'objet avant, pendant, et après bifurcation. On dira parfois qu'un objet en *situation de bifurcation* (à la Poincaré) est en *situation de connexion* (à la Geoffroy St-Hilaire).

Les valeurs qui caractérisent l'état de l'objet sont modifiées, franchissent des *valeurs seuils* (cf la définition 5.5) au moment du passage par l'*état de singularité* qui accompagne la bifurcation: avant d'être dans cet état, l'objet avait, associée à ces valeurs, une certaine structure; après ce passage, ces valeurs ayant changé, il est dans une structure nouvelle. Mais il est clair que les éléments fondamentaux de la structure de l'objet restent en place.

On a donc cette propriété fondamentale de la bifurcation:

PROPOSITION VII.1 : *Toute évolution d'un objet qui passe par une état de bifurcation s'accompagne d'une déstructuration partielle de l'objet.*

Une telle déstructuration peut s'accompagner d'une modification des symétries locales, les physiciens parlent alors non point de bifurcation mais de *rupture de symétrie*. Il peut certes en résulter une perte de symétries, mais aussi au contraire, un accroissement des symétries.

Les causes de déstructuration peuvent être endogènes, mais souvent exogènes. Elles amènent l'objet dans un état instable qui en général ne saurait durer. Il se produit alors en ces cas, très rapidement, une restructuration au moins partielle dans une conformation différente de la précédente. Aussi associe-t-on en général à la notion de bifurcation: en premier lieu cette

Propriété 1: d'être un *phénomène de nature très rapide*,

et en second lieu, accompagnant les différentes manières du changement dans les morphologies et dans les aptitudes fonctionnelles,

Propriété 2: d'être un *phénomène caractéristique de la naissance de la nouveauté*.

Cette dernière propriété souligne assez l'importance majeure de ce phénomène pour la compréhension et pour la prévision des états des objets en évolution. Les métamorphoses en particulier correspondent à des bifurcations de grande ampleur (cf le paragraphe **III. 2** de la seconde partie).

La bifurcation a été fort étudiée dans le cadre de la théorie des systèmes dynamiques, des types d'évolutions temporelles, beaucoup moins dans le champ des évolutions physiques, morphologiques, sociologiques, où les paramètres qui pèsent sur la bifurcation sont évidemment très nombreux et insuffisamment connus.

On peut ainsi sans doute, et par exemple, comprendre comme étant des phénomènes de bifurcations les mutations⁵⁴ rencontrées dans le domaine organique. Or dans ce domaine notre ignorance est grande, comme nous en fait part, par exemple, l'auteur de l'article récent⁵⁵, cité en note : « Indeed, cancer is thought to arise from a mutated cell that clonally expands while continuing to accrue additional mutations that result in diversification, but the dynamics of this process are poorly understood. »

On trouvera dans l'Annexe 1.7, à partir d'exemple simples, la présentation du phénomène de bifurcation temporelle où, dans ce cadre, on se penche sur la manière dont sont modifiées les comportements des trajectoires au moment de la bifurcation, ou bien sur la variation de forme d'objets géométriques définis par des inégalités ou des équations polynomiales.

Dans ces cas simples où un phénomène ou un objet est représenté par une variété algébrique ou semi-algébrique explicite, la variation des coefficients qui définissent la variété induit des effets sur la morphologie de l'objet: elle permet donc de définir les lieux critiques dans l'espace des coefficients pour lesquels les caractéristiques cette morphologie changent brusquement.

De tels lieux précis, établis dans les modèles à fondement mathématique, portent le nom d'*ensembles de bifurcation*, ou, dans le cadre des modèles basés sur la théorie des applications différentiables, d'*ensembles de catastrophe*.

⁵⁴ Voir par exemple : APOBEC mutation drives early-onset squamous cell carcinomas in recessive dystrophic epidermolysis bullosa https://stm.sciencemag.org/content/10/455/eaas9668_ga=2.49589670.1040393850.1586931248-1304624454.1583656494

⁵⁵ C. Curtis, Quantifying mutations in healthy blood , Science, 1426-1427, 27 March 2020.

Voici deux exemples mathématiques, deux vidéos, où l'évolution de paramètres locaux déforme un objet géométrique, en l'occurrence un tore géométrique bi-dimensionnel. Cette vidéo montre comment passer, par bifurcation, de l'une des trois géométries possibles dans l'espace ordinaire à une autre. Elle révèle les propriétés communes à ces trois géométries. La durée de chargement complet de ces vidéos⁵⁶ peut être assez longue.

Dans

<http://arpam.free.fr/Tore%20SPS%20Hn.mov>

le tore (courbure totale nulle) est déformé jusqu'au premier moment où apparaît une singularité. La bifurcation la fait éclater en deux singularités disjointes, le processus de déformation se prolonge jusqu'à obtenir un pseudo-sphère (courbure totale -1).

Dans

<http://arpam.free.fr/Tore%20SGH.mov>⁵⁷

le tore est construit à partir d'un grand cercle de base en chaque point duquel s'appuie une fibre, un petit cercle. Après déformation le tore bleu acquiert un point singulier où il bifurque en une sphère (courbure uniforme de taille +1). À son tour, après déformation, cette sphère bifurque en ses deux points singuliers que sont les pôles, elle devient une pseudo-sphère. Au retour, le cercle de base est épaissi et devient un tore jaune, un anneau en or. Le cercle fibre tourne autour de son axe passant par le point de contact avec le cercle de base et engendre une sphère grenat. Par déformation cette sphère devient une pierre précieuse. Le résultat final est ce bijou offert aux lectrices de cet ouvrage.

⁵⁶ Conception Claude Bruter, réalisation technique et artistique Jos Leys.

⁵⁷ Avec la participation de Noémie Combe, mathématicienne et violoniste, pour la partie musicale. Une description plus complète de ces deux vidéos a été donnée dans la conférence faite à Paris à l'occasion de la seconde exposition ESMA à la Mairie du V^o arrondissement (cf <http://arpam.free.fr/IIOA.pdf>)

CHAPITRE VIII

QUELQUES TRAITS GÉNÉRAUX DE L'ÉVOLUTION

VIII.1 Introduction: raisons de l'évolution

Le propos de ce chapitre est d'apporter quelques petits compléments à ce qu'en dit, sur ce thème de l'évolution, la première partie de Topologie et Perception.

Les raisons de l'évolution résident dans le Principe de Platon et le théorème d'Héraclite.

De par son énoncé, le Principe semble attribuer à tout objet une sorte de conscience de son individualité, il se comporte comme si cet objet éprouvait un désir dont il n'est pas maître, qui lui est imposé, et dont l'origine lui est totalement inconnue. Il serait porteur d'une manière de conscience dont il est inconscient.

Prolongeant cette conception anthropomorphique, l'objet aurait la capacité spontanée et instinctive d'agir, de prendre des initiatives, de faire des choix pour préserver au mieux sa stabilité. *Comme, en effet, il est constitué d'énergie et capable d'exercer des forces sur son environnement, comme il est aussi sensible aux forces qui s'exercent sur lui, il évoluerait d'abord spontanément, par le jeu des mécanismes de régulation, vers des états plus complexes, adaptés aux mouvements à la fois réguliers et erratiques de son environnement, de manière, toujours et avant tout, à conserver sa stabilité.*

Atteignant un degré plus élevé de complexité, se dessinerait alors dans son organisation une sorte de pré-conscience, une forme d'instinct guidant dans une première étape sa conduite immédiate face aux méandres environnementaux, puis, dans une seconde étape, façonnant des capacités d'anticipation, un organisme conscient capable d'analyser, de codifier, de simuler physiquement ou abstraitement les comportements du monde environnant pour mieux se protéger de ses agressions immédiates ou potentielles.

Pour exister, persévérer, un objet a besoin d'énergie : il doit donc posséder ou développer des outils fonctionnels capables de déceler la présence de cette énergie, capables de se rendre sur les lieux où elle se trouve, de la saisir, et enfin de l'ingurgiter et de l'assimiler. Il a donc besoin a priori d'outils sensoriels formant l'ensemble S , d'outils moteurs formant l'ensemble M , d'outils d'ingestion formant l'ensemble I . Ces outils fonctionnent de manière coordonnée, localement par l'intermédiaire de complexes associatifs notés par exemple SM, MI, IS , et par l'intermédiaire d'un outils régulateur de l'ensemble, SIM .

C'est en cet outil régulateur que vont pouvoir ensuite se développer de nouveaux outils, possédant des capacités mnémoniques importantes, capables de faire des prévisions en élaborant des techniques particulières de représentation et de simulation.

Il a fallu quelques années, euphémisme, pour que dame Nature parvienne à fabriquer les objets les plus évolués. Un objet conçu et réalisé à la date T, est un complexe de forces apparues avant cette date, et déployant de nouveaux champs de forces. Son système régulation permet de maîtriser les forces antérieures qui participent à sa construction dans la mesure où elles n'atteignent pas certaines valeurs qu'on appellera *valeurs destructrices*, et qui sont spécifiques aux types de forces et à l'objet considéré.

Lors des premiers temps, l'objet était immergé dans le milieu énergétique nécessaire à son existence : sa constitution ne nécessitait pas la présence de tout cet appareillage nécessaire à la reconnaissance et à l'acquisition d'un milieu « nutritif ». Petit à petit donc les objets se sont complexifiés pour aboutir à la situation actuelle, une situation en devenir comme le montrent les progrès fulgurants à l'échelle temporelle phylogénétique de la technologie, de l'état de nos connaissances.

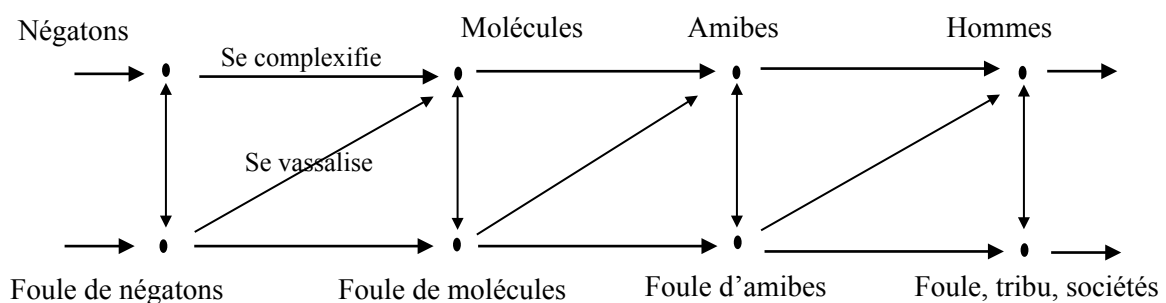
VIII. 2 Modalités de l'évolution

On considère ordinairement que l'activité du monde s'est déployée en règnes successifs, chacun d'eux s'appuyant sur tous ceux qui, à la fois, le précèdent et se maintiennent. Rappelons ici que:

OBSERVATION MÉTHODOLOGIQUE 1 (OM 1) : *La Nature procède par analogie : elle se plaît à répéter, dans la mesure où elle le peut et à quelques modifications près au grès des circonstances locales, parce qu'ils ont déjà fait leurs preuves, processus, organisations, schémas, techniques déjà mis en œuvre.*

OBSERVATION PREMIÈRE 8 (OP 8) : *Les constructions de la Nature, ses objets, sont d'une semblable architecture. Ils sont construits à partir de sous-objets de complexité moindre ; et les soubassements archétypes conditionnent l'ordonnance générale et impriment leur marque aux différentes parties des objets. Une structure archétype est liée à un comportement de même nature.*

Le schéma suivant explicite cette observation générale:



Exemple ⁵⁸:

Nous l'empruntons à l'architecture religieuse, expression d'une philosophie complète. Le temple reproduit le monde et ses mécanismes de création. La superposition en étages d'éléments d'églises symbolise la construction hiérarchisée des objets naturels dans l'évolution, et dans l'espace. On observera en outre la règle d'emploi de la méthode d'analogie généralisante; la construction des étages inférieurs et supérieurs reposent sur les mêmes principes.

Le règne physique sert de soubassement à tous les autres; ce qu'on en décrit, ce qu'on en comprend fournit les éléments constitutifs de ces règnes postérieurs. Mais les raisons et les manières possibles dont il est venu à paraître, l'origine et l'organisation de l'espace qu'il occupe, des champs fondamentaux si étonnamment stables qui animent et façonnent une potentielle substance primordiale, restent pour nous des mystères. La question lancinante de l'origine du monde et des choses restera toujours posée. Par exemple d'où vient le Big Bang, si tant est qu'il a existé comme on le conçoit un peu.

La notion de singularité originelle, un point noir, résume notre ignorance. Dans le discours et l'optique évolutionniste, on préférera parler de *centre organisateur*, notion qui apparaît dans l'étude du développement « embryologique » des objets:

OBSERVATION PREMIÈRE 11 (OP 11) : *Ce développement s'initie à partir d'un complexe initial qu'on appelle le centre organisateur de l'objet.*

Exemples 1. On introduit un germe de glace dans un brouillard à température voisine du zéro (Celsius). Le brouillard cristallise en glace ou neige tout autour de ce germe. On peut le considérer comme centre organisateur d'un petit nuage de neige.

Définition VIII.1: Le champ de forces qui rayonne autour du germe de glace et transforme petit à petit les gouttelettes d'eau en cristaux est appelé *champ morphogénétique*. On dit qu'il *rayonne* ou *se déploie* à partir du centre organisateur α .

2. « Tout comme un embryon croît à partir du nombril, de même Dieu a commencé à créer le monde par le nombril, et de là, il s'est répandu dans toutes les directions » (texte rabbinique).
3. L'allumette enflamme en un point le papier; la flamme rougeoyante s'étend, se déploie et dévore le papier.

⁵⁸ La stratification des applications de \mathbf{R}^n dans lui-même est également un exemple de référence. De manière plus générale, le monde apparaît comme doté d'une structure feuilletée, en feuilles plus ou moins fluides.

4. Le marteau frappe la cloche en un point, l'onde sonore déferle et enveloppe la vallée.
5. Nous voyons toujours poindre, au sein d'un troupeau de bovidés, après quelques luttes éventuelles, un chef autour duquel le troupeau se stabilise et se construit. Cette forte tête joue le rôle de centre organisateur.

Le centre organisateur contient en puissance toutes les virtualités de l'objet qui vont se déployer dans l'espace-temps. Etant donné le rôle primordial que joue le système régulateur dans la survie de l'objet, on doit s'attendre à voir ce système s'organiser en premier dans le développement de l'objet, tout autour du centre organisateur. Cette situation est décrite par l'exemple 5 qui précède; le centre organisateur est également le centre topographique du système régulateur.

VIII. 3 Trois mécanismes de l'évolution

On peut considérer que le centre organisateur est en situation de bifurcation exceptionnelle puisque originelle. Aux situations de bifurcation qui apparaîtront par la suite correspondront des centres organisateurs secondaires. On assistera à un développement de l'objet qui va ainsi de connexions en connexions, jusqu'à maturation provisoirement finale.

Ce développement s'accomplit selon trois mécanismes principaux, les deux mécanismes premiers étant ceux de la capture et de la régulation:

1) Présent dans la phase physique primitive de développement, *le phénomène de capture* (cf l'observation première (OP 3)), celui d'acquisition d'énergie primaire, est brutal et totalitaire.

2) Comme tout phénomène de capture, il a tendance à engendrer des situations de conflit (cf le théorème d'Héraclite VI.3), et par suite *le mécanisme de régulation* qui est une manière de lisser le conflit, de le résoudre par un mouvement de va-et-vient entre les parties en conflit.

3) Un troisième mécanisme de *rapprochement*, d'agglutination, d'association, de mise en commun, d'accouplement, puissant et apparemment plus discret, est celui *associé au phénomène de résonance*. Il se produit lorsque les parties K et K' respectivement de l'objet A et de l'objet A' , soit qu'elle sont animées de mouvements vibratoires autonomes, soit qu'elle sont ébranlées par le même phénomène vibratoire extérieur et y réagissent de façon similaire, partagent rationnellement les mêmes fréquences. En ce cas, le couple $C = (A, A')$ a tendance se comporter de manière similaire, et pris comme un tout, fait figure d'objet plus stable que les objets constituants A et A' car doté en première instance de la somme des énergies respectivement portées par A et A' .

Ce mécanisme évolutif porte le nom de « Principe des Semblables », qui se ressemblent, s'assemblent. En voici la « démonstration », proposée dans [9] p. 48 :

THÉORÈME VIII.1 (Principe des Semblables): *L'évolution des objets s'accompagne d'un regroupement en « noyaux » des parties présentant des propriétés fonctionnelles semblables.*

Démonstration: Soient deux parties p et p' d'un objet dotées de propriétés fonctionnelles similaires. Les dynamiques associées à chaque de ces parties possèdent des sous-dynamiques qu'il est possible d'identifier. Lorsqu'il est fait appel à l'une d'entre elles, celle-ci crée, par l'énergie qu'elle rayonne autour d'elle, une résonance dans la sous-dynamique correspondante associée à l'autre partie. En vertu du critère d'extrémalité, la configuration (p, p') va évoluer de manière à rendre minimale l'énergie d'échange entre les sous-dynamiques associées, ce qui conduit au rapprochement spatial de p et de p' .
CQFD

VIII. 4 Mutations, Émergence, Liberté

Les mutations peuvent avoir des effets bénéfiques ou maléfiques. Les phénomènes de bifurcation qui les caractérisent sont accompagnés d'accroissements ou de pertes de potentialités énergétiques. Les pertes résultent par exemple de chocs, de destructions locales par vieillissement, usure, accident, par défaut local (interne) ou global de régulation, ou bien sous l'effet de conflits insidieux ou violents. Se produit alors en général une régression vers un état antérieur, pouvant même, fragilisant certains composants essentiels, conduire à la destruction de l'objet.

Au contraire, l'acquisition de potentialités énergétiques, par l'un ou simultanément par plusieurs des mécanismes précédents, débouche en général sur le déploiement de nouvelles fonctionnalités, de nouveaux champs de forces.

Cette émergence de capacités nouvelles d'emprise sur l'environnement, caractérisées à la fois par un enrichissement de complexité du graphe structurel de l'objet, mais aussi par la formation de formes accrues de stabilité, est une des marques de l'évolution. Elle façonne la sensation d'irréversibilité des phénomènes et la création de la notion d'irréversibilité du temps.

Favoriser les conditions de l'émergence est naturellement contribuer à enrichir l'évolution. Il est alors nécessaire en premier lieu de reconnaître la diversité des forces qui s'exercent ou sont susceptibles d'agir sur l'état des objets et d'en perturber ou au contraire d'en améliorer la stabilité.

Ces forces sont présentes en des lieux divers, où il devient utile d'avoir la

possibilité de se rendre, qu'il convient de pouvoir atteindre. D'où la nécessité de développer des mécanismes d'observation sensibles à la présence de ces forces, des outils de déplacement permettant d'accéder aux endroits elles se manifestent. D'où ensuite, la nécessité de conserver la mémoire de ces lieux, des chemins à suivre pour y parvenir, des effets engendrés par ces forces.

Tous ces objectifs peuvent être atteints par des moyens divers, chacun pouvant avoir des avantages particuliers sur les autres, ou bien présenter des faiblesses qu'il faut mettre en évidence, et qu'il est avantageux de discuter et de faire connaître.

Sans entrer encore dans le détail des arguments, il apparaît simplement qu'assurer une liberté de mouvement vis-à-vis des lieux, des modes de connaissance, des modes de pensée est l'un des facteurs essentiels de l'évolution.

Sur ce thème de l'évolution et des conditions de son émergence, de la liberté nécessaire, les considérations introduites dans Topologie et Perception ont ici leur place, les voici. On note d'abord que:

THÉORÈME VIII. 2: L'évolution des objets s'accompagne d'une perception et d'une connaissance accrue des champs de forces.

Démonstration : Selon le théorème d'Héraclite, la lutte entre objets est fréquente. En ce cas la victoire a beaucoup plus de chance d'appartenir à l'objet qui décèle les failles de son adversaire qu'à l'objet aveugle. Par suite, organes sensoriels et de mémorisation se développent en même temps qu'ils élaborent tactiques et stratégies de lutte.

C.Q.F.D.

Nous avons relevé, dans les chapitres précédents, que les objets étaient sujets à changement par effet des forces qu'ils émettent ou bien sous l'influence de celles auxquelles ils sont sensibles. Ce fait conduit à introduire la définition suivante :

Définition VIII.1: On appelle liberté ou entropie⁵¹ de l'objet A par rapport à la force f , la capacité l de résistance de l'objet lorsqu'il est soumis à l'action de f .

PROPOSITION VIII. 3: Un objet est d'autant plus libre par rapport à la force f que son domaine d'action par rapport à cette force est plus étendu.

Démonstration : Le domaine d'action de la force f est d'autant plus étendu que f a plus d'intensité. Par suite, sa puissance de répulsion ou d'attraction sera plus élevée. L'objet survivra donc avec plus de succès en cas de lutte; sa capacité de résistance, donc sa liberté en la circonstance sera plus grande.

C.Q.F.D.

Conséquence immédiate de cette proposition:

COROLLAIRE VIII. 4 : *Un objet tend à évoluer vers un état d'entropie maximale.*

Notons qu'on retrouve ici une formulation explicite du critère d'extrémalité, critère utilisé de manière implicite dans les lignes qui précèdent.

THÉORÈME VIII. 5 : *L'évolution va de pair avec un accroissement des libertés.*

Démonstration : Cet énoncé est conséquence du théorème VIII. 2 et de la proposition précédente VIII. 3. La connaissance des objets, de leurs techniques de combat permet de les vaincre en cas de conflit, et de préserver sinon d'augmenter la liberté.

CQFD

- Exemples*
1. L'électron est esclave du champ électrique qui le guide
 2. L'oiseau, capable par ses propres moyens de s'élever dans l'air, amorce une libération à l'égard des forces de gravitation.
 3. La chauve-souris s'engage vers une émancipation à l'égard des forces électromagnétiques en les mettant à profit pour guider son vol.
 4. L'homme, prolongeant le pouvoir de ses sens et de ses forces par la fabrication de machines de toute nature, rompt les liens du servage à l'égard des forces de gravitation et électromagnétiques.

Sur la notion classique de liberté, on consultera l'Annexe 1.9.

VIII. 5 La sexualité

Rappelons ici l'énoncé du Principe de Platon dans sa version moderne:

*Tout objet s'efforce de persévérer dans son « Moi » à travers l'espace
et à travers le temps,*

mais également dans sa version originelle:

*Car c'est encore ici, comme précédemment, le même principe d'après lequel la nature mortelle cherche toujours, autant qu'elle le peut, la perpétuité et l'immortalité,
mais elle ne le peut que par la génération*

« Mais elle ne le peut que par la génération » : est-ce parce qu'elle se situe en fin d'énoncé que cette simple remarque semble avoir échappé à l'attention de Spinoza, ou du moins, est-ce sous l'influence de sa conception déiste du monde, qu'il ne l'a pas approfondie ?

La sexualité est une manifestation de la perpétuation des objets de la nature à travers l'espace mais aussi à travers le temps, en réponse aux perturbations d'origine

diverse qui peuvent en venir à les déstabiliser. Il s'agit donc d'un phénomène universel dont il conviendrait de connaître les différentes manifestations et l'évolution de son expression.

La connaissance de la phylogénie de la sexualité, d'une énorme complexité, nous échappe. Elle inclut, par exemple, celle de la phylogénie de tous les riches phénomènes et mécanismes qui ont accompagné la genèse et l'évolution du microbiote intestinal, des peptides anti-microbiens⁵⁹, de l'adénosine et de ses variantes, ou de l'ADN par exemple. On peut imaginer, comme la suggestion au chapitre **III** en a été faite, que la sexualité, présente de manière manifeste dans les règnes végétal et animal, soit le déploiement observé dans le règne physique du phénomène d'intrication, c'est-à-dire, excitée à un certain niveau sous l'effet d'un mouvement local cyclique de va-et-revient libérateur d'énergie, du dédoublement d'une « particule » particulière, en deux particules dites jumelles, mais sans doute jumelles jusqu'à un certain point non encore établi: un phénomène non réversible. Ce n'est là qu'une élucubration. On marche ici, dans la plus noire obscurité, le long de parois sur lesquelles jaillissent, fugaces, les lueurs les plus étranges des actes de sorcelleries dont gentille dame Nature se complaît à nous entourer.

⁵⁹ A titre d'exemple d'inconnus: Brian P. Lazzaro, Michael Zasloff, Jens Rolff, Antimicrobial peptides: Application informed by evolution, *Science Magazine*-May 1, 2020-page 487.

DEUXIÈME PARTIE

Le Principe de Stabilité et le Façonnage de l'Homme à travers les Affects

Les affections sont des formes engagées dans la matière, ... ,
l'étude de l'âme relève du physicien
Aristote

Tout ce qui est relatif aux passions appartient à la vie organique
Bichat

Introduction

Le second tome de **Topologie et Perception** [1] propose en première partie des éléments de description et d'explications possibles de l'évolution du phylum humain. La dernière partie est consacrée à la perception physiologique. La partie centrale porte sur le système nerveux, plus particulièrement sur l'encéphale, le cervelet et le cerveau. Cet ouvrage pourrait être actualisé, tenant compte du fait qu'il est paru en 1976 alors que nous sommes en 2020, et que de grands progrès ont été accomplis depuis dans la connaissance de ces trois derniers domaines. Ce livre ancien reste cependant d'actualité sur le plan des interprétations, des suggestions et des explications. Il illustre souvent le contenu de la première partie du présent ouvrage. Seuls quelques éléments seront ici repris. Ils sont les points de départ à de nouveaux développements, à de nouvelles considérations sur le fonctionnement de notre machine cérébrale et de notre entendement.

« The structural and functional complexity of multicellular biological systems, such as the brain, are beyond the reach of human design or assembly capabilities »¹.
Ce rappel fixe les ambitions et les attentes du lecteur. Il donne les raisons pour lesquelles le contenu de ce chapitre sera du genre théorique et conjectural. On essaye timidement de comprendre comment a pu se construire l'architecture du cerveau, comment a pu s'établir le support organique de quelques activités importantes de

¹The genetic architecture of the human cerebral cortex par un collectif d'auteurs, *Science* 20 March 2020,

l'esprit.

Est introduite en premier lieu (chapitre I) une manière de comprendre ce qu'est la conscience, le phénomène de prise de conscience, la présence et la manifestations des affects chez l'homme et sans aucun doute dans le monde animal.

Le chapitre II reprend une classification déjà publiée des affects et émotions; développée dans l'optique du Principe de Platon, elle est différente des anciennes. Les affects sont vus comme des expressions corporelles de réactions physiques et mentales de la personne face à des situations environnementales de nature externe ou interne qui renforcent ou diminuent la stabilité spatio-temporelle de cette personne. Le corporel est pris ici dans un sens large, il inclut ici entre autres le sensible et le phonatoire.

Un problème général est celui de comprendre pourquoi et comment s'établit un affect, sa caractérisation, son énonciation, le concept qu'on lui associe, et donc plus généralement qu'est-ce qu'une idée et selon quels processus se construit-elle, tout comme son association puis son enchaînement à d'autres idées, son énonciation ?

Deux attitudes sont possibles, selon que l'on se situe ou non dans la mouvance spiritualiste, animiste, platonicienne. Se plaçant de ce dernier point de vue, on pourrait, pour en moderniser l'approche et le langage, faire l'hypothèse qu'existe un champ particulier, comme existent les quatre champs physiques fondamentaux, champs dont nous ne connaissons pas d'ailleurs l'origine, mais dont l'expérience quotidienne et la maîtrise nous assurent de leur présence et de l'existence à nos yeux. Ce champ particulier, ici donc très hypothétique, pourrait par exemple être appelé le « champ de conscience », ou peut-être mieux le « champ idéal ». De même que les paillettes de fer sont sensibles à un champ magnétique qui possède la faculté de les orienter, de les déplacer, ou plutôt de même que la composition interne de ces paillettes les rend sensibles à ce champ magnétique qui parvient alors à les mouvoir, la composition et l'organisation du contenu de la chambre obscure que constitue notre cerveau seraient en partie sensibles à ce champ idéal : il orienterait l'activité de certains composants de cette chambre vers l'émission motrice (phonatoire) de la traduction linguistique des différentes étapes qui ont accompagné la mise en place de la chaîne d'évènements locaux associés à des représentations locales de stimuli d'ordre divers ayant conduit à la formation de réactions face aux nécessités locales de stabilisation de l'être en présence d'une situation nouvelle, immédiate ou construite pour être possiblement exécutée dans le long terme.

Inversement, un ébranlement, une modification interne de l'une de ces parties sensibles ζ pourraient être diffusées par ce champ idéal et atteindre d'autres personnes, porteuses d'une partie interne plus ou moins isomorphe à ζ .

La seconde attitude consiste à rechercher une architecture et un mode de fonctionnement qui permettraient d'éliminer l'hypothèse de l'existence d'un tel champ. Je m'orienterai plutôt dans cette direction.

L'idée générale est que la construction au fil des années de la matière cérébrale est en partie un phénomène de nature sociale, impliquant des collectifs dont l'activité est plus ou moins spécialisée, les éléments d'activité similaire, selon le principe semblables (Première Partie, Théorème VIII.1), se regroupant en unités devenant plus présentes, plus visibles, plus soudées, et faisant apparaître cette activité de plus en plus singulière.

Le parallèle n'est peut-être pas dénué de pertinence entre la société neuronale et celle des humains, quand bien même celle-ci serait encore d'une complexité bien moindre. Les mécanismes de création et de fonctionnement des éléments qui auscultent les environnements extérieurs et intérieurs ont des points communs, les manières dont se font les échanges matériels et d'information se ressemblent souvent, tout comme les manières dont s'effectuent les évolutions internes au sein des groupes d'invention et de décision qui mettent en marche tous les changements locaux et globaux de ces sociétés. Cette analogie, cette similitude dans le mode évolutif de construction seront à nouveau évoquées et utilisées dans le troisième chapitre.

On revient, dans le chapitre de conclusion, sur la question posée par la pertinence du principe de Platon, comparée à celle de l'approche darwiniste.

CHAPITRE I

LE PHÉNOMÈNE DE LA CONSCIENCE

I.1 Préliminaires

Le thème de la conscience a fait l'objet d'innombrables études, tant sur le plan philosophique que sur le plan biologique. On pourra consulter sur ces sujets les très riches synthèses présentes sur wikipedia:

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Conscience>

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Conscience_\(biologie\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Conscience_(biologie))

Sur la présence de ce phénomène, sur son principal mécanisme à mes yeux, le tome 2 de Topologie et Perception [1], page 180 en donne l'essentiel.

La première donnée à introduire pour analyser le phénomène de conscience est celle de la représentation des objets. En pratique, toute représentation est trivialement incomplète. Par exemple, je n'ai pas, de cette orange, la représentation du mouvement intérieur qui agite les électrons de la vitamine C, située en tel endroit du fruit. Je ne saisis pas instantanément la manière dont la tortue est sensible au champ magnétique.

Les manières dont de telles représentations s'effectuent au sein des complexes cérébraux restent très mystérieuses. On ne compte pas les publications de chercheurs et d'équipes de recherches faisant part de notre ignorance. On ne sait pas par exemple, en dehors de quelques noyaux neuronaux, dans quelle mesure la forme locale de l'incroyable variété des molécules et chaînes moléculaires, leurs agencements, leurs *mouvements*², constituent une forme de codage adéquat, pertinent et plus ou moins stable, des événements pris en compte par notre appareil sensoriel, participant de manière significative à la mémorisation.

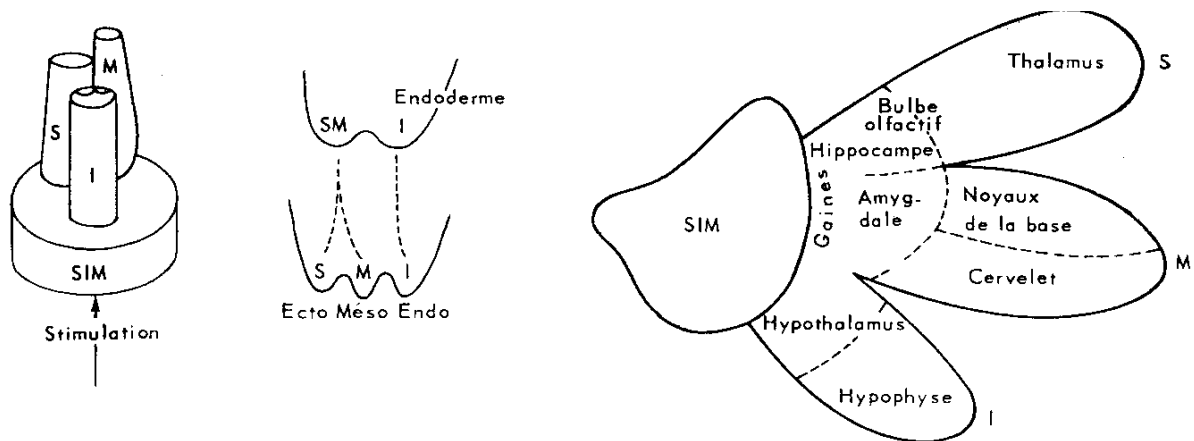
² Cf par exemple : « Vibrational energy transfer (VET) is ubiquitous for many molecular processes in the condensed phase, ranging from chemical catalysis to biological signal transduction and molecular recognition » in Intermolecular vibrational energy transfer enabled by microcavity strong light-matter coupling. *Science Magazine* May 8 2020

Si bien des avancées ont cependant été accomplies ces dernière années, le manque de connaissances très approfondies sur les manières dont le cerveau travaille rend acceptable que seules des considérations quelque peu théoriques et hypothétiques soient ici présentées.

I. 2 Un cadre théorique de représentation

I. 2.1 Les complexes C en général

L'architecture rudimentaire du cerveau, cf l'introduction au chapitre VIII de la première partie, est ici représentée par ces deux schémas de principe (extraits de [1] (pages 129 et 132)), n'ayant certes qu'un rapport lointain avec l'organisation anatomique de fait.



On trouvera par exemple dans

<https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-0-387-36601-2> [3]

très succinctement dans

http://lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d_07/d_07_cr/d_07_cr_tra/d_07_cr_tra.html

et dans ses liens, une première description anatomique et fonctionnelle du cerveau.

De manière imagée, comme on l'a déjà écrit dans le paragraphe précédent, le contenu du cerveau est comparé à celui d'une salle obscure. L'emploi de ce terme fait naturellement penser à une salle de concert. Y sont présents diverses familles d'instruments, à cordes, à percussion, à vents, elles-mêmes divisées en sous-familles, les violons, les altos, etc... : un chef d'orchestre coordonne leurs jeux.

L'activité au sein de la salle obscure peut être représentée par un système dynamique de taille imposante Σ , composé d'une myriade de bassins B plus ou moins étendus. Chaque bassin B est lui-même représentatif de l'activité locale d'un

complexe $C(B)$ extrêmement riche³: sa définition et sa description ne se limitent pas simplement à celles d'un simple noyau ou de manière plus complète d'un ensemble neuronal⁴, mais aussi à celles de toute la physique et la biochimie qui le sous-tend.

Un tel complexe est défini par l'ensemble $F(C)$ de ses *fonctionnalités*. Outre celles qui caractérisent les vies affectives et intellectuelles, les plus importantes sont les fonctionnalisés primaires traditionnelles :

- ectodermiques et sensorielles : ouïe (sons), vision (lumière), odorat (parfums), toucher (température, rugosité), goût (aliments)
- mésodermiques et motrices (prendre, émettre, déplacer)
- endodermiques et neuro-végétatives (transformer, assimiler)

Les fonctionnalités primaires sont secondées par des fonctionnalités complémentaires: par exemple, jouer un simple rôle local de transmission au sein d'un complexe plus important impliqué dans une régulation⁵, ou bien être l'atelier de fabrication de plusieurs éléments qui seront diffusées par des chaînes de complexes appartenant au voisinage de l'atelier, et occupant une place importante dans les activités d'autres complexes.

On désignera sous le nom de *complexe mental* le complexe qui régit nos activités affectives et intellectuelles. Il contient entre autres le *complexe mnémonique* tel qu'il est sobrement décrit dans le site précédent consacré au cerveau. Ce complexe contient plusieurs complexes associés à des activités mnémoniques particulières en relation avec les complexes primaires, et fonctionne au moins partiellement par un

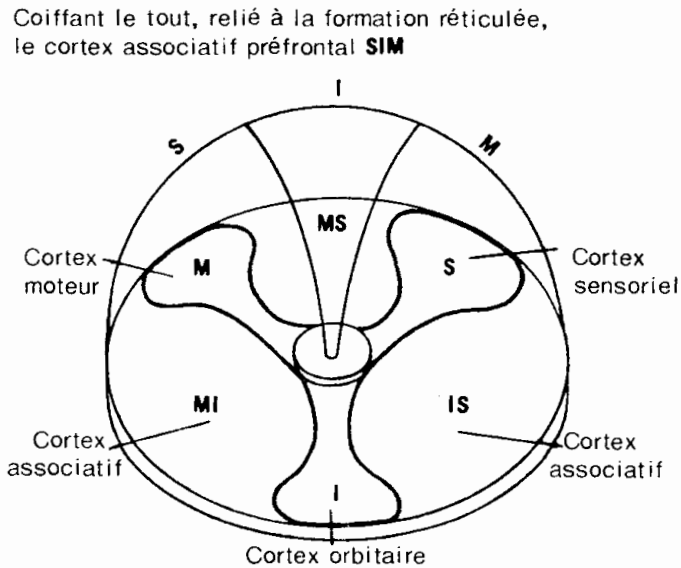
³ Naturellement, on aimerait maîtriser la connaissance de tels complexes par le truchement de modèles mathématiques précis. On est limité à heure actuelle par la très faible connaissance des chaînes de régulation, par la richesse de description de ces complexes : entre autres ce qui module le contenu de leurs activités et donc leurs interrelations, en particulier tous les phénomènes vibratoires qui les accompagnent, nous échappe à heure actuelle: cf la note suivante 2.

⁴ La plupart des modèles d'ensembles de neurones sont des réseaux électriques et informatiques qui reproduisent correctement la circulation électrique ou de certaines informations au sein de ces ensembles. En est absente toute la physique et la biochimie sous-jacentes qui activent ces ensembles, conditionnent et assurent leur rôle fonctionnel, participent à la compréhension de ce dernier (sa définition complète). Au jour où ce texte est écrit, les tout récents progrès dans la description des milieux moléculaires ont mis en évidence, par exemple, la richesse du serum sanguin qui ne contient pas moins de 4137 molécules, ou bien celle de vésicules synaptiques qui peuvent renfermer environ 300 molécules distinctes. Les manières dont les éléments de ces milieux communiquent sont loin d'être élucidées; en certains endroits, il n'est pas interdit d'imaginer des influences mutuelles via la circulation d'ondes solitaires comme dans certains milieux physiques, voire de façon plus fine et profonde comme le montrent les possibilités physiques d'interaction. La phylogénie de tous la machinerie biochimique, celle des ensembles neuronaux réels et de tout leur contenu est par ailleurs pratiquement inconnue.

On déduira de ces remarques combien nous sommes encore éloignés de la compréhension du phénomène de conscience, le terme « conscience » désignant de manière globale et imprécise un ensemble d'activités s'exerçant à des échelles diverses, dont nous recherchons la présence et les caractérisations.

⁵ Cf par exemple : Michael Reed, Janet Best, Martin Golubitsky, Ian Stewart , H. Frederik Nijhout , Analysis of Homeostatic Mechanisms in Biochemical Networks, *Bull Math Biol* (2017) 79:2534–2557

processus d'engrammation dont le mécanisme reste à approfondir. Tous les complexes contenus dans le complexe mental sont en relation les uns avec les autres avec plus ou moins d'intensité et renvoient à un complexe de régulation coiffant presque tous les autres, le cortex associatif préfrontal **SIM**. Le schéma suivant ([1] page 132) donne les traits principaux de la structure de la partie la plus élaborée du complexe mental.



Tous les complexes ne sont pas forcément en relation directe et immédiate les uns avec les autres, mais chacun d'eux C_i possède l'équivalent d'un *voisinage* $V(C_i) = \{ \dots, C_j, \dots \}$ formé d'autres complexes C_j avec lesquels il est en relation plus ou moins précise et affirmée, plus ou moins immédiate, une relation entre autres caractérisée par l'ensemble C_{ij} des éléments physiques et biochimiques échangés ou activés. Ces complexes de voisinage seront dits *associatifs*.

L'état du complexe C_i est fonction de l'état des différents ensembles précédents. On peut introduire ici l'équivalent d'une notion d'énergie, représentant à la fois les potentialités de survie de C_i et ses effets réciproques sur son voisinage, elle vérifierait la relation:

$$H(C_i(t)) = H(C_i(t-\varepsilon)) + \sum_j H(C_{ij}(t))$$

Soit c_{kC_i} un constituant d'un complexe C_i , n_i le nombre ces constituants. Attribuons pour l'instant une valeur $i(c_{C_i})$ à l'importance du constituant c_{C_i} dans le complexe C_i . Cette valeur est un nombre réel associé à son importance dans la stabilité du complexe, défini par une application de \mathbf{R}^{n_i} dans \mathbf{R} caractérisées par ses singularités et les propriétés des contre-images.

On peut de la même façon attribuer une valeur à l'importance de tout complexe contenu dans un autre. On peut dès lors établir un ordre partiel entre tous les complexes et leurs constituants. Si un constituant appartient à deux complexes emboîtés C_i et C_k son importance dans le plus grand sera le produit de son importance dans le plus petit par l'importance du plus petit dans le plus grand. D'autres formules d'évaluation sont bien sûr à envisager.

Evidemment, si par exemple Σ vibre, il en sera de même de chaque B et de chaque C . Et inversement, toute vibration d'un C local, de l'une de ses composants (comme un bras moléculaire, une trajectoire d'électrons autour d'un noyau) aura son effet, à des degrés divers, sur tous les autres complexes, et in fine sur le comportement de Σ .

La définition, la reconnaissance et la description d'un tel complexe reposent donc à la fois sur son support matériel, mais aussi sur une analyse des différents types d'ondes associés aux activités de toutes ses parties.

II. 2. 2 La stabilité des complexes

Une mesure, à défaut une appréciation de la stabilité locale est-elle possible ? On peut convenir d'associer à chaque composante C une capacité locale de résistance aux perturbations qui peuvent affecter les différents agents de son activité globale, autrement dit une famille de seuils⁶ associés à ces perturbateurs au delà desquels les perturbations font effet par augmentation ou diminution des états et comportements locaux de ces agents.

⁶ Dans nombre de situations, le franchissement de ces seuils conduit à des modifications de comportements locaux ou globaux plus ou moins radicaux et observables. On sait que, en présence de situations très simples, C. Zeeman a proposé l'emploi médiatique du terme « catastrophe » pour désigner l'apparition d'un changement plus ou moins spectaculaire. Pour ces mêmes raisons médiatiques, Thom a fini par se rallier à cette dénomination et a dû par suite employer l'expression de « catastrophes généralisées » pour renvoyer à ce qu'il advient lorsque sont franchies certaines valeurs des paramètres divers qui caractérisent les phénomènes.

Ces perturbateurs peuvent être divers: ce peut être une modification de matière, en quantité, dans son emplacement, dans sa morphologie, mais aussi celle d'une vitesse, d'une fréquence, voire d'autres données physiques. En supposant connu à l'instant t , mesuré par sa position sur un cylindre temporel infini de base un cercle représentant une journée de 24 heures, la stabilité de C à l'instant t pourrait être représentée par une variété $S_t(C)$ d'un espace complexe de dimension autant que de perturbateurs possibles présents.

Les singularités de cette variété constituent une sorte de spectre caractéristique de la stabilité du complexe, chacune ayant sa signification, son importance étant figurée par sa « hauteur » sur la surface.

Il est raisonnable d'admettre que seuls un nombre limité de complexes, liés en grande partie au fonctionnement du système neuro-végétatif, sont assez réactifs aux variations de stabilité locale d'autres complexes particulièrement significatifs, pour transmettre un ensemble de signaux indiquant une élévation ou au contraire une diminution de cette stabilité. Ces variations induisent l'expression d'un premier affect, *l'affect de base*, celui d'une sensation et d'une impression générale plus ou moins puissante de satisfaction ou de désagrément. On peut sans doute en donner une évaluation par l'examen des activités biochimiques locales, de « températures » locales. Cette question des affects sera examinée en plus grand détail dans le chapitre **II**.

Le processus de stabilisation d'un complexe est fondamental qui conduit à la persistance d'une activité particulière, d'une structure, d'une fonction, à la création d'une mémoire. La stabilisation s'accomplit de manière concomitante avec la répétition de l'activité globale qui, à l'origine, présente plusieurs modalités m_k . Au cours du temps, des influences extérieures, certaines deviennent plus fréquentes que d'autres, augmentent, notamment par transfert d'énergie locale, la présence temporelle et les potentialités de certaines modalités. Le jeu interne de compétition entre les différentes modalités initialement présentes tend à effacer la présence des modalités exprimées de manière trop faible, de sorte que le complexe se spécialise sur un nombre très restreint de ces modalités, voire quelquefois sur une seule.

I. 2.3 La représentation

I. 2.3.1 Le cas général, les différents types de représentation, l'abstraction

L'hypothèse est faite ici, donc en toute humilité, que les contenus des définitions des objets établis dans la première partie donnent la description complète de la réalité des objets...

Définition I.1: Un clone de l'un objet sera appelé une *représentation* parfaite de cet objet.

Définition I.2: Un objet $R(t)$ sera appelé une *représentation* de l'objet $A(t)$ s'il existe une famille \mathcal{R} d'applications de l'ensemble des propriétés de $A(t)$ dans l'ensemble des propriétés de $R(t)$ de sorte que:

- toute propriété de $R(t)$ est aussi une propriété de $A(t)$
- L'application entre graphes structurels est surjective
- les applications de $\mathcal{D}(A(t))$ et de $\mathcal{D}^e(A(t))$ respectivement dans $\mathcal{D}(R(t))$ et $\mathcal{D}^e(R(t))$ sont surjectives
- les ensembles $\mathcal{S}(R(t))$ et $\mathcal{K}(R(t))$ sont contenus respectivement dans les ensembles $\mathcal{S}(A(t))$ et $\mathcal{K}(A(t))$. Les fibres au dessus des points $\mathcal{D}(A(t))$ sont en correspondances avec les fibres au dessus des points de $\mathcal{D}(R(t))$
- $A(t)$ et sa représentation $R(t)$ partagent les mêmes propriétés de stabilité
- La variété $\mathcal{M}(R(t))$ des états de $R(t)$ est une sous-variété des états de $A(t)$, sur laquelle opère la restriction à cette variété le champ de vecteurs opérant sur $A(t)$.

On notera que l'ensemble des représentations peut être ordonné: l'ordre n'est que partiel puisque la représentation dépend de plusieurs critères. On peut alors cheminer sur l'arbre associé à cet ordre selon un critère déterminé, par exemple selon celui de la stabilité. On est donc en présence de représentations différenciées à la fois:

- par les intensités ou niveaux de représentation (par exemple selon la qualité d'émission et de réception des signaux)
- par le choix des critères référencés.

Le cheminement sur le treillis des représentations permet de dégager des chaînes particulières $\longrightarrow R_q(t) \longrightarrow$

Définition I.3: Soient deux objets $A(t)$ et $A'(t)$ partageant des propriétés communes formant l'ensemble Ω . On dira que la représentation $R(t)$ est une *abstraction* de ces deux objets si Ω est l'ensemble des propriétés de $R(t)$.

L'exemple standard d'abstraction est le corpus mathématique: il est une construction à étages de représentations, d'un niveau croissant d'abstraction. Au bas de l'édifice se placent, dans un langage descriptif particulier, les représentations simplifiées des objets et des mouvements du monde physique. C'est la raison pour laquelle on peut considérer la mathématique comme une physique abstraite. Aux

étages successifs se situent des représentations plus synthétiques des contenus des étages inférieurs. L'étage supérieur actuel porte le nom de théorie des catégories (Eilenberg-MacLane), théorie parachevée par l'œuvre de Grothendieck.

Un mot sur le contenu de ce dernier étage. En fait toutes les notions de base y sont très simples. Le point de départ est la donnée d'un espace dans lequel se trouvent des objets. Ce peut être, certes, l'espace ordinaire, mais plus généralement un espace quelconque X qui fondamentalement possède la même propriété que l'espace ordinaire en ce sens que chaque objet A y occupe un domaine particulier U , nous l'avons noté $\mathcal{D}(A)$ dans la première partie (paragraphe **II. 2**). Ce domaine a bien sûr des voisinages U' . Certaines d'entre eux sont emboîtés les uns dans les autres. Cet objet a des propriétés, peut-être quantifiables, et l'on désigne par $\mathcal{F}(U)$ ces données, elles forment l'ensemble $\mathcal{S}(A) \cup \mathcal{K}(A)$ selon les notations précédentes. Naturellement, si l'objet A' contient l'objet A , d'une autre façon si U' contient U , alors l'ensemble des propriétés de A' sera *a priori* plus riche que celui de A , autrement dit $\mathcal{F}(U)$ sera contenu dans $\mathcal{F}(U')$. Moyennant un autre petite propriété naturelle, les mathématiciens disent que l'ensemble des $(U, \mathcal{F}(U))$ est un pré-faisceau sur X .

Ce qu'ils appellent des termes abstraits de morphisme ou de transformation une manière bien codifiée de passer d'un pré-faisceau à un autre, est dénommée ici une représentation. Parce qu'il possède une connotation physique, concrète, exprimant la signification de cet acte de passage, l'emploi de ce terme plus expressif, représentation, sera ici privilégié.

I. 2.3.2 Le support de la représentation mentale

Le support physique de la représentation mentale, contenu dans le cerveau, est caractérisé par la présence de fibres nerveuses et de chaînes de neurones. On peut faire l'hypothèse que certains de ces complexes sont spécialisés dans la représentation d'une ou quelquefois plusieurs des propriétés appartenant aux ensembles $\mathcal{S}(A(t))$ et de $\mathcal{K}(A(t))$: l'état de ces fibres organiques à l'instant t correspondrait alors aux valeurs $s_j(t)$ et $k_i(t)$ des paramètres caractérisant l'état de l'objet à représenter. On peut convenir de dire que l'espace fibré des propriétés au dessus de $\mathcal{D}(A(t))$ est envoyé par la représentation sur un complexe organique: l'image par la représentation d'un sous-fibré \mathbf{R}^i de \mathbf{R}^{s+k} au dessus d'un point donné de

$D(A(t))$, associé à i propriétés, est matérialisée dans le complexe organique par un jeu de fibres nerveuses et de chaînes de neurones versés dans la transmission et l'expression de ces i propriétés. Modéliser ces complexes en tenant compte de la physique et de la biochimie qui les sous-tend n'est pas d'actualité, rappelons simplement le contenu de la note 4 : elle fait état de la présence de quelques 300 molécules aux niveaux synaptiques ...

I. 3 Être conscient: une définition

Définition I.4: On dira qu'on a *conscience* d'un objet $A(t)$ si on est capable de donner oralement une description de sa représentation mentale $R(t)$.

On aura *pleinement conscience* de l'objet $A(t)$ si on est capable de donner oralement la description complète de sa représentation mentale $R(t)$.

Remarques:

1) Cette définition n'implique aucunement que pour être conscient il faille nécessairement faire acte de parole.

Définition I.5: On dira que la *conscience est verbalisée* lorsqu'elle s'accompagne d'une émission vocale, *non verbalisée* lorsqu'elle ne s'accompagne pas de l'émission vocale.

Par simplification de langage, l'emploi du terme « conscience » seul signifiera la conscience non verbalisée.

2) Une représentation étant donnée, la capacité de la décrire peut être variable. Elle dépend a priori de l'état changeant de la personne qui effectue cette description, sous l'influence de stimuli conduisant à des modifications de la physiologie des complexes qui participent à la mise en œuvre de cette description.

3) La prise en compte des données précédentes conduit donc à définir un *niveau de conscience* pour chaque individu et relativement à chaque objet.

I. 4 Hypothèses sur le déroulement des Activités cérébrales

I. 4.1 Esquisse de la formation d'une nouveauté

Les questions premières liées à la mémorisation locale des objets, au maintien des souvenirs sont supposées résolues. On admet que ces deux opérations s'accomplissent partiellement et simultanément en une assemblée de complexes, comprenant des complexes moteurs purs et des complexes associatifs.

Soit μ l'élément du complexe mental, mémorisation de l'objet A . On fait l'hypothèse, assez souvent vérifiée par l'expérience, que chaque élément mémorisé μ l'est partiellement en plusieurs complexes. Il est notamment caractérisé par son niveau d'excitabilité ε (lié à sa fonction d'énergie locale), son degré σ de stabilité, et, de par la manière physico-chimique dont il est constitué, du fait des mouvements, de la circulation entre les divers complexes supports, lui est associée une fréquence de résonance ω . Au sein du système dynamique général Σ , figure le système dynamique local Σ_μ et le bassin qui lui est associé B_μ .

Chaque partie $\mu/$ de μ , considérée en elle-même, est supposée posséder le même degré σ stabilité, dotée d'une fréquence commensurable avec celle du tout.

Soit alors deux éléments mémorisés distincts μ et μ' , μ' étant la mémorisation de l'objet A' . Supposons que μ et μ' , deux parties respectivement $\mu/$ et $\mu'/$ dotées de fréquences permettant la mise en œuvre d'une résonance entre ces deux parties, apportant tant à μ qu'à μ' un supplément d'excitabilité. Alors pourra se produire un attachement $\mu\mu'$ plus ou moins stable et donc plus ou moins local dans le temps.

Par le jeu des complexes associatifs, chaque élément mémorisé possède une contrepartie dans le complexe audio-phonatoire. Lorsque le niveau d'excitabilité $\varepsilon(\mu\mu')$ de l'attachement franchi un seuil d'excitabilité subliminal, cet attachement est exprimé via le langage par l'appareil phonatoire en même temps qu'il est entendu par l'appareil auditif.

Un tel attachement peut correspondre à un objet déjà connu ou non. D'autres résonances pourront asseoir ou non sa stabilité. En ce dernier cas, il s'évanouira.

On est enclin à généraliser ce schéma de construction, de création d'éventuelles nouveautés. On peut concevoir, à un premier niveau, la réalisation de cette construction mentale comme le résultat d'un accouplement de systèmes dynamiques locaux Σ_μ définis par l'activité de complexes biochimiques cérébraux (formant parfois localement une petite tour de systèmes fibrés les uns au dessus des autres, associés aux chaînes biochimiques à fonction régulatrice, aux chaînes de neurones).

Cet ensemble, plus ou moins stabilisé, se réduit en dimension:

- d'une part en passant, par l'intermédiaire des aires associatives, vers les aires phonatoires et auditives, où il éclate et se matérialise sous la forme d'énoncés linguistiques: il a pris la forme d'éléments de pensée éventuellement verbalisés..

- d'autre part par une sorte de projection, devenant un attracteur de la dynamique décisionnelle Δ dont l'activité est, entre autres, pondérée par l'intensité des affects qui participent à son évolution.

De tels éléments de pensée, par le fait de n'être pas strictement localisés, au caractère en quelque sorte vagabond, pourraient s'assembler à d'autres de manière plus ou moins fugace et cohérente. Leur stabilisation, puis leur expression vocale, pourraient venir de leur mise en correspondance avec la représentation d'authentiques réalités, éventuellement potentielles, faisant valoir notamment la similitude au moins partielle de leur graphes structurels.

On peut donc distinguer ici les objets mentaux dont le support neurophysiologique est doté d'une stabilisation forte, des objets mentaux dont le support neurophysiologique est peu stable jusqu'à être volatil, des objets mentaux dont le mode de création est tout à fait aléatoire. L'état des facultés imaginatives et créatrices dépend bien évidemment de la présence de ces différents objets mentaux, de nos capacités à les apprécier, à les assembler, ce qui implique, implicitement ou non, à faire des choix.

I.4.2 La dynamique décisionnelle

Faire des choix est commun. Le choix fixe notre devenir, notre stabilité spatio-temporelle future, c'est dire son importance.

Décider entre deux situations implique:

- 1) de distinguer les différentes qualités propres à ces situations, de parvenir à les évaluer,
- 2) d'en garder la mémoire,
- 3) de comparer entre elles ces évaluations,
- 4) de peser le pour et le contre, de décider⁷.

La réalisation des points 1) et b) est le propre des complexes sensoriels et mnémoniques. C'est sur l'anatomie et sur le fonctionnement de ces complexes que

⁷ Un modèle de prise de décision est donné dans l'Annexe II.1

nos connaissances, hélas encore superficielles, sont les plus avancées⁸.

Sur le point 3), la comparaison, la présence et le fonctionnement de la « *pensée comparative*⁹ », aucune étude semble-t-il. Or la mise en place de mécanismes de comparaison a dû se faire très rapidement, presque spontanément. Le développement de ce mécanisme pourrait peut-être avoir suivi un chemin voisin du suivant.

Lorsque survient un évènement extérieur, il importe de savoir très rapidement s'il peut porter atteinte à notre capacité de persévérer. Un tel évènement néfaste a pour premier effet la destruction d'une partie de notre corps, une perte locale, une rétraction de capacités énergétiques. La mémoire de cette évènement se met en place, avec une énergie de fixation d'autant plus grande que l'évènement est marquant. Plusieurs évènements de cette nature, mais chargés d'intensité variée, déclenchent des réactions appropriées mais différentes. On peut penser que cette suite d'évènements se produit de manière plus ou moins simultanée pour les premiers au sein de la matière biochimique, prenant, avec la répétition, une manière de personnalité et d'autonomie de plus en plus affirmée. Une manière de mémoire simultanée de ces divers évènements et réactions tend alors à se développer à son tour, perdant rapidement la trace des évènements les moins chargés d'énergie de fixation, de signification. Nous sommes en présence d'une forme de genèse d'un complexe de comparaison.

Un tel mécanisme tendrait à se mettre en place pour chacune des propriétés des objets. La variation de chaque propriété tend à susciter une réaction particulière, selon une voie nerveuse, un sous-complexe spécifique. On serait par suite en présence de mécanismes de comparaison locaux dispersés au sein du complexe cérébral. Au niveau du cortex frontal, un complexe global pourrait alors en réguler le fonctionnement.

d) Une richesse d'informations subliminales supplémentaires s'infiltrerait sans doute dans ce mécanisme complexe, comme celles associées aux affects d'intensité

⁸ Par exemple: 1) « neurons in the primary visual cortex encoded both visual information and motor activity related to facial movements. The variability of neuronal responses to visual stimuli in the primary visual area is mainly related to arousal and reflects the encoding of latent behavioral states. » in **Amygdala ensembles encode behavioral states** Jan Gründemann, Yael Bitterman, Tingjia Lu, Sabine Krabbe, Benjamin F. Grewe, Mark J. Schnitzer, Andreas Lüthi. *Science* 19 Apr 2019: Vol. 364, Issue 6437.

2) « memory replay has been shown in different cortical and subcortical areas in non-human animals, including in the visual cortex (Ji and Wilson, 2007), ventral striatum (Lansink et al., 2009), medial prefrontal cortex (Euston et al., 2007), parietal cortex (Wilber et al., 2017), and motor cortex (Gulati et al., 2014, Ramanathan et al., 2015); and during wakefulness (Csicsvari et al., 2007, Davidson et al., 2009, Diba and Buzsáki, 2007, Foster and Wilson, 2006, Karlsson and Frank, 2009), non-rapid eye movement (NREM) sleep (Gulati et al., 2014, Ji and Wilson, 2007, Lansink et al., 2009, Lee and Wilson, 2002, Ramanathan et al., 2015, Ribeiro et al., 2004, Wilber et al., 2017), and REM sleep (Louie and Wilson, 2001). » in **Replay of Learned Neural Firing Sequences during Rest in Human Motor Cortex**, *Cell Reports* | VOLUME 31, ISSUE 5, 107581, MAY 05, 2020

⁹ selon l'expression introduite dans: C.P. Bruter Quelques aspects de la percepto-linguistique, *TA Informations*, 2, 1972, 15-19. (<http://arpam.free.fr/APL.pdf>) et reprise dans le tome 3 de Topologie et Perception.

$i(\mathcal{A})$ variables (cf le chapitre II). L'excitation de chaque élément de la comparaison, de chaque sous-complexe correspondant se traduit par l'apparition d'un analogue à l'un des sommets d'une « montagne » située dans un espace multi-dimensionnel: la « hauteur » d'un tel sommet est une manière de mesure de l'intérêt que présente le stimuli correspondant pour la stabilité spatio-temporelle. L'oscillation entre ces différents sommets finit par se stabiliser sur l'un d'eux: en lui se concentre l'énergie oscillatoire, de sorte que vont pouvoir se débloquent les voies qui mènent aux complexes associatifs avec lesquels le sous-complexe qu'il représente est en relation, et déclencher la panoplie de mouvements tant externes qu'internes qui caractérisent la prise de décision.

Ainsi, au niveau du cortex cérébral, s'accomplirait la régulation simultanée de toutes les activités corporelles, y finiraient par se stabiliser la multiplicité des mouvements de repositionnement du monde physico-chimique sous-jacent, débouchant sur l'apparition, via les complexes associatifs, d'actes moteurs, potentiellement ou non phonatoires.

I. 5 La conscience

La pratique de l'introspection conduit à déceler en la conscience la présence d'un processus biologique dont on éprouve la sensation. Son établissement participe donc du mécanisme général de la sensation. Il se situe en quelque sorte dans le prolongement du mécanisme associé aux sensations primaires liées à la perception.

Définition I.5 : On appellera *sensation de conscience*, voire simplement *conscience*, une activité phonatoire non verbalisée traduisant l'activité physique et biochimique du complexe mental.

Être conscient de : la spécialisation de cette activité sur un objet particulier A (un tel objet peut lui-même désigner toute une famille d'objets, ce peut être la philosophique, la morale etc) conduit à distinguer divers types de conscience.

Selon toujours cette introspection, selon ce regard intérieur, ces mots témoignent d'une réalité, le phénomène de conscience prend naissance lorsque certains seuils d'activité sont atteints, lorsque des images mentales issues des zones sensorielles et des aires associatives, tel les des montagnes se soulevant du fond des mers et perçant l'horizon, émergent avec assez de relief pour pouvoir être distinguées. Par images mentales, entendons des représentations principalement de type visuel et auditif: ne dit-on pas que l'on entend parler sa conscience? Les mécanismes visuels, auditifs et phonatoires sont en quelque sorte intériorisés, c'est-à-dire élaborés à un niveau second, et c'est la conjonction, on pourrait presque dire le choc de ces deux vagues, l'une d'origine visuelle interne, l'autre d'origine sonore interne qui crée le phénomène de conscience. La mise en place de ces représentations de second niveau et de leurs enchaînements s'appuie sur d'autres

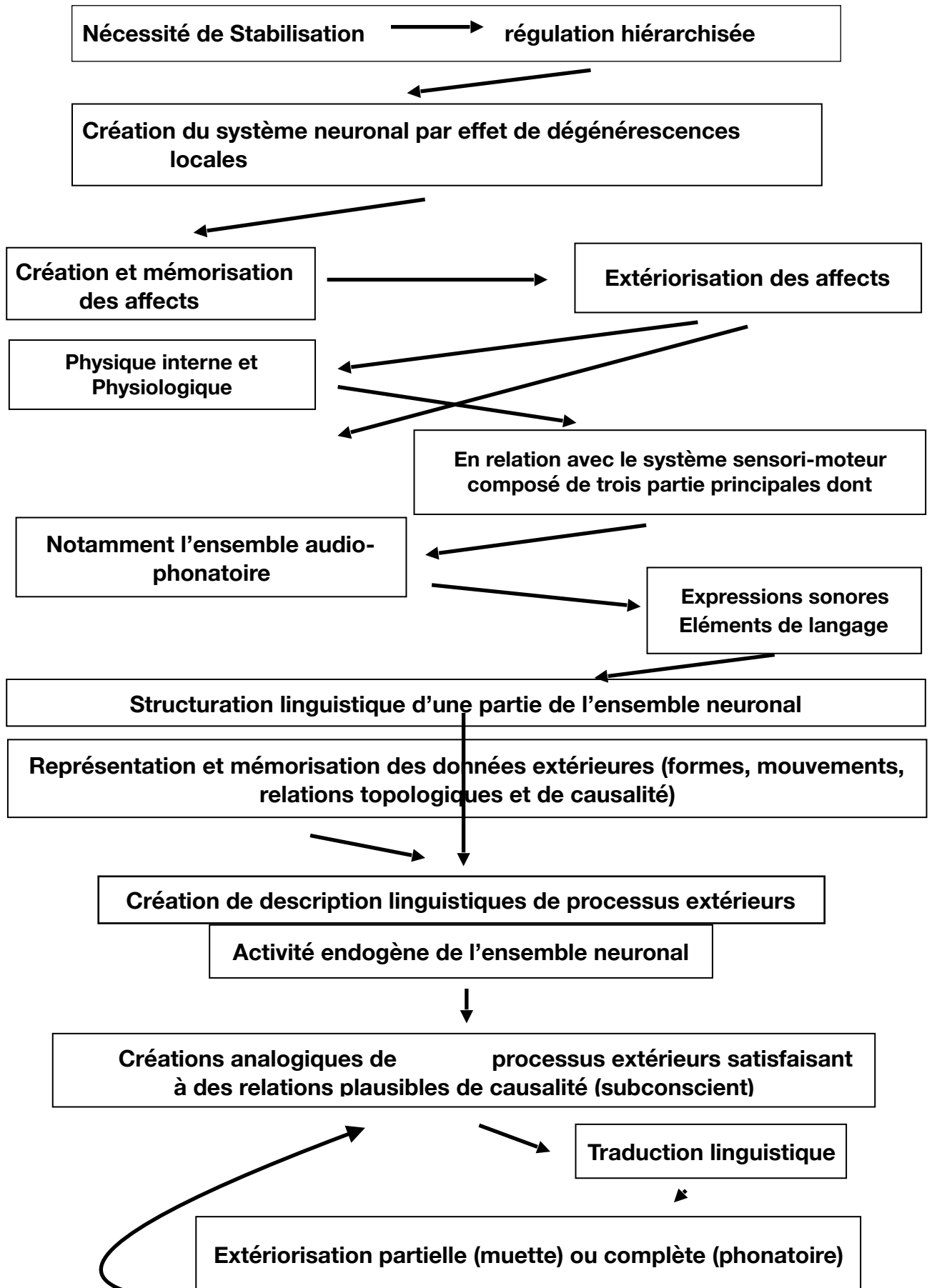
images plus anciennes: l'importance de la mémoire dans la mise en place du phénomène conscient ne saurait être oubliée. Par ailleurs, le rôle de l'affectivité dans ce processus ne peut être sous-estimé. L'expression affective traduit, dans le fond, une réaction de l' être à des actes de déstabilisation ou au contraire de renforcement de sa stabilité. Il ne serait pas impossible que ces réactions, et l' excitation nerveuse qui les accompagne, aient pu avoir une part dans la mise en place du phénomène de conscience.

En résumé, le phénomène de *conscience claire* est atteint au moment où un seuil subliminal est franchi qui met en œuvre simultanément les aires du langage de l' audition et phonatoire.

De manière générale, le phénomène de conscience est l'écoute interne d'une émission phonatoire n'ayant pas atteint un seuil d'intensité suffisante pour permettre l'émission verbale proprement dite.

Est proposé à travers le schéma suivant, un récapitulatif très abrégé de la mise en place supposée de quelques éléments du complexe neuronal, débouchant sur la création des affects, celle du corpus verbal, celui du sentiment de conscience.

Schéma Général



CHAPITRE II

INTRODUCTION À LA THÉORIE DES AFFECTS¹⁰

II. 1 Introduction

Lorsqu'advient la préparation d'une décision, des messages subliminaux peuvent parvenir notamment aux sous-complexes comparateurs, influençant leur comportement. Ils peuvent également être assez intenses pour peser sur l'établissement des décisions, voire faire l'objet d'expressions indépendantes. C'est en particulier la classe des messages désignés sous le nom d'affects.

La notion fondamentale de stabilité, les modalités de réalisation de cette stabilité, vont nous guider pour classer les affects et émotions. Cette classification diffère des classifications que l'on rencontre aujourd'hui (par exemple celles W. Parrots [4] et de Robert Plutchik [5]): elles ne sont pas fondées sur des causalités physiques, mais seulement sur des considérations sémantiques et psychologiques.

Tout affect possède bien sûr un degré d'intensité plus ou moins caractérisé par sa dénomination. Cette dénomination n'est pas toujours explicite dans toutes les langues, dans toutes les cultures, mais peut alors être toujours définie comme un *type de sentiment*. Pour ces raisons, le contenu des classifications citées précédemment reste incomplet, on pourra l'élargir en tenant compte de cette notion de sentiment.

Selon l'

OBSERVATION PREMIÈRE 3 (OP3) : *Les mouvements archétypes sont le fait de deux types de forces antagonistes, les forces de répulsion ou au contraire de capture.*

Les causes et les modalités dans lesquelles s'exercent ces forces conduiront à distinguer de manière générale deux types généraux d'affects, les négatifs et les positifs.

II. 2 Sur la naissance des affects : un schéma plausible

II. 2.1 Mise en place du soubassement organique général

La constitution des premières colonies cellulaires a été évoquée dans le tome 2 de **Topologie et Perception** [1]. Sous l'influence des données physiques et physico-

¹⁰ Le contenu de ce chapitre est en partie emprunté à : C.P. Bruter [Stabilité, émotions et métaphysique](https://scriptaphilosophiaenaturalis.file.wordpress.com/2019/07/c.p.-bruter-stabilite3a9-c3a9emotions-et-mc3a9taphysique.pdf) Scripta Philosophiae Naturalis, **16**, Juillet-Décembre, 2019, pp. 39-60.(<https://scriptaphilosophiaenaturalis.file.wordpress.com/2019/07/c.p.-bruter-stabilite3a9-c3a9emotions-et-mc3a9taphysique.pdf>)

chimiques qui caractérisaient leur environnement, on peut imaginer que la morphologie de certaines d'entre elles a évolué, formant des sortes de disques et de dômes troués en leur milieu, se compactifiant davantage pour aboutir à des sphères et des boules trouées, morphologies qui deviendront plus tard celles des morulas.

C'est dans les milieux intérieurs à ces colonies que se serait d'abord élaborée une activité de sensibilisation particulière à l'environnement immédiat en même temps que d'acquisition et de transformation de cet environnement, permettant une absorption et une diffusion à travers leurs corps d'« aliments » énergisants, assurant ainsi leur stabilité spatio-temporelle locale. La constitution du microbiote pourrait provenir de la pénétration plus ou moins agressive et de l'absorption du milieu environnement et, en dehors de phénomènes de symbiose possibles, de sa destruction partielle caractérisée par la conservation de chaînes moléculaires bénéfiques. Avec le temps, se serait établie, selon leurs capacités propres, une différenciation des composants de ce milieu intérieur en éléments formant des embryons de tissus plus proprement sensoriels d'une part (le futur ectoderme) et plus proprement dévolus d'autre part à l'absorption et à la transformation des éléments physico-chimiques de l'environnement immédiat (mésoderme-endoderme).

Se posent ces questions importantes: quelle quantité d'énergie est-elle nécessaire pour assurer la persévérance de ce milieu biologique, de cet être vivant ? De quelles manières a-t-elle évolué au cours de l'évolution, et sous quelles formes se sont présentées et se présentent actuellement les réactions de cet être type face aux insuffisances ou excès d'apports énergétiques ?

On peut imaginer que certains ensembles de cellules, formant des chaînes ouvertes ou fermées, se sont constitués et spécialisés en agents régulateurs: perdant petit à petit certaines fonctions primaires, leur activité se serait concentrée sur des fonctions régulatrices par la production ou l'emploi de sous-produits actifs pour la régulation, sous la forme par exemple de neurotransmetteurs et d'hormones. D'autres, toujours abandonnant certaines de leurs fonctions primaires, seraient devenus ce que nous appelons des neurones appartenant à ce que nous nommons le système neuro-végétatif.

Ces complexes neurovégétatifs sont couplés à d'autres ensembles issus du même fond cellulaire, mais devenus spécialisés dans l'action motrice nécessaire à la diffusion et au transport des éléments nutritifs d'une part, à leur recherche d'autre part. De la sorte, les insuffisances ou les excès de l'un quelconque de ces ensembles réagissent sur les autres.

L'intégration de ces données premières au sein du système sensoriel général via le système neuro-végétatif viendra à être traduite sous la forme de ce que nous appelons les affects et les émotions, expressions imprécises de satisfactions plus ou moins grandes, ou de malaises plus ou moins intenses, voire de souffrances, expressions tant au niveau global le plus élevé sous la forme d'expressions orales,

qu'au niveau local physique et physiologique le plus élémentaire, comme celui musculaire de l'abdomen, de la gestuelle et des apparences corporelles de manière plus générale.

II. 2. 2 La mise en place du soubassement des affects

Définition II.1: On appellera *affect* \mathcal{A} une modification de la stabilité spatio-temporelle susceptible d'être extériorisée par un mouvement du corps.

On peut donc classer les affects, outre selon leurs causes, selon également les mouvements corporels intérieurs et extérieurs et leur intensité $i(\mathcal{A})$ caractérisée par leur rapidité et force d'expression.

Pour mieux parvenir à comprendre les raisons de la présence des affects, les mécanismes qui ont pu présider à leur création et à leur expression, il conviendrait de se pencher d'abord sur les situations les plus simples susceptibles d'engendrer de tels affects, puis de rechercher les manières dont elles ont pu se développer et s'entremêler de manière efficace et constructive.

Si tout objet s'efforce de persévérer dans son état, de telles situations seront en priorité celles qui possèdent les plus grandes potentialités de détruire l'objet lui-même.

Les plus fondamentales de ces situations sont sans doute celles de nature proprement physique, d'abord immédiatement destructrices comme celles d'excès de froid ou de chaleur, celles causées par la faim et les prédateurs. Il est possible que certains agents chimiques agressifs puissent avoir également et discrètement joué un rôle. Sont également présents les chocs plus ou moins compressifs et destructeurs que peuvent créer les phénomènes naturels (éboulements, chutes de pierres, d'arbres, ...), et surtout toutes les formes incisives de blessures plus ou moins profondes causées par les prédateurs.

Si l'on suppose l'être biologique à l'état pluricellulaire primordial, les attaques déstabilisatrices que l'on vient d'évoquer induisent au sein de ce milieu cellulaire des gradients de destructions plus ou moins vives. Face à ces attaques renouvelées, certaines parties de ce milieu développent des éléments réactifs particuliers (par exemple sous la forme de productions diminuées ou accrues de certains éléments biochimiques, voire de formation de nouveaux composés biochimiques, finalement sous la forme de création de nouvelles structures). Se formeraient donc ainsi les éléments à la fois caractéristiques et sensitifs à ces attaques. Ils pourraient à la longue être ensuite génétiquement codés.

Par ailleurs, il aura fallu que l'attaque franchisse un certain seuil, tant dans le niveau de répétition que par son intensité, pour pouvoir assurer la transformation des éléments primordiaux en élément sensitifs. Il est naturel de penser que le degré

d'activité de ces derniers éléments augmentera dans un tout premier temps de manière linéaire avec l'intensité de l'attaque.

II. 2. 3 Les affects spatiaux, individuels et collectifs

Définition II.2 : On désignera sous le nom d'*affects spatiaux*, les affects liés aux apports énergétiques potentiels nécessaires à la stabilité physique des êtres (ces apports sont localisés au sein de l'espace).

On considérera ces interjections du genre « j'ai très faim », « j'ai fait faim », « nous avons faim », « j'ai soif », « nous avons soif » comme l'expression d'*affects explicités* appartenant à cette première sous-famille. La faim et la soif sont effectivement des *affections* du corps, *vitales, primordiales*. Elles sont de nature individuelles comme collectives. Selon le degré de manque, elles peuvent engendrer des comportements spontanés ou plus réfléchis, voire différés, adoucis, potentiels.

Les affects associés en tant qu'

affects individuels, peuvent être :

- des affects positifs de désir (« j'ai envie de ceci » que ce soit un aliment, un bien matériel, un objet approprié). Ils relèvent des mouvements de capture (cf l'observation première (OP3)).
- ou bien des affects négatifs de crainte (« je vais mourir de faim », « j'ai peur de manquer de ceci ou de cela ») plus ou moins immédiats. Ces affects relèvent au contraire des mouvements de répulsion.

Paramétrés par les possibilités de réalisation à court ou plus long terme et à des des niveaux d'intensité divers, liés aux perspectives de possession et à la possession immédiate ou presque d'éléments énergétiques (nourriture, biens physiques), ils peuvent s'afficher comme:

- affects positifs de satisfaction, de plaisir (« c'est bon », « délicieux ! », de volonté « j'en veux ! », etc),
- ou au contraire en affects négatifs de déplaisir et de rejet (« je n'en veux pas », « c'est mauvais », etc).

Ces mêmes affects peuvent être exprimés par des collectivités de taille très variée, depuis le couple jusqu'à une foule. Ils acquièrent alors le statut d':

affects collectifs. Au delà de la persistance, de la stabilité spatio-temporelle de l'individu, est présente, de manière plus générale et très souvent inconsciente, celle de la communauté, de la société, de l'espèce humaine.

La recherche de la possibilité de se mouvoir aussi loin que possible et dans toutes les directions de l'espace est cette expression de la puissance du phénomène de

stabilité qui anime le monde biologique dans le domaine spatial. Ce mouvement vise à reconnaître, à accroître les ressources, les potentialités énergétiques de la société, et donc à travers ces dernières, celles de l'individu. D'où la possibilité de présence d'*affects de mouvements* liés au désir positif de pouvoir bouger, jusqu'à parcourir le monde (le plaisir de se mouvoir, les sentiments de recouvrer sa liberté, ou tout simplement d'en pouvoir jouir), ou au contraire de craintes négatives d'être en quelque sorte privés de libertés de mouvement, pouvant atteindre le niveau des sentiments d'oppression.

II. 2. 4 Les affects temporels, individuels et collectifs

La stabilité de l'être vise le spatio-temporel dans toute son étendue, et donc en particulier le temporel, ce qu'avait parfaitement exposé Platon écrivant, à propos de cette forme de persévérance, qu'on ne peut l'obtenir « que par la génération ». Ce sont toutes les questions relatives à la puissante sexualité qui sont présentes en arrière-plan du phénomène de stabilité temporelle, se rapportant tant à l'individu qu'à la société tout entière. On pourra qualifier d'*empathie* ou de *negempathie* les sous-classes des affects correspondants, selon qu'ils appartiennent à la catégorie des affects positifs ou désirs, ou bien à celle des affects négatifs, les craintes.

Aux différents degrés où ils se présentent, à la fois par leur intensité et par le nombre potentiel ou effectif de personnes ou d'être vivants auxquels ils se rapportent, comme la personne, le groupe, la société, l'amour, l'attachement, l'affection, la compassion, la sympathie, le sentiment d'adhésion par exemple, sont bien sûr ainsi des affects d'empathie.

De façon plus générale et moins accentuée, les réactions des personnes vis-vis les unes des autres, leur comportements, sont souvent associés à la présence d'affects de type temporel, plus ou moins exprimés par l'activité corporelle visible (au niveau du visage, de la gestuelle) et à travers les différentes nuances de la parole.

Les affects de *negempathie* (engendrant par exemple une attitude de répulsion, de mépris, un comportement de défiance) sont souvent corrélés à des données comportementales et sociologiques qui contribuent à moduler l'intensité des affects.

On peut ranger dans cette sous-classe les sentiments d'abandon qui peuvent aller jusqu'à la détresse : ce sont à la fois le lien social et le lien temporel qui se distendent, qui s'étiolent, engendrant un premier sentiment d'appréhension de l'avenir, qui peut se figer dans un sentiment potentiellement mortel d'isolement total.

II. 2. 5 Les affects mixtes et les affects de conflit, ou l'affect du Moi et ses dérivés

Les affects des deux types précédents, spatiaux et temporels, peuvent être purs, mais s'ils privilégient fortement un type d'affect, ils possèdent souvent une légère composante de l'autre type. Le qualificatif de mixte renvoie à ces types d'aspects.

Il existe une classe importante d'affects pour lesquels les deux composantes ont leur place principale à part quasi égale, ceux qui sont associés de manière intense à la stabilité spatio-temporelle immédiate, et qui concernent donc la prise de conscience du « Moi ». Passé sous silence semble-t-il par les spécialistes des émotions, il s'agit d'un affect latent et diffus mais très excitable sous l'influence de données environnementales mettant ce Moi en cause. Je le nommerai simplement *l'affect du Moi*.

Retour ici sur la sémantique de « Moi ».

Le Moi se rapporte à l'état présent d'une personne particulière. Cette personne est caractérisée par son origine, son passé, son état actuel, la totalité des mécanismes successifs qui, au cours du temps, jusqu'au moment présent, ont modulé son évolution, son devenir. Cet état actuel, état à l'instant t , est celui du corps de cette personne, c'est-à-dire celui en cet instant de tous les éléments et parties qui le constituent, de tous les mouvements et activités internes qui accompagnent leur fonctionnement, également celui de toutes les contraintes internes et externe auxquelles cette personne est soumise, celui de toutes les réactions internes que ces contraintes engendrent, et notamment, comme résultante et finalité, celui de toutes les capacités d'actions que cette personne possède sur elle-même et sur son environnement. D'où le rappel de cette définition synthétique du « Moi »:

Définition 4.7: On appellera « *Moi local* » d'un objet l'ensemble des fonctions qu'il est capable spontanément de remplir en un instant donné.

Le Moi d'une personne est une forme d'expression de tout ce qui caractérise donc l'état présent de cette personne, en particulier sa stabilité, éventuellement manifestée par certains mouvements du corps, à travers l'expression potentielle ou actantielle d'un discours, en général muet. Le discours du Moi se rapporte à la stabilité de la personne en tant que tout, également à certains traits de ses données physiques, de ses données psychologiques et comportements particulièrement stables, en bref aux caractères extrêmes de sa personnalité.

Aussi, il n'est point étonnant que l'une des formes assez fréquente d'expression excessive de l'affect du Moi soit par exemple celle de l'orgueil.

Cet orgueil vient fréquemment pondérer de façon positive ou négative et selon son intensité bien d'autres affects, en fonction des paramètres environnementaux (physiques et sociologiques) qui en modulent l'expression. Par exemple selon que l'on est en présence de données d'ordre spatial ou d'ordre temporel, ou les deux, il peut engendrer ces autres formes d'affects mixtes que sont l'envie ou la jalousie.

Le caractère mixte de l'affect associé au Moi le place dans une position ambiguë. Qu'advienne un succès ou un échec, un élément qui renforce la stabilité de l'être ou la réduit, il s'étendra en un sentiment positif de satisfaction pouvant aller jusqu'à la joie, ou au contraire en un sentiment négatif de désagrément, de désolation,

de tristesse, de négation.

L'affect du Moi est naturellement présent dans la sous-classe des *affects de conflit* dans lesquels figure la jalousie déjà nommée, et la colère sous toutes ses formes et degrés. La classification des affects de conflit s'établit évidemment de par les différentes raisons possibles et donc types de conflit (comme par exemple les conflits d'ordre moral, sociologique, politique, intellectuel, ...).

II. 2. 6 Les affects de provocation

Dans les situations qui précèdent, les affects se rapportent à des objets et événements parfaitement répertoriés dans la mémoire, sinon pour certains déjà presque génétiquement acquis en elle (comme en particulier ceux, spatiaux, liés à la nourriture et ceux, temporels, liés au sexe).

Les objets et événements nouveaux, selon les capacités d'enregistrement et d'analyse, peuvent laisser indifférents ou non. Sans doute ne peut-on pas parler en général d'un *affect d'indifférence*, simplement d'une attitude, d'un comportement d'indifférence.

Cependant en présence de situations extrêmes, comme celles qui habituellement engendrent plutôt des affects d'empathie, il se produit chez certaines personnes des renversements complets de comportements. Ces situations peuvent induire chez les uns à des degrés divers des sentiments de répulsion voire d'horreur, chez d'autres moins nombreux, en particulier chez les monstres « froids », des formes localisées d'apathie sensori-motrice, interdisant toute forme d'activité énergétique interne et de manifestation externe chaleureuse.

On pourra donc placer du côté négatif ces *affects de provocation* associées au dérangement, à la répulsion et à l'horreur, et du côté positif les affects de provocation créés par l'admiration que peut susciter la nouveauté, qui engendrent au contraire un ressenti de meilleure stabilité spatio-temporelle.

L'interrogation, l'étonnement, la surprise, la stupéfaction, voire la curiosité qui en dérive, forment au sein de ces affects de provocation une sorte de sous-classe centrale, située en amont en quelque sorte aux deux grandes catégories des affects soit positifs soit négatifs.

	Positif (capture)	Négatif (répulsion)
Spatiaux	Individuels et collectifs	
Temporels	Individuels et collectifs	
Moi (Mixtes et Conflits)		
Provocation		

II. 3 Les affects « esthétiques »

II. 3. 1 Quelques traits caractéristiques de l'œuvre d'art

Sous le nom d'affect esthétique, on entend les affects et émotions générées par le contact avec les œuvres d'art. Ils constituent une art importante des affects de provocation que l'on a rencontré dans le paragraphe précédent.

Définition II.3 : On appelle :

- *art*, une activité humaine d'excellence et exemplaire dans un domaine particulier,
- *artiste* celle ou celui qui pratique une telle activité,
- une *œuvre d'art* le résultat de cette activité.

Les œuvres d'art partagent six points communs, mais peut-être en y a-t-il d'autres. Ces six points portent les noms de Représentation, de Perfection, d'Inventivité, de Singularité, d'Universalité, et de Phénomènes ondulatoires. On trouvera dans [] des éléments de justification du bien-fondé de cette analyse.

Seules seront considérées ici les œuvres relevant des arts dits plastiques, de l'art musical, et de l'art littéraire. Outre les quatre traits précédents, Perfection, Inventivité, Singularité, Universalité, une œuvre, appartenant à l'un de César, est notamment caractérisée par les propriétés pouvant notamment relever de :

- la forme,
- la structure
- la couleur
- la musicalité
- la signification

Le caractère simpliste, réducteur, de ces mots ne fait évidemment pas illusion sur parfois leur pertinence, ou sur l'immensité des nuances qu'ils peuvent abriter. Les descriptions de la couleur, de la musicalité, de la signification peuvent se décliner à l'infini. On pourra ranger forme, structure, couleur et musicalité dans une catégorie dite des *stimuli physiques* et formant l'ensemble $\mathfrak{S}_\alpha = (\dots, \sigma_{j\alpha}, \dots)$, différente de la catégorie des *stimuli de sens* associés à la signification et formant l'ensemble $S_\alpha = (\dots, s_{j\alpha}, \dots)$. On peut naturellement enrichir de bien des façons ces catégories, tenant compte par exemple des propriétés de supports matériels ou intellectuels des œuvres.

II. 3. 2 Vers une appréciation quantitative de l'œuvre d'art

Le ressenti au contact de toute œuvre pourrait alors être représenté par un point ou un tout petit domaine entourant ce point, situé dans d'un continuum associé aux 9 premiers éléments possibles de caractérisation de ces œuvres d'art, et doté de

propriétés propres dépendant de la physiologie de l'observateur - la définition de tels continua n'est pas la même selon par exemple que l'on est autiste, aveugle ou atteint d'anhédonie musicale: ces continua peuvent n'être pas simplement connexes, et présenter des trous.

En présence d'une œuvre artistique particulière α_φ (φ désigne ici la nature du phénomène ondulatoire, lumière ou/et son, qui sous-tend la réalisation de l'œuvre), chacune de ces propriétés peut susciter, à des degrés divers, des réactions de la part des personnes mises en contact avec cette œuvre. Peut-on pondérer ces réactions ?

Dans un premier temps, on les qualifiera de « *objectives* ». Pour chacune, on supposera que toute personne π , interrogée sur ces critères bien définis, soit capable d'attribuer une valeur située sur une échelle allant de 0 à 9 à l'œuvre qu'elle a ou a eu sous les yeux. Si l'on désigne par $\omega_{\pi,i}(\alpha_\varphi)$ la valeur donnée toujours sur une échelle de 0 à 9 à la propriété i , la personne attribuera à l'œuvre une note globale:

$$a_\pi(\alpha_\omega) = f_\pi(\omega_{\pi,1}(\alpha_\varphi), \dots, \omega_{\pi,9}(\alpha_\varphi))$$

Définition II. 4: On appellera f_π la *fonction d'appréciation* de la personne π pour l'œuvre considérée, relative à ces critères, et $a_\pi(\alpha_\varphi)$ sa *valeur d'admiration*.

On associera à l'admiration A une autre fonction numérique $\sigma(a_\pi(\alpha_\varphi))$ qu'on appellera la *sensibilité* ou la *fonction seuil de potentialité affective*. On suppose qu'existe une valeur singulière $\hat{a}_\pi(\alpha_\varphi)$ telle que si $\sigma(a_\pi) \geq \sigma(\hat{a}_\pi)$, apparaissent des mouvements gestuels, corporels, comme par exemple le mouvement d'une partie du visage, un acte phonatoire, exprimant la satisfaction, le mécontentement, voire l'indifférence. On notera par $\mu \in M$ un mouvement bien spécifié. On n'entrera pas ici dans le détail des mécanismes aussi divers que nombreux, qui conduisent à ces réactions particulières du corps.

On peut imaginer une représentation géométrique de la valeur d'admiration sous la forme d'un analogue dans l'espace multidimensionnel à une montagne dans l'espace ordinaire, on l'appellera la « *montagne affective* »: la valeur de $a_\pi(\alpha_\omega)$ pour $(\omega_{\pi,1}(\alpha_\varphi), \dots, \omega_{\pi,9}(\alpha_\varphi))$ donné est la « hauteur » de cette montagne dont la base est située dans l'hyperplan formé par les 9 $\omega_{\pi,i}$. En termes plus savants :

Définition II. 5: On appelle *montagne affective* pour la personne π le graphe de l'application f_π .

On est en présence d'une manifestation affective lorsque cette hauteur dépasse la valeur \hat{a}_π .

Cette manifestation peut être plus ou moins intense. Lorsqu'un nouveau seuil plus élevé \hat{a}^e_π atteint, des émotions fortes sont alors exprimées, rires ou pleurs, lamentations, extases. On pourra qualifier ce seuil de *seuil de potentialité émotionnelle*.

On peut ainsi attribuer à chaque personne, en chaque instant, en présence de tel environnement, une montagne affective qui représente l'état affectif local de cette personne. On peut maintenant faire évoluer cette montagne, la parcourir ou tout du moins la survoler d'assez près pour en découvrir les sommets et ravins, les à-pics et les plateaux, en somme des ensembles de catastrophes généralisés au sens de la théorie du même nom.

II. 3. 3 Du Beau¹¹

Définition II.6 : Est qualifié de *Beau* tout objet qui entre en résonance positive avec la structure de notre être, et contribue à assurer la stabilité spatio-temporelle de notre personne, de manière directe ou à travers celle de notre entourage.

« Un objet est donc dit doté de *beauté* lorsque ses caractéristiques, notamment structurales, éveillent le sourire de l'intelligence, apportent la détente de l'esprit, et le bienfait au corps. Lorsque en effet nous voyons un objet s'établir une sorte de résonance entre les deux structures, celle de l'objet et la nôtre. Nos propres symétries font alors écho aux symétries de l'objet. Leur présence et l'impression de solidité qu'elles donnent, éveillent en nous un ressenti, celui de nos propres symétries, de nos propres équilibres internes, facteurs de stabilité. Dans les cas heureux, ce ressenti s'exprime sous la forme d'un subtil sentiment d'harmonie intérieure, de satisfaction que nous exprimons par une joie plus ou moins discrète, associée à une forme d'affect, d'émotion que nous appelons beauté. »¹².

Elle se confond avec l'admiration puisque l'on admire les objets beaux et que ceux-ci sont admirables, dignes d'admiration.

II. 3. 4 De l'amour

Lorsque l'objet pris en considération est également une personne, le terme amour vient à l'esprit, notamment quand sont notamment pris en compte bien des stimuli complémentaires, d'ordre physique et de signification. Développer le contenu du terme amour, un affect d'empathie, est alors un jeu un peu facile, mais débordant de richesse humaine.

¹¹ Sur l'expression du sentiment de beauté chez les mathématiciens cf les Annexe II.2 et II.3.

¹² Extrait de C.P Bruter, Mathématiques et Arts, Deux Conférences, Première partie, Scripta Philosophiae Naturalis, n° 11, 2017, 1-27.

Définition II. 7: On dira qu'un objet est *susceptible d'être aimé* s'il possède la capacité potentielle de maintenir et de développer, de manière immédiate ou plus subtile, les capacités de persévérance spatio-temporelle.

D'avantage est grande cette capacité, davantage est élevée cette susceptibilité.

Définition II. 8: On appelle *amour* l'affect engendré par l'évaluation de cette capacité.

L'évaluation de cette capacité définit l'*intensité* de cet affect (cf le paragraphe suivant). Une *passion* est évidemment un amour doté d'une intensité très élevée. La passion connaît elle aussi divers degrés. On peut parler de *passion absolue* lorsqu'elle s'accompagne d'addiction à la chose aimée. Vis-à-vis de celle-ci, la pensée semble tombée dans une sorte de trou noir qui la tient prisonnière, elle est frappée d'une manière de catalepsie locale.

La nature de l'objet aimé définit un type d'amour.

Il est remarquable que de nombreux objets peuvent susciter de l'amour, comme bien sûr l'argent parmi les biens matériels, Molière n'en disconvierait pas.

L'amour entre deux personnes de « sexe opposé » selon la chanson, multifactoriel, a semble-t-il pour composante principale celle qui permet de conserver les conditions de stabilité qui furent ou auraient dû être celles de l'enfance, et donc de retrouver auprès de l'autre les conditions matérielles et affectives de ces premiers âges, à travers des ressemblances et habitudes corporelles, caractérielles, relationnelles, culturelles. Ces mêmes données réciproques ont tendance à engendrer une manière de phénomène de résonance pouvant reposer sur quelques caractères physiologiques communs. Cette résonance induit un mécanisme de rapprochement, d'attachement, psychologique voire peut-être physiologique.

La nécessité intériorisée du maintien de ces données contribue à favoriser les gestes et comportements de soutien réciproque, une sorte de générosité instinctive mais en somme guidée par une valeur transcendante.

On retrouve bien sûr dans l'amour de parents vers leurs enfants la présence du principe de Platon dans la formulation de Platon (cf le début de **IV. 5. 2**, première partie). Ce sont a priori leurs propres éléments essentiels de stabilité que les parents ont transmis aux enfants: ils s'efforcent donc de préserver leur descendance de toute forme de destruction possible de cette stabilité. Là se trouve sans doute la raison, la motivation principale de l'attachement profond dont, normalement, font preuve les parents à l'égard de leurs enfants.

Il est bien établi que la présence des neurotransmetteurs et neurohormones est en étroite relation avec nos comportements, l'établissement et l'expression de nos

affects. Ainsi, selon le dernier article¹³ à ma connaissance sur ce sujet, « les auteurs ont découvert que quelques neurones dopaminergiques ATV se projetant dans l'amygdale de souris étaient activés lorsqu'un léger choc était administré au pied de l'animal. La libération de dopamine facilite ainsi la formation d'un souvenir de peur. »

J'avancerai ici qu'avec les phénomènes ondulatoires et électriques qui accompagnent la propagation des influx, les neurohormones en particulier jouent le rôle d'agents transmetteurs de l'information.

La ou les manières dont s'est établi l'ensemble hormonal reste un mystère complet. On a seulement des lueurs sur les lieux de production, leur transmission¹⁴, leur voyage à travers le corps. Comprendre ces phénomènes dans tout leur ampleur n'est pas pour demain. Comme « toute compréhension vraie est généalogique. » (Darwin), il serait heureux non seulement de remplacer déjà les lueurs par de plus brillants éclairages, mais aussi souhaitable d'établir la phylogénie du contenu biochimique des neurones. La dopamine par exemple occupe une place importante parmi les neurohormones; en établir la phylogénie ne manquerait sans doute pas d'intérêt.

[Cet élément est très stable, une partie de stabilité hérite probablement de la stabilité d'un précurseur lointain, le benzène C₆H₆, caractérisé par la symétrie d'ordre 6, une symétrie dont on ignore comment elle est apparue. (On peut d'abord penser à la manifestation du phénomène général de stabilisation et d'enrichissement par doublement: de manière quelque peu triviale, il adviendrait par résonance élargie - on entend par là que la résonance classique est enrichie par la présence de conformités spatiales, d'affinités chimiques et allostériques - un objet se lie à un objet analogue, soit transversalement à lui, soit par effet miroir, soit par combinaison des deux procédés précédents. Partant alors d'un objet à symétrie d'ordre 2, on obtiendrait en principe un objet à symétrie d'ordre 4.

Plusieurs mécanismes peuvent être envisagés qui conduiraient à la présence la symétrie d'ordre 3. Le plus évident et simple suppose que trois objets de la même famille simultanément en présence les uns des autres, s'attireraient par résonance élargie, et après « hésitation », finiraient pas former un trio stable).

Cette parenthèse fermée, on n'a nulle idée de la manière dont, au fil du temps, l'évolution est parvenue à créer au sein des premières colonies cellulaires, par ingestion entre autres, et par de multiples transformations internes, à partir d'un benzène environnant, le déjà compliqué chorismate mutase, puis, selon le schéma bien établi, le prephenate, puis la tyrosine, enfin, par hydroxylase et decarboxylase, la dopamine.]

Le fait est qu'il arrive que des modifications des concentrations locales de ces neurotransmetteurs et neurohormones entraînent des changements des comportements

¹³ Wei Tang, Olexiy Kochubey, Michael Kintscher, Ralf Schneggenburger, A VTA to Basal Amygdala Dopamine Projection Contributes to Signal Salient Somatosensory Events during Fear Learning, *J. Neurosci.* **40**, 3969 (2020)

¹⁴ Pour avoir avoir une idée de la la richesse des mécanismes mis en œuvre lors de la transmission synaptique, on pourra lire *Ion transport and regulation in a synaptic vesicle glutamate transporter*, article d'un collectif de chercheurs publié dans le *Science Magazine* du 22 mai 2020.

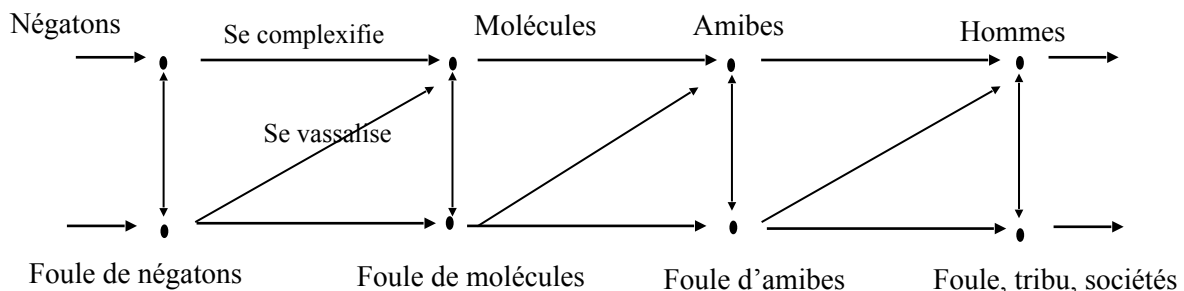
fréquemment rapides, parfois inattendus et brutaux. Les études quantitatives de ces changements font encore défaut. Peut-être permettraient-elles d'établir des indices (dépendant sans doute non seulement des taux de neurohormones mais également de leur lieu de production) caractérisant l'intensité des affects, de préciser les liens délicats et multiples entre nos comportements et les données intangibles ou plus ou moins variables des éléments de notre physiologie, de mieux déterminer dans quelle mesure nous sommes responsables de nos actes, de nos jugements.

CHAPITRE III

DE L'INDIVIDUEL AU COLLECTIF

III. 1 La Construction du collectif, les premières différenciations

Dans la première partie (VIII. 2), figure le schéma suivant :



Sont proposées ici quelques toutes premières indications plausibles sur un mécanisme de principe et par conséquent général par lequel il a pu être mis en place.

En filigrane, le principe de Platon, la sauvegarde de la stabilité.

Soumis aux mêmes contraintes, aux mêmes forces attractives en provenance d'un tierce objet, deux objets de même nature, sensibles à ces forces, vont avoir tendance à se rapprocher de l'objet qui les attire.

C'est l'image de l'aimant qui attire vers lui la limaille de fer qui l'entoure, de la foule qui se précipite sur l'appas, du tribun qui répond aux désirs du peuple, qui le flatte.

Cette force attractive suppose et/ou induit chez les objets attirés des conformités de structure et de comportement, et par suite des capacités de résonance, de communication entre eux.

Sous l'influence de modifications environnementales, ces objets auront alors tendance à réagir de manière similaire.

Dans la mesure où leur structure possède des propriétés de plasticité, ceux d'entre eux placés au contact de modifications et aux contraintes *de même nature* et *assez marquées* peuvent petit à petit se différencier du reste de la population d'objets à laquelle ils appartiennent. Ils vont en effet se rassembler d'abord en noyaux autour d'objets singuliers particulièrement sensibles au type d'effets auxquels ils ont été soumis, développant des aptitudes à maintenir leur stabilité en présence de ces effets.

Ces noyaux peuvent ensuite s'étendre en strates, en couches, en tissus plus ou

moins homogènes, susceptibles ou non de connaître à leur tour de nouvelles différenciations, selon le jeu des nouvelles contraintes qu'ils auront ressenties et subies, exercées par leur environnement proche ou transmises depuis leur environnement plus lointain.

III. 2 Chocs et métamorphoses

Définition III. 1: Les effets environnementaux déstabilisateurs et de grande puissance, sans toutefois être destructeurs, très rapides, seront appelés des *chocs*.

De tels effets peuvent se manifester par des modifications importantes du milieu qui abrite les ressources énergétiques: les changements dans l'intensité des radiations frappant la terre, dans la composition de l'atmosphère, dans ses températures, les changements des milieux aquatiques, au sein du milieu des prédateurs (virus, bactéries, animaux plus importants) ont des conséquences immédiates sur la stabilité des populations, quelles qu'elles soient.

Comme on l'a vu dans le paragraphe consacré à la bifurcation (VII. 6), de tels chocs s'accompagnent de déstructurations plus ou moins importantes.

La population ne conserve sa stabilité que si elle parvient à accomplir rapidement des restructurations qui peuvent être de grande ampleur.

Définition III. 2: On appellera *métamorphose* d'un objet le phénomène de bifurcation advenant après un choc subi par l'objet, aboutissant au maintien de sa stabilité spatio-temporelle.

La métamorphose est un phénomène finalement assez mal étudiée. Le fait qu'elle se soit produite dans passé lointain, de manière très rapide, est évidemment un obstacle à son examen détaillé et précis. Voici quand même une observation intéressante: il est établi que la métamorphose animale est précédée d'une augmentation très significative de l'activité hormonale. On n'en connaît pas les raisons, ni la chaîne d'effets précis qui motivent et accompagnent cette augmentation. On peut avancer l'hypothèse suivante: il est clair qu'en pareilles circonstances dramatiques, les réactions de l'être vivant doivent également être très rapides et pertinentes; en ces cas, les outils de communication externes et internes devront fonctionner de manière intense. La production de neurohormones, agents porteurs d'information, devra par conséquent s'accroître de manière importante.

Ainsi sont mis en lumière dans cette aventure le rôle et l'importance du système hormonal - raison de plus pour en découvrir et comprendre la phylogénie.

Chez l'être humain, le passage par exemple de l'adolescence à l'âge adulte est une forme quelque peu adoucie de métamorphose qui met une nouvelle fois en avant l'importance du système hormonal dans le fonctionnement et dans l'évolution de

notre physiologie. Les grands événements qui pourraient affecter la société humaine pourraient également favoriser localement la production accrue de ces outils de communication interne.

III. 3 La sociétés animales et humaines comme êtres vivants

Plusieurs sociétés animales sont semblables aux sociétés cellulaires primitives en ce sens qu'elles présentent des caractères analogues: plongées de manière plus ou moins dense dans le même espace tridimensionnel où elles occupent chacune un domaine spatial assez bien défini, ces colonies se différencient selon que leurs composants cellulaires se situent au bord ou à l'intérieur du domaine. Les éléments cellulaires du bord finissent par se rigidifier et assurent des fonctions particulières de protection. Elles participent au maintien énergétique des sociétés en allant puiser l'appoint nécessaire à l'extérieur du domaine. Les éléments intérieurs contribuent principalement au renouvellement énergétique dont les sociétés ont l'impérieux besoin, non seulement par l'exploitation des ressources internes lorsqu'elles sont présentes, mais par les transformations qu'elles leur imposent pour les rendre assimilables.

On peut multiplier le nombre de ces différenciations locales, sans perdre de vue que chacune d'elles a son influence propre sur tous les autres composants de la société, y laisse donc une trace matérielle, organisationnelle, fonctionnelle, certes avec plus ou moins de vigueur. (La complexité du vivant n'est pas un vain mot, et puisque Platon avait compris que « le monde est un animal », il faut admettre bien humblement que, par sa propre complexité, le fonctionnement complet de notre univers nous échappe - en témoigne l'impossibilité de résoudre le simple problème à n corps).

On peut donc avec ce schéma de principe reconstruire l'essentiel de la structure des sociétés humaines en particulier, et envisager quelques-unes de leurs évolutions possibles. On peut faire d'abord de multiples comparaisons faciles entre l'animal standard et individuel et l'animal sociétal : par exemple sur le plan des moyens de locomotion, des domaines atteignables grâce à ces derniers, des moyens et des lieux d'acquisition des formes d'énergie nécessaires au maintien de la stabilité, des lieux et des procédés de transformation des énergies primaires pour en fabriquer des ingrédients nécessaires à la vie de la société.

C'est davantage peut-être sur le plan du fonctionnement et l'organisation des systèmes sensitifs et décisionnels que la comparaison pourrait avoir son intérêt. Au niveau de la sensation, de la perception, il faut bien distinguer les organes tournés vers ce qu'il advient à l'extérieur, dans l'environnement proche ou/et lointain, de ceux qui auscultent et analysent ce qui se produit à l'intérieur. Dans la société humaine, se sont formés des équivalents aux noyaux présents dans le cerveau, des petits collectifs, des organismes chargés de collecter l'information, des agences d'observation de telles ou telle activité, une hiérarchie de centres de décision locaux

et plus ou moins globaux, en liaison plus ou moins fortes. Ils ont chacun leur stabilité propre, pratiquent des activités de capture, ou de fuite à travers l'esquive, manifestent entre autres des affects de satisfaction ou de crainte.

Dans notre cerveau, les outils de communication sont électriques et biochimiques. Chez ce nouvel animal qu'est la société humaine, les mêmes outils sont actifs, le biochimique est présent à travers celui de l'homme qui, au sein de centres de décisions par exemple, a un rôle quelque peu analogue à celui du neurone au sein d'un noyau.

Dans son devenir, pour la maîtrise de sa stabilité, la société rencontre les mêmes difficultés d'origine externe et interne que l'individu. Les mêmes types de forces, attractives, répulsives gouvernent les mouvements. Aussi l'animal social développe-t-il, sur le plan collectif, tout un ensemble de réactions que l'on peut qualifier d'affectives, semblables à celles de ses composants.

III. 4 Les affects et le comportement

La multitude d'affects, l'étendue de leur intensité propre induisent des nuances sans nombre dans les prises de décision, les mouvements ou comportements, individuels et/ou sociaux. La première partie du tome 3 de Topologie et Perception [2] traite de plusieurs de ces comportements.

Ces comportements se répartissent à la manière gaussienne grosso modo en trois groupes: deux petits groupes extrêmes encadrent un groupe central plus volumineux appelé quelquefois le « marais » - on retrouve ici la présence formelle de la symétrie d'ordre 2.

On peut ressembler en différentes familles les stimuli qui pèsent sur les décisions. On peut par exemple distinguer les stimuli d'ordre intellectuel des stimuli d'ordre caractériel. Voici un témoignage de la présence, chez ces derniers, de ces deux extrêmes de nature respective positive ou négative, un trait saillant de ces deux faces de l'humanité, où la plus sombre bêtise brouille souvent l'image de l'intelligence la plus brillante :

« Lorsque les dames sont allées à la cuisine préparer le thé, Anna Andreïevna [Akhmatova] m'a raconté pourquoi, lui-avait-on dit, on avait refusé d'admettre Vsévolod Ivanov à la direction de l'Union des Écrivains.

- Son fils Koma est un ivrogne invétéré. Il boit comme un trou. Une totale dégradation morale.

Ça alors ! Quelles maudites canailles ! Voilà leur façon de se venger de son amitié avec Pasternak ! Koma, dégradé ! Lui qui est d'une droiture parfaite, d'une intelligence lucide, un vrai bourreau de travail, un grand philologue ! Et quel manque d'imagination ! Ils auraient pu inventer quelque chose de plus intéressant. La prochaine fois que Koma refusera de serrer la main d'une fripouille, on dira qu'il

accepte des pot-de-vin. Au point où il en est¹⁵ ! »[7]. « Et par le juste mis, au rang des assassins » a écrit Brassens.

On peut s'interroger sur l'influence potentielle, à long terme, de ces comportements. Dans quelle mesure pèsent-ils sur le devenir, sur l'évolution de l'animal social, à travers les prises de décision qui contribuent à moduler ce devenir.

III. 5 Très brèves perspectives

Parmi les stimuli acteurs des prises de décision figurent tous ceux qui dépendent de la connaissance, du savoir, de la culture au sens le plus complet du terme, par conséquent de la formation antérieure du jugement, et qui, sous-tendus par la physiologie propre du locuteur, ont tendance à fixer ce jugement et la décision sur des positions plus ou moins adaptées aux réalités locales.

C'est par l'intermédiaire de cette connaissance que s'accomplit la transformation d'abord endogène de l'animal sociétal. Elle ne peut conduire à une évolution positive que si elle s'accomplit en symbiose avec la totalité de l'environnement, dans une démarche participant à la régulation du tout.

Les progrès récents des savoirs et des techniques, les changements importants des conditions épidémiologiques mais surtout, par défaut de cette régulation nécessaire mais négligée, dramatiquement climatiques, à l'échelle du temps historique extrêmement rapides, placent la présente société humaine dans une situation assez périlleuse pour déclencher une phase importante de métamorphose.

La pression exercée par la perspective et par l'établissement des évènements qui vont accompagner ces changements contribuera à augmenter les volumes d'échanges d'informations. Ici à nouveau, on assistera sans doute, au niveau global, à un accroissement significatif des productions hormonales. Il est probable que, en dépit d'avertissements précurseurs (cf par exemple l'Annexe II.4), l'impréparation de l'humanité à supporter des températures élevées¹⁶ sera très douloureuse pour une grande part d'entre elle. Seule la création de protections ad hoc en tout genre dont pourront bénéficier quelques-uns, jointe au développement de la maîtrise biochimique, permettront d'assurer la transition vers un nouveau déploiement de l'évolution au delà de l'espace terrestre.

¹⁵ « Après la publication d'un article que Zéliniski avait écrit contre Pasternak en janvier 1957, Koma avait refusé de lui serrer la main. Zéliniski avait rapporté l'incident lors de la réunion cours de laquelle Pasternak fut exclu de l'Union des Ecrivains en 1958, et Viatcheslav Ivanov (Koma) avait perdu son poste de professeur à l'université. » [7] p.557. Voir également les notes p.522, p.541

¹⁶ Ce dont les tardigrades semblent être capables

CHAPITRE IV

CONCLUSION

IV. 1 Sur l'ambiguïté des objets de ce monde

Si le concept de stabilité est l'outil principal employé dans cet essai de compréhension de la marche du monde accessible à notre entendement, il ne permet pas toutefois de toujours établir les propriétés fondamentales constitutives des objets, déterminant les manières dont ils peuvent peser sur le devenir du monde.

Dans notre vision réductrice du monde, qui tente d'extraire les caractères intrinsèques et principaux des *res* de toute nature qui peuplent ce monde, est présent ce sentiment profond de l'ambiguïté de toute chose. Sa présence interroge, c'est par cette interrogation que se termine cet ouvrage.

La stabilité d'un objet est assurée par un équilibre des forces internes auxquelles est soumise sa constitution interne, ce qui se traduit, du point de vue structurel, par la présence symétries plus ou moins visibles, plus ou moins occultes et structurelles. La symétrie fondamentale de la Nature est la symétrie d'ordre 2, qui se présente parfois sous le nom de symétrie miroir, associée à la présence d'une force et de son opposée, leur donnée simultanée impliquant la stabilité.

Tout objet posséderait, selon les circonstances, l'usage qu'il en est fait, des capacités potentielles aux conséquences opposées. C'est ce qui est nommé faute mieux l'ambiguïté des choses de ce monde, sans doute un lieu commun dans l'esprit de beaucoup.

Albert Camus, qui, dans l'ouvrage cité dans la première partie, parle de « l'absurdité », exprime ainsi, de manière sous-jacente, cette forme d'aperception du positif et du négatif présente dans toute son œuvre:

« Il y a dans cette œuvre de l'insignifiance et de la solidité »

« Eschyle est souvent désespérant; pourtant, il rayonne et réchauffe. »

« Ce jour-là, je reconnus le monde pour ce qu'il était, je décidai d'accepter que son bien fût en même temps malfaisant et salutaire dans ses forfaits. Ce jour-là je compris qu'il y avait deux vérités dont l'une ne devait jamais être dite. »¹⁷

¹⁷ Je suis loin de partager le point de vue exprimé dans cette dernière phrase. J'aime la transparence, et si je devais être diplomate, je lui préférerais ici Pascal, professant d'appeler, c'est selon, Paris Paris, ou Paris la capitale.

L'ambiguïté est encore ici sous-jacente.
Le dieu romain Janus en est le symbole.

Définition : On dira qu'un évènement ou une situation ont un *caractère ambigu*, en bref sont *ambigus*, s'ils présentent de fortes propriétés positives (respectivement négatives) ayant des rapidement conséquences fortement négatives (respectivement positives).

L'actualité, celle pendant lesquelles sont écrits ces dernières phrases, offre deux exemples d'évènements ambigus, dans le sens négatif vers positif. On s'en tiendra ici à la présentation d'un seul effet localement positif provenant d'un évènement à connotation négative; décrire la chaîne des conséquences positives et négatives sera l'œuvre des historiens futurs.

Le premier est celui de la pandémie engendrée par le virus Covid 19, aux propriétés immédiatement accessibles, puissamment négatives. Elle a été cruelle pour quelques centaines de milliers de personnes. Après de longues et grandes souffrances, elles ont perdu la vie. L'animal sociétal a été ainsi atteint dans ses profondeurs locales. Notons que, dans le cas présent, il a été déstabilisé par des agents extérieurs.

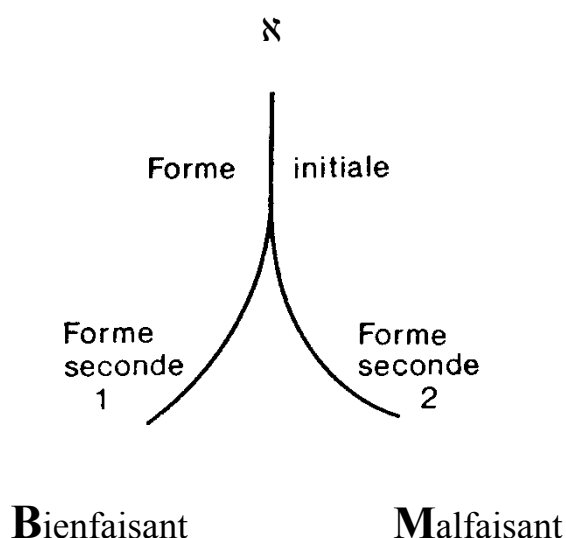
Mais de cet aspect négatif de son évolution dont on ne peut ignorer les effets collatéraux (sur l'économie et la pollution) est ressorti un aspect positif, sous la forme d'un comportement collectif commun, tant sur le plan de la gouvernance des collectivités (états) qu'individuel. Accompagné entre autres d'une mutualisation des aides, du renforcement des coopérations sanitaires, ce comportement agit en faveur d'une diminution des rivalités locales, de la création d'un affect particulier commun, associé à la peur partagée face à la malignité du virus, associé aux manières communes de se protéger du virus, aux gestes identiques que tous doivent accomplir. De l'homme enfermé dans sa prison aux chef le plus impérieux, une prise de conscience a commencé à se forger, celle d'une humanité plus soudée et plus attentive à l'autre. Une meilleure stabilité de l'animal sociétal est rendue possible.

La mort tragique du noir américain George Floyd, étouffé par un policier, et le mouvement mondial de solidarité qu'elle a engendré forment le contenu de ce nouvel exemple d'ambiguïté. Personne n'en veut à monsieur Corona-virus et à ses amis d'être à l'origine du décès de bon nombre de nos concitoyens. La situation ici est autre, elle met en relief la violence et la cruauté potentielle du racisme, la déviance potentielle de l'esprit humain, les formes de son conditionnement. Ici, un seul évènement destructeur intérieur (certes précédé par d'autres de même facture) engendre une manière d'affect collectif, une réaction collective dont l'objectif, à terme, est de mettre fin aux distanciations sociales, humaines engendrées par les origines ethniques.

La sémantique de ces deux exemples fait resurgir celle de cette flèche lancée par Eschyle : « Par la souffrance, la connaissance ». Une autre version de cet adage pourrait être « Par la souffrances des uns, la (re)connaissance des autres » ou mieux peut-être, « du mal surgit ou naît parfois du bien ». Mais l'inverse est possible, et même souvent réalisé. D'un bien constructif peut jaillir un empire destructeur.

Cette brève incursion dans le royaume l'ambiguïté prendra fin avec la présentation de deux métaphores colorées.

La première, ancienne¹⁸, fait appel au modèle le plus fondamental de la théorie des singularités des applications différentielles introduite par Thom. La forme mathématique la plus élémentaire de cette théorie est la courbe appelée parabole semi-cubique ou cusp, déjà rencontrée dans la première partie (Chapitre V):



(On peut voir cette courbe comme la projection sur un plan vertical d'une surface en forme de vague parfaitement symétrique orthogonale à ce plan).

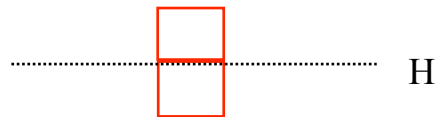
Dès l'origine du monde, ici représentée par la singularité Aleph ou Alpha - ainsi l'aurait dénommée Teillard de Chardin -, comme dans l'univers de la mécanique quantique, se déploient les objets possédant, à plus ou moins long terme, les deux propriétés indissociables d'être à la fois Bienfaisants et Malfaisants. L'apparition de ces caractères ne dépend que la manière de faire appel à ces objets : celui qui voit en l'objet l'un de ces deux caractères, est en en quelque sorte aveuglé, et souvent ne parvient pas à saisir le caractère opposé que possède également l'objet.

La deuxième représentation a été inspirée par l'éloge par Platon du Beau et du Bien, un Platon dont Camus à juste titre dit qu'il « contenait tout, le non-sens, la

¹⁸ Cf C.P. Bruter Théorie des catastrophes et ambiguïté, *Bull. Rech. Inf. Sc. Hum. Eco. Soc.*, 7, 1985, 13-22 [Théorie des catastrophes et ambiguïté](#)

raison et le mythe ». Cette représentation a aussi pour origine un conte d'un poète perçant qui, pour honorer ses dames, fit un jour l'éloge du Beau, du Bien, mais aussi du Bon. À ces trois B, s'opposent naturellement trois M, le Médiocre, le Mauvais, le Méchant.

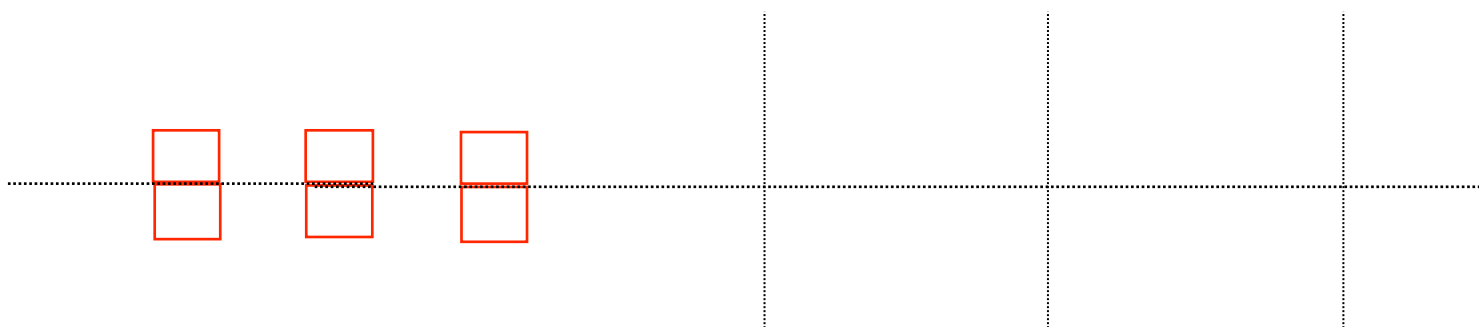
D'un point de vue artistique cubiste primitif, la lettre B est composée de deux carrés ou rectangles identiques, posés l'un sur l'autre, et symétriques par rapport à droite horizontale H:



De ce même point de vue primitif, il appert que la lettre M est composée de deux cusps symétriques par rapport à un axe vertical V *transverse à l'axe horizontal H* : la régulation est parfaite.



On voudra bien alors accueillir avec indulgence et humour cette représentation de l'ambiguïté :



Optima

BBB

MMM

IV. 2 Darwin ou Platon ?

Existe-t-il un ou plusieurs moteurs de l'évolution ? Lequel serait le plus pertinent ?

Nous savons seulement que l'univers est en expansion, plus rapide qu'initialement prévue; des théories, liées à la présence de la mystérieuse énergie noire, avancent des explications. Cette expansion a-t-elle un quelconque rapport avec l'évolution locale des objets du monde terrestre ? Le doute est permis.

La première tentative¹⁹ d'explication de cette évolution locale revient à Lamarck (« transmission des caractères acquis, adaptation au milieu »). Darwin entre autres précise cette théorie, celle de l'adaptation au milieu par la fameuse « sélection naturelle ». Il s'exprime ainsi dans son magnum opus de 1859, « **L'origine des espèces** » :

Rien de plus facile que d'admettre la vérité de ce principe : la lutte universelle pour la vie ; rien de plus difficile — je parle d'expérience — que d'avoir toujours ce principe à l'esprit : or, à moins qu'il n'en soit ainsi, ou bien on verra mal toute l'économie de la nature, ou on se méprendra sur le sens qu'il convient d'attribuer à tous les faits relatifs à la distribution, à la rareté, à l'abondance, à l'extinction et aux variations des êtres organisés...

Je dois faire remarquer que j'emploie le terme de lutte pour l'existence dans le sens général et métaphorique, ce qui implique les relations mutuelles de dépendance des êtres organisés, et, ce qui est plus important, non seulement la vie de l'individu, mais son aptitude ou sa réussite à laisser des descendants...

J'emploie donc, pour plus de commodité, le terme général lutte pour l'existence, dans ces différents sens qui se confondent les uns avec les autres.

De cette philosophie, ou plutôt de sa formulation, on peut retenir ces trois traits principaux:

- elle ne concerne pas la totalité des objets de la nature, elle se limite aux êtres organisés
- dans ce cadre restreint, elle se réfère à une seule propriété de ces êtres, l'existence qui appelle une réponse primaire, c'est oui ou c'est non.

¹⁹ Cf <https://lejournal.cnrs.fr/articles/charles-darwin-de-lorigine-dune-theorie>

- même si l'auteur fait preuve de précaution, signalant le caractère métaphorique de l'emploi du terme « lutte », il n'en reste pas moins que, par sa sémantique, « lutte » a tendance à réduire le mode opératoire de l'évolution à un seul mécanisme, au tempérament agressif de surcroît, masquant la richesse des mécanismes de coopération et de régulation.

Le principe de recherche de stabilité spatio-temporelle de Platon ne s'oppose pas au principe darwinien: il le contient, il l'englobe.

- il concerne en effet tous les objets de la nature, et pas seulement les êtres organisés.
- il ne se rapporte pas seulement à leur existence, mais à une propriété plus profonde, celle de leur stabilité, une stabilité à travers l'espace et à travers le temps, une stabilité qui peut prendre mille nuances, et qui s'accorde aux mille modalités possibles de cette existence.
- La recherche de la stabilité n'est pas attachée à l'emploi d'un seul mécanisme mais est ouverte à la mise en œuvre de procédés divers, présents ou à découvrir.
- un dernier point concerne la modestie, l'humilité du principe: il s'efforce simplement, sans prétendre au succès.

L'emploi du principe de Platon étend et affine les éléments de description et d'explication de l'évolution. À terme, ce platonisme bien compris, ce platonisme du vingt-et-unième siècle devrait supplanter le darwinisme du dix-neuvième.

BIBLIOGRAPHY

Books Part 1

1. Aristotle. 1931. *The Works of Aristotle: De Anima*. Translated by John Alexander Smith. Oxford: Clarendon Press.
2. Aristotle. 1961. *Metaphysics*. Translated by Hugh Tredennick. Cambridge: Harvard University Press.
3. Aristotle. 1936. *Physics*. Translated by William David Ross. Oxford: Clarendon Press.
4. Bergson, Henri. 2019. *L'idée de temps*. Paris: Presses universitaires de France.
5. Brisson, Luc. 2011. *Platon, Œuvres complètes*. Paris: Flammarion.
6. Brisson, Luc. 2017. *Platon*. Paris: Éditions du Cerf.
7. de Broglie, Louis. 1956. *Nouvelles perspectives en microphysique*. Paris: Albin Michel.
8. de Broglie, Louis. 1971. *Ré-interprétation de la mécanique ondulatoire*, tome 1. Paris: Gauthier-Villars.
9. Bruter, Claude P. 1974 and 1985. *Topologie et Perception, tome 1*, préface de R. Thom. Paris: Maloine.
10. Bruter, Claude P. 1976. *Topologie et Perception, tome 2, aspects neurophysiologiques*. Paris: Maloine.
11. Bruter, Claude P. 1986. *Topologie et Perception. tome 3, considérations socio-psycho-logiques et linguistiques*. Paris: Maloine-Doin.
12. Bruter, Claude P. Énergie et Stabilité <http://arpam.free.fr/ESC.pdf>
13. Bruter, Claude P. 1973. *Sur la Nature des Mathématiques*. Paris: Gauthier-Villars.
14. Bruter, Claude P. 1982. *Les Architectures du Feu, Considérations sur les Modèles*. Paris: Flammarion.
15. Camus, Albert. 1968. *Lyrical and Critical Essays*. Translated by Ellen Conroy Kennedy. New York: Knopf.
16. Carnot, Lazare. 1970. *Réflexions sur la Mécanique du calcul infinitésimal*. Paris: Blanchard.
17. Denjoy, Arnaud. 1964. *Hommes, formes et le nombre*. Paris: Librairie Scientifique A. Blanchard.
18. Denjoy, Arnaud. 1975. “Évocation de l'homme et de l'œuvre”. *Astérisque*, Société Mathématique de France, Paris: 28-29.
19. Einstein, Albert. 1920. *Relativity – The Special and General Theory*. Translated by Robert W. Lawson. London: Methuen.
20. Einstein, Albert. 1905. “Zur Elektrodynamik bewegter Körper”, *Annalen der Physik*, ser. 4, 17: 891–921.
21. Gondran, Michel et Alexandre. 2014. *Mécanique Quantique, Et si Einstein et de Broglie avaient aussi raison?* Paris: Editions Matériologiques.
22. Grothendieck, Alexandre. n.d. “Récoltes et Semailles”. <https://jmrlivres.files.wordpress.com/2009/11/recoltes-etsemailles.pdf>.

23. Hawking, Stephen, and Penrose, Roger. 1996. *The Nature of Space and Time*. Princeton: Princeton University Press.
24. Hobbes, Thomas. 1651. *Leviathan*.
25. Kirk, Geoffrey S., Raven, John E., and Schofield, Malcolm. 1983. *The Presocratic Philosophers*. Cambridge: Cambridge University Press.
26. Leibniz, G. W. 1996. *New Essays on Human Understanding*. Translated by Peter Remnant and Jonathan Bennett. Cambridge: Cambridge University Press.
27. Leibniz, G. W. 1965. *Monadology and Other Philosophical Essays*. Translated by Anne Martin Schrecker and Paul Schrecker. Indianapolis: Bobbs-Merrill.
28. Locke, John. 1640. *An Essay Concerning Humane Understanding*. London: Thomas Basset.
29. Malebranche, Nicolas. 1946. *De la Recherche de la vérité*. Paris: Vrin.
30. Paul, Kegan C. 1901. *The Thoughts of Blaise Pascal*. London: George Bell and Sons.
31. Perrin, Jean. 1916. *Atoms*. Translated by Dalziel Llewellyn Hammick. New York: Van Nostrand Company.
32. Revel, Jean-François. 1957. *Pourquoi des philosophes ?* Paris: Juillard.
33. Schopenhauer, Arthur. 1966. *The World as Will and Representation*. Translated by E.F. J. Payne. North Chelmsford: Courier Corporation.
34. Simmel, Georg. 2011. *The View of Life: Four Metaphysical Essays with Journal Aphorisms*. Translated by D. Levine-J. Andrews, London: Chicago University Press.
35. Smollin, Lee. 2019. *Einstein's Unfinished Revolution*. London: Penguin Press.
36. Spinoza, Baruch. 1998. *Principles of Cartesian Philosophy With Metaphysical Thoughts*. Translated by Samuel Shirley. Cambridge: Hackett Publishing.
37. Spinoza, Baruch. 1992. *Ethics*. Translated by Samuel Shirley. Cambridge: Hackett Publishing.
38. Thomson, William, and Tait, Peter Guthrie. 1989. *Treatise on Natural Philosophy*. Cambridge: Cambridge University Press.
39. Vesperini, Pierre. 2017. *Lucrece*. Paris: Fayard.
40. Weyl, Hermann. 2009. *Philosophy of Mathematics and Natural Science*. Princeton: Princeton University Press.

Part 2

1. Bruter, Claude P. 1976. *Topologie et Perception, tome 2, aspects neurophysiologiques*. Paris: Maloine.
2. Bruter, Claude P. 1986. *Topologie et Perception, tome 3, considérations socio-psycho-logiques et linguistiques*. Paris: Maloine-Doin.
3. Mendoza, John, and Foundas, Anne. 2008. *Clinical Neuroanatomy: A Neurobehavioral Approach*. Berlin: Springer.
4. Parrot, W. Gerrod, ed. 2001. *Emotions in Social Psychology: Key Readings in Social Psychology*. Philadelphia: Psychology Press.

5. Plutchik, Robert. 2002. *Emotions and Life: Perspectives from Psychology, Biology, and Evolution*. Washington: American Psychological Association.
6. Rao, Mahendra. S. and Jacobson Marcus, ed. 2005. *Developmental Neurobiology*. New York: Kluwer Academic / Plenum Publishers.
7. Tchoukovskaïa, Lydia. 2019. *Entretiens avec Anna Akhmatova*. Paris: Le Bruit du Temps.

All quotations translated by H el ene Wilkinson, unless otherwise stated.

