

DE NATURA TEMPORIS

Recherches et découvertes à travers l'architectonique du temps

LIVRET I

Sémantique temporelle : *Page 3*

Ordre temporel et enchaînement causal : *Page 19*

Détection du temps : *Page 37*

Structures causales : *Page 59*

Pierre de Bretizel D.Sc.

ISBN

A paraître :

LIVRET II

“Les cristaux du temps”

Recherches graphiques sur les structures
de continuité causale.

LIVRET III

“Discontinuités et failles du réseau causal”

Macles et associations dans l’édifice architectonique du temps.
Hors du temps

*à Marie-Antoinette de Montlaur
qui m'a appris la joie de connaître*

*et à Anne Lescuyer de Savignies
qui m'accompagne depuis toujours
sur ce long et escarpé chemin de recherches.*

QUID ?

L'astronome explore l'espace extra-terrestre. L'unité de base de son échelle d'observation est l'année-lumière (distance parcourue par un photon à la vitesse de 300.000 km/sec.).

Le géologue explore l'espace intra-terrestre. L'unité de base de son échelle d'observation est le million d'années (durée écoulée pendant 1.000.000 de révolutions de la terre autour du soleil).

Il apparaît donc évident que dans les deux cas les échelles sont totalement en dehors de la perception directe de l'espace et du temps par l'être humain.

Un géologue naturaliste est l'auteur de cet ouvrage. Il y expose ses réflexions issues de milliers d'observations qu'il a pu récolter au cours de sa vie professionnelle. Il a acquis son expérience au cours de missions de terrain sur les cinq continents, des solitudes glacées du Grand Nord canadien aux déserts torrides de la Libye et du Soudan en passant par les forêts tropicales des Philippines, du nord-est australien et de Madagascar. Les travaux miniers souterrains et la pratique de la spéléologie l'ont mené à plus de 1000 mètres sous la surface terrestre.

La Terre est immense et si belle qu'elle chante sa propre gloire, depuis son noyau métallique central jusqu'aux dernières molécules gazeuses au sommet de la troposphère. Elle est notre mère à tous. Ce n'est pas « la planète », terme réducteur insupportablement mis à la mode par quelques médias et certains groupes politiques !

Nous ne sommes, chacun de nous, que d'infimes particules de notre mère la Terre, micro-fragments de matière éphémère oscillant à l'interface lithosphère-hydrosphère-atmosphère, mais là où se surimpose la « noosphère » de Theillard de Chardin, ou sphère de l'intelligence.

La Terre, à l'échelle de son évolution, se présente comme le meilleur champ d'observation dans une tentative de comprendre le phénomène temporel. Alors partons y explorer ce gouffre !

De Natura Temporis

Livret I
Chapitre 1

SEMANTIQUE TEMPORELLE

Localisation temporelle : instant, durée, événement

Séquence : présent, passé, futur

Consolidation : mémoire, souvenir

« Le monde objectif simplement est,
il n'advient pas »
(H. Weyl)



On retrouve dans le langage un certain nombre de mots se rapportant au phénomène temporel et à la notion de succession. Ces mots sont soit des substantifs objets avec les adjectifs et adverbes qui en dérivent soit des verbes sous une forme conjuguée évoquant la notion de succession, j'entends « les temps » de conjugaison tels que le présent, passés simple et composé, futur.

Le but de cette analyse est d'essayer de définir les faits naturels ou abstraits auxquels s'appliquent les mots du domaine temporel. Nous verrons qu'un même mot peut désigner des objets différents suivant les définitions philosophiques, psychologiques, physiques ou du sens commun.

Le but de notre recherche est de sélectionner pour quelques-uns de ces mots la définition la plus objective.

On peut trouver dans le langage huit mots clés se rapportant au temps :

a) Ceux qui désignent des points ou segments de repère sur l'axe théorique le long duquel s'écoule le temps. Nous étudierons plus particulièrement les mots :

- instant
- durée
- événement

b) Ceux qui désignent l'orientation temporelle ou « flèche du temps ». Il s'agit de :

- présent
- passé
- futur

ainsi que les verbes conjugués au présent, passé et futur

c) Ceux qui s'appliquent à une information ou consolidation de l'écoulement du temps, à savoir :

- mémoire
- souvenir

1.1. LOCALISATIONS TEMPORELLES

a) Instant

La définition du sens commun est que « l'instant » est un espace ou segment de temps très court. Le « moment » serait synonyme. Cette notion de brièveté se retrouve renforcée dans l'adjectif qui en dérive : instantané. Il s'agirait d'autre part d'un phénomène impondérable, inaperçu par les sens (hors de toute sensation) du fait de sa brièveté. On pourrait donc concevoir que le temps soit un agglomérat de points instantanés : l'ensemble ou une fraction de l'ensemble serait perçu mais non chacun des éléments qui le composent. L'instant n'aurait aucune dimension, de même que le point de géométrie ou le repère d'un axe de référence. La définition commune de l'instant est donc purement théorique, sa perception est du domaine de l'intuition.

Les définitions philosophiques se réfèrent généralement à celle d'Aristote : l'instant serait une limite entre avenir et passé. Il est donc insaisissable car l'avenir et le passé seraient des concepts relatifs se mouvant continuellement dans la perception d'un observateur ou par rapport à d'autres observateurs.

La limite avenir-passé varie continuellement selon que l'on considère le début, le milieu ou la fin d'un système en évolution par rapport à un observateur donné. Exemple : un chasseur tire un coup de fusil sur un animal. Pour ce chasseur, avant qu'il ne voit l'animal, la série « apparition de la cible + tir + animal en train de mourir » appartient au futur. Lorsqu'il tire, l'apparition de la cible appartient au passé jusqu'au début de l'action d'appuyer sur la détente; la mort de l'animal appartient au futur à partir du début de l'action d'appuyer sur la détente; la série « animal en train de mourir + tir + apparition de l'animal » est entièrement du domaine du passé lorsque le chasseur s'approprie la dépouille de l'animal. Cette même série appartiendrait entièrement au passé d'un descendant lointain du chasseur; elle appartiendrait entièrement au futur d'un lointain ancêtre du chasseur.

Ceci revient à dire que l'instant défini par Aristote est une notion aussi mouvante que le temps lui-même dans lequel elle se fonde par sa mouvance même : elle est donc essentiellement abstraite, non expérimentale. Comme l'instant défini par le sens commun, l'instant aristotélicien est un point adimensionnel à coordonnées variables.

A la définition de l'instant selon Aristote s'ajoute la définition dite paradoxale selon Zénon d'Elée : ce philosophe nie dans une première hypothèse la réalité du mouvement ou de l'évolution continue par le fait que l'on puisse diviser un continuum en instants étendus ou en instants ponctuels : « Il n'y a pas de mouvement car il faut que le mobile arrive au milieu de son parcours avant d'atteindre la fin. Et il devra parcourir la moitié de la moitié avant d'atteindre le milieu et ainsi de suite à l'infini ».

Ou encore : « Il est rigoureusement impossible que la flèche se meuve dans l'instant (supposé indivisible) car, si elle changeait de position, l'instant se retrouverait aussitôt divisé. Or le mobile dans l'instant est ou en repos ou en mouvement; comme il n'est pas en mouvement, il est en repos; et comme le temps par hypothèse n'est formé que d'instant, le mobile est toujours en repos ».

La première proposition illustre l'idée qu'une fraction ou un rapport exprimant des positions peut décroître sans jamais être égal à zéro. La deuxième montre qu'il y a incompatibilité entre le mouvement et un continuum composé d'indivisibles (instants).

Finalement, pour Zénon, admettre l'existence de l'instant éliminerait le mouvement et par conséquent le temps lui-même puisque c'est un paramètre du mouvement : ce qui est un paradoxe antinaturel. Ou alors il faut admettre un temps continu et par définition indivisible.

Là où Aristote admet l'instant comme limite entre deux espaces de temps, passé et futur, Zénon démontre l'instant comme fraction indivisible d'un univers figé dans lequel tout mouvement est impossible (ce qui s'oppose à l'observation directe).

Cette définition se ramène à celle du sens commun exposée au paragraphe précédent. Cette dernière est donc, d'un point de vue philosophique, parfaitement illogique et paradoxale : admettre le temps comme un agrégat d'instants indivisibles conduit à nier le mouvement, fait d'expérience.

Le temps n'est pas plus composé d'instants que la ligne géométrique n'est composée de points. L'instant n'est donc qu'un concept totalement abstrait; c'est un point de mesure analogue à un point géométrique.

b) Durée

La définition du sens commun est que la « durée » est un espace de temps pendant lequel dure une chose ou une action. La durée d'une action est mesurée entre deux instants : le début et la fin. La durée d'une chose est aussi mesurée entre deux instants : sa naissance et sa destruction.

L'instant « début » et l'instant « fin » sont séparés par quelque chose qui peut être divisé en « instants » intermédiaires. Nous venons de voir au paragraphe précédent que diviser l'espace « durée » à l'infini conduit à l'absurdité d'un univers dépourvu de mouvement ou d'évolution. Le diviser en nombre fini d'instants c'est le diviser en « durées » intermédiaires mais ne démontre pas que la durée au sens général soit un phénomène naturel.

La définition physique est que la durée est une distance séparant deux points instants t_0 et t_1 , qui ne peut être parcourue par un mobile que de t_0 à t_1 et jamais de t_1 à t_0 .

Son homologue géométrique est celui d'un vecteur orienté entre deux points A et B = AB. Un mobile peut parcourir la distance AB; lui faire parcourir la distance BA conduit à nier l'existence du vecteur et à considérer l'espace séparant le point A du point B comme un segment linéaire quelconque. La physique observant que tout système évoluant passe irréversiblement par les états t_0 , t_1 , t_2 , etc. admet donc qu'une telle évolution est analogue à un vecteur géométrique.

La physique classique admet la continuité d'une évolution de l'instant t_0 à l'instant t_1 . Les instants n'étant que des points de référence, la continuité appliquée à un système s'intègre naturellement à une continuité ou « durée » universelle extérieure au système considéré.

Les définitions philosophiques de la durée s'appuient généralement sur les concepts de la psychologie de la perception temporelle : cette perception est fonction des instants privilégiés fixés comme souvenirs : la durée propre à la conscience diffère de la durée en physique classique comme l'hétérogène de l'homogène. La durée telle que perçue par les psychismes se fonde sur les successions de souvenirs, successions séparées par des néants mais imbriquées les unes dans les autres suivant des rythmes multiples. Comparer ou corrélérer deux rythmes distincts c'est percevoir directement la durée [G. Bachelard].

Nous analyserons plus loin les notions de rythmes et de souvenirs.

La durée est donc perçue par les psychismes, mesurée par la physique, mais ce qui fait l'essentiel de sa définition c'est son orientation. Le fait qu'elle soit quantifiable n'est qu'un caractère secondaire. Ce qui compte c'est l'ordre et la succession des causes et des effets. Un état subséquent succède à un état antécédent dans une durée intermédiaire dont la longueur n'a aucune importance dans l'enchaînement des causes.

La durée est ordinale avant tout. Supprimer l'ordre consiste à ramener le sujet observé à un simple concept spatial hors du temps.

G. Bachelard a fort bien démontré l'importance de l'ordre temporel en s'appuyant sur des exemples de stroboscopie : « les homographies temporelles dessinées par la stroboscopie sont exactes et probantes : elles brisent la durée ». Nous ne disons pas qu'elles brisent la durée mais qu'elles rendent sa valeur absolue totalement négligeable.

En bref, nous pouvons admettre qu'une durée est un segment orienté entre deux instants et dont la longueur peut varier de zéro à l'infini sans que soit modifié l'ordre d'évolution.

c) Événement

La définition du sens commun est que l'événement est quelque chose (phénomène ou sujet) « qui arrive ». Ceci implique que la chose définie comme événement s'insère dans une durée orientée et comporte un avant et un après.

Cette définition de l'événement serait donc fort proche de celle de l'instant. Cependant ce qui différencie l'événement de l'instant est que ce dernier n'est qu'un point abstrait adimensionnel. Au contraire, l'événement possède une dimension spatiale et peut éventuellement comporter des instants intermédiaires, donc impliquer lui-même une durée.

L'expression concrète la plus typique de l'événement est le fait historique : l'accolement de l'adjectif « historique » au substantif « événement » ou « fait » en souligne la dépendance à un état antérieur dans la durée. Les historiens cherchent à analyser les causes de l'événement, les différents états ou ruptures d'équilibre qui conduisent à l'événement actuel : l'événement est donc un noeud de l'enchaînement causal. Soustraire l'événement à l'enchaînement causal c'est le ramener à la définition abstraite d'instant ou de durée limitée entre deux instants.

Nous verrons plus loin que « l'événement » n'est expérimental que dans le passé : on ne peut l'observer que dans l'antérieur. L'événement dans le futur n'est qu'une projection abstraite, fruit du calcul ou de l'intuition.

Scientifiquement, l'événement est mesurable et sa position peut se définir au moyen des coordonnées quadridimensionnelles d'Einstein. Son épaisseur spatiale ou temporelle peut être très petite, mais ne peut en aucun cas être égale à zéro. S'il en était ainsi, on retomberait dans la notion abstraite de point géométrique et d'instant.

Tout passage d'un état à un autre, toute destruction ou création, toute variation de rythme ou de direction, en bref tout changement devient par définition un événement lorsqu'il est observé ou calculé dans la trame des enchaînements causals. L'événement est bien un objet, le maillon naturel d'une chaîne dont l'épaisseur se déploie non seulement dans les trois dimensions spatiales mais également dans une dimension de durée orientée.

1.2. SEQUENCE PRÉSENT - PASSÉ - FUTUR

Ces trois mots constituent un tout dont les parties ne peuvent se définir que les unes par rapport aux autres.

La définition du sens commun est que le passé est ce qui a déjà été réalisé, le présent est ce qui est en train de se réaliser, le futur est ce qui sera réalisé. Telle qu'elle est formulée, cette définition n'en est pas une : c'est une simple « lapalissade » car, pour expliquer ce que désignent les substantifs passé - présent - futur, elle utilise le verbe être à des « temps » de conjugaison qui le rend équivalent aux substantifs qu'il est supposé définir.

On ne peut pas définir le passé, le présent et l'avenir par le truchement de verbes conjugués au passé, au présent et au futur.

Le verbe est l'élément d'une phrase qui désigne l'action alors que le substantif est l'élément qui désigne un objet ou sujet. L'action ne peut être le sujet ou alors la phrase s'annule d'elle-même.

Pour sortir du sophisme, les substantifs passé - présent - futur doivent être définis par des phrases dont les verbes sont au même temps de conjugaison ou encore par d'autres substantifs; dans une phrase dont le sujet est l'objet qu'on veut définir, le verbe est « être » au temps présent et le complément un autre substantif associé ou non à d'autres mots.

Exemple : - le passé est une pierre dure,
- le présent est une goutte de rosée,
- le futur est un oiseau qui vole.

Ces trois phrases tentent de définir le présent - passé - futur par des symboles à prétention poétique.

La pierre dure est quelque chose que l'on peut toucher, qui demeure dans la main, quelque chose qui reste. C'est un fossile, c'est le passé.

La goutte de rosée est quelque chose que l'on peut toucher ou recueillir dans la main, mais dès qu'elle se trouve au contact de la main, elle

s'évapore et disparaît; c'est quelque chose que l'on touche mais qui disparaît dès qu'on croit l'avoir saisi : c'est le présent.

L'oiseau qui vole est insaisissable, s'éloigne de plus en plus, devient vite invisible, ne laisse aucune trace dans l'air. On croit néanmoins qu'il vole toujours dans la même direction, ou on l'espère, ou on le calcule. C'est quelque chose d'intangible, qui a une trajectoire pouvant avoir de multiples directions dont quelques-unes sont plus probables que d'autres : c'est le futur.

Ces définitions symboliques sont analogiques et démontrent quelque chose alors que les définitions du sens commun citées ci-dessus ne sont pas logiques et ne démontrent rien car elles sont sophistiques par le fait qu'elles conjuguent le verbe selon le passé, le présent et le futur.

Il faut donc définir les objets « passé - présent - futur » en les identifiant analogiquement à d'autres objets, sans utiliser la conjugaison des verbes. On peut tenter également une autre définition analogique : un homme marche dans une direction donnée, mais à reculons. Ceci lui permet d'observer et de mesurer non seulement le chemin qu'il vient de parcourir mais, plus loin encore, les détails du paysage s'estompant jusqu'à la ligne d'horizon. La fraction d'espace qu'il a devant les yeux s'efface à partir des lointains au fur et à mesure qu'il recule, tandis qu'une nouvelle tranche d'espace se déroule continuellement sous ses pas. Tout ce qui se trouve dans son champ de vision s'inscrit dans un cône dont le sommet se situe au niveau des rétines. Le sommet de ce cône se déplace donc continuellement au fur et à mesure que l'homme progresse dans sa marche à reculons. Si l'on pose l'équivalence de l'espace où se meut cet homme avec un espace de temps composé d'événements, l'intérieur du cône d'observation ouvert en sens inverse de la progression de l'observateur représente le passé.

Le sommet et les génératrices du cône constituant la limite entre son intérieur et son extérieur se déplacent continuellement avec l'observateur. Ils représentent le présent de cet observateur.

L'extérieur du cône - donc tout ce qui se trouve en arrière du champ de vision de l'observateur - représente le futur qui s'inscrit au fur et à mesure de la progression du marcheur dans son cône de vision et, par conséquent, est grignoté par la limite du présent et devient du passé observable.

Cette analogie tente de montrer que la trilogie passé - présent - futur ne se définit que par rapport à un observateur en mouvement. Si cet observateur était immobile, le cône du présent pourrait être mesuré par rapport à un système de coordonnées fixes. L'observateur étant en mouvement, le cône du présent se déplace avec lui. Le présent-limite est soumis à un déplacement de même direction et de même vitesse que le mouvement de l'observateur, du passé vers le futur.

Le passé est ce qui s'observe, se mesure : c'est le domaine de l'information mémorielle que nous verrons plus loin. Le futur apparaît comme une région indiscernable par l'observateur : c'est pourquoi nous avons imaginé un homme regardant en sens inverse de la direction dans laquelle il se déplace.

Les événements qui constituent la trame du passé demeurent sous forme de traces, impressions, souvenirs. Il n'y a pas de traces dans le futur; il n'est donc pas observable, il ne peut que s'extrapoler éventuellement.

Supposons que notre marcheur, au cours de sa progression à reculons, observe que, dans le même axe que celui qu'il suit dans son déplacement, apparaissent des obstacles à intervalles réguliers. Il peut donc craindre qu'au bout d'un certain nombre de pas son dos risque fort de heurter un nouvel obstacle qu'il ne voit pas, mais dont il extrapole la position par rapport à ceux qui sont devant son regard : il prévoit donc un événement dans le futur mais il ne peut pas le voir.

Supposons maintenant qu'un deuxième et un troisième observateur marchent à reculons dans la même direction que le premier, l'un devant lui et l'autre derrière lui. Les cônes d'observation de ces trois hommes ne coïncident pas : le présent-limite n'est pas le même pour chacun d'eux. Ceci revient à dire que, entre plusieurs observateurs, ce qui est déjà le passé pour l'un peut n'être encore que le futur pour l'autre.

Exemple : - Au moment où j'écris ces lignes, la mort violente du roi Henri II en 1559 est entièrement dans le passé.
- En 1555, lorsque Nostradamus prédit cet événement, celui-ci se trouve pour lui entièrement dans le futur.
- Par les traces laissées par les événements passés (écrits de témoins conservés jusqu'à nous), l'événement « Nostradamus énonçant sa prédiction » et l'événement « Henri II meurt » sont pour moi entièrement dans le passé.

Tout ceci revient à dire que la trilogie passé - présent - futur ne se définit que par rapport à un seul observateur à un seul instant.

A l'instant T_0 de l'observateur X, le passé est un espace d'événements* dont les traces ou souvenirs sont des objets matériels qui sont ou qui peuvent être observables et mesurables.

Le futur est un espace d'événements sans traces ou souvenirs dont les objets ne peuvent être que des extrapolations.

Le présent est une limite impondérable entre les deux.

Cependant l'espace-passé envahit continuellement l'espace-futur par déplacement de la limite-présent du passé vers le futur : cette orientation est l'un des aspects de la flèche du temps.

* Expression que j'emploie pour le séparer de l'espace morphologique ou géométrique.

1.3. CONSOLIDATION DU TEMPS : MÉMOIRE ET SOUVENIR

a) Mémoire

La définition du sens commun est que la mémoire est la faculté de conserver les idées ou les images antérieurement acquises. Ceci ne dit pas qui ou quoi est cette faculté ni ce qui en est le siège.

Chez l'homme et les animaux supérieurs, le siège de la mémoire est le système nerveux et son ensemble complexe de neurones qui enregistrent des événements par simple modification chimique. Ces modifications se conservent un certain temps puis disparaissent avec le temps : il s'agit ici de mémoire individuelle correspondant à l'expérience subie d'un événement qui se conserve un certain temps, de même qu'une forte lumière impressionne la rétine longtemps après qu'elle ait disparu. Cette mémoire individuelle n'est transmissible qu'indirectement par le truchement du langage qui reproduit par un assemblage de symboles l'événement dont l'individu a été le témoin.

A cette mémoire individuelle s'ajoutent les mémoires collectives transmissibles par l'hérédité et que l'on retrouve chez tous les êtres vivants depuis le simple unicellulaire jusqu'à l'homme. Il s'agit de la mémoire génétique qui permet la reproduction des individus suivant un modèle d'espèce. Il s'agit aussi de l'instinct qui est une mémoire collective spécifique à un groupe d'êtres vivants, qui commande les réflexes de défense contre un environnement hostile.

Dans un sens très général, on peut appeler mémoire tout objet susceptible de conserver la trace des événements et d'en restituer l'image. Autrement dit, une mémoire est un accumulateur d'informations. Comme les accumulateurs d'énergie (électrique, calorifique, etc.), la mémoire peut être composée d'un seul élément ou d'une batterie d'éléments. Il existe de multiples types d'éléments mémoriels ou matrices :

- neurones de la zone corticale du cerveau,
- plaques photographiques,
- rubans magnétiques,
- chromosomes,
- surfaces de sédiments fins,
- etc.

Tous ces éléments, isolés ou assemblés en série, stockent de l'information soit par modification chimique rapide soit par impression mécanique. Ces informations se rapportent à des événements concrets de l'espace-passé mais dont l'image peut être reproduite dans l'espace futur.

b) Souvenir (eidos de Démocrite)

La définition du sens commun est qu'un souvenir est une impression ou une idée que la mémoire conserve d'une chose : il s'agit de mémoire humaine.

Nous avons vu que l'espace temporel est composé d'objets observables dans le secteur passé qui sont les événements; ces événements sont séparés par des espaces de durée.

Un événement se situe en coordonnées spatiales et temporelles : cela signifie qu'il se passe quelque chose à tel endroit, à telle date ou heure. Ce quelque chose peut être instantané ou avoir un début et une fin. Cependant l'événement, bien qu'il n'existe pas à une date ou heure ultérieure, peut rester et demeurer suspendu soit dans son entier soit partiellement soit sous forme de traces.

Exemples :

1) On retrouve des cheminées volcaniques intactes dans des séries géologiques très anciennes. La cheminée volcanique est un événement (effet résultant d'une cause) qui a eu lieu il y a très longtemps; elle est demeurée telle quelle, protégée de l'érosion par des coulées de laves ultérieures. Dans ce cas, il y a conservation presque intégrale d'un objet qui était une part essentielle d'un événement passé.

2) La congélation post mortem de tissus organiques permet de les stocker à l'état inerte pendant un temps déterminé. Au moment de la décongélation, le tissu retrouve ses qualités originelles. Dans ce cas, il y a conservation intégrale d'un objet périssable qui a fait partie d'événements passés.

3) Une bélemnite est un rostre fossile en forme de bâtonnet de six à dix centimètres. C'est tout ce qui reste d'un grand céphalopode du Crétacé

dont la taille excédait de cent fois son rostre; le reste n'était formé que de matériel putrescible après la mort. Il y a ici conservation partielle d'un être ou événement vivant dans un passé lointain mais mort dans l'environnement temporel immédiat de l'observateur.

4) Une photographie est la trace chimique conservée d'un objet optique appartenant au passé.

5) Un enregistrement sur disque ou sur ruban magnétique est la trace mécanique ou physique d'un objet sonore ou visuel appartenant au passé.

6) Soit un événement passé : la pluie tombe sur une plage de vase fine puis s'arrête. Le vent sèche ensuite la surface de la vase; puis la marée survient et recouvre d'une nouvelle couche de sédiment la surface précédente. Dans le futur de cet événement, un observateur sépare les feuillets qui correspondaient aux différents apports sédimentaires passés et découvre les empreintes de gouttes de pluie parfaitement conservées. On trouve ce type d'empreinte dans les sédiments les plus anciens de l'âge de la terre. Dans ce cas, un événement aussi ténu et fugace que la chute d'une goutte d'eau est néanmoins conservé pendant des dizaines de millions d'années.

Ces exemples d'événements conservés ou suspendus entre passé et présent sont des souvenirs. On appellera 1), 2) et 3) des fossiles. On appellera 4), 5) et 6) des empreintes. Un fossile est le souvenir d'un objet du passé conservé en totalité ou en partie. Une empreinte est le souvenir d'un objet du passé qui a laissé sa trace ou sa forme sur ou dans un autre objet, ce dernier ayant fait office de matrice ou de moule.

Un objet susceptible de conserver une impression quelconque est un élément de mémoire tel que défini dans le paragraphe précédent.

Une batterie d'éléments mémoriels accumule les souvenirs-empreintes : ceux-ci s'accumulent dans un ordre qui est celui de la durée orientée.

C'est l'accumulation ordinale des souvenirs qui nous donne la perception temporelle, uniquement elle. En effet, des objets du passé qui ne seraient pas ordonnés ainsi par une mémoire ne seraient perceptibles que dans une géométrie abstraite à quatre dimensions sans signification informelle.

La propriété de certains événements à demeurer suspendus dans le temps sous forme de souvenirs infirme l'opinion répandue que le temps est un fluide continu qui s'écoule régulièrement. Le temps est en fait un discontinu consolidé, suivant l'expression de J. Dupréel, autour d'objets privilégiés : les événements-souvenirs. Ces points de consolidation sont séparés par des néants de durée dont les dimensions n'ont aucune importance dans l'architecture de l'ensemble.

Ce qu'on appelle le temps est un milieu aussi discontinu que peut l'être l'espace. L'espace est composé de nœuds de matière séparés par le vide. Le temps est composé de nœuds d'événements polarisés et ordonnés dans la durée.

ORDRE TEMPOREL ET ENCHAINEMENT CAUSAL

**Corrélations entre événements
Convergences; anastomoses; foisonnements
Orientation de l'événement : polarité causale**

« Ce n'est pas le temps qui détermine l'ordre,
ce sont les choses »
(G. Berger)



Comment un événement détermine-t-il un autre événement ? Peut-il le faire ?

Leurs corrélations sont-elles spatiales ? Peuvent-elles être existentielles, c'est-à-dire dépendre de la qualité des phénomènes concernés ?

En résulte-t-il une évolution rectiligne ? En résulte-t-il un certain équilibre conduisant à une statique d'ensemble ?

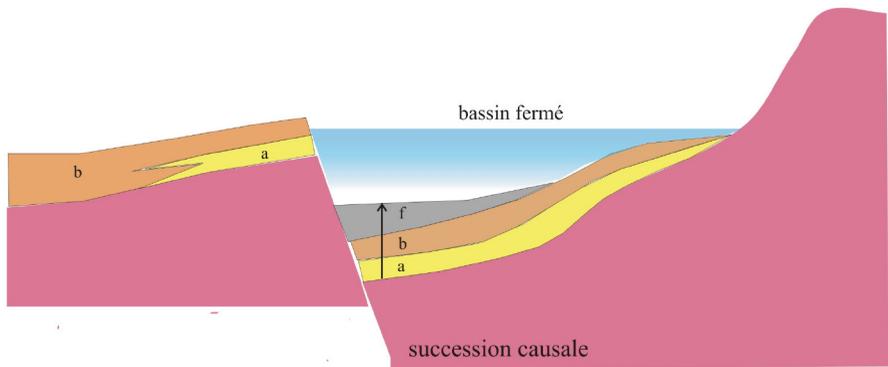
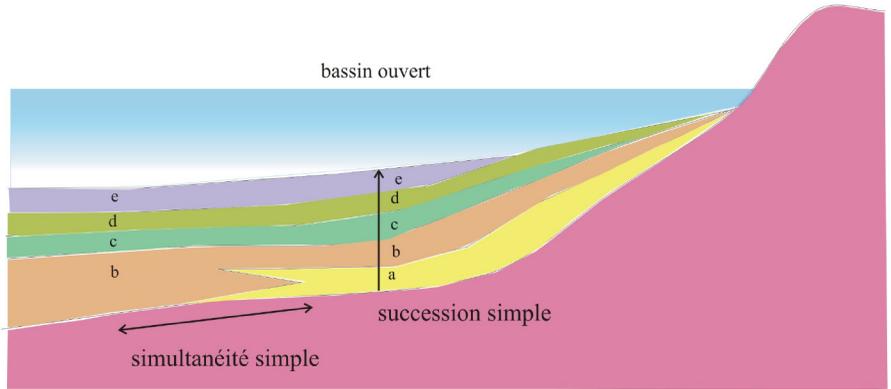
Quelles sont les propriétés des durées partielles, c'est-à-dire des espaces inter-événements ?

Essayons d'entrevoir les forces qui enchaînent les événements les uns aux autres.

Nous chercherons les réponses dans l'observation directe de processus géologiques de longue durée que nous comparerons avec des processus dynamiques, biologiques, historiques ou autres.

2.1. CORRELATIONS ENTRE EVENEMENTS

Graphique 1 :
PILES STRATIGRAPHIQUES



Processus 1 : succession simple

Séquence sédimentaire comportant les lithopes suivants de haut en bas :

- (e) calcaires marneux,
- (d) argiles noires,
- (c) alternance grès-argiles,
- (b) grès grossiers arkosiques,
- (a) conglomérat à galets volcaniques.

Chaque lithope représente un dépôt dont les composants sont de nature différente [par exemple (a) et (e)] ou ont une granulométrie différente [par exemple (b) et (c)].

Chaque lithope est une unité pétrographique différente de celle qui la surmonte et de celle sur laquelle elle repose. Il en résulte une collection d'objets discontinus dont on sait qu'ils constituent une pile stratigraphique.

L'ordre dans lequel ils se succèdent est fréquemment observé en sédimentologie. Mais on observe également des cas où l'ordre est inversé ou même sans rapport avec celui-ci. Chaque lithope représente un événement différent dans la sédimentation.

L'existence ou la non-existence de chacun n'a aucune incidence sur l'existence ou la non-existence de son voisin.

Leurs interrelations sont uniquement spatiales : nous dirons qu'il s'agit d'une succession simple dans l'ordre donné par la pile stratigraphique.

On peut comparer cette succession à l'enregistrement des mouvements d'un diapason électrique vibrant : chaque oscillation est précédée ou suivie d'une autre oscillation sans que l'une d'entre elles n'ait de rapport autre que de voisinage dans la pile stratigraphique que constitue l'enregistrement.

De même, en biologie, la vie, la mort et la régénération de tissus cellulaires peuvent être réglées par des événements extérieurs et différents de ceux qui constituent les différents tissus qui se succèdent dans un

biotope particulier. Dans ce cas encore, il s'agit de succession simple d'ordre spatial. La pile stratigraphique ici n'est qu'une énumération de changements sans liaison interne.

En Histoire, les grandes épidémies de peste du Moyen Age sont une succession simple composée d'événements séparés par des intervalles de durée variable mais sans relations de conséquence.

Processus 2 : simultanété simple

Changement latéral de faciès du lithope (a) dans le processus 1 : le conglomérat à galets volcaniques passe horizontalement à un grès grossier arkosique de même nature que le lithope (b).

Dans ce cas, nous entendons par simultanété le fait que le grès arkosique et le conglomérat volcanique se situent au même niveau dans la pile stratigraphique. Cette variation horizontale est due à un changement des conditions extérieures à la séquence : l'existence ou la non-existence du conglomérat est totalement indépendante de l'existence ou la non-existence du grès arkosique; il s'agit de deux événements contigus topographiquement : nous l'appelons simultanété simple.

Lorsqu'on mesure la pile stratigraphique en la subdivisant en durées séparées par des instants, la configuration générale de l'univers à un instant donné est représentée par une multitude d'états matériels sans relations mutuelles apparentes autres que topologiques. La position et l'existence de l'un quelconque de ces états ne dépend en aucune manière de la position ou de l'existence des autres états.

Processus 3 : succession causale

Mouvement tectonique positif fermant et isolant une aire sédimentaire développement de conditions de dépôt euxiniques (sédimentation en milieu chimique réducteur).

Au cours du processus 1, un événement extérieur (x) intervient entre les lithopes (b) et (c) : une faille transforme le fond du bassin sur lequel

s'opère la sédimentation; il en résulte qu'un talus ferme maintenant une partie du bassin en l'isolant du large.

On observe qu'après le moment où cet événement a eu lieu [entre (b) et (c)] il y a modification fondamentale des dépôts qui suivent dans la pile stratigraphique, dans l'aire ainsi isolée :

- le milieu chimique aqueux antérieurement brassé par les courants et la houle, donc riche en oxygène, perd cet oxygène et se charge en gaz carbonique par suite de l'interruption des échanges gazeux,
- l'apport en matériel détritique quartzeux se tarit,
- les conditions biochimiques nécessaires à la formation de roches carbonatées disparaissent.

Il en résulte qu'à la place des lithopes (c), (d) et (e) il se dépose un lithope (f) unique composé d'argile noire bitumineuse, témoin d'une sédimentation uniquement vaseuse, riche en matière organique décomposée.

On observe donc que l'événement (x) détermine ou conduit à l'événement (f). L'événement (f) est conséquent à l'événement (x) et le suit dans la pile stratigraphique. Si l'événement (x) n'avait pas lieu, il n'y aurait pas d'événement (f) mais un événement (c) puis (d) puis (e), lesquels dépendent probablement d'autres événements non observés ici.

Il y a donc une distance logique entre (x) et (f) : on dit qu'il y a une relation causale entre les deux événements. (x) est la cause qui détermine l'effet (f).

Dans la pile stratigraphique, (f) suit (x). L'existence ou la non-existence de (x) est essentielle à l'existence ou à la non-existence de (f).

Par contre, et ceci est très important, l'existence ou la non-existence de (f) est totalement indifférente à l'existence ou la non-existence de (x) : le fait qu'il y ait ou non un dépôt vaseux euxinique n'a aucune incidence sur la mise en place d'une barrière par faille. Par contre, la mise en place d'une barrière par faille entraîne la modification du processus sédimentaire qui conduit au lithope (f).

Il y a donc une dissymétrie fondamentale entre la dépendance de (f) par rapport à (x) et l'indépendance de (x) par rapport (f). Cette dissymétrie crée donc une polarité (ou stress) qui se traduit par un ordre de succession obligatoire dans la pile stratigraphique : (x) précède (f). (x) est un événement-cause et (f) un événement-effet : ils forment une succession causale.

D'autre part, si l'on essaie d'analyser tous les événements du processus, on s'aperçoit que chacun dépend lui-même d'un événement quelconque, en l'occurrence extérieur au processus 1.

Ainsi, le conglomérat à galets volcaniques est le résultat de l'érosion d'un volcan situé en bordure du bassin. Les grès arkosiques sont le résultat de l'érosion d'une côte granitique; les grès et argiles qui suivent probablement aussi. Les calcaires peuvent provenir d'un événement climatique qui favorise à partir d'un certain moment la prolifération d'organismes constructeurs de récifs.

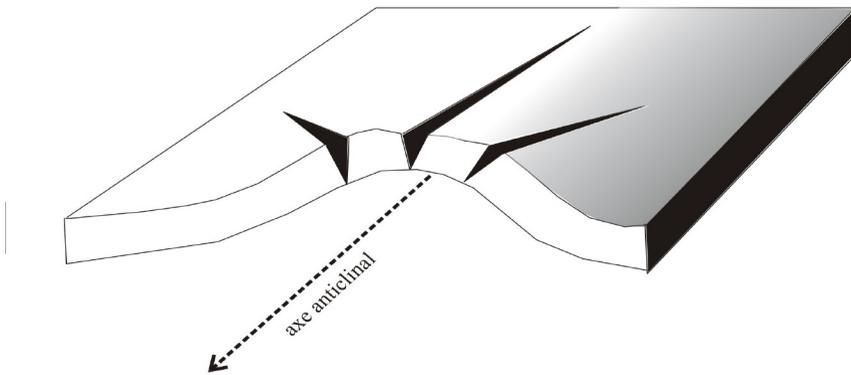
Jusqu'ici, nous n'avons déduit des événements du processus 1 que des causes directes déterminant chacune un effet différent : il s'agit donc ici de successions causales de premier ordre.

Si l'on replace le processus 3 dans son environnement régional voire planétaire, on observe que n'importe quel événement résultant d'un autre événement acquiert à son tour le potentiel de déclencher un nouvel événement : le mouvement tectonique qui ferme le bassin provient d'une rupture d'équilibre isostasique de la lithosphère. Si nous cherchions à analyser celle-ci, on trouverait qu'elle est aussi le résultat d'un autre événement. Dans l'autre sens, la fermeture du bassin entraîne la formation de couches bitumineuses, lesquelles comblent le bassin; le comblement du bassin entraîne la cessation du processus sédimentaire, laquelle entraîne le développement d'une végétation, laquelle peut plus tard dégrader par les acides humiques son soubassement, etc.

Dans un sens comme dans l'autre, il semble en apparence que chaque événement soit à la fois le résultat d'un autre événement et le générateur d'un troisième. On a alors des successions causales de premier, deuxième, troisième, *n* ordre : c'est l'enchaînement causal.

Graphique 2

PLISSEMENT ET FRACTURES : SIMULTANEITE CAUSALE



Soient deux événements occupant la même position sur la pile stratigraphique et contigus topographiquement : un plissement anticlinal et un système de fracturation proche de l'axe de l'anticlinal.

Le premier ploie une formation rocheuse donnée; le deuxième la casse. Le réseau de fractures est provoqué par une distension des roches à proximité du ploiement anticlinal : en effet, le modèle de ce processus peut être reconstitué à échelle réduite en laboratoire; on s'aperçoit alors que le réseau des fractures de distension se produit uniquement pendant et dans l'emprise immédiate du pli. La fracturation est une conséquence directe du ploiement. La fracturation et le pli anticlinal sont deux événements simultanés et en relation causale. Donc des événements simultanés peuvent se relier entre eux par enchaînement causal au même titre que des événements successifs.

2.2. CONVERGENCES, FOISONNEMENTS, ANASTOMOSES

Processus 5

Dans l'île de Vulcano (archipel des Lipari) il existe un dépôt de sulfures de fer (pyrite et marcassite). L'île est formée en partie par un volcan trachytique dont l'activité actuelle est uniquement fumerollienne.

Le dépôt de sulfures est localisé en un point de la baie d'Acqua Calda (nord-est de l'île) où l'activité solfatarienne est particulièrement abondante. A l'époque actuelle, le processus de formation de ces sulfures est en cours; par conséquent son origine est directement observable.

On observe donc que son existence est déterminée non par un mais par quatre événements distincts :

- (a) effondrement tectonique ayant créé le réceptacle qui constitue la baie d'Acqua Calda,
- (b) recouvrement de la zone par l'eau de mer : existence d'un milieu aqueux alcalin,
- (c) émissions de gaz sulfureux à travers le soubassement rocheux de la baie,
- (d) présence de minéraux riches en fer dans le soubassement.

La précipitation de Fe_2S se fait par le soufre du gaz H_2S et les ions ferreux amenés par ce gaz qui les a pris aux minéraux ferromagnésiens qu'il a décomposés à haute température.

La coexistence spatiale des événements (a) (b) (c) (d) permet la création de l'événement (e) : dépôt de sulfures de fer. L'absence d'un ou plusieurs parmi les quatre événements cités en premier détruit la possibilité pour l'événement (e) d'exister.

Le phénomène causal est donc constitué ici par un faisceau d'événements qui aboutit à la création d'un seul. Nous disons qu'il y a convergence causale. Comme dans les cas de causalité simple, l'événement-effet succède ou est simultané au faisceau causal.

Le processus 5 est apparemment un cas de convergence causale de premier ordre si l'on s'en tient aux événements (a) (b) (c) (d) et (e).

Cependant, en poursuivant l'analyse des événements qui composent le faisceau causal, on s'aperçoit que chacun d'eux peut être lui-même la résultante d'une convergence.

Ainsi :

- l'événement (a) peut provenir de :
retrait en profondeur du magma sous-jacent
présence d'une zone de faiblesse volcanique solidifié
dans le manteau
- l'événement (b) peut provenir de :
oscillation du talus continental
événement (a)
- l'événement (c) peut provenir de :
présence d'une zone de fractures par où passe la colonne fumerollienne
présence de soufre libre dans le magma d'où provient le gaz
- l'événement (d) peut provenir de :
conditions de températures et de pression permettant la formation de minéraux ferro-magnésiens
composition chimique du magma

On obtient ainsi des convergences de deuxième ordre. En continuant l'analyse, on peut trouver des convergences de troisième, quatrième, n ordre.

Dans l'analyse ci-dessus, on observe que les faisceaux conduisant aux événements (a) (b) (c) peuvent comporter des événements communs. Il s'agit ici d'anastomose causale.

En physico-chimie, on peut citer comme exemples de convergence causale tous les cas où l'expérience en cours dépend des conditions de température (1) et de pression (2). D'une manière générale, les

conditions de réalisation d'une expérience donnée forment par définition une convergence causale par rapport à l'expérience considérée comme événement-effet.

En biologie, l'exemple le plus évident et le plus simple est celui de la filiation d'un individu issu d'un père et d'une mère. Ceux-ci sont également chacun issus de deux autres individus, etc. Une filiation génétique est par définition une convergence causale de n ordre, pouvant comporter des anastomoses (mariages entre cousins).

Processus 6

Eruption volcanique nouvelle. On observe une somme d'événements qui se déclenchent simultanément ou postérieurement à l'éruption :

- (a) création d'un nouveau relief (cône volcanique),
- (b) comblement d'une partie des fonds marins adjacents,
- (c) élévation de température de l'air et de l'eau,
- (d) précipitations atmosphériques dues aux émissions de poussières,
- (e) accumulation de dépôts divers (laves, tufs) sur le sol primitif.

Les événements (a) (b) (c) (d) (e) sont la conséquence directe de l'événement-origine. Celui-ci est donc la cause unique d'une pluralité d'effets. On dit qu'il y a foisonnement causal.

Chacun des événements-effets issus d'une même cause peut à son tour déclencher plusieurs événements :

- l'événement (a) provoque un enfoncement du soubassement antévolcanique et par érosion crée des sédiments nouveaux,
- l'événement (b) arrête un processus sédimentaire en cours au moment de l'éruption et entraîne une modification du milieu chimique environnant,
- l'événement (c) entraîne la destruction des organismes existants au moment de l'éruption et permet la prolifération d'un milieu biologique totalement nouveau,
- l'événement (d) accélère le processus érosif résultant directement de l'événement (a) : cas d'anastomose; de plus, il enrichit en ozone les bassins aqueux adjacents,

- l'événement (e) provoque un enfoncement du soubassement antévolcanique (anastomose avec l'événement (a)); de plus, emprisonnant une certaine quantité d'eau, il se crée une pression hydrostatique qui n'existait pas avant le déclenchement de l'événement-origine.

Chacun de ces nouveaux événements peut à son tour déclencher plusieurs événements subséquents. Il y a donc un foisonnement causal de premier, deuxième, troisième, n ordre à partir de l'événement-origine.

En biologie, le phénomène de "sicciparité" de certains organismes unicellulaires est un exemple de foisonnement causal car on observe que chaque individu se sépare en deux automatiquement dès que sa croissance atteint une certaine limite.

En conclusion, il ne semble pas qu'il y ait de limites à l'enchaînement causal. Tous les événements qui constituent la trame de l'univers apparaissent connectés de proche en proche, à l'échelle de l'atome, à l'échelle des systèmes intermédiaires complexes comme à l'échelle cosmique où la loi de Newton est valable quel que soit l'éloignement des masses.

Les différents domaines de la connaissance qui constituent les sciences ne sont pas séparés par des bannières naturelles mais par des frontières conventionnelles qui n'existent pas pour les enchaînements causals. Les événements psychologiques se rattachent aux événements biologiques qui se rattachent aux phénomènes physiques et chimiques, lesquels se rattachent aux phénomènes cosmiques.

Toute évolution simple comporte un événement à chaque extrémité; l'existence de l'un est déterminée et créée par l'existence de l'autre : le premier est la cause du second. Aucun événement ne se crée du néant. Il se crée à partir d'un autre événement même si ce dernier est inobservable.

Ceci est le cas le plus simple : il est même pratiquement théorique. En fait, chaque événement pris isolément doit son existence à une convergence

multiple d'événements et une multitude d'événements doivent leur existence à cet événement pris en particulier. Chaque événement pris en particulier est le siège d'une convergence causale d'un côté et d'un foisonnement d'effets divergents de l'autre.

La complexité et l'étendue du faisceau causal aboutissant à un événement donné sont telles que la suppression ou l'adduction d'un des composants de ce faisceau a une chance infime d'aboutir à la non-existence de l'événement-résultant.

Par exemple, supposons que nous échangeons l'ancêtre d'un individu à la $n^{ième}$ génération avec un autre ancêtre. La somme totale des ancêtres aboutissant à cet individu est si importante que sa formule génétique n'en sera pratiquement pas affectée et que cet individu existera quand même avec ses caractères propres.

Ainsi si Rémus avait réussi à tuer son frère Romulus, un autre fondateur aurait quand même été à l'origine de Rome et, de toutes façons, l'empire romain aurait existé.

Le caractère aléatoire du sort d'une bataille ne peut changer que localement la configuration générale de l'Histoire.

2.3. ORIENTATION CAUSALE

Revenons aux remarques faites à propos du processus 3 (succession causale simple) : nous avons dit qu'il y avait une dissymétrie de fait dans l'interdépendance entre deux événements consécutifs et que cette dissymétrie paraissait entraîner une orientation particulière. Qu'entendons-nous ici par orientation ?

Nous avons vu qu'un événement est un objet observable de l'espace généralisé. Un tel objet constitue un nœud dans l'enchaînement causal universel, situé entre un faisceau d'événements-causes et un faisceau d'événements-effets. Il est observable, mesurable et par conséquent dimensionnel, notamment dans la direction dite « temporelle ».

Supposons que, tout en gardant les trois dimensions morphologiques, nous ramenions à zéro sa dimension temporelle : quelle serait la configuration environnante à cet événement observable à l'instant de son présent ? Nous observerions alors deux éventails d'événements opposés et contigus par leurs sommets au point exact où se trouve l'événement considéré. Nous constatons alors que, si nous supprimons un des éventails, cet événement ne peut pas se matérialiser. Si nous supprimons l'autre, cet événement peut néanmoins se matérialiser. Or nous admettons que les deux éventails sont composés eux-mêmes d'événements substantiellement identiques à l'événement intermédiaire. On ne peut donc invoquer la différence de nature entre les composants de l'ensemble. Et, si on ne peut l'invoquer, il ne nous reste qu'à admettre que l'événement possède une double entité qui fait que son existence est la résultante d'une collection d'événements (dépendance causale) mais est indépendante d'une autre collection d'événements identiques (indifférence aux effets).

Ayant donné à l'événement une épaisseur zéro dans la dimension temporelle, il s'assimile géométriquement à un fragment de plan possédant deux faces, l'une tournée vers l'éventail des événements-causes, l'autre tournée vers l'éventail des événements-effets. Les propriétés de l'une et l'autre face diffèrent : l'une se manifeste par la dépendance causale, l'autre par l'indifférence aux effets.

Or chaque événement aux nœuds de la trame qui forme les deux éventails étant identique à l'événement zéro se trouve donc dans le même cas que celui-ci, c'est-à-dire avec une double face dépendance-indépendance.

Par définition, deux événements consécutifs ne peuvent être indépendants l'un de l'autre sans sortir de la trame causale. Un événement donné a donc une face de dépendance tournée vers la ou les faces d'indépendance d'un ou plusieurs événements contigus et une face d'indépendance tournée vers une ou des faces de dépendance d'un ou plusieurs événements différents des premiers.

Ceci étant valable pour chaque point de l'ensemble de la trame causale, il existe donc une orientation générale de l'ensemble. Nous avons pris ici

le cas le plus simple : une trame causale d'événements identiques sans dimensions temporelles. On peut le comparer au processus de formation des feuillets d'une argile : celle-ci est formée de minéraux en paillettes composées de deux couches de molécules de nature différente. Au moment de la floculation, les paillettes s'accolent par leurs faces opposées pour former des flocons qui s'accolent ensuite aux flocons voisins par les faces opposées des paillettes les constituant, le tout finissant par former sur le fond du bassin un dépôt composé de minéraux en feuillets à deux couches accolés par leurs couches opposées, donc tous orientés de la même manière.

Dans la réalité, les événements ont toujours une certaine épaisseur temporelle finie et sont rarement identiques dans un fragment donné de trame causale. Le principe d'orientation demeure cependant qui fait qu'un événement dépend d'un autre, alors que ce dernier est indépendant du premier sur le plan existentiel.

Nous en arrivons donc à admettre que l'enchaînement causal est un milieu discontinu, composé d'événements-causes déterminant des événements-effets qui sont eux-mêmes les causes d'effets différents. Ce milieu discontinu contient des éléments orientés interdépendants.

« L'effet suit la cause et ne la précède point ». Dans cette définition du sens commun on retrouve l'identité entre causalité et succession temporelle: ces deux concepts sont indifférenciés.

Le « discontinuum » qui constitue la trame universelle est un réseau polarisé par le fait même que les grains (événements) qui le composent ont les uns sur les autres des influences à sens unique, se traduisant aux yeux de l'observateur par le mouvement et l'énergie avec leurs paramètres : force, travail, vitesse, accélération.

Un univers figé, composé d'éléments indifférents les uns aux autres, est un univers incohérent.

La flèche du temps est l'expression même de la mobilité et la conséquence directe du fait que l'énergie est une propriété d'échange entre les composants de l'univers.

En revenant aux concepts de la durée et de l'événement qui ont été nos matériaux principaux pour tenter une définition sémantique du temps (cf. §1), on aboutit pratiquement au même point. D'où, par analogie :

Le concept sémantique du temps et de ses composants (instant, durée, événement) s'assimile et se confond avec le phénomène matériel de l'enchaînement causal.

Les relations causales déterminent la flèche du temps par leur orientation. La succession des causes et des effets est observable et mesurable par rapport à un système évolutif de référence indépendant du champ d'observation que nous appellerons détecteur temporel.

La division arbitraire du temps en passé et futur dépend du champ d'investigation propre au détecteur utilisé.

DETECTION DU TEMPS

**Domaine de la perception des évolutions
Moyens matériels de détection**

« La mesure du temps consiste à comparer
la vitesse de certains travaux »
(G. Berger)



3.1. DOMAINE DE LA PERCEPTION DES EVOLUTIONS

Le temps n'est qu'une déformation sensorielle de ce que l'on peut appeler la trame évolutive ou trame causale. Le défaut d'une telle déformation est qu'elle s'exprime logiquement : expression mathématique du rapport entre la trajectoire d'un mobile que l'on observe et la trajectoire propre de l'observateur ou de l'instrument servant de référence, ce qui a amené Einstein à concevoir une géométrie quadri-dimensionnelle abstraitement logique mais antinaturelle : l'ordre ou succession, alias « pile stratigraphique », n'est qu'une projection lacuneuse de la trame causale, comme nous l'avons déjà exposé.

La perception temporelle que nous assimilons à la perception des évolutions dépend des facteurs suivants :

a) Acquisition d'information

Supposons trois événements B, D et F perçus directement par un observateur. Si cet observateur est capable de supprimer B, il constatera que D et F ne peuvent pas exister. Si D est supprimé, il constatera que F ne peut pas exister mais, par contre, que B peut exister. B D F forment dans l'ordre une suite causale. L'observateur acquiert non seulement une information sur l'existence propre de ces trois événements mais encore une information sur l'interdépendance orientée de ces trois événements, c'est-à-dire sur la séquence causale prise dans son ensemble. Le fait que l'observateur ne soit pas capable d'acquérir une information sur les liaisons existant entre les trois événements ne lui permettrait qu'une information sur l'existence de trois événements-objets apparemment pour lui sans correspondance.

Il peut acquérir l'information sur la séquence causale soit par l'expérience matérielle (suppression de l'un ou l'autre des événements) soit par intuition ou raisonnement logique (suppression abstraite).

b) Stockage d'information

Seul l'observateur doué de mémoire (naturelle ou artificielle) est capable de stocker l'information d'une séquence causale. Nous avons déjà défini ce que nous entendions par mémoire : un accumulateur d'information. L'événement stocké est appelé souvenir. Lorsque l'ordre de stockage correspond à l'ordre de la séquence causale, il est constitué par ce que nous avons appelé une « pile stratigraphique ».

Pour nous, il n'y a pas de doute que la reconstitution intuitive ou instinctive de la pile stratigraphique s'identifie à la perception de l'écoulement du temps, lequel n'est qu'une perspective ou une projection imparfaite de la séquence causale.

Dans l'exemple précédent, l'observateur n'a pu acquérir et stocker d'information sur la séquence causale que par trois événements B D F. Sa mémoire ne lui permettra que de reconstituer dans l'ordre stratigraphique B, D et F, mais il ne pourra répéter la séquence causale elle-même.

En effet, supposons que des événements A, C, E viennent s'intercaler entre les précédents pour former la séquence réelle et complète A B C D E F. Seuls les événements B, D, et F ont été perçus; ils seront seuls restitués par la mémoire. Ceci revient à dire que la pile stratigraphique est une reconstitution incomplète et irréaliste du « passé ». Par déduction, la mémoire permet de déterminer l'ordre temporel ou causal mais elle ne peut le reconstituer matériellement.

c) Perception du rythme

Supposons maintenant que l'observateur qui stocke des informations sur la séquence causale A B C D E F stocke parallèlement (ou simultanément) des informations sur une autre séquence indépendante de la première mais composée d'événements X, X, X, X, X, X tous identiques entre eux. S'il compte par exemple qu'à chaque fois que s'accomplit un événement de la première séquence il s'en produit deux dans la deuxième,

il percevra facilement un rapport numérique entre ces deux séquences égal à $\frac{1}{2}$. Ce rapport est un rythme défini entre la première séquence composée d'événements quelconques et la deuxième composée d'événements identiques.

Si, au contraire, il compte un nombre différent d'événements X entre A et B, B et C, C et D, etc., la première séquence est dite arythmique par rapport à la deuxième. S'il emploie la séquence des X comme référence générale, il constatera que des séquences différentes se produisant parallèlement à la séquence de référence auront des étendues relatives différentes : il aura alors la perception de la durée relative.

S'il utilise un événement-origine zéro dans sa séquence de référence, cela lui permettra de situer les séquences observées et lui donnera la notion de l'avant, du pendant et de l'après. Cela lui permettra également de situer des événements observés isolés.

Tout ceci n'est évidemment possible que parce qu'il stocke des informations sur l'aspect répétitif de la séquence de référence que sa mémoire lui permet de restituer conjointement avec les séquences ou événements observés.

La pile stratigraphique générale ainsi construite est donc une collection d'événements en relation causale ou sans aucune relation causale mais disposés dans un ordre donné par rapport à une séquence rythmique de référence.

La perception directe de l'ordre stratigraphique ainsi défini permet de dire arbitrairement si tel événement est plus ancien, simultané ou plus récent que tel autre. Mais elle est la plupart du temps conventionnelle et intermittente quant à l'enchaînement naturel des causes.

Au-delà de cette perception existe, comme nous l'avons vu, la trame réelle des événements qui est d'ordre causal et qui ne se révèle que par un trompe-l'œil donnant cette sensation d'écoulement continu. De plus, tout observateur est lui-même constitué par un système complexe en voie d'évolution causale. Si l'on admet que tout s'écoule inexorablement dans une direction donnée, tout point ou axe de référence choisi est par

définition arbitraire. La perception humaine de l'orientation généralisée de la durée est trompeuse car elle va dans le sens des événements qui composent la vie de l'observateur.

Si l'observateur était un objet parfaitement immobile et éternel, il percevrait probablement non pas un fleuve continu d'événements coulant dans le même sens mais une trame ou un réseau complexe d'événements composant un ensemble structuré dans l'espace.

3.2. MOYENS MATERIELS DE DETECTION : LES HORLOGES

Qu'entendrons-nous par détecter le temps et plus exactement détecter et mesurer « l'écoulement du temps » ? Pour résumer ce qui vient d'être dit au paragraphe précédent : la matière (et l'univers matériel) est discontinue car formée d'événements c'est-à-dire de grains matériels mesurables relativement par trois coordonnées de référence. Elle forme une trame architecturale dont chaque élément est en interdépendance orientée avec ses voisins : l'événement B est conditionné par l'événement A mais est indépendant de l'événement C qui, lui par contre, dépend de la séquence A B. Cette trame n'est perçue que par intermittence, mais dans laquelle on compte des événements identiques dont la répétition amène l'observateur doué de mémoire à comparer des vitesses d'accomplissement variables entre des séquences causales parallèles.

Le moyen de comparaison entre une séquence répétitive et une autre qui ne l'est pas permet de détecter la vitesse de cette dernière. La vitesse est en fait l'expression du temps : comparaison entre la matérialisation d'un enchaînement causal par rapport à un autre enchaînement causal pris comme référence.

Tout système matériel capable d'effectuer cette comparaison est un détecteur temporel.

a) Détecteurs physiologiques (perception du premier ordre)

Tout être vivant, depuis l'unicellulaire jusqu'aux mammifères les plus évolués et l'homme, peut avoir la faculté de détecter le temps.

Une simple cellule évolue irréversiblement depuis l'instant de sa naissance vers l'instant de sa mort. Il en est de même pour tout groupe de cellules si complexe soit-il.

La vie d'un être vivant est donc un enchaînement causal à sens unique de la naissance à la mort. Cet enchaînement est lui-même inséré dans la trame de l'univers matériel ou trame causale universelle.

La faculté de détecter le temps par un être vivant est directement liée à sa capacité de recevoir des informations sur des événements extérieurs à sa propre séquence évolutive et de stocker ces informations. Si l'être vivant reçoit et stocke des informations extérieures sur des séquences de nature répétitive, il perçoit directement l'écoulement du temps.

Les séquences répétitives les plus sensibles aux détecteurs physiologiques sont l'alternance annuelle ou saisonnière due à la rotation de la terre sur son axe et l'alternance annuelle diurne due à la rotation de la terre autour du soleil. La rotation de la lune autour de la terre entraîne également des séquences répétitives d'ordre microgravimétrique qui sont perçues par une certaine classe de détecteurs physiologiques : effet des marées. Ces rythmes astronomiques règlent sur la terre pratiquement toutes les séquences d'événements formant la biosphère. Tout animal, toute plante y est de ce fait sensible et les événements qui composent la trame de toute vie y sont assujettis.

Le temps physiologique ou biologique est à l'échelle comprise entre le diurne (perception de la lumière solaire) et l'annuel (perception des saisons). L'échelle de l'heure et de la seconde d'une part et l'échelle du siècle et du millénaire d'autre part ne sont pas perçues au niveau physiologique de l'être vivant.

Notons cependant que certains organismes peuvent interrompre momentanément leur propre évolution et supprimer par la même occasion la perception temporelle. Ainsi certaines algues et spores peuvent « s'enkyster » durant des années et reprendre leur évolution après un laps de temps au cours duquel elles ne peuvent pas percevoir le temps car leur propre évolution s'est arrêtée sans qu'il y ait mort ou destruction. Ceci

corrobore notre affirmation que la perception du temps n'est possible que par comparaison entre un rythme extérieur et la propre évolution de l'individu. Si celle-ci s'arrête, la perception temporelle disparaît.

On peut également citer le cas de l'hibernation annuelle de nombreux mammifères : il y a non pas suppression de l'évolution mais ralentissement. Ce ralentissement provoque la perception d'un temps apparemment beaucoup plus rapide que pendant le reste de l'année. Le cas est le même pour un homme qui se réveille après un sommeil profond sans rêves : il a l'impression qu'il vient de s'endormir et que tout le temps où il a dormi s'est télescopé en quelques minutes.

b) Détecteurs psychiques (perception du second ordre)

Nous venons de voir que l'ensemble des événements et des unités de la biosphère est capable de percevoir les rythmes astronomiques. La détection psychique est, elle, le privilège d'une part très spéciale des tissus vivants, à savoir les cellules nerveuses. Seuls les êtres vivants pourvus d'un réseau de cellules nerveuses sont capables de la perception psychique du temps.

La perception physiologique est une perception passive, subie. La perception psychique est, elle, cognitive, consciente car c'est à son niveau que fonctionne la mémoire, élément essentiel de la conscience temporelle. La faculté de certains neurones à garder la trace d'événements successifs d'une séquence constitue la détection psychique temporelle. Le détecteur physiologique reçoit l'information sur la succession des événements; le détecteur psychique a la capacité de stocker cette information.

L'être vivant doté d'un système nerveux et donc d'une mémoire perçoit l'écoulement du temps par toutes les cellules vivantes qui le composent. Seul son tissu nerveux lui donne la conscience de l'écoulement du temps par stockage des événements antérieurs. La détection psychique n'est pas indépendante de la détection physiologique : au contraire, c'est son moyen d'information de base. Le détecteur physiologique perçoit des successions d'événements comparés instinctivement à un rythme saisonnier ou journalier.

Le détecteur psychique ou conscience connaît les espaces qui séparent les événements d'une séquence : le psychique crée la notion de durée, selon ce que nous avons déjà dit (espace d'événements). Il aura la connaissance des intervalles séparant des événements rythmiques extérieurs et la connaissance des intervalles entre des événements formant la séquence de son existence propre. Grâce à la faculté mémorielle, la comparaison des deux séquences lui permettra de constater que sa séquence propre apparaît irrégulière spatialement par rapport à la séquence rythmique de référence. C'est ainsi que certaines heures ou certaines journées nous apparaissent plus longues ou plus courtes alors que, par définition, chaque heure ou chaque journée représente une durée égale basée sur le rythme sidéral.

La sensation consciente ou subconsciente de l'inégalité des durées est étroitement liée au degré d'attention. Si celui-ci est fort, la durée se dilate; s'il est faible, la durée se contracte.

Ainsi le temps de l'attente, de l'ennui apparaît plus long. Le temps de l'activité, de la jouissance, de la joie apparaît court. Le temps de la douleur apparaît long car l'esprit cherche à s'évader de la sensation douloureuse en s'accrochant au plus grand nombre possible de sensations étrangères : il s'ensuit un renforcement du degré d'attention et par conséquent une dilatation du temps.

Chez les êtres très évolués, l'attention peut se porter sur plusieurs plans à la fois : c'est ce que G. Bachelard appelle la superposition temporelle. La conscience enregistre les trames causales directement observables (passé-présent) : c'est le cogito 1. Elle projette simultanément des trames causales non observables par exemple dans le futur : cogito 2. Enfin le cogito 3 est une intégration à un plan élevé des événements directement observés ou stockés en mémoire et des événements inobservables révélés par l'imagination.

Par exemple, la feinte ou le mensonge sont des exemples de superpositions temporelles. Deux trames se superposent : celle de la vie réelle, régulière, et celle de la feinte dont le tissu est souvent lacuneux et accidenté au niveau de la conscience.

Saint Augustin a également parlé de directions divergentes à partir d'un événement du présent : direction de l'observation, de l'attention et de l'intention. Sa théorie se ramène à celle de la superposition temporelle.

c) Les horloges : moyens matériels de mesurer les durées

La pensée humaine (en temps que détecteur psychique) a toujours été préoccupée par le phénomène de la durée. La succession des états de conscience comparée à la succession des rythmes sidéraux a amené l'homme à constater une certaine irrégularité relative.

Se méfiant instinctivement, mais avec juste raison, des séquences d'événements qui composent son existence propre, l'homme ou plus exactement la société humaine a postulé que les rythmes diurnes-annuels étaient immuables. Ces rythmes sont les étalons de référence auxquels non seulement se rapporte la vie humaine mais encore qui permettent, à tort ou à raison, la mesure relative de l'accomplissement de séquences extérieures : biologiques, physiques, historiques, etc.

Les rythmes diurnes-annuels, perceptibles par les animaux doués de systèmes nerveux dont l'homme lui-même, ont révélé à ce dernier la notion de vitesse mesurable. Ils sont cependant insuffisants pour mesurer les durées de séquences inférieures au cycle diurne ou supérieures au cycle annuel. L'homme a donc été amené à inventer des systèmes rythmiques lui servant à mesurer des durées infra-diurnes d'une part et des systèmes rythmiques supra-annuels d'autre part.

Ces rythmes artificiels, fruits de l'imagination créatrice de l'espèce humaine, constituent ce que nous appelons les horloges.

Horloges simples

Les plus utilisées par les anciens furent celles qui se basent sur le principe de l'écoulement des fluides telles que le sablier et la clepsydre : un récipient d'une capacité donnée est rempli un nombre régulier de fois par journée à travers un orifice de dimension fixe. Ceci permet de mesurer des vitesses : par exemple, le cheval A parcourra une certaine distance pendant qu'un sablier de référence se remplira, alors que le cheval B parcourra une distance différente pendant que le même sablier se remplira : on dira alors que le cheval A ne galope pas à la même vitesse que le cheval B; cette vitesse qui est le produit entre le remplissage du sablier et un segment d'espace se mesure ainsi par comparaison.

En utilisant des sabliers ou clepsydes suffisamment grands avec des orifices très étroits, on peut faire d'ailleurs coïncider le remplissage du récipient avec le rythme diurne et éventuellement le rythme annuel. A la précision des mesures près, l'homme a constaté l'immuabilité relative des rythmes sidéraux comparée à l'écoulement des fluides.

Il semble cependant que les sabliers et clepsydes aient plutôt été utilisés dans l'Histoire pour diviser le cycle diurne. La précision de ces systèmes était aléatoire dans les macro-échelles de temps supérieures au cycle diurne. En effet, l'imprécision dans la mesure de l'écoulement des fluides croît avec la taille du récipient utilisé du fait que l'accroissement d'une capacité entraîne un accroissement de l'erreur sur sa mesure provoqué par des « arte facte » peu facile à éliminer par les techniques anciennes de fabrication des récipients.

Ce système a ainsi un inconvénient grave : c'est que, chaque fois que le récipient est rempli, il faut soit le vider soit le renverser, opération nécessitant une certaine durée, variable avec la dextérité de l'observateur; ce qui, évidemment, introduit un facteur d'imprécision lorsqu'on veut compter un nombre fixe de remplissage entre le lever et le coucher du soleil par exemple. Les inventions successives de la roue, du levier puis de l'engrenage ont permis à l'homme de ralentir considérablement certains mouvements mécaniques dont notamment la chute des corps. La descente freinée d'un poids le long d'une règle graduée est à l'origine de la première horloge mécanique.

Citons également le feu comme système de mesure des durées infra-diurnes. L'application la plus connue est la combustion d'un cierge pendant la journée d'un monastère : ce cierge était marqué à intervalles égaux; lorsqu'il se consumait, sa taille se rétrécissait d'une marque à l'autre, donnant ainsi aux moines des repères de durée fixes sur lesquels ils basaient leur activité diurne.

Le cadran solaire ou « gnomon » utilise la mesure de la position du soleil au-dessus de l'horizon au cours d'une journée par le truchement d'une ombre projetée sur une aire graduée en secteurs égaux. D'autre part, les anciens avaient remarqué que la longueur de l'ombre projetée à mi-distance entre le lever et le coucher du soleil variait périodiquement entre l'été et l'hiver. La division en douze segments de la longueur de l'ombre à midi entre son extension maximum de décembre et minimum de juin est à l'origine des mois du calendrier gréco-romain. L'inconvénient du système est évidemment l'absence de soleil ! c'est-à-dire pendant la nuit ou au cours de journées pluvieuses.

La mesure de la hauteur d'une étoile par rapport à l'horizon pendant la période nocturne au moyen d'une équerre mobile appartient au même principe que le cadran solaire, c'est-à-dire la mesure directe du mouvement astronomique. Dans les deux cas, il n'y a possibilité de mesure que lorsque le ciel est dégagé.

L'horloge de Huyghens

Huyghens inventa le premier système précis d'horloge en combinant le pendule et la chute ralentie d'un poids. La fréquence des oscillations est fonction de la longueur du pendule et est indépendante des forces nécessaires pour le mouvoir : le mouvement pendulaire est donc extrêmement précis dans ses durées successives. Dans l'horloge de Huyghens, le mouvement pendulaire règle l'avancement des rouages cependant que ce même mouvement est entretenu par les mêmes rouages transmettant l'énergie accumulée dans les poids. L'échappement est un dispositif qui libère le pendule des rouages à intervalles égaux exactement

proportionnels à la longueur du pendule. Un cliquet permet de remonter les poids à volonté sans arrêter le mécanisme. L'horloge de Huyghens a été perfectionnée jusqu'à nos jours et son principe est encore appliqué dans les chronomètres modernes. Les principaux perfectionnements ont porté sur la source d'énergie (ressorts spirales, oscillations entretenues électriquement), sur la forme du pendule (pendule-spirale), la régularité de l'échappement, la compensation des effets thermiques, magnétiques, l'isolation, la réduction progressive des frottements par l'emploi des pierres, etc.

Horloges à quartz

Les oscillations du pendule de masse sont remplacées par les vibrations d'un cristal de quartz créant des interruptions de courant électrique, couplé avec un amplificateur. La vibration ou oscillation du cristal est entretenue par l'énergie électrique : batteries.

L'avantage du système est une fréquence élevée : 100.000 Hz contre 0,5 Hz pour un pendule de masse. D'où une différence énorme entre l'échelle des temps diurnes et l'échelle des temps correspondant aux périodes de vibration du quartz. Ainsi l'irrégularité inhérente aux oscillations d'un pendule de masse passe inaperçue statistiquement dans le cas des vibrations du quartz par rapport à la durée diurne. De plus les variations de pesanteur, dues notamment aux marées et à la position variable de l'horloge par rapport à la verticale, sont sans influence sur la période du quartz. Une horloge à quartz comprend :

- un quartz cristallisé + amplificateur alimenté par des batteries,
- un démultiplicateur de fréquence,
- des aiguilles et un contact mus par un moteur synchrone.

Normalement un quartz vibrant correspondrait à un balancier d'un mètre qui, lancé librement, ne perdrait la moitié de son amplitude qu'au bout d'un mois (au lieu d'un jour). Les effets d'inertie sont donc inférieurs dans le cas du quartz, d'où une utilisation d'énergie très faible.

Le principe de fonctionnement est celui de l'effet dit piézo-électrique : une lame taillée dans un cristal et soumise à un champ électrique subit des efforts mécaniques et inversement des déformations développent sur elle des charges électriques. L'ensemble lame + électrodes se comporte donc comme un circuit électrique très peu amorti : il s'agit d'un résonateur ou oscillateur.

Le type de taille et l'orientation de la lame dans le cristal originel déterminent la fréquence du résonateur (barreaux, anneaux, etc.).

Etalons atomiques

Les horloges à quartz, si elles représentent un progrès sur les horloges à pendules du fait de leur résonance élevée sont néanmoins sujettes comme ces dernières à une dégradation ou dérive due à la consommation unilatérale d'énergie et à l'usure ou érosion. Pour tenter d'échapper à la dérive et à l'érosion, on a cherché à s'appuyer sur un phénomène physique considéré comme invariant : émission ou absorption de rayonnement accompagnant un chargement de niveau énergétique dans un corps simple. Autrement dit, il s'agit de transposer dans l'échelle des vibrations hertziennes des phénomènes spectroscopiques bien connus dans l'échelle des vibrations lumineuses.

Quatre types de résonances peuvent être envisagés ainsi :

- précession nucléaire dans un champ magnétique; inconvénient : la fréquence est trop dépendante des variations du champ,
- résonances quadripolaires dans les solides provoquées par des champs électromagnétiques (champs induits),
- rotations moléculaires mises en évidence par absorption,
- micromorphologie et topologiques des jets ou trajectoires atomiques ou moléculaires.

Les réalisations d'horloges-étalons ont d'abord utilisé les phénomènes

d'absorption. Les instruments actuels se basent sur les trajectoires atomiques, notamment les jets atomiques de césium (Kusch, Rabi - 1940).

On cherche à mesurer un repère de fréquence par une raie du spectre hertzien créée par changement de niveau énergétique (champs électriques ou magnétiques perturbés ou inversés). Pour obtenir une résonance aiguë, on doit réduire le plus possible la largeur de la raie. Cette largeur se trouve en fait accrue :

- par effet Doppler, si les particules se déplacent parallèlement aux ondes sur lesquelles elles agissent,
- par collision entre particules, dépendant de la pression,
- par collision avec les parois de l'enceinte,
- par saturation, les particules en résonance n'étant qu'en nombre limité.

Il s'agit en fait d'effectuer, au moyen du phénomène de résonance choisi, une comparaison de fréquence avec des étalons de références classiques. Cette opération peut s'effectuer selon trois possibilités :

- Résonateur : appareil passif. Sa résonance est entretenue par un oscillateur auxiliaire de mesure. Lorsque le mouvement de ce dernier égale celui du résonateur, on compare le mouvement de l'oscillateur à un étalon de référence habituel.
- Oscillateur à fréquence asservie par un servomécanisme. La démultiplication de la fréquence du résonateur atomique ou moléculaire est réalisée par un quartz vibrant en harmonique et excitant le résonateur.
- Générateur : la résonance fournit un courant à fréquence très élevée, utilisée pour les mesures relatives.

L'inversion du tétraèdre que forme la molécule d'ammoniac produit notamment une raie spectrale [sur la fréquence 23.870.129 KHz ($\lambda = 1,26$ cm dans le vide)]. Un quartz vibrant excite en harmonique un guide allongé contenant le gaz ammoniac; on applique périodiquement un léger balancement de fréquence au quartz. L'absorption produite à chaque passage par la valeur de résonance fait naître un faible courant électrique qui, amplifié, actionne un mécanisme de correction de fréquence. Cependant l'effet Doppler élargissant la raie spectrale limite la précision dans l'échelle des micro-temps.

- Résonateur à jet atomique de césium (émission) : une enceinte thermique laisse échapper un mince jet d'atome de césium; celui-ci passe dans un premier aimant qui le concentre et trie les atomes suivant leur moment magnétique. Puis il traverse deux cavités résonantes excitées en phase par le courant à régler sur la résonance : entre ces deux cavités règne un champ magnétique perpendiculaire au jet. Un deuxième aimant analogue au premier effectue à nouveau un tri des atomes de césium de sorte que seuls les atomes en résonance atteignent le détecteur. Celui-ci les renvoie ionisés positivement vers une plaque ionisée négativement. Du fait de l'orientation du champ magnétique dans lequel se situent les cavités en résonance, l'effet Doppler disparaît. L'intérêt de l'utilisation du césium est l'écartement des raies auxiliaires et leur faible largeur évitant toute confusion. La méthode du « pompage optique » de Kastler repose sur le même principe général, sauf que les changements de niveaux d'énergie sont provoqués par des effets photoniques et non magnétiques ou inversement des modifications de la lumière émise par un corps excité dans le domaine hertzien mettant en évidence des changements de niveaux d'énergie.

- Principe du MASER (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation) : jet moléculaire d'ammoniac. Les molécules d'ammoniac sont concentrées et triées par une lentille électrostatique (focalisateur) qui les dirige vers une cavité résonante allongée. Dans l'axe de cette cavité se propage une onde dont la fréquence égale celle de la raie d'ammoniac. Les oscillations s'entretiennent par égalité d'énergie avec celle cédée par les molécules d'ammoniac provenant du focalisateur. Il n'y a donc pas besoin de courant extérieur. Seul intervient l'échappement des molécules d'ammoniac. Du fait de l'absence d'effet Doppler, la largeur de la raie de résonance se trouve très réduite.

D'une manière générale, la comparaison des micro-fréquences des horloges à quartz et atomiques avec le temps astronomique révèle une certaine irrégularité relative de ce dernier (ou réciproquement ?).

Horloges-Fossiles

Il ne s'agit plus ici de machines à proprement parler mais de classification de phénomènes observés par leurs fossiles ou leurs traces : en fait c'est la représentation de la pile stratigraphique, appelée communément « ordre chronologique ».

La mesure des durées n'est possible que dans une séquence cyclique d'événements dont une ou plusieurs phases ont pu être mesurée par rapport aux cycles astronomiques ou mécaniques.

Ainsi, par exemple, le botaniste observe à la fin de chaque année qu'une nouvelle couche de faisceaux libéro-ligneux se forme autour d'un tronc d'arbre : il sait par observation qu'il s'agit d'une conséquence de la montée de la sève à chaque printemps. Lorsqu'il examine la section transversale d'un tronc, il peut calculer l'âge cumulé de l'arbre en années successives, chacune représentée par un cercle concentrique.

- Les variations saisonnières observées dans les sédiments détritiques des lacs glaciaires se matérialisent par des alternances de minéraux argileux et détritiques, chaque changement correspondant à une demi-année :

Au printemps, la fonte des glaces entraîne une certaine quantité de particules rocheuses qui sont fragmentées et lessivées par la force des courants : seuls résistent les minéraux durs et chimiquement stables, tels que les quartz par exemple; ils viennent alors se sédimenter avec les résidus argileux de la dégradation chimique dans le bassin récepteur. On a alors une couche néoformée composée de grains de quartz emballés dans du matériel argileux.

La période d'été correspond à un ralentissement des eaux transporteuses : il s'ensuit un appauvrissement en éléments clastiques; au moment du gel au début de l'hiver, seuls flocculent encore et se déposent les minéraux argileux. Pendant l'hiver, arrêt total du processus sédimentaire. Au printemps suivant, recommence brusquement la sédimentation clastique. Les couches ainsi formées en alternance sont appelées varves. Chaque varve a une épaisseur de l'ordre du millimètre ou inférieure. Lorsqu'une formation sédimentaire ou lithope est composée de varves, on peut calculer

sa durée de dépôt en années cumulées par comptage des varves.

Si tous les bassins sédimentaires connus, même les plus anciens, étaient ainsi composés de varves, on pourrait calculer les durées de leurs dépôts en nombre d'années et ainsi tenter d'en déduire l'âge par rapport à notre époque. Malheureusement les dépôts de varves sont des phénomènes peu fréquents comparés à l'énorme masse des dépôts sédimentaires connus.

Les sédimentologues observent cependant des alternances, des cycles, des répétitions dont les durées sont probablement en dehors de l'échelle observable ou sont l'expression de cycles relativement courts, peut-être de l'ordre du siècle ou du millénaire : ces cycles ne sont actuellement pas directement mesurables par rapport aux cycles astronomiques.

L'échelle stratigraphique n'est pas à proprement parler une échelle mais une classification ordinale. La base de la stratigraphie est la paléontologie qui permet de déterminer l'ancienneté relative des faunes et des flores et d'en déduire ensuite l'ordre relatif de dépôt des couches sédimentaires qui les contiennent.

Les divisions stratigraphiques obtenues sont en fait un « manteau d'Arlequin ». Ainsi les divisions du début de l'ère primaire ont été basées sur les zones à trilobites; celles de la fin du primaire sur les flores; celles de l'ère secondaire sur les zones à céphalopodes; celles du tertiaire sur les zones à mammifères. Des subdivisions plus fines sont obtenues par surimposition de micropaléofaunes (foraminifères, planctons) et de micropaléoflores (spores, graines).

Les corrélations entre ces différents phylums sont encore sujettes à de nombreuses controverses.

La biostratigraphie donne un ordre chronologique imparfait mais qui n'est en aucune façon une horloge car aucune durée n'y est actuellement mesurable par comparaison avec le temps sidéral. De plus elle ne s'applique qu'aux dépôts fossilifères qui sont en minorité par rapport à la masse des sédiments azoïques existant dans la croûte terrestre.

Horloges radio-isotopiques

La transformation des noyaux d'éléments atomique est un phénomène progressif observable en laboratoire. Certaines particules nucléaires ont une durée de vie très brève, à l'échelle de la seconde ou au-dessous. D'autres au contraire ont une durée de vie très longue, à l'échelle astronomique et au-dessus.

Le choix de certains éléments à noyaux instables sur de grandes durées et faisant partie des constituants minéraux de dépôts anciens permet de calculer la durée séparant la formation du dépôt de l'époque actuelle et de la comparer avec le cycle astronomique.

Exemple : la durée de vie de l'isotope 14 du carbone est de 5.600 ans (trajectoire calculée en laboratoire). Son dosage dans un fossile contenant des éléments carbonés (os, bois, graisse, coquille) permet de connaître l'âge du support par rapport au système de référence du cycle annuel : nombre d'années séparant l'instant de l'observation de l'instant où est construite la substance organique. On arrive en principe à un taux d'erreur avoisinant 5%.

Certains éléments instables ont des durées de vie beaucoup plus longues, pouvant atteindre et dépasser le milliard d'années. Là encore la précision des mesures de trajectoires en laboratoires permet d'extrapoler des durées immenses hors de l'échelle humaine. Leur dosage dans des roches-supports permet de calculer la durée en unités annuelles séparant l'instant de l'observation de l'instant où se forment les minéraux constituant la roche. La méthode la plus employée actuellement est le dosage du potassium-argon dans certains minéraux tels que les micas. L'unité de temps utilisée est le million d'années (M.A.). Une autre méthode est basée sur la mesure des auréoles d'altération du zircon, auréoles contenant des substances radioactives qui se développent au fur et à mesure du vieillissement du cristal; mais la précision est moins bonne que dans le dosage du K-Ar.

Cependant il existe un facteur d'incertitude sur l'âge réel de mise en place des roches originelles car généralement les mesures s'effectuent à l'intérieur de minéraux qui se sont souvent développés longtemps après la cristallisation de la roche primitive, notamment lorsqu'il y a eu métamorphisme postérieur, ce qui est assez fréquent dans les roches les plus anciennes.

En résumé, la détection du temps à partir des rythmes diurnes annuels a conduit l'homme à concevoir des systèmes et des machines permettant de répéter et de diviser ces rythmes, de les multiplier d'autre part.

- Les horloges qui sont des **diviseurs** du rythme astronomique sont, comme nous venons de le voir, les sabliers et clepsydres, les pendules mécaniques, les oscillateurs à quartz, les oscillateurs atomiques. La plus petite division atteinte en l'état actuel de la technique est de l'ordre de :

10^{-14} seconde (0,000000000000001 seconde)

la seconde étant elle-même la quatre-vingt-six mille quatre-centième partie du jour sidéral (vingt-quatre heures).

- Les horloges qui sont des **multiplicateurs** du rythme diurne annuel sont les horloges radioactives appliquées au domaine archéologique et géologique. Le plus grand multiple observé dans la lithosphère est de l'ordre de dix milliards d'années (10^{15} secondes).

Le tableau de la page suivante est une échelle des durées terriennes mesurées à partir d'un intervalle de référence de **1 seconde** :

Echelle des durées terriennes à partir de l'intervalle de 1 seconde

SECONDES	UNITES DE MESURE	EVENEMENTS- REPERES	HORLOGES
31536×10^{15}		Naissance de la Terre	Radio-isotopes
31536×10^{14}	1 milliard d'années		
31536×10^{11}	1 million d'années	Âges géologiques	
31536×10^8	1 millénaire		Horloges à quartz et mécaniques
31536×10^5	1 siècle	Durée de la vie humaine	
31536×10^3	1 an	Révolution de la Terre	
86400	1 jour	Rotation de la Terre	Sabliers et clepsydres
3600	1 heure		
60	1 minute		
1	1 seconde		
1×10^{-3}	1 milliseconde		
1×10^{-6}	1 microseconde	Fréquence du quartz	Oscillateurs atomiques
1×10^{-9}	1 nanoseconde		
1×10^{-10}		Résonance du césium	
1×10^{-14}		Durée de vie du méson π	

De Natura Temporis

livret I
Chapitre 4

STRUCTURES ET RESEAUX CAUSALS

Domaine de l'entropie
L'univers cybernétique; le démon de Maxwell
Définition de l'événement en tant qu'objet dimensionnel
Le paradoxe de Zénon.

« ...toute causalité s'expose dans
le discontinu des états... »
(Gaston Bachelard)



Comme nous avons essayé de l'exposer précédemment, l'univers du « devenir » s'assimile à l'univers de la « matière ». Ce dernier constitue un discontinuum composé de grains (atomes et molécules) séparés par du néant, mais dans ce néant intervient l'influence réciproque de chaque grain sous forme d'énergie, influence régie par les lois de Newton qui démontrent qu'à l'échelle de l'atome aussi bien qu'à l'échelle sidérale l'univers est une architecture de forces en équilibre ou en déséquilibre conduisant à des équilibres nouveaux. Ceci introduit la notion du temps dans la matière : un grain de matière est soumis à une évolution se traduisant par l'énergie et le mouvement = un grain de matière en évolution est un événement dans le sens défini précédemment = chaque événement est un élément du tout de l'enchaînement causal, architectonique élémentaire. L'enchaînement causal est donc aussi un discontinuum.

De chaque grain ou événement qui le compose part un faisceau d'événements qui se relie à d'autres faisceaux par anastomose. Ces faisceaux apparaissent polarisés par le fait que les nœuds ou événements qui les composent ont une double face, l'une tournée vers le faisceau subséquent qui fait qu'une coupure avec celui-ci entraîne la non-existence de l'événement.

La perception de l'architecture causale est incomplète et lacuneuse : l'organisme qui est le siège de cette perception est lui-même un faisceau d'événements évoluant, à l'échelle de l'individu, à sens unique entre la naissance et la mort : il s'ensuit une vision intermittente du tissu causal qui, du fait de la dérive de l'observateur, accumule verticalement des événements qui ne sont pas forcément voisins dans le réseau causal mais se succèdent indifféremment dans le champ de perception pour former un empilement historique que nous avons appelé « pile stratigraphique ».

Dans le chapitre précédent, nous avons essayé d'analyser la perception et la mesure de la pile stratigraphique, c'est-à-dire de la durée.

Nous avons vu que, tant au niveau organique ou physiologique qu'au niveau des psychismes, la perception temporelle provient directement de la dérive du système qui l'analyse à partir d'un rythme de référence.

De même, les machines inventées comparent l'enchaînement causal avec des rythmes de référence qui leur sont propres. Mais ces machines, comme les psychismes et les organismes, ont une évolution à sens unique due au phénomène d'inertie : le sablier se vide, le ressort de l'horloge doit être remonté, l'horloge à quartz dépense de l'énergie électrique, l'oscillateur atomique consomme des grains de matière, l'horloge radioactive est basée sur une dégradation matérielle irréversible.

Tous les détecteurs temporels ont une dérive propre. Or on ne peut mesurer le temps avec de la matière immobile car le temps a pour paramètres le mouvement et la vitesse.

Si l'on immobilise l'architectonique causale à un instant t_0 d'épaisseur nulle, l'ensemble se ramène à une géométrie à trois dimensions purement topologique. Au contraire, si l'on utilise un détecteur à rythme fixe, l'univers paraît se déplacer dans une direction qui est donnée faussement et arbitrairement par la dérive du détecteur choisi.

Si nous essayons d'inscrire un univers dynamique dans un concept géométrique, nous aboutirons à l'ensemble solide à quatre dimensions imaginé par Einstein.

Quelle est la topologie d'ensemble d'un tel univers? Est-elle un cône ouvert vers l'infini dont le sommet correspond à un état unique hyper-organisé ou hyper-improbable? et l'ouverture se fait vers des états multiples de plus en plus désorganisés ou probables : cet univers est celui régi par les lois de la thermodynamique ou encore des entropies croissantes ?

Est-elle, au contraire, le point d'aboutissement de chaînes de plus en plus organisées et improbables, se fondant dans une implosion universelle (point Oméga de Teillard de Chardin) ?

Ou encore est-elle l'expression d'une symétrie généralisée où règnent des rythmes intangibles issus d'action et de réaction et gérés par la physique des effets?

4.1. DOMAINE DE L'ENTROPIE

La notion d'entropie se dégage de la connaissance des lois de la thermodynamique : dans un domaine isolé, aucune quantité de chaleur ne peut aller d'un corps à un autre de température supérieure et, en particulier, des différences de température ne sauraient apparaître sans intervention extérieure (Clausius).

Le principe de l'équivalent mécanique de la calorie est valable à sens unique seulement : ainsi la quantité de chaleur dégagée par la chute d'un poids dans une enceinte fermée ne peut être réutilisée pour remonter le même poids d'une hauteur équivalente. L'équivalence chaleur-travail est entachée d'irréversibilité. Une énergie mécanique est transformable en énergie calorifique. Par contre, la transformation inverse sera partielle avec un rendement d'autant plus faible que les températures des deux sources seront proches.

L'énergie calorifique est considérée comme une forme dégradée de l'énergie mécanique.

Clausius appelle « entropie » la dégradation d'un système. C'est une grandeur caractérisant sa dévalorisation : si l'entropie est constante, les transformations sont réversibles ; si elle croît, elles sont irréversibles.

Tout ceci reste seulement un simple constat, si l'on ne considère pas les phénomènes mis en lumière par la théorie cinétique des gaz : les molécules d'un gaz dans une enceinte donnée se meuvent dans tous les sens ; plus leur vitesse sera élevée plus l'énergie calorifique croîtra. L'énergie calorifique est la matérialisation observable de l'agitation moléculaire.

L'énergie mécanique est donnée par des molécules se déplaçant avec la même vitesse dans une même direction. Dans le premier cas qui est la configuration la plus « facile » nous dirons la plus probable, il y a désordre. Dans le deuxième cas nous dirons le plus improbable, l'ordre est presque parfait, ce qui est beaucoup plus difficile à réaliser spontanément.

Supposons un système parfaitement isolé en état d'énergie mécanique. Si le train de molécules orientées rencontre un obstacle, celles-ci

rebondissent et se dispersent : il y a alors transformation de l'énergie mécanique en énergie calorifique. Par contre, supposer que sans aucune influence extérieure les molécules dispersées de l'état calorifique puissent s'orienter toutes dans la même direction en se propageant à la même vitesse relève

d'une improbabilité si élevée qu'elle équivaut à une impossibilité. On dit alors qu'il a eu accroissement d'entropie.

Boltzmann mesure l'entropie par le logarithme du nombre des complexions : grandeur mesurant la quantité de désordre d'un système. La tendance de l'entropie à croître se traduit par le fait que les systèmes dans l'état de désordre maximal, qui sont les plus communs, sont également les plus probables.

La conception probabiliste de l'entropie a été généralisée à tous les états de la matière : tout changement d'état (c'est-à-dire pour nous tout événement) fait augmenter l'entropie de telle sorte que tout système ou chaîne d'événements isolée aura tendance à se dégrader, son évolution allant de l'ordre vers le désordre.

Il y aurait donc une dégénérescence systématique de l'univers matériel tant à l'échelle microphysique qu'à l'échelle cosmique.

Ceci accrédite donc la croyance métaphysique d'une création initiale organisée : les sept premiers jours de la Genèse. « Et Dieu créa... » = la création à partir du néant ne pouvant par définition se faire spontanément, il est donc nécessaire d'invoquer un créateur « deus ex machina ».

Dans « Le second principe de la Science du Temps » d'O. Costa de Beauregard, l'entropie est assimilée à un défaut d'information :

« La Mécanique statistique classique déduit en fait la loi de l'entropie croissante du principe des actions retardées posée implicitement : une interaction momentanée entre deux systèmes antérieurement et postérieurement isolés (événement issu de deux causes convergentes) livre chacun d'eux dans un état hétérogène qui est le début d'une évolution naturelle à entropie croissante (faisceau causal divergent résultant) : elle ne les cueille pas dans un état hétérogène qui serait le terme d'une évolution

antinucléaire... ». Ceci se compare à notre polarité des événements en chaîne causale.

La cybernétique apporte une idée nouvelle importante, c'est qu'un accroissement d'information sur l'état fin d'un système équivaut à la possibilité de faire décroître l'entropie de ce système... La cybernétique admet qu'une information acquise équivaut à la possibilité de remettre un système dans un état plus ordonné que celui où on l'a trouvé ». Notre commentaire est que le passage d'un état désordonné à un état plus ordonné par acquisition d'information est seulement potentiel et ne découle pas d'une obligation. Dans ce cas, l'on parle de négentropie ou entropie négative potentielle. L'image de l'univers est celle d'une structure qui perd de plus en plus d'information d'où évolution vers des états de plus en plus désorganisés probables, alors que çà et là apparaissent des sources de négentropie qui tendent à freiner voire à inverser localement le processus de désorganisation. Ainsi, par exemple, les structures biologiques héréditaires seraient une source de négentropie évoluant à l'inverse de l'univers physique.

- Dans un univers régi par les lois de la thermodynamique, les événements divergent à l'infini en un cône ouvert dans lequel les négentropies tendent à provoquer quelques convergences locales insuffisantes pour lutter contre la désorganisation générale. La thèse qui veut que ces inversions accidentelles finissent par néanmoins l'emporter admet une fin à l'univers en un point de convergence totale (Point Oméga de Teilhard de Chardin).

4.2. L'UNIVERS CYBERNETIQUE

La physique classique, qui admet un univers calqué sur les lois de la thermodynamique, soumis à une entropie divergente, paraît cependant avoir oublié les conditions de l'expérience initiale à partir de laquelle elle déduit l'universalité de l'entropie : elle oublie que, dans les expériences initiales, les systèmes choisis étaient des systèmes sans aucune détermination interne, c'est-à-dire dont les composants n'ont strictement aucune influence réciproque.

A l'échelle de l'enceinte dans laquelle le gaz se trouve enfermé et dans laquelle la pression est faible, on peut assimiler les molécules gazeuses à des corps inertes échappant à toute influence interne et même externe. L'activité chimique nucléaire y est nulle et aucune polarisation électrique ne s'y manifeste, les électrons restant dans l'orbite des noyaux. La seule activité observée est celle engendrée par l'énergie cinétique des molécules qui rebondissent dès qu'elles rencontrent un obstacle. Leur distribution est donc parfaitement aléatoire et donne l'image d'un système totalement dégradé où toutes les influences ont été neutralisées : il s'agit donc d'un système mort, simple cas particulier d'un univers où les systèmes déterminés sont en fait engrenés les uns dans les autres et où les événements ne sortent pas du néant mais sont le résultat des interactions du réseau causal, comme nous l'avons exposé précédemment.

En définitive les calculs d'entropie ne sont valables que pour des systèmes où les interactions sont négligeables, c'est-à-dire des systèmes coupés du réseau causal généralisé, cette coupure entraînant leur mort vers un état de désordre absolu où la notion même de système (ou d'événement) disparaît.

a) Le démon de Maxwell et la gravitation

Maxwell imaginait deux enceintes remplies de gaz et communiquant entre elles par un trou très petit permettant aux molécules de ce gaz de passer d'une enceinte à l'autre. L'ouverture du trou est commandée par un volet mobile actionné par un « démon » extrêmement rapide.

La théorie de la probabilité admet que, lorsque le démon laisse le volet ouvert, il passera en moyenne un nombre égal de molécules dans un sens et dans l'autre, leurs mouvements étant parfaitement aléatoires. Supposons que le démon décide de fermer le volet pour toute molécule allant de gauche à droite et de ne laisser passer que les molécules allant de droite à gauche : il s'ensuivra que l'enceinte de gauche acquerra un nombre de plus en plus grand de molécules aux dépens de l'enceinte de droite ; la pression va donc baisser à droite et augmenter à gauche.

L'activité du démon et du volet étant supposée ne dépenser aucune énergie, on assiste à l'apparition d'une dissymétrie, c'est-à-dire en fait d'une entropie négative (néguentropie) : un simple changement de position interférant dans un système parfaitement aléatoire tend à déterminer un ordre !

Cette expérience imaginaire a beaucoup tracassé Maxwell, dans laquelle il ne voyait qu'un cas très improbable où la loi de l'entropie se trouvait en défaut : passage naturel d'une désorganisation à ne organisation. Le fait que Maxwell ait appelé démon le sélecteur de molécule montre qu'il ne considérait cette image que comme une fable amusante.

Cependant, à l'échelle cosmique, le « démon » existe : c'est l'action de la gravitation : « D'une manière générale le raisonnement entropique n'a plus de sens lorsque les composants d'un système cessent d'être isolés et notamment lorsque les forces fondamentales se manifestent (force nucléaire, gravitation). » (A. Ducros). Exemple : dans un univers primitif, le nuage d'hydrogène de l'origine est composé de particules dans des conditions fondamentalement différentes des récipients utilisés pour leurs expériences par les physiciens. La gravitation, force d'interaction entre ces particules, joue alors le rôle d'agent concentrateur de l'hydrogène dans les régions où il avait déjà commencé à s'accumuler aléatoirement.

La gravitation est un « démon » cosmique qui tend à déterminer un ordre dans un univers primitif à configuration quelconque.

b) Rétroaction positive : la physique des effets

Lorsqu'une certaine quantité de matière se trouve concentrée, elle attire davantage de matière autour d'elle, laquelle augmente la quantité rassemblée, d'où augmentation de la face gravifique. Progressivement l'attraction de nouvelle matière s'accélère en même temps et à cause du fait que la force gravifique augmente, laquelle par réciprocité attire la nouvelle matière : c'est la rétroaction positive. Rétroaction veut dire « action en retour » : l'effet stimule la cause (?). L'évolution vers un système de plus en plus organisé est inévitable. Ceci est la loi qui régit le cosmos et le microcosme : ces rétroactions positives sont issues de l'interdépendance des événements et objets qui composent le discontinuum matériel. Lorsqu'une branche de l'enchaînement causal s'isole par trop

dans le jeu de ses effets successifs, la loi d'inertie joue : il y a alors décélération et désorganisation progressive ; c'est la loi d'entropie qui se trouve être un cas particulier dans un univers matériel soumis, à l'échelle générale, à la physique des effets ou rétroactions positives.

Les lois de la thermodynamique régissent localement une décélération ou dégradation des phénomènes. Les lois de rétroactions (ou interactions) régissent une accélération qui est déterminée par ce que l'on appelle la « croissance exponentielle ». La vitesse est une dérivée première de la fonction temps. L'accélération en est une dérivée seconde.

La meilleure comparaison est celle d'un capital accumulant de l'intérêt selon un rythme régulier. La vitesse peut être comparée à l'accroissement régulier du capital initial par les intérêts simples. L'accélération peut être comparée à l'accroissement du capital initial à des vitesses de plus en plus grandes selon le principe des intérêts composés.

La règle générale constatée est que, dans un temps donné où un capital s'accroît à intérêt simple de son égal, dans le même temps le même capital s'accroît à intérêts composés de sa valeur initiale multipliée par **2,718**.

Ce rapport intervient chaque fois que l'on compare un processus de rétroaction positive (accélération) à son homologue linéaire (A. Ducros).

Le nombre $e = 2,718$ est la base du logarithme de Neper (logarithme naturel). Il établit le rapport entre des instants séparés par des durées égales (temps rythmé) et des événements (changements d'états) soumis aux rétroactions positives.

Lorsqu'un détecteur temporel scande les instants 0, 1, 2, le phénomène gouverné par les rétroactions positives s'accroîtra par des valeurs en progression : 1, e , e^2 . Cette croissance est appelée exponentielle. Lorsque l'on considère l'ensemble de l'évolution d'un système, on observe tant dans le macrocosme que dans le microcosme que, s'il y a un début gouverné par le hasard, il y a toujours quelque part une fin ou une arrivée sur quelque chose d'entièrement nouveau qui bouleverse les données initiales et que l'on appelle une mutation. Celle-ci peut intervenir à n'importe quel stade d'un système en voie de désorganisation (entropie) ou en voie d'exacerbation (rétroaction positive).

Exemple : l'effet Larsen. Le micro, entendant le bruit d'un haut-parleur, réinjecte ce bruit dans le système d'amplification qui se transforme alors en émetteur de sifflements.

Il arrive aussi qu'une action déclenche également par réaction un phénomène homologue mais de signe contraire à l'accélération primaire. Plus l'accélération augmente plus le freinage augmente : il en résulte un état intermédiaire stable situé à mi-chemin entre deux états extrêmes générateurs de la rétroaction. Celle-ci s'annule donc pour déboucher sur une stabilisation (accélération positive opposée à une rétroaction négative de valeur égale mais de signe opposé).

Les interactions conduisant à un état stable entre deux phénomènes sont ce qu'on appelle une boucle de rétroaction, principe même de la science cybernétique. Lorsqu'il s'agit du cas particulier dans lequel la boucle de rétroaction est obtenue par acquisition d'information par un ensemble composé par un phénomène x et par un phénomène y, on constate que cet ensemble se contrôle en quelque sorte lui-même par une boucle d'asservissement.

Exemple : un robot dont la principale fonction est la mobilité (phénomène x) est mobile grâce à l'énergie électrique fournie par des batteries (phénomène y). Si on l'équipe avec un instrument tel qu'un potentiomètre capable de mesurer le degré d'énergie de ses propres batteries et couplé avec un électro-aimant, il s'ensuivra que, lorsque la tension baissera, le potentiomètre en acquerra l'information. L'information recueillie par un relais déclenchera un contacteur qui branchera l'électro-aimant sur ce qui restera de courant dans la batterie : le robot sera alors attiré vers une prise magnétique elle-même reliée à un générateur de courant. Le robot étant alors en contact avec cette prise, ses batteries pourront se recharger et actionner de nouveau l'élément moteur.

Une boucle de rétroaction parfaitement fermée place un objet matériel dans un état stable qui se traduit par une immobilité relative ou par une oscillation continue entre deux extrêmes. Si la boucle est rompue par un événement extérieur à celle-ci, l'objet stable ou oscillant acquerra une trajectoire composée constituant ce que nous avons appelé une mutation ou

rupture d'équilibre. La juxtaposition de boucles de rétroaction tend de manière générale vers la constitution architecturale d'objets stables ou oscillants qui sont la définition même de l'univers matériel allant de l'échelle cosmique à l'échelle atomique.

4.3. DEFINITION DE L'ÉVÉNEMENT EN TANT QU'OBJET DIMENSIONNEL

- La définition sémantique de l'événement à laquelle nous avons été amenés est celle « d'un passage ou d'un changement d'un état à un autre, ou encore destruction ou construction, ou encore changement de trajectoire ou changement de rythme ». Autrement dit, l'événement est une barrière ou une frontière séparant deux états ou objets stables.

- Sur le plan de la causalité : un événement est le point de rencontre entre deux faisceaux, l'un conduisant à d'autres points constituant des événements subséquents, l'autre conduisant à des points constituant des événements conséquents.

En fait chaque point de la trame possède une propriété double ou deux pôles : un pôle d'indépendance conduisant facultativement à des points voisins dits conséquents (effets) et un pôle de dépendance absolue conduisant obligatoirement à des points voisins dits subséquents (causes). Ces grains polarisés constituent les événements qui sont à la fois causes et effets suivant l'angle où on les observe.

Sur le plan causal donc, l'événement est un état stable en relation directe avec d'autres états stables voisins. Au contraire de la définition sémantique (ou historique), le changement d'état est la frontière ; l'objet stable est l'événement dont la propriété fondamentale est d'être différent de ses voisins par sa configuration et/ou par ses propriétés. L'objet ou événement causal est à deux pôles opposés : il est donc symétrique inverse par rapport à un axe situé figurativement à mi-chemin entre ses frontières subséquentes et ses frontières conséquentes.

Plutôt qu'à celle d'un grain adimensionnel, l'événement causal est à l'image d'un fragment d'espace limité par des faces le mettant en contact avec d'autres fragments d'espace représentant ses filiations causales ascendantes et descendantes.

La tendance générale de l'univers matériel à se structurer par le jeu des interactions reflète assez bien ce que nous croyons à propos d'une structuration ou architecture causale des événements, lesquels sont limités par les mutations qui traduisent le passage de l'un à l'autre.

Les systèmes physiques soumis à une entropie croissante s'enferment dans ce concept spatial d'événements, la flèche d'entropie étant alors dirigée vers un état conséquent qui peut apparaître au niveau d'une mutation.

Nous croyons donc que l'événement dont l'essence est la matière et l'énergie est un objet dimensionnel dont la représentation géométrique est possible au même titre qu'un solide.

Nous entrevoyons un réseau de cellules contiguës dont l'ensemble constitue un tissu ou réseau. Les liens de ce réseau sont les interactions appliquées aux limites ou « interfaces » des événements contigus.

Graphiquement un tel réseau peut être matérialisé à deux ou n dimensions. Cependant, et c'est là un point important, il ne peut pas être observé directement et matériellement. En effet, nous avons vu que l'être vivant et l'homme en particulier sont soumis à leur propre dérive ainsi que les machines oscillantes qu'il utilise : ils perçoivent et mesurent une dérive temporelle qui oblitère complètement la structure du champ causal tel que nous croyons qu'il soit.

Le temps ou plus exactement la perception de la durée n'existe que parce qu'il existe une polarité entre la vie et la mort de l'individu ou de l'être qui perçoit. Or un individu ou un groupe d'individus est un événement dans le réseau causal des filiations : il ne voit l'architecture causale extérieure, au-delà de ses frontières conséquentes et subséquentes, que comme un fleuve coulant dans une direction unique qui n'est que le reflet de sa propre polarité interne.

Le seul cas d'observation directe des arcanes causales est un cas utopique : l'observateur (ou la machine) doit être extérieur au réseau causal, parfaitement statique et parfaitement adimensionnel. Les structures apparaîtront alors, composées de cellules accolées les unes aux autres par leurs interfaces.

La dérive étant abolie, les concepts de commencement et de fin disparaissent totalement. L'univers n'a plus besoin d'un créateur puisque, n'ayant pas de commencement, il n'y a donc pas de création. Le point oméga ou final ou éternité n'a plus à être invoqué puisqu'il n'y a pas de fin. De même, le zéro n'existe pas puisqu'il n'y a pas d'origine et l'infini pas davantage puisqu'il est l'antinomie du zéro.

Nous en arrivons alors à tenter une explication du paradoxe de Zénon d'Elée

Le paradoxe de Zénon



Zénon ! cruel Zénon ! Zénon d'Elée
m'as-tu percé de cette flèche ailée
qui vibre, vole et qui ne vole pas !
Le son m'enfante et la flèche me tue !
Ah ! Le soleil...quelle ombre de tortue.
Pour l'âme, Achille immobile à grands pas !

a) La dichotomie : « Il n’y a pas de mouvement car il faut que le mobile arrive au milieu de son parcours avant d’atteindre la fin. Et il devra parcourir la moitié de la moitié avant d’atteindre le milieu et ainsi de suite à l’infini. » Si l’on s’en tient à la notion de trajectoire, notion purement mathématique, le paradoxe existe. Par contre, en intégrant le phénomène dans le réseau causal, le mobile est un événement qui se déploie entre sa face conséquente (départ) et sa face subséquente (arrivée) : nous ne nions pas le mouvement, nous disons que le mobile-événement existe « simultanément entre ses points extrêmes ». On peut le diviser infiniment en tranches temporelles, il n’en demeure pas moins un événement déployé entre sa limite-départ et sa limite-arrivée. Il va du départ à l’arrivée et non pas le contraire car le mobile est créé par des événements conséquents alors que des événements subséquents résultent ou ne résultent pas au-delà de limite-arrivée, ce qui est créé par la polarisation causale. Le paradoxe n’est paradoxe que par rapport à l’observateur dérivant, soumis à une vision stroboscopique. Le fait de poser le principe que l’espace-temps est divisible à l’infini ne nous porte pas à nier le fait d’expérience que représente le mouvement ; mais dans notre cas, nous le matérialisons dans un concept différent : nous posons l’événement comme un solide symétrique composé d’objets en mouvement sans positions successives, sans ordre autre que celui de la polarité causale.

b) L’Achille : « Le plus lent ne sera jamais atteint par le plus rapide car il faut auparavant que celui qui poursuit soit parvenu au point d’où est parti celui qui fuit, de sorte que le plus lent aura toujours nécessairement quelque avance. Achille aux pieds légers n’atteindra jamais la tortue. Et s’il est impossible d’atteindre un but, il n’y a point de mouvement. » Ce cas est pratiquement le même que le précédent, à la différence que le but est mobile par rapport au point de départ. L’événement-solide est représenté par le coureur atteignant celui qu’il poursuit et se révèle par deux faits d’expérience : le départ du coureur et le point-instant où il atteint sa proie. Diviser stroboscopiquement cet événement ne supprime pas plus le mouvement que dans le cas précédent.

Les deux arguments précédents tentent de nier le mouvement si l’on part de l’hypothèse qu’espace et temps sont divisibles à l’infini. Les deux suivants confirment la notion de temps dans l’absurde en partant de l’hypothèse d’un contenu composé d’éléments indivisibles.

c) La flèche : « Il est rigoureusement impossible que la flèche se meuve dans l'instant (supposé indivisible) car, si elle changeait de position, l'instant se retrouverait aussitôt divisé. Or le mobile, dans l'instant, est ou en repos ou en mouvement ; comme il n'est pas en mouvement, il est en repos ; et comme le temps par hypothèse n'est formé que d'instants, le mobile est toujours en repos. » Le temps ici est absurde car il est confondu avec un agrégat d'instants, ce qui est aussi antinaturel qu'un espace géométrique composé de points adimensionnels contigus. Pour nous, l'espace est divisé naturellement dans ses événements-solides, mais nous ne voyons pas d'inconvénient à le diviser abstraitement autant que l'on voudra. C'est exactement l'argument d'Aristote pour réfuter le paradoxe.

e) Le stade : argument relatif à deux séries de points égales qui se meuvent dans le stade en sens contraire, passant devant une troisième série de points égale et partant chacune d'une extrémité du stade en se mouvant en sens contraire à une vitesse égale. Cet argument est une variante de « l'Achille » qui peut être expliquée par le principe de la relativité du mouvement.

En conclusion, le réseau causal généralisé peut être matérialisé comme une architecture d'événements qui sont des éléments solides, finis, limités par leurs interfaces de mutation. L'état solide de ce système n'est appréhendable que par élimination de la dérive temporelle subjective. Mais le temps demeure un paramètre de l'énergie et du mouvement et par conséquent de l'événement.

L'événement se définit au sein d'une famille qui peut être par exemple une échelle de mesure. On peut classer l'univers causal par rapport à l'événement humain en micro, méso, macro et hyper-réseau, en allant de la particule nucléaire aux galaxies avec évidemment de nombreuses subdivisions.

Cette distinction qui n'est que numérique nous fait cependant apercevoir que les familles de réseaux sont non pas contiguës mais emboîtées et inscrites les unes dans les autres.

L'événement représenté par un électron en mouvement n'est pas contigu à l'événement représenté par un corps céleste mais il en fait partie. Le premier appartient au micro-réseau, le deuxième à l'hyper-réseau.

Le réseau inscrit se limite aux interfaces du réseau extérieur. Ainsi, lorsqu'il y a mutation entre deux événements du réseau extérieur, cette mutation se répercute sur les n événements inscrits dont l'ensemble forme deux événements distincts de classe supérieure. Tout événement est lui-même un réseau d'événements secondaires. Exemple : les milliers de cellules qui composent un tissu.

Les interfaces de mutation coïncident d'une classe de réseau à l'autre de même que la limite spatiale d'un tissu trouve une solution de continuité pour les cellules qui le composent.

Cependant distinguer dans l'architecture causale des familles de réseaux par échelle numérique successives serait nier la nature même des événements qui les composent, dont la diversité est l'essence même.

En fait, une conception naturaliste de l'architecture causale nous conduit à admettre autant de réseaux qu'il existe de spécialisations dans la connaissance. Ces réseaux sont emboîtés dans la plupart des cas.

Ainsi, par exemple, un événement historique fait partie d'un réseau causal. Mais cet événement lui-même emboîte plusieurs réseaux d'ordre biologique, physique, météorologique, psychologique, etc. La distinction entre toutes ces classes d'événements et le repérage de leurs interfaces de mutation constitue l'analyse historique. Il en est de même pour les autres disciplines de connaissance.

Pour terminer, faisons un commentaire sur le théorème dit « du retour » de Poincaré : un système mécanique complexe, mais à nombre de degrés de liberté fini, repasse une infinité de fois arbitrairement près de toute configuration qu'il a une fois traversée.

Nous disons que ce système constitue un événement thermodynamique, faisant partie d'un réseau généralisé. L'expression « nombre de degrés de liberté fini » indique les interfaces limitant l'événement-solide au-delà desquelles on sort de l'événement pour passer dans des événements voisins distincts soit subséquents soit conséquents.

Le « retour perpétuel de Poincaré » traduit la dérive subjective mesurée ou observée. En éliminant cette dérive, on ne repasse plus par l'événement mais l'événement est, immuable dans son réseau causal. Des observateurs dont la dérive propre fait partie d'une autre classe causale verront s'éclairer une série d'événements subséquents qui peuvent éventuellement les ramener à travers le labyrinthe des mutations jusqu'à l'événement considéré. Mais ce voyage n'est qu'une illusion car c'est le changement d'orientation de la conscience qui éclaire les événements de proche en proche, de même qu'un faisceau lumineux révèle successivement les détails d'un paysage obscur qui ne sortent de l'ombre que pour y rentrer aussitôt.

*Malitourne
Noël 2009*

Imprimerie GRUEL
4, rue Frincambault – 41100 VENDÔME
02 54 77 29 97

- © Dépôt légal 1^{er} trimestre 2010
-
- Ouvrage disponible chez Pierre DE BRETIZEL
Malitourne – 41270 VILLEBOUT
pierre.debretizel@nordnet.fr

Prix : 17 €uros (frais de port inclus)