

PREMIERE PARTIE : ANALYSES

CHAPITRE II

A PROPOS DES CADRES CONCEPTUELS DE REFERENCE :

ORDRES

"Il est possible en effet que les notions d'ordre et de désordre soient plus importantes pour la science et la philosophie que celles de substance et de matière."

J. Largeault [1]

Comme cela a été fréquemment souligné, le terme d'**ordre** (ou de désordre) a souvent été utilisé dans des acceptions très diverses au point que l'on a pu mettre en question le caractère réellement scientifique (technique) du terme et que l'on a pu considérer qu'il était plutôt support à évocations ou indice de problème à traiter (*voir* par exemple [2], [3], [4], [5] pour une discussion plus étendue et plus approfondie). Il n'est pas question ici de revenir de façon détaillée et encore moins exhaustive sur ces débats ni sur tous les exemples d'utilisation de ce terme ou de ce concept quand il intervient dans les disciplines (relation d'ordre en mathématiques, paramètre d'ordre en physique, l'ordre du vivant en biologie, l'ordre social, les désordres psychologiques...). Nous prendrons ce concept comme un exemple de caractérisation d'un cadre conceptuel de référence opérant à travers diverses disciplines et nous nous contenterons d'essayer de dégager des raisons qui font qu'une certaine équivocité peut avoir cours sans néanmoins entraîner nécessairement une confusion généralisée. Nous tenterons alors d'établir des distinctions formelles entre les logiques respectives des différentes espèces d'ordres que l'on peut être amené à considérer dans les disciplines de sciences exactes et biologiques.

1. CONSIDERATIONS GENERALES

1.1. Dans la nature, déjà, on aura affaire à différents concepts d'ordre, ou plutôt à des versions distinctes de ce concept.

En effet, si au "plus" d'ordre on fait correspondre le "moins" d'arbitraire dans la description et dans l'explication, il est au moins deux façons d'y parvenir : soit énoncer des nécessités en termes de *régularités* (ce à quoi se prête d'ailleurs fort bien la mathématisation la plus souple et la plus usuelle), soit les énoncer en termes de *singularités*. Dans ce second cas se présentent alors deux éventualités au moins : selon qu'il s'agit de décrire des agencements fonctionnels (dans lesquels chaque partie singulière joue son rôle relativement à un tout) ou au contraire d'introduire un repérage, source d'une singularisation. C'est ce que nous discuterons d'abord (paragraphe **1.2.**).

Peut-on réduire l'arbitraire autrement qu'en explicitant et en exhibant au mieux les conditions de liaisons (théoriques et empiriques) que décrivent les énoncés ? Ce faisant, il se peut qu'on soit amené à changer d'éléments pertinents pour la description ou pour l'explication, tant la profusion et la portée de ces liaisons à prendre en compte auront rendu inessentielle et obsolète la description première dans les termes initiaux (voir la thématique du changement de niveau, chapitre III). On soulignera par ailleurs que plus se réduit l'arbitraire, plus se réduit aussi l'éventualité du contradictoire (inversement, plus le contradictoire est possible et plus l'est aussi l'arbitraire, ce qui permet en quelque sorte d'envisager un moyen d'évaluation de l'arbitraire). Ceci nous conduira à envisager les rapports entre ordre et *intelligibilité* (paragraphe **1.3.**).

Si nous nous tournons ensuite du côté des *normes* selon lesquelles s'organisent et s'orientent les relations humaines dans leurs dimensions psychologiques et sociales, on constate au contraire que

le symbolique est un secteur d'arbitraire élevé et qu'il importe que cet arbitraire soit au plus élevé pour pouvoir devenir lieu et occasion de choix qui soient constitutifs de *sens*, en vue, cette fois, de lever l'*indétermination* première de la relation elle-même. Pourra-t-on encore parler d'ordre ? Ce point sera discuté au paragraphe 1.4.

1.2.

1.2.1. La première distinction qu'on opérera dans les phénomènes naturels est celle qui s'établit entre la nécessité des lois qui font apparaître des régularités (le plus souvent associées à des structures répétitives, spatialement ou temporellement ou abstraitement) et celle des agencements fonctionnels qui font apparaître des organisations (en lesquelles il devient pertinent de discerner des parties coopérant pour former l'unité d'un système intégré, d'un tout). On peut caractériser cette distinction par la façon dont sont engagés les éléments dans l'objet qu'ils composent.

Selon la première version, la contrainte qui s'exerce est principalement celle des *interactions locales* et à ce titre aucun élément n'y échappe même si le comportement collectif du système global reste incomplet : c'est l'agencement des éléments et le type de leurs liaisons qui déterminent au premier chef le caractère de la totalité qu'ils peuvent former.

Selon la seconde, la contrainte dominante est d'abord celle du *programme global* à quoi est soumis le système, la loi de structuration. Le fait que localement certains éléments y échappent demeure secondaire pourvu que globalement leur coopération se réalise. On peut dire qu'ici c'est la nature du tout qu'ils sont appelés à former qui détermine la place et le rôle des éléments dans les liaisons où ils se trouvent coordonnés. Point de vue inverse, donc, pour lequel la réduction de l'arbitraire acquise par organisation singulière autorise une plus grande flexibilité ou variabilité dans la façon dont les éléments répondent aux interactions : en effet, la pertinence se situe, là, dans la description des rapports entre tout et parties plus que dans celle des rapports entre éléments et système.

Ces deux versions du concept d'ordre - de réduction d'arbitraire - ne s'excluent pas. Elles nous amènent en fait à distinguer trois secteurs principaux de phénomènes naturels : celui pour lequel domine la première version, ce sera la physique et la chimie¹ ; celui pour lequel domine la seconde, ce sera l'aspect automatique et systémique des déterminismes sociaux (sociétés animales, par exemple) ; enfin celui pour lequel on n'évite pas d'avoir à considérer une détermination réciproque ou un recouvrement mutuel, la biologie et les sciences de la vie.

1.2.2. A propos de l'ordre par singularité on a aussi mentionné ce qu'on a appelé l'introduction d'un *repérage*. On pourrait à juste titre argumenter que cette introduction se trouve tout autant dans l'ordre par régularité que dans l'agencement fonctionnel que nous venons d'évoquer. Pourtant il s'agit encore d'autre chose. Dans la régularité, le repérage singulier est certes originaire en ce qu'il est introduit *a priori* (ne serait-ce que pour reconnaître la régularité) mais on porte son attention sur sa répétition (spatiale, temporelle, logique...) et l'on considère que l'ordre pris en compte est celui de cette répétition. Dans l'agencement fonctionnel, c'est la référence au programme qui spécifie l'élaboration de la structure singulière organisée ; le repérage comme tel, bien qu'originaire encore, dans le programme, est second devant le processus induit et son terme : l'attention se porte ici sur la genèse ou sur son produit.

Par contraste, la singularité de repérage comme telle ordonne l'espace (même s'il s'agit d'un univers abstrait) indépendamment de la spécificité de ce qui y est repéré. En ce sens l'ordre qui s'y trouve impliqué entretient avec les autres modalités de mises en ordre des rapports un peu comparables à ceux que peut entretenir un substrat topologique avec les caractéristiques géométriques ou métriques des phénomènes qui s'y déploient. Plus que l'organisation, cette modalité thématise donc l'existence et l'ordre qu'elle induit est celui du nécessaire ou du possible, bien plus que celui de la réalisation

¹ Il s'agit évidemment seulement de dominantes : certains aspects de physique non linéaire - où l'on trouve les solitons par exemple ou des structurations préchaotiques - pouvant présenter des caractères bien plus ambigus que ceux que l'on schématise ici (*voir* plus loin pour une discussion plus précise). Il en va de même évidemment en chimie.

effective (bien qu'elle présente en profondeur des affinités étroites avec ce qui a trait à des propriétés de criticité, de discontinuité, de passage à des limites infinies). On en trouve aussi de bonnes illustrations, plus abstraites, dans des propriétés mathématiques d'équations représentant des dynamiques (par exemple dans les questions d'instabilité, de sensibilité aux conditions initiales, d'existence d'attracteurs...).

Comme nous l'avons indiqué, cet ordre de singularité par introduction de repérage se décèle dans l'origine, pour ainsi dire, des autres types d'ordre évoqués. Il se situe donc, d'une certaine façon, en deçà par rapport à eux et il se présente comme une condition qui leur permet de prendre consistance. En général il s'efface derrière la structuration qu'il a autorisée; mais lorsqu'il se manifeste comme tel, c'est son rôle structurant qui apparaît directement et, plus qu'ordre constitué, il se révèle facteur d'ordre ; il est déterminant dans la réduction de l'arbitraire de la description et de l'explication du champ qu'il jalonne.

1.3. L'intelligibilité aussi est réduction d'arbitraire. Quels rapports entretient-elle avec cette réduction d'arbitraire qu'implique l'ordre ?

Considérer des atomes dans un gaz leur laisse une latitude plus grande dans leur disposition réciproque et leurs rapports mutuels que les considérer dans une molécule qu'ils composent ; l'arbitraire de la description, à leur niveau d'atomes, est plus grand dans le premier cas que dans le second ; ils acquièrent donc un ordre en passant d'un état à l'autre. Pourtant l'intelligibilité du gaz n'est pas plus faible que celle de la molécule : l'arbitraire de ce que l'on peut en dire est aussi réduit dans un cas que dans l'autre. Il peut y avoir une profonde intelligibilité de ce qui se présente comme désordre ; à l'inverse, ce qui apparaît répondre à un ordre peut rester inintelligible : telle périodicité d'émission galactique, telle écriture non déchiffrée.

L'ordre semble ainsi, bien qu'il s'agisse de description ou de représentation, attaché à un caractère intrinsèque à l'objet ; ce d'ailleurs en quoi il est contraint. L'intelligibilité vise plus spécialement le rapport entre cet ordre (en ce qu'il a de propre) et le discours de son explication : un ordre étant reconnu, comment le traite-t-on en tant qu'il indique et non plus seulement en tant qu'il se donne ? La façon dont l'intelligibilité se situe en tiers entre le phénomène et le système théorique où il trouve sa place n'est donc pas identique à la façon dont l'ordre se situe en tiers entre le phénomène et la description qu'on en fait, voire la représentation qu'on en a.

Par exemple on sait le rôle que détient, parmi les critères de scientification, la capacité de prédiction ; or cette prédictibilité constitue un test, non de l'ordre lui-même, mais de son intelligibilité. L'ordre par régularité permet une grande prédictibilité des états et structures, y compris localement. L'ordre par singularité d'agencements fonctionnels autorise une prédictibilité des procès, fonctions et spécifications globales, y compris dans leur évolution. La singularité de repérage, en revanche, présente deux faces antagonistes : celle d'une totale et minutieuse prédictibilité (trajectoires classiques - déterminisme complet) et celle de la plus grande imprédictibilité (variétés hyperboliques et sensibilité aux conditions initiales - situations chaotiques). Néanmoins, à un niveau d'analyse différent, il faut nuancer : la prédictibilité sur l'ordre dans le chaos est empiriquement très faible ; en revanche sa prédictibilité abstraite est beaucoup plus forte et peut aller jusqu'à des capacités de classement des objets chaotiques (*cf.* l'analyse proposée au chapitre V).

On accentue le contraste en affirmant que l'intelligibilité intègre nécessairement l'ordre sous lequel se révèle l'objet (ou les mises en ordre dont il est le siège) mais non l'inverse ; les ordonnancements contribuent à constituer des intelligibilités, mais ils ne les saturent pas. L'arbitraire de la description ne coïncide pas avec l'arbitraire pré-théorique du système de sens ; la mise en ordre réduit le premier et son intelligibilité le second.

Formulons une objection pour pousser l'analyse et dissiper une apparence : un monde compris sur fond de mythes peut apparaître comme parfaitement intelligible et en même temps présenter un ordre parfaitement adéquat à cette intelligibilité. N'aurait-on affaire qu'à des opinions ou des

idéologies, plusieurs discours d'intelligibilité s'avérant simultanément tenables et susceptibles de constituer des univers clos et mutuellement exclusifs ?

L'ordre que considère l'intelligibilité mythique met en jeu des places que viennent occuper les objets - mutuels repérages dans les significations -, places qu'elle réinterprète après-coup ou justifie sur la base d'arguments analogiques ou de référencement interne. Cet ordre est déjà symbolique, à usage d'organisation et d'échanges sociaux. L'intelligibilité scientifique néglige ces places en tant qu'elles ne jouent que dans les représentations ; en revanche elle exige, et c'est ce qui permet le contrôle expérimental, un ordre subordonné aux caractères propres à l'objet. Ce faisant elle inaugure une nouvelle rationalité, celle de l'objectivité.

1.4.

1.4.1. Il est clair que rien de spécifiquement humain ne se trouve encore pris en compte. Cela est dû principalement au fait qu'un "ordre" humain se constitue autour de la parole et de l'échange symbolique et que l'ordre du symbolique commence par se fonder sur l'arbitraire, si l'on peut dire. Le mouvement de mise en ordre de l'humain ne vise donc pas à réduire cet arbitraire mais à s'en servir : pour qu'intention et volonté puissent s'exprimer, que la liberté puisse s'exercer, il faut cet arbitraire autour duquel on établira les conventions, par choix et concertation, constituant par là-même la dimension symbolique.

S'il en existe, les contraintes qui s'y exercent ne peuvent donc pas être celles que font peser les objets ou les rapports d'objets ; du moins pas comme telles : il faudrait leur conférer des significations, ce que n'exige nullement - bien au contraire - la réduction d'arbitraire qu'elles induisent dans les phénomènes naturels (ou plutôt dans leur compréhension). Ainsi parvient-on très vite à cette conclusion que c'est abusivement qu'on utilise le même terme (ordre, mise en ordre) dans les situations humaines.

Pourtant demeure cette intuition qu'on devrait pouvoir approcher d'un concept d'ordre naturel défini de telle sorte qu'il puisse ressembler à ce que pourrait être l'idée d'une socialité bien ordonnancée. Y a-t-il dans la représentation, qui nourrit aussi bien la description objective que le symbolique - même si ce dernier commence par s'enraciner dans l'immédiateté relationnelle -, un amont à la bifurcation d'où divergent ces traitements de l'arbitraire que sont réduction ou thématization signifiante ? Où ne se distribueraient pas encore clairement les places de déterminant et de déterminé entre les contraintes qui s'imposent à l'explication et celles qu'on impose au donné pour le constituer en monde de rapports sociaux ?

Il faut donc discuter l'arbitraire lui-même à travers le traitement qu'on lui fait subir.

1.4.2. Dans le cas des phénomènes naturels, les liaisons qui contribuent à réduire l'arbitraire sont subordonnées, on l'a vu, à la spécificité des éléments qui font système, ou des systèmes qui organisent des sous-systèmes, ou encore des jalons de repérage qui caractérisent un espace.

Dans le rapport symbolique humain - par excellence, le langage - c'est l'inverse qui se produit : l'intention d'échange subordonne la nature des organisations signifiantes. De ce fait, si un arbitraire se trouve réduit, ce n'est plus celui de la description d'objets - fussent-ils intimes - ou de leurs rapports, c'est bien plutôt celui de la relation humaine. Or cet arbitraire là ne trouve pas d'objet qui, normalement, le prenne en charge et le détermine ; au contraire il vise à s'imprimer comme signification dans l'objectal pour l'organiser selon l'intention, sans que s'impose *a priori* de loi d'objet. C'est donc moins à une réduction de l'arbitraire de la représentation que l'on a affaire ici qu'à une réduction de l'*indétermination* des rapports duels ou des rapports de socialité (indétermination où s'enracinent ces émotions et sentiments que sont l'angoisse, l'inquiétude, l'hésitation, le désir quant aux intentions de l'autre, des autres).

La mise en ordre dans l'humain est donc réduction de cette indétermination, mais elle ne peut apparaître telle que si la relation établie par le protagoniste correspond à ce qu'est ce protagoniste ; la

discordance est source de perplexité et d'indétermination accrue. C'est en cela que dans l'humain une mise en ordre exige un rapport intime entre la relation et ceux entre qui elle s'établit, désignant ainsi deux polarités distinctes et non réductibles, dont est requis l'ajustement.

Si l'on "sauve" ainsi le terme d'ordre dans son utilisation polysémique, c'est donc au prix d'une distinction entre arbitraire - à réduire - d'un côté et indétermination - à lever - de l'autre. Voici donc les termes d'une alternative : si nous voulons parler d'un arbitraire commun (en gros) aux phénomènes naturels et aux relations sociales, c'est le concept d'ordre qui doit se dédoubler pour prendre des sens différents ; si nous conservons l'idée d'un ordre qui puisse se dire des deux secteurs, c'est tout l'arrière-plan de ce qui était conçu avec la notion d'arbitraire qui change de nature et vient se scinder en introduisant la notion d'indétermination.

L'attitude par rapport au langage, à son utilisation, aux exigences auxquelles il convient selon le cas de le soumettre, témoigne de cette dualité conceptuelle et pratique.

En effet, en matière de science et relativement à la connaissance scientifique, la délimitation, l'univocité, la stabilité des termes est l'objectif à viser. Aristote le soutenait déjà sous le rapport du Logos [6] :

"<...> ne pas signifier une chose unique, c'est ne rien signifier du tout."

Ainsi se manifeste en matière de langage et par la recherche de l'univocité, le travail de réduction de l'arbitraire qui caractérise la mise en ordre, l'élaboration de l'intelligibilité.

En revanche, en matière de sagesse et de connaissance sapientielle (relative au sens et au vécu de la condition et des relations humaines), c'est l'inverse qui a cours : la levée de l'indétermination de la relation passe par une polysémie des termes, une souplesse d'utilisation, une richesse interprétative du symbolique. Il faut en effet, dans ce cas, que :

- le sens ne soit pas *a priori* rigide déterminé par la nature et le fonctionnement du langage, ce qui renforcerait l'indétermination quant à l'intention qui est censée l'animer (en suggérant que celle-ci serait réductible à son expression, qu'une automaticité ou une régulation préprogrammée pourrait la recouvrir et la déterminer, la faisant ainsi passer dans le registre du non-volontaire) ;

- du "jeu" subsiste dans la communication où s'engagent les interlocuteurs pour permettre, à l'occasion de cette communication, l'invention même de la relation et de son expression, accompagnée de l'élaboration de significations intersubjectives et intentionnelles nouvelles.

Ce qui fait dire, cette fois, à la tradition [6] :

"chaque verset de la Torah, le Saint béni soit-Il l'a fait comme une immense réserve où s'assurent, se réservent tant et tant de thèmes <...> sans limite."

1.4.3. A cette double disjonction vient encore s'ajouter une autre distinction, presque naturellement ; celle qui donne tout son poids au contraste évoqué plus haut entre ordre et normes.

La réduction de l'arbitraire dans les phénomènes naturels mobilise, certes, mais sur fond de neutralité ; un ordre se dessine au niveau de la description et de la représentation et se suffit, pour ainsi dire. La levée de l'indétermination des rapports relationnels est, en revanche, qualifiable : coopération, ajustement, liberté... on aura ainsi un bon sens qu'on désignerait comme ordre relationnel ; à l'inverse, hostilité, contradiction, asservissement... et ce sera un mauvais sens et l'on parlerait alors d'un désordre. Et ce, dans un mouvement doublement référencié : bon ou mauvais pour... (à qui, vers quoi cela s'adresse) ; bon ou mauvais selon... (ce coup d'éclat qui décide que valeur il y a et qui la confère). La socialité implique, ouverte ou cachée, une éthique.

2. EXEMPLES. DISCUSSIONS

Nous ne chercherons pas à présenter une grande variété d'exemples pour illustrer l'analyse précédente. Néanmoins il nous a paru utile de mentionner quelques cas particuliers pour éclairer, dans

différents domaines, la façon dont chacun des types d'ordre dégagés peut trouver un répondant dans la réalité.

2.1. L'ordre par régularité est le plus simple à illustrer : c'est celui que présente la répétition spatiale d'un motif (ou temporelle d'un rythme). Du point de vue spatial, on le trouve par exemple dans le cristal (le motif répété est alors celui de la maille cristalline élémentaire) ; du point de vue temporel, on en a un exemple dans la régularité d'une orbite planétaire stable par rapport à sa fréquence de rotation (la répétition est celle des positions occupées par la planète autour de l'astre qui l'a satellisée). De même les systèmes dynamiques ouverts, en régime permanent loin de l'équilibre, sont susceptibles de présenter, *via* la mise en place de structures dissipatives, des formes d'ordre par régularité spatiale (striations régulières par exemple) ou temporelle (horloges chimiques). Au-delà, il est facile de citer des exemples plus abstraits : une loi de conservation en général, des propriétés de symétries dans des espaces abstraits de systèmes constituent aussi des facteurs d'ordre par régularité ; ces systèmes se prêtent alors à des procédures analytiques de réduction à des éléments constitutifs dont la caractérisation intervient de façon essentielle dans la description et l'explication de l'objet ou du phénomène pris en considération.

Un exemple très générique d'un ordre par singularité fonctionnelle est celui présenté par un organisme biologique. Le corps d'un mammifère, par exemple, est hautement organisé et cette organisation interne permet d'assurer les fonctions vitales et les fonctions de relations qui conditionnent et autorisent la survie de l'animal. On ne trouve alors en principe aucune "répétition" structurelle macroscopique (hormis la symétrie bilatérale et les restes des segmentations longitudinales dues à la métamérisation) ; au contraire, il semble que l'évolution vers la complexité de l'organisation structurelle tende à privilégier les différenciations et à éliminer les régularités répétitives par rapport aux organismes plus primitifs constitués de cellules non différenciées ou segmentés. L'organisation est donc bien ici condition d'existence, mais l'ordre qui en résulte est singulier du fait qu'il conduit à la définition d'une unité, d'une totalité - l'organisme - dont aucune des parties n'est identique à une autre : même si on sait discerner individuellement les organes, l'organisme ne leur est pas simplement réductible et sa fonction est justement d'en assurer l'intégration fonctionnelle pour constituer et maintenir la singularité qui est la sienne.

Enfin, pour donner des exemples d'ordre par singularités de repérage, on peut évidemment avoir recours à des singularités mathématiques proprement dites, attachées à des fonctions dans leur domaine d'existence, et montrer comment ces singularités "repèrent" et permettent de reconstruire les fonctions en question. Mais pour être plus concrets et faire usage des exemples que nous venons de choisir pour illustrer les autres types d'ordre, nous pouvons considérer que les agencements des atomes d'une maille cristalline, qui contribuent à définir cette maille (géométriquement parlant), constituent un ensemble de telles singularités de repérage. Dans ce cas ce sont donc les spécifications du motif lui-même qui constituent les repères singuliers à partir desquels il est construit et décrit (en cela ce dernier type d'ordre peut en effet être considéré comme préalable à l'ordre par régularité qui s'exprime dans la répétition du motif). De même, les structures spatiales et les définitions fonctionnelles des organes, spécifiés comme tels, dans un organisme, constituent aussi des repères singuliers pour un ordre par singularité fonctionnelle. Ajoutons que dans ce cas le processus d'embryogenèse, dans ses aspects topologiques, met bien en évidence ce rôle premier de repère, puisque souvent la mise en place précède le fonctionnement lui-même (les poumons chez les mammifères, par exemple).

Dans un tout autre secteur empirique, celui des sociétés animales considérées en tant que telles, c'est-à-dire en tant que collectivités d'individus formant une totalité, on peut voir coexister différents types d'ordre selon la nature et le niveau des structures prises en compte. Evidemment, au niveau de la collectivité structurée et de l'agencement fonctionnel de ses parties (la fourmilière, la ruche, voire la meute), on aura surtout affaire à un ordre par singularité fonctionnelle dont les composants sont des groupes d'individus spécialisés dans un rôle précis concourant au maintien et au développement de la société (ouvrières, guerrières, reines), un peu à l'image des organes dans un organisme. Mais l'ordre par régularité demeure extrêmement présent au niveau, par exemple, de la répétition et du caractère stéréotypé des tâches ou à celui des rythmes saisonniers de fonctionnement de la collectivité ou même des structures architecturales, génétiquement encodées, de la topographie

de la ruche ou de la fourmilière. Sans parler, corrélativement à la stéréotypie des tâches, de l'interchangeabilité des individus spécialisés relativement à l'exécution de ces tâches.

2.2. Concluons cette partie par une brève discussion à partir de la physique qui mettra en évidence des phénomènes de contiguités, mais aussi des sources possibles d'ambiguïté, entre les concepts proposés.

Ordre ou désordre par singularité, les phénomènes non-linéaires en physique ?

On a évoqué la turbulence et ce que l'on appelle le chaos déterministe - chaos en ce sens qu'on parvient mal à y déceler des régularités reproductibles et qu'on ne peut y faire jouer aucune prédictibilité à temps assez long -, déterministe en ce que les équations qui gouvernent ces évolutions très chaotiques sont parfaitement définies, déterminées, et ne font par surcroît intervenir aucun élément statistique ou probabiliste (on en trouve un très bon exemple dans les phénomènes et évolutions météorologiques).

Néanmoins, dans ce cadre à première vue irréparable, peuvent apparaître des régularités phénoménologiques ou théoriques (doublement des fréquences sur certaines "routes" menant au chaos, lois d'échelle, caractères d'universalité...). Des lois tout à fait intelligibles peuvent être dégagées, même si l'objet qu'elles décrivent ou auxquels elles se rapportent semble complètement désordonné (voir par exemple "L'ordre dans le chaos" [7]). Cet ordre auquel on peut faire référence est évidemment bien plus celui de la compréhension abstraite des phénomènes que celui des "choses mêmes" (dont l'apparence semble l'expression du plus profond arbitraire) ; la mise en ordre opère ici non plus dans ce que l'on peut décrire des objets physiques en tant que tels, mais dans les lois qui les gouvernent et dont la simplicité formelle est parfois stupéfiante quand on la compare au degré de complexité que nécessiterait une description complète de ce à quoi elles donnent naissance ou dont elles rendent compte. En fait on se trouve dans une situation limite que l'on caricaturerait volontiers ainsi : des lois totalement déterministes, aucun ingrédient statistique ou probabiliste et pourtant des résultats scientifiques rigoureux quasiment imprédictibles et irréproductibles.

Ces traits se trouvent particulièrement bien représentés, pour les calculs sur ordinateurs, par l'utilisation de fonctions récursives dont on itère l'action à partir de conditions initiales données. Une variation infime de ces conditions initiales peut conduire à des résultats nouveaux, sans le moindre rapport apparent du point de vue phénoménal avec les précédents, bien qu'ils soient les produits d'une seule et même définition (instabilité structurelle). C'est d'ailleurs tout spécialement en cela que ce chaos turbulent (loin de l'équilibre) se distingue radicalement (conceptuellement parlant) du désordre de systèmes proches de l'équilibre : un désordre proche de l'équilibre retrouve, aux fluctuations près, un état identique (l'état d'équilibre) si l'on modifie un peu ses conditions initiales, et ce dans un temps assez court si les interactions entre ses éléments sont efficaces ; le chaos, au contraire, "diverge" souvent très vite pour le moindre écart dans ces conditions. Ce n'est qu'au voisinage d'une transition critique que le système proche de l'équilibre peut présenter un comportement qui soit également divergent, mais son état final reste cependant toujours bien spécifié et identique à lui-même quelle que soit la fluctuation qui induit la transition. Cette comparaison est intéressante, mais une analyse plus fine tend à relativiser les conclusions : d'abord, le système désordonné met en jeu un très grand nombre de degrés de liberté, alors que le système chaotique peut n'en comporter que très peu ; ensuite on sait que sous certaines conditions on peut établir une équivalence, au moins partielle, entre comportement stochastique et comportement chaotique, ce qui interdit parfois de conclure directement au caractère déterministe ou aléatoire d'un système à partir de données d'observations.

A l'inverse, toujours dans le secteur non-linéaire de la physique, on peut prendre l'exemple des solitons. On pourrait décrire ces objets comme une organisation singulière locale évoluant dans l'espace et dans le temps comme une entité autonome bien caractérisée (avec sa vitesse, son énergie, sa portée...) alors même que ce qui est ainsi organisé ne diffère nullement en nature du milieu dans lequel il se propage. Ainsi, par exemple, un remous dû au passage d'une péniche dans l'eau d'un canal, qui s'organise en boule tourbillonnaire bien délimitée se propageant comme un objet indépendant, vite et loin de son lieu d'apparition, dans l'eau qui l'environne et dont pourtant il participe. Dans ce cas, la

non-linéarité momentanée et locale a fait surgir un objet singulier au sein de la régularité et celui-ci acquiert une sorte d'identité propre qu'il conserve pour des échelles de temps et d'espace sans commune mesure avec celles des phénomènes qui lui ont permis d'apparaître : une sorte d'ordre singulier, repérable, presque indépendant, s'est constitué dans le milieu désordonné. Avec un tel ordre par singularité - grâce à quoi des entités nouvelles surgissent et acquièrent une individualité au même titre que s'ils devenaient des objets distincts soumis à leurs lois propres, y compris des lois d'interactions mutuelles -, on commence à s'approcher expérimentalement de ce que l'on a caractérisé plus abstraitement comme singularité de repérage. Il s'agit principalement de l'irruption comme tel d'un contraste qui autorise un début de différenciation de l'espace concerné. En son aspect le plus pur, c'est évidemment dans les mathématiques qu'on trouvera ce processus à l'oeuvre : discrétisations, discontinuités, singularités de fonctions par rapport à quoi peut se constituer un ordre quasi-intrinsèque à l'objet considéré, de par le repérage qui s'y trouve associé (rappelons à cet égard le rôle de la théorie des catastrophes dans la classification des types de repérages ainsi induits [8]).

3. ANALYSES FORMELLES

Revenons brièvement sur les raisons pour lesquelles nous présentons des analyses formelles (qui ne semblent pas devoir s'imposer si l'on s'en tient à des analyses de contenu du genre de celles que nous avons proposées ci-dessus). Il s'agit, avec une formalisation logique (dans le langage de la logique des prédicats), non pas tant de pousser une argumentation ou d'avancer des démonstrations, mais bien plutôt de rendre manifestes les présupposés structurels et les relations formelles particulières, sous-jacentes à la délimitation et à l'emploi des concepts considérés (dans des perspectives comparables à celles qu'ont ouvert par exemple J.Vuillemin [9a], [9c] ou G-G.Granger [10a], [10b]). Plus encore que les analyses discursives de contenu, ces énoncés logicistes, en même temps qu'ils délimitent les domaines d'emploi consistant des termes, se prêtent à réfutation ou affinement, par exemple par la construction de contre-exemples ou la recherche des conditions d'éventuelles contradictions. En tout état de cause, et pour autant qu'on en accepte les énoncés, ils permettent de distinguer formellement entre eux des contenus discursifs possibles attachés aux formes de leur utilisation. Bien entendu, on ne réduira pas l'approche conceptuelle, ses contenus, sa sémantique, à une pure syntaxe logique dont on attendrait qu'elle en dégage l'essentiel ; on prendra simplement cette démarche comme élément complémentaire d'analyse et de discussion.

Essayons donc de présenter sous une forme strictement logiciste les différents concepts d'ordre que nous venons de discuter. Pour ce faire, nous allons procéder en plusieurs temps, en partant d'une caractérisation tranchée et grossière que nous affinerons et préciserons peu à peu, en vue de cerner au mieux les structures formelles concernées et les conditions de leur utilisation éventuelle dans différents domaines disciplinaires.

Dans la suite nous désignerons toujours par x_m ($m = 1, 2, \dots$) ou x'_k ($k = 1, 2, \dots$) les éléments considérés, par y le système auquel ils appartiennent, par z_j ($j = 1, 2, \dots$) les conditions auxquelles est soumis ce système ; x représentera l'ensemble des éléments (dans la mesure où ils peuvent constituer un ensemble sans nécessairement former système).

3.1. Premières caractérisations

3.1.1. Comme nous l'avons vu, à l'ordre par régularité correspond un caractère systémique régi par des lois universelles d'interactions s'exerçant sur tous les éléments sans exception (dans le domaine de pertinence considéré). On ne sera donc pas surpris de voir porter le quantificateur universel (\forall) sur les éléments du système. L'énoncé proposé sera alors le suivant :

$$\forall z_j \exists y \exists x \forall x_m [x_m \in y \leftrightarrow x_m \in x \ \& \ f(x_m ; z_j)] \quad (1)$$

ce que l'on peut traduire : "quel que soit l'ensemble z_j (la contrainte), il existe un ensemble y (le système) et un ensemble x (l'ensemble des éléments en interactions) tels que pour tout ensemble x_m , x_m est un élément du système si et seulement si x_m est un élément parmi ceux de x et qu'il satisfait à la relation de définition f (la loi d'interaction systémique)".

Cet énoncé exprime que tout élément du système est soumis à la propriété considérée (la "loi d'interactions" f) tout en contribuant à constituer une catégorie bien définie (l'ensemble x).

Remarquons la très étroite parenté formelle de l'énoncé (1) avec le schéma d'axiome de séparation de la théorie des ensembles, ce qui n'est pas surprenant dans la mesure où il s'agit en effet de définir un ensemble-système à partir de ses éléments constitutifs caractérisés par leurs propriétés (interactives).

3.1.2. Considérons maintenant la première version de l'ordre par singularité, celle qui correspond à un agencement systémique fonctionnel, c'est-à-dire à un certain type de rapports entre un tout et ses parties, tel que la fonction des éléments dans l'ensemble puisse être assurée même si certains d'entre eux ne répondent pas nécessairement à la généralité des lois fonctionnelles. Notons que ces éléments peuvent être eux-mêmes des sous-ensembles jouant le rôle de "tout" pour un niveau fonctionnel inférieur dans la hiérarchie des niveaux d'intégration. Ce caractère de réponse à des exigences fonctionnelles, sans contrainte absolue d'obéissance à des lois générales, se traduira dans l'énoncé par l'opération (sur les éléments) du quantificateur existentiel (\exists), et non plus universel.

Nous proposerons l'énoncé suivant (\neq représente la négation) :

$$\left. \begin{array}{l} \forall y \exists z_j \exists x \exists x_m \exists x'_k \\ [x_m \in y \ \& \ x'_k \in y \ \& \ x'_k \in y \ \& \ (f(x_m; z_j) \ \& \ \neq f(x'_k; z_j) \ \leftrightarrow \ x \subseteq y \ \& \ F(x, y; z_j)] \end{array} \right\} (2)$$

Cet énoncé exprime que parmi les éléments formant l'ensemble x , certains, les x_m , (dont on pose qu'ils forment un ensemble non vide) répondent à la loi f alors que d'autres, les x'_k , (dont le sous-ensemble de x qu'ils forment peut être vide) y échappent sans mettre en cause pour autant la relation mutuelle F entre l'ensemble des éléments, x , et le tout qui fait système, y . Remarquons que le quantificateur qui porte sur les conditions est cette fois existentiel, car l'existence du système fonctionnel comme tel n'est assuré que dans certaines limites de contraintes compatibles avec les fonctions exigées.

Remarque : Peut-être aurait-il été plus "naturel", puisqu'il s'agit ici de traiter principalement du rapport entre tout et parties, de recourir directement à l'approche méréologique. Nous ne l'avons pas fait pour maintenir un caractère d'homogénéité à la présentation en termes de logique des prédicats, afin de faciliter confrontations et comparaisons entre les énoncés. Pourtant, il peut être intéressant et instructif de formuler dans le cadre du calcul des individus les caractérisations de l'ontologie de Lesniewski, on aura en place de l'expression (2) :

$$\begin{array}{l} \forall y \exists z_j \exists x \exists x'_k \\ [x_m \text{ Eel Kl } (x) \ \& \ x'_k \text{ Eel Kl } (x) \ \& \ (f(x_m; z_j) \ \& \ \neq f(x'_k; z_j)) \\ \leftrightarrow y \text{ Eel Kl } (x) \ \& \ (\forall \text{ el } (x)) \text{ el } (x) \text{ Eel Kl } (x) \ \& \ F(x, y; z_j)] \end{array} \quad (2 \text{ bis})$$

E signifie "est" et le foncteur "el", "élément de ..." (Eel ne se substitue pas en général à l'appartenance ensembliste). "Kl" note les classes collectives.

Une difficulté spécifique à la méréologie peut provenir ici du fait qu'il n'y a pas de classe des classes collectives ; de ce fait il ne pourrait y avoir de niveau "tout" supérieur au niveau du tout considéré (y), du moins si on le définit selon (2 bis), ce qui n'exclut pas, évidemment, l'existence de niveaux inférieurs. En effet chaque tout est ici caractérisé dans son autonomie propre en tant que classe collective. Notons cependant qu'une définition moins forte des classes collectives, introduite par Lesniewski lui-même, peut éventuellement contourner cette difficulté.

3.1.3. Enfin, dans la seconde version de l'ordre par singularité que constitue la singularité de repérage, on utilisera encore le quantificateur existentiel pour les éléments constitutifs du champ repéré y (le système, ici), par rapport à ce qui le contient (ou auquel il est égal) : l'ensemble x où trouve place la structure de repérage. On écrira :

$$\left. \begin{array}{l} \exists y \exists x \exists x_m \\ [x_m \in x \ \& \ y = g(x_m) \leftrightarrow y \subseteq x \ \& \ (h(x_m) \ \& \ G(y))] \end{array} \right\} \quad (3)$$

Dans (3), g caractérise le repérage comme fonction, $h(x_m)$ caractérise les singularités et $G(y)$ la nature du domaine qui se trouve repéré, c'est-à-dire la propriété pertinente choisie compatible avec le repérage. Notons qu'ici aucune condition "extérieure" n'apparaît puisque le système n'est soumis *a priori* à aucune contrainte externe.

3.1.4. Si l'on tente maintenant de discriminer les concepts selon non plus des lois "particulières" qui les régissent, mais par la nature des quantificateurs qui opèrent sur leurs variables, on peut dresser le tableau suivant :

	<i>O.R.</i>	<i>O.S.F.</i>	<i>O.S.R.</i>
Eléments (x_m)	\forall	\exists	\exists
Contraintes (z_j)	\forall	\exists	
Système (y)	\exists	\forall	\exists

On remarque que O.R. (ordre par régularité) et O.S.F. (ordre par singularité fonctionnelle) sont en quelque sorte inversés eu égard à l'usage des quantificateurs, en ce sens qu'à \forall correspond \exists et réciproquement. O.S.R. (ordre par singularité de repérage) se distingue par la disparition d'un certain type de paramètres (les conditions externes) et par la façon dont le quantificateur existentiel apparaît.

On peut gloser ce tableau en disant (si l'on accepte de prendre peu de précautions et de ne pas introduire de nuances, ce que nous discuterons ultérieurement) :

- Dans l'ordre par régularité (dont la physique donne un exemple épistémologique assez général), l'existence d'un système est subordonnée aux lois interactives pertinentes f , et n'y échappe aucun élément quelles que soient les conditions imposées (compatibles avec f , évidemment) ;
- Dans l'ordre par singularité fonctionnelle, le tout est considéré comme acquis, ce qui implique une limitation dans les conditions qui en permettent la production (les contraintes) et ce qui autorise une flexibilité dans la façon dont les éléments répondent aux lois f , pourvu que soit remplie l'exigence fonctionnelle F (y compris si elle apparaît comme évolutive), ce que peut illustrer un aspect essentiel de l'épistémologie proprement biologique (non réduite au physico-chimique).
- Enfin dans l'ordre par singularité de repérage, l'existence du système repéré est subordonné à la relation (en un sens plus mathématique) qui le relie aux éléments repérants, qui dépendent eux-mêmes de leur propriété de constituer des repères. La rigueur des correspondances internes (relations, propriétés des éléments, propriétés du système) est en quelque sorte compensée par l'absence de contraintes externes.

3.2. Discussion critique

Critiquons maintenant l'approche qui précède pour son manque de nuances et sa naïveté, en particulier relativement aux correspondances proposées avec les épistémologies des grandes disciplines scientifiques. Il n'est pas très difficile, en effet, de trouver des contre-exemples pour répondre à l'aspect trop brutal et systématique des assignations envisagées (pour les différents énoncés considérés) aux secteurs disciplinaires. C'est ce que nous voulons examiner dans ce paragraphe, afin de procéder autant que possible à des rectifications inévitables, sans pourtant remettre en question les caractérisations des ordres eux-mêmes (O.R., O.S.F. et O.S.R.), mais en tentant de positionner de façon plus rigoureuse ce que l'on peut dire à propos de la physique, de la biologie, de la sociologie animale.

3.2.1. En effet, si la physique classique (y compris relativiste) semble devoir bien répondre (quant à l'ordre épistémologique qu'elle présente) à l'énoncé (1) (O.R.), en revanche il semble qu'il n'en aille pas de même pour la physique quantique. Ainsi les désintégrations atomiques spontanées de la radioactivité naturelle suggèrent, de par la logique qui semble les régir, que l'on doit introduire dans certains secteurs correspondants de la physique des x_m et x'_k tels que $f(x_m) \& \neq f(x'_k)$, sans pour autant avoir à faire à un ordre fonctionnel (qui s'énonce quant à lui surtout à travers des propriétés telles que $F(x,y)$). De même la théorie de la mesure et l'accès aux valeurs des observables en mécanique quantique conduisent à des remarques tout à fait comparables.

Il faut donc admettre qu'"entre" O.R.(1) et O.S.F.(2) il peut exister une modalité particulière de l'ordre physique qui n'engage pas l'ordre fonctionnel, mais qui disconvient au caractère universel ($\forall x_m$) du comportement des éléments. Pour rendre compte d'une telle situation nous énoncerons donc (1'), premier "intermédiaire" entre (1) et (2) :

$$\left. \begin{array}{l} \forall z_j \exists y \exists x \forall x_m \forall x'_k \\ [x_m \in y \& x'_k \in y \leftrightarrow x_m \in x \& x'_k \in x \& (f(x_m; z_j) \& \neq f(x'_k; z_j)) \& P(x)] \end{array} \right\} \quad (1')$$

$P(x)$ est une propriété qui prédique sur x de sorte que, malgré la disjonction (entre x_m et x'_k) des propriétés des éléments, il soit néanmoins licite de considérer un ensemble x pertinent qui contienne ces éléments.

3.2.2. Il en va un peu de même à propos de la biologie. L'énoncé (2) semble très bien convenir à l'ordre que présentent les sociétés animales dans lesquelles, en même temps qu'est maintenu l'ordre fonctionnel global et singulier, des éléments particuliers peuvent s'en écarter sans le menacer le moins du monde (par exemple, des fourmis ouvrières peuvent ne plus remplir leur rôle individuellement sans que la fonction collective correspondante soit remise en cause). En revanche du côté de la biologie cellulaire et *a fortiori* à la limite moléculaire, si la prédication d'ordre fonctionnel demeure (F), elle ne s'accompagne pas forcément (on pourrait même dire qu'elle ne s'accompagne que rarement) d'une réelle latitude pour les éléments constituants (x_m et x'_k) de se soustraire aux lois qui les régissent. Nous nous trouvons donc là dans une situation comparable (quoique inverse) à celle que nous venons de discuter pour la physique.

Il faut donc avoir recours à un énoncé (2') qui, lui aussi, se situe de façon "intermédiaire" entre (1) et (2), mais à partir de la version (2) cette fois, pour laquelle la contribution $F(x,y)$ est déterminante et doit être conservée :

$$\left. \begin{array}{l} \forall y \exists z_j \exists x \exists x_m \\ [x_m \in y \& f(x_m; z_j) \leftrightarrow x \subseteq y \& F(x, y; z_j)] \end{array} \right\} \quad (2')$$

La modification à apporter ici est donc beaucoup plus simple que celle que l'on apporte à (1) puisqu'il s'agit seulement d'éliminer certaines classes d'éléments (qui ne sont plus pertinents). Ce point avait d'ailleurs déjà été envisagé précédemment lorsque nous avons précisé que le sous-ensemble des x'_k pouvait être vide, mais une telle précision, sans autre précaution, pouvait être interprétée comme contradictoire, en toute rigueur, avec la quantification existentielle sur x'_k ($\exists x'_k$) de la formule (2).

Il est intéressant de souligner le double déplacement de (1) vers (2) et de (2) vers (1) que nous incitent à effectuer ces considérations de prise en compte de la physique quantique d'une part, de la biologie cellulaire et moléculaire de l'autre, sans que ces mouvements conjugués ne conduisent à une complète coïncidence. Nous reviendrons de façon bien plus détaillée et argumentée sur cette question et des questions voisines, relatives aux rapports entre physique (quantique, notamment) et biologie (des fonctionnements en particulier) au cours de la deuxième partie (au chapitre VI) mais nous voulons essayer d'approfondir un peu cette question dès maintenant et sous l'angle purement formel qui nous occupe ici (et sur lequel nous ne reviendrons plus ultérieurement).

3.3. Ordres biologiques, ordres physiques : considérations formelles.

3.3.1. Maintenant que nous avons modifié les énoncés relatifs aux ordres pour les rapprocher des démarches associées aux disciplines physique et biologique ((1') et (2') respectivement), revenons aux énoncés de départ pour les envisager sous un angle différent. En effet nous avons vu que (1') et (2') se situaient de façon "intermédiaire" entre (1) et (2), mais nous n'avons pas discuté la possibilité d'une transition d'une caractérisation à une autre (ce qui reviendrait à discuter en l'occurrence de certains aspects du constructivisme et du réductionnisme). Considérons donc à nouveau (1) et (2) et posons la question de savoir s'il peut exister un passage (ou une méthode pour ce passage) qui permette de transformer principalement (1) en (2) (la transformation inverse semblant intuitivement plus évidente).

La première considération porte sur les contraintes (z_i). Passer de (1) à (2) impose de "restreindre" le champ des contraintes compatibles pour que la singularité du fonctionnel puisse se constituer, ce qui s'exprime par le passage du quantificateur universel au quantificateur existentiel. Autrement dit, le y_2 étant posé (l'indice $_1$ ou $_2$ réfère ici à l'énoncé correspondant), il faut définir le sous-ensemble z_{i2} de z_{i1} . On aura donc : $\{z_{i2}\} \{z_{i1}\}$. Il en ira de même pour les $\{x_{m2}\}$ par rapport aux $\{x_{m1}\}$.

Ceci ne fait que traduire le constat banal que les structures d'ordre par singularité fonctionnelle (représentées ici par des structures biologiques) ont un domaine d'existence évidemment bien plus limité que celui où les lois de type physico-chimique qui les constituent restent valides.

En revanche, f_2 peut être identique ou non à f_1 , selon la nature des éléments considérés, cela ne semble pas jouer de rôle majeur et correspond au fait que la nature des lois physico-chimiques, comme telles, n'est pas modifiée par les ensembles singuliers dans lesquelles elles opèrent, même si certaines deviennent dominantes ou secondaires suivant ces ensembles.

Les facteurs déterminants semblent donc pouvoir être regroupés en trois catégories relativement bien définies :

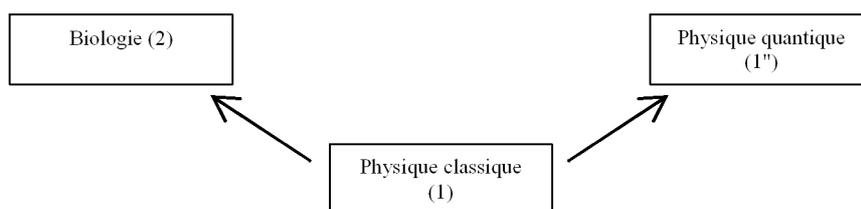
- (i) L'existence ou non d'éléments de type $x'_k : \neq f(x'_k)$; ce point a été présenté en partie au paragraphe précédent.
- (ii) L'existence d'un rapport d'inclusion entre x_2 et y_2 , rapport qui n'existe pas entre les grandeurs correspondantes de (1).
- (iii) La présence dans (2) du rapport fonctionnel $F(x,y)$ qui n'apparaît pas dans (1).

En fait, (ii) est plutôt de principe et ne semble pas devoir jouer un rôle important sauf, peut-être, pour certains cas limites. Demeurent donc essentiellement (i) et (iii), à savoir : "il existe un rapport fonctionnel entre sous-ensembles par rapport à un ensemble" et "il existe des éléments de ces sous-ensembles qui ne répondent pas nécessairement à la règle du sous-ensemble" (comme on l'a vu, il s'agit d'une tolérance à une déviance locale pour l'O.S.F.; si cette déviance devient trop importante on pourra toujours parler de pathologie, mais le caractère de la limitation demeure "quantitatif" puisque l'on a posé que l'écart doit rester compatible avec l'existence de y_2).

Passons à (iii). La tentation pour résoudre le problème posé par l'existence de $F(x,y)$ est évidemment de considérer comme un ensemble particulier la paire (x,y) de (2) que l'on prendrait ensuite pour représenter y_1 et, ce faisant, d'opérer des transformations des x_m aux x , des f aux F , moyennant quelques ajustements techniques. C'est là, semble-t-il, l'opération logique sous-jacente à la démarche constructiviste du biologique à partir du physico-chimique, telle qu'elle tend à s'exprimer notamment dans les représentations par structures dissipatives et cascades de bifurcations (cf. [12], [13a], [13b]). Sous cet angle, on pourrait concevoir alors une sorte de "continuisme" subordonné par exemple à des séquences cumulatives de transitions, points critiques..., telles que les transformations $f \rightarrow F, x_m \rightarrow x, y \rightarrow (x,y)$ prennent un contenu réel et non plus formel. Supposons qu'un tel type de transformation soit possible ; dans ce cas la question posée dans (i) risque cette fois de devenir discriminante, puisque nous nous situons ici dans une éventualité où les lois universelles jouent le rôle de détermination par rapport au système. La difficulté provient de ce que l'on exige dans cette perspective une transformation qui soit continue et l'on ne voit pas comment on pourrait assurer une

telle condition. En effet, il ne s'agit pas de transformer certains énoncés partiels les uns dans les autres au prix de changements de définitions des ensembles ou sous-ensembles pertinents (des espèces de renormalisations "sauvages"), mais bien d'introduire une négation là où il ne pouvait y en avoir sous peine de produire un énoncé contradictoire, ou peut-être, pour être moins radical, sous peine de devoir renoncer au tiers exclu.

3.3.2. Une telle situation rappelle un peu la question du passage du classique au quantique en physique en tant qu'on tenterait de le traduire, sur ce point, en termes logiques (sans nous référer pour autant aux tentatives de mise sur pied de logiques quantiques générales). On verrait alors se constituer, du moins quant à cet aspect précis et restreint, une sorte de parallèle entre passages de la logique de la physique classique à celles de la biologie d'un côté, à celle de la théorie quantique de l'autre, selon ce genre de schéma :



En admettant pour (1'') un énoncé du type suivant (\forall signifie "ou") :

$$\forall z_j \exists y \exists x \forall x_m \forall x'_k$$

$$[x_m \in y \ \& \ x'_k \in y \leftrightarrow x_m \in x \ \& \ x'_k \in x \ \& \ f(x; z_j) \ \& \ (Q(x'_k; z_j) \ \& \ \neq Q(x'_k; z_j)$$

$$\text{si } \neq(x_m = x'_k); Q(x_m; z_j) \forall \neq Q(x'_k; z_j) \text{ si } x_m = x'_k)] \quad (1'')$$

Pour tenter de poursuivre cette comparaison formelle (cf. aussi [14]), prenons en compte pour la théorie quantique la distinction opératoire entre objets conceptuels de cette théorie (fonctions d'onde, états, superpositions, probabilités) et observables effectivement obtenues (résultats de mesures).

Faisons porter, dans l'énoncé logique, la quantification universelle sur les résultats de mesure (pour rendre compte du caractère universel des lois, effectivement constaté, ainsi que des propriétés de complétude de la théorie comme cela est expérimentalement confirmé). Pour l'ensemble des objets théoriques conceptuels, en deçà de la mesure, on peut n'utiliser que le quantificateur existentiel (on remarquera alors qu'un terme comme "réduction du paquet d'onde" par exemple - ou "projection du vecteur d'état" -, renvoie sur ce plan logique à "passage du quantificateur existentiel au quantificateur universel", le premier portant sur des grandeurs "virtuelles" et le second sur les résultats de mesures effectuées).

On est amené ainsi à subdiviser l'énoncé (1) selon que $x_m \in B$ ou $x_m \in M$, B représentant l'ensemble des observables physiques, et M celui des résultats de mesure (on a nécessairement $M \subseteq B$; par hypothèse l'égalité vaut pour la physique classique). On aura donc :

$$\left. \begin{array}{l} \forall z_j \exists y \exists x \forall x_m \\ [y = M \ \& \ x_m \in y \leftrightarrow x_m \in x \ \& \ f(x_m; z_j)] \end{array} \right\} \quad (1a)$$

et par ailleurs :

$$\left. \begin{array}{l} \forall z_j \exists y \exists x \exists x_m \\ [y = M \ \& \ x_m \in y \leftrightarrow x_m \in x \ \& \ f(x_m; z_j)] \end{array} \right\} \quad (1b)$$

De (1b) on déduit :

$$\exists x'_k (x'_k \in y \ \& \neq f(x'_k; z_j)) \leftrightarrow \exists x'_k (x'_k \in B - M)$$

De ce fait pourrait être surmontée la difficulté de l'existence, dans la théorie, d'éléments qui, tout en étant nécessaires, ne répondent pas nécessairement à l'universalité physique dès lors que l'on excède le domaine de la mesure proprement dite.

Remarque complémentaire

Pour traiter de ce genre de situation comme du paradigme logique centré sur la biologie, l'introduction et l'utilisation de logiques non monotones [15], dans leurs liens avec la typicalité, pourraient se révéler intéressantes. On pourrait y admettre en effet que si la plupart des constituants répondent aux règles de telle façon que soit assurée la fonctionnalité dans le rapport tout/parties, il est néanmoins possible que certains des éléments pertinents considérés fassent exception. En effet, c'est un des traits caractéristiques de ces logiques que de pouvoir opérer dans ce type de situation : elles traitent du général (et non de l'universel) et elles font place aux exceptions.

REFERENCES DU CHAPITRE II

- [1] J. LARGEAULT, *Systèmes de la nature*, Vrin, Paris, 1985.
- [2] I. STENGERS, F. BAILLY, *Ordre*, in : *D'une science à l'autre*, Seuil, Paris, 1988.
- [3] J-P. DUPUY, *Ordres et désordres*, Seuil, Paris, 1979.
- [4] COLLECTIF, *Ordres et désordres, 29èmes Rencontres internationales de Genève*, Ed. de la Baconnière, Neuchâtel, 1984.
- [5] R. BOUDON, *La place du désordre*, PUF, Paris, 1984.
- [6] Pour ces citations : voir B. LEVY, *Le logos et la lettre*, Verdier 1988.
- [7] P. BERGE, Y. POMEAU, Ch. VIDAL, *L'ordre dans le chaos*, Hermann, Paris, 1984.
- [8] R. THOM, *Modèles mathématiques de la morphogenèse*, Christian Bourgois, Paris, 1980.
- [9a] J. VUILLEMIN, *De la logique à la théologie*, Flammarion, Paris, 1967.
- [9b] J. VUILLEMIN, *La logique et le monde sensible*, Flammarion, Paris, 1971.
- [9c] J. VUILLEMIN, *Nécessité et contingence*, Minuit, Paris, 1984.
- [10a] G-G. GRANGER, *Logique et pragmatique de la causalité dans les sciences de l'homme*, in : *Systèmes symboliques, science et philosophie*, Ed. CNRS, Paris, 1978.
- [10b] G-G. GRANGER, *Pour la connaissance philosophique*, Odile Jacob, Paris, 1988.
- [11] J-B. GRIZE, *Logique moderne III*, Gauthiers-Villars & Mouton, Paris-La Haye, 1973.
- [12] G. NICOLIS, *Structures dissipatives, bifurcations et fluctuations*, in : *Temps et devenir*, Colloque de Cerisy, Patiño, Genève, 1988.
- [13a] I. PRIGOGINE, I. STENGERS, *La nouvelle alliance*, Gallimard, Paris, 1979.
- [13b] I. PRIGOGINE, I. STENGERS, *Entre le temps et l'éternité*, Fayard, Paris, 1988.
- [14] F. BAILLY, *Le transcendantalisme dans les sciences de la nature : de sa résurgence en physique à son apparition en biologie*, in : *Le destin de la philosophie transcendantale*, 1990, Colloque de Cerisy.
- [15] R. TURNER, *Logiques pour l'intelligence artificielle*, Masson, Paris, 1986.