

# LES SYSTÈMES GOUVERNÉS PAR LES VALEURS.

## CHAPITRE I: ORIGINE ET NATURE BIOLOGIQUE DES VALEURS.

### 1 LE « GOUVERNEMENT PAR LES VALEURS » EST LE MODE D'OPÉRATION PROPRE AUX SYSTÈMES CYBERNÉTIQUES, ET À EUX SEULS.

La notion de gouvernement par les valeurs provient de Pugh (*The Biological Origins Of Human Values*. George Edgin Pugh. Basic Books. New York. 1977) qui après avoir qualifié la perception d'« action driven » introduit la catégorie englobante de « value driven systems ». Toutefois, dans le cadre conceptuel que nous avons qualifié ailleurs de « pluriconstructiviste » qu'est celui de la « cybernétique de l'équilibration » (v. Titre 5.9 La cybernétique de l'équilibration englobe la cybernétique de la régulation) le psychisme humain constitue un système d'équilibration de nature cybernétique. C'est pourquoi, aux termes de « systèmes actionnés (*driven*) par la ou les valeurs » nous préférons ici ceux de « systèmes gouvernés ou pilotés par les valeurs ». En effet, l'ancêtre étymologique de la cybernétique, le kubernetes (de κυβερνητική: « art de piloter; art de gouverner » (T.L.F.)) est un pilote qui tient la barre du navire ou un gouverneur qui tient et tire les rênes du pouvoir, guidant ainsi le mouvement de l'embarcation ou du « char de l'état »\*; mais il ne le propulse, ne l'actionne, ou ne l'entraîne mécaniquement pas plus qu'il ne constitue un organe de transmission de son énergie motrice, comme pourraient le suggérer certaines des connotations mécaniques du terme « drive »: «... (mouvement de) propulsion; commande (par un organe); transmission, actionnement; Comptr. entraînement; ... » (Harraps).

\*[Un char à caractère partiellement amphibie, dont on se souviendra ici, pour consommer, avec l'aide de M. Joseph Prudhomme, l'immortelle métaphore nautique qui place le gouverneur à la barre du « char de l'état » qui « navigue sur un volcan ».]

Les actionnements des gouvernes\* du navire résultant de l'activité sensori-motrice de son pilote sont bien entendu des applications de forces physiques ordinaires.

\*[« Gouverne: Marine. Action de diriger une embarcation. Aviron de gouverne : aviron placé à l'arrière d'une embarcation, et qui sert à la diriger. -II. Par métonymie [a] (1872). Marine. Une gouverne : synonyme d'aviron de gouverne (- ci-dessus). [b] (1930). Surface mobile, et, par extension, dispositif servant à la conduite d'un engin aérien (avion, dirigeable, fusée...). Les gouvernes d'un avion. - Empennage, gouvernail; aileron. Gouvernes de fusée. » (Robert)]

Toutefois la fonction de l'application de ces « impulsions mécaniques » à l'aviron de gouverne (ou à un gouvernail) n'est pas, comme celles qui sont appliquées aux autres avirons, celle – motrice – de produire le mouvement de l'embarcation, mais celle – cybernétique au sens étymologique – de guider ou piloter ce mouvement, ce qui consiste en la commande de ses paramètres, dont celui de sa direction. Leur statut est celui de signaux (ou signifiants) matériels de commande. Ces différentes commandes de direction (bâbord et tribord) sont sélectionnées à chaque instant par le pilote selon la valeur (celle d'utilité pratique en l'occurrence) que leur exécution a pour but de satisfaire. C'est ainsi que si à un instant donné, on voit le pilote pousser, par exemple, l'aviron de gouverne pour appuyer sur bâbord ce sera pour éviter la réduction à zéro de la valeur de l'embarcation qui résulterait de son naufrage sur Charybde, et s'il le tire ensuite pour appuyer sur tribord ce sera alors pour éviter Scylla. Enfin dans les deux cas précédents comme dans de tous ceux qui les suivront jusqu'à la fin de sa route, ce sera toujours en vue de réaliser la majoration ultime de la valeur que constitue l'arrivée à bon port de l'embarcation avec son équipage, ses passagers et sa cargaison intacts.

Les termes *value driven* évoquent celui de *drive*, lui-même traduction de *Trieb* (1. [von Menschen] pulsion 2. [von Tieren] instinct...(Larousse.)) que Piaget traduit aussi par tendance. Nous verrons plus loin à ce propos que la pulsion ou impulsion à agir est le résultat sur le versant effecteur, de l'existence ou de l'institution d'une valeur à équilibrer.

## 2 L'EXTENSION HISTORIQUE DES OBJETS DE LA DISCIPLINE CYBERNÉTIQUE ENGENDRE L'EXTENSION LOGIQUE DE LA CATÉGORIE DU CYBERNÉTIQUE.

Si tout système cybernétique est un système physicochimique matéro-énergétique (et cela nécessairement dans tout référentiel qui serait qualifiable de « non-métaphysique », en ce sens qu'il ne serait ni théologique, ni spiritualiste, ni vitaliste, ni artificialiste, etc.), tout système physique n'est, par contre, pas un système cybernétique. Il existe ainsi une relation d'inclusion entre le cybernétique et le physicochimique: ce dernier inclut strictement le premier—avec pour conséquence épistémologique qu'il n'existe pas de systèmes cybernétiques non-physiques, ou encore méta-physiques. Dans ces conditions, ce ne serait qu'en revenant à un artificialisme généralisé (qu'il soit théologique ou non) que l'on pourrait considérer, par exemple, le système solaire (ou la cosmogénèse elle-même) comme un système cybernétique, ce qui impliquerait qu'il a été construit ou créé pour remplir une fonction prédéterminée ou prédestinée. Il convient donc ici de définir plus explicitement les frontières qui distinguent le cybernétique du physique.

À cet effet nous définirons la catégorie du cybernétique comme la catégorie épistémologique de l'appréhension (la détection, la perception et la conceptualisation, etc.) des systèmes gouvernés par les valeurs. Cette catégorie est un cadre d'assimilation épistémique de l'entendement de tout sujet, qui se distingue ainsi de la discipline technique et théorique qu'a constitué la cybernétique au sens historique du terme.

Celle-ci a été définie par N. Wiener (*Cybernetics, control and communication in the animal and machine* Paris, Hermann & Cie 1948), l'un de ses fondateurs, comme l'« étude du contrôle et de la communication dans l'animal et la machine: « *We have decided to call the entire field of control and communication theory, whether in the machine or in the animal, by the name Cybernetics* ». Cette définition originelle (qui date de 1948) s'est révélée trop limitative, comme le feront apparaître ses reformulations ultérieures répétées. Par exemple, la définition du Larousse (qui date de 1996) prolonge son extension aux entités sociales en en faisant l'« étude des processus de commande et de communication chez les êtres vivants, dans les machines et les systèmes sociologiques et économiques. » Au XXI<sup>ème</sup> siècle, le T.L.F. (Trésor de la Langue Française informatisé <http://www.atilf.fr/tlfi>) par exemple, y ajoute la théorie de l'information et l'informatique en la caractérisant comme la « science qui utilise les résultats de la théorie du signal et de l'information pour développer une méthode d'analyse et de synthèse des systèmes complexes, de leurs relations fonctionnelles et des mécanismes de contrôle, en biologie, économie, informatique, etc. ». À son tour, le Robert, s'il y ajoute sans doute l'Automatique, en détache la « télétechnique » en définissant la cybernétique comme la: « science constituée par l'ensemble des théories groupant les études relatives aux communications et à la régulation dans l'être vivant et la machine (- Automatique, II). «L'emploi du terme cybernétique doit être limité à la science des mécanismes régulateurs et servomécanismes, tandis que télétechnique comprendrait tout ce qui relève de la technique des télécommunications et de la théorie de l'information». (Comité consultatif du langage scientifique de l'Académie des Sciences...) ».

C'est cette dernière prescription normative de l'Académie qui va nous offrir l'opportunité de contraster la cybernétique en tant que discipline théorique (« science des mécanismes... ») et technique, qu'il s'agit de distinguer de la « télétechnique » comme le voudrait le Comité, avec la catégorie du cybernétique, en tant que la catégorie épistémologique sui generis de l'appréhension de l'ensemble de ces 'mécanismes', qu'ils soient artificiels, comme les machines, ou naturels comme les organismes et leurs organisations.

En effet, c'est en adoptant ici la perspective épistémologique que l'on peut discerner que ces définitions historiques successives de la discipline cybernétique spécifient le donné synchronique de l'extension logique de la catégorie du cybernétique à chacune de leurs époques. Or les entités théoriques qui constituent les donnés et les faits (*data et facta*) des théories synchroniques deviennent des *quaesita*\* dont il s'agit de reconstituer le mode de production, le *fieri*\*\* dans le cadre évolutionniste diachronique du pluriconstructivisme.

\*[« *Quæsitum* Pl. *quæsita*. [L., neut. sing. of *quæs\_t-us*, pa. pple. of *quærere* to seek: see *quesited*.] ... That which is sought for; an object of search; the answer to a problem. ... 1748 Hartley *Observ. Man* i. *Introd.*, So as to proceed intirely from the *Data* to the *Quæsita*, from things known to such as are unknown. » (O.E.D.)]

\*\*[ Nous reprenons ici les termes d'une formule de J. Piaget dans laquelle il définit les donnés ou faits des psychologies synchroniques comme les *fieri* de la psychologie génétique, qui ne sont pas des donnés tout faits (*facta*) pour celle-ci, mais 'à faire' (*fieri* «être fait, devenir), c'est-à-dire dont elle doit rendre compte du mode de la production psychogénétique.]

Les définitions successives de la cybernétique, en déterminant progressivement ses objets historiques explicitent ainsi simultanément l'extension logique de ce que nous avons défini comme la catégorie épistémologique du cybernétique. Il reste toutefois à préciser la ou les propriétés qui caractérisent les éléments de cette catégorie – les systèmes ou machines cybernétiques, formels ou réels, naturels ou artificiels

– et eux seuls. Nous retiendrons comme propriété définitoire de ces objets le critère que nous avons introduit d'emblée dans l'intitulé de cette section, à savoir le gouvernement par les valeurs de leur fonctionnement.

### **3 LES ÉLÉMENTS DE L'EXTENSION DE LA CATÉGORIE CYBERNÉTIQUE SONT DÉFINIS SYNCHRONIQUEMENT PAR LEUR FONCTIONNEMENT GOUVERNÉ PAR LES VALEURS QUI INDUIT DIACHRONIQUEMENT LEUR ÉVOLUTION « ANTI-HASARD ».**

L'entité paradigmatique historique de la cybernétique est sans doute le célèbre « régulateur centrifuge à boules » (souvent appelé à l'origine: « gouverneur centrifuge », ce qui évoque explicitement son statut de système gouverné par une valeur, ainsi que sa relation avec le κυβερνητική) inventé par Watt. Mais il a eu de nombreux prédécesseurs qui sont restés « inconnus sous ce nom », parce que la notion de la régulation n'avait pas encore été abstraite de ses réalisations techniques pour être construite sur le plan représentatif. Le plus simple, et peut-être le plus ancien d'entre ces dispositifs précurseurs, pourrait être le flotteur à pointeau\* inventé et réalisé il y a plus de deux mille ans par Ktesibios d'Alexandrie\*\* pour maintenir constant le niveau d'un réservoir d'eau, afin d'alimenter à pression constante une clepsydre dans le but de rendre ainsi isochrones les graduations égales sur le flanc du cylindre de sa jauge. Nous le retiendrons ici comme premier objet de pensée, à travers lequel appréhender les divers caractères sui generis du cybernétique.

\*[« Tige à extrémité conique, pouvant s'enfoncer plus ou moins dans un orifice, et servant à régler le débit d'un fluide. » (Robert)]

\*\*[« Ctesibius also spelled KTESIBIOS (fl. c. 270 BC), Greek physicist and inventor, the first great figure of the ancient engineering tradition of Alexandria, Egypt. Ctesibius was the son of a barber. The discovery of the elasticity of air is attributed to Ctesibius, as is the invention of several devices using compressed air, including force pumps and an air-powered catapult. His most famous invention, however, was an improvement of the clepsydra, or water clock, in which water dripping at a constant rate raised a float that held a pointer to mark the passage of the hours. Another notable invention was a hydraulis, or water organ, in which air was forced through the organ pipes by the weight of water rather than by falling lead weights. Ctesibius' writings have not survived, and his inventions are known only from references to them by Vitruvius and Hero of Alexandria, but he laid the foundations for the engineering tradition that culminated in the works of Hero of Alexandria and of Philo of Byzantium. » (Enc.Brit.)]

C'est cet ancêtre anonyme de la cybernétique que nous utiliserons comme objet à la fois générique et exemplaire de démonstration ainsi que de réflexion pour introduire et concrétiser en premier lieu la notion de gouvernement par les valeurs et celles qui en découlent.

Observons tout d'abord, que le régulateur de niveau à pointeau de Ktesibios présente les homologues\* fonctionnels de tous les « organes mécaniques » du futur régulateur à force centrifuge de Watt, mais cela sous une forme mécaniquement indifférenciée. En effet, le comportement de la même pièce y réalise simultanément plusieurs fonctions (de senseur, évaluateur, sélecteur et effecteur) qui, dans le régulateur à boules sont distribuées sur plusieurs composants mécaniques distincts.

\*[Lorsque deux structures matérielles différentes telles que le sablier et le mécanisme d'horlogerie sont éléments des (multi)réalisations d'une même fonction (la fonction chronométrique en l'espèce) nous parlons non pas d'analogie mais d'homologie fonctionnelle ce qui n'entraîne pas d'isomorphisme structural ou processuel. Il existe même un théorème (Moore) selon lequel il y a une infinité d'automates non isomorphes « sous aucune définition raisonnable de l'isomorphisme entre machines » capable de calculer la même fonction.

Il faut souligner explicitement ici que l'anatomie comparée utilise ce terme de manière strictement opposée à la nôtre, pour désigner des organes tels que l'aile et la patte résultant de la différenciation d'un ancêtre phylogénétique commun. Homologues se dit ainsi « des parties du corps qui se correspondent d'une espèce à une autre (membres antérieurs des mammifères, ailes des oiseaux)... » (Robert). Ou encore homologue se dit d'entités biologiques:

« Having the same relation to an original or fundamental type; corresponding in type of structure (but not necessarily in function); said of parts or organs in different animals or plants, or of different parts or organs in the same animal or plant. (Distinguished from analogous...) »

« 1854 Woodward Man. Mollusca (1856) 47 Parts which correspond in their real nature (their origin and development) are termed 'homologous'; those which agree merely in appearance or office\* are said to be 'analogous.' » (O.E.D)

\*N.B. : *office* désigne la fonction (v. remplir son office, accomplir sa fonction: « Pour mourir, il ne suffit pas de souhaiter mourir. Pendant de longues semaines, les organes à l'abandon avaient rempli, malgré tout, leur office. G. Duhamel, Salavin, V, II. » ). L'homologie fonctionnelle lorsqu'elle existe entre deux structures ou processus est ainsi une forme d'analogie biologique, et plus généralement d'analogie fonctionnelle.

En nos termes ces organes anatomiquement et phylogénétiquement homologues ne sont pas des homologues fonctionnels: la fonction de locomotion ou de préhension de la patte antérieure n'est pas la même que celle – de volatilité (« Vx. Aptitude à voler, à s'envoler » (id.) – de l'aile.

En revanche la sociologie utilise ce terme dans le même sens fonctionnel: « Le rôle de la sociologie politique est de dégager, de l'immense variété des institutions, les types essentiels et l'homologie fonctionnelle des organes politiques. Gaston Bouthoul, Sociologie de la politique. » (id.) L'homologie de fonction d'organes politiques tels qu'une cour suprême et l'arbitraire du tyran n'entraîne pas d'isomorphisme constitutionnel structural.]

C'est ainsi que le mouvement du flotteur qui porte le pointeau y suit, comme celui d'un piston dans un cylindre, les mouvements de la surface du réservoir dans lequel il flotte. L'orifice de l'alimentation en eau de ce réservoir est disposé précisément au-dessus du sommet du pointeau. Avec l'arrivée de l'eau, le niveau du réservoir monte entraînant le flotteur, ce qui introduit progressivement le pointeau dans l'orifice d'alimentation jusqu'à l'obturer complètement. Le niveau atteint alors est la « valeur cible » ou *Sollwert*\* de ce régulateur, dont la fonction est de le maintenir constant.

\*[Ce terme traditionnel provient du verbe *sollen*, devoir, et de *Wert* la valeur. Si le *Sein* désigne ce qui est: l'être ou l'existant, le *Sollen* désigne ce qui doit être.]

Et en effet, dès l'instant où la consommation d'eau de la clepsydre que le réservoir alimente fait baisser ce niveau, le pointeau libère l'orifice d'alimentation, compensant ainsi par une arrivée d'eau cette baisse de niveau, et « régulant » de cette manière la « perturbation » de celui-ci. Le niveau reste de la sorte approximativement invariant, à la perturbation minimale près à laquelle le flotteur à pointeau de cette réalisation particulière est sensible. C'est la raison pour laquelle Ashby (W. Ross Ashby (1956): *An Introduction to Cybernetics*, (Chapman & Hall, London): now available electronically.) qualifiait ce fonctionnement de « régulation par l'erreur », en montrant qu'un tel régulateur ne peut pas être « parfait » de par le principe même de sa conception et du fonctionnement qui en résulte. En effet, le niveau y baissera légèrement à chaque prélèvement d'eau. Et si l'on voulait supprimer totalement cette variation (c'est-à-dire l'erreur, la déviation, ou la différence par rapport à la valeur cible) pour rendre le régulateur « parfait » le système serait mis hors de fonction parce qu'il ne pourrait plus la détecter pour la compenser.

On peut aisément observer sur les fonctions simultanées que réalise le mouvement du pointeau, le caractère syncrétique de la mécanique de ce dispositif. C'est, par exemple, le mouvement de baisse du flotteur qui en entraînant celui du pointeau, l'éloigne d'une certaine distance de l'orifice de l'alimentation et remplit ainsi la fonction de détection de la perturbation (dont la valeur est signalisée, au sens de transformée en signaux dans le code ou « langage machine » de ce système, par les variations de cette distance). Mais l'augmentation de cette distance à l'orifice d'alimentation remplit simultanément la fonction de l'évaluation de l'erreur ou perturbation, par comparaison (ou évaluation de la différence) entre la distance actuelle, et sa valeur cible (qui est nulle en l'occurrence, et qui est satisfaite lorsque l'orifice est obturé). Mais encore, en libérant l'alimentation, la baisse du pointeau remplit aussi simultanément la fonction de sélection de l'action régulatrice à effectuer (obturer l'alimentation par une hausse ou la libérer par une baisse) ainsi qu'encore en même temps celle de l'effecteur qui réalise cette action (ici de libération). On voit que divers aspects distincts d'un seul et même mouvement d'un seul composant ou organe mécanique réalisent simultanément quatre fonctions cybernétiques distinctes. Il s'agit là du premier exemple d'un principe général que met en lumière l'analyse fonctionnelle qui constitue l'instrument central du référentiel de la cybernétique de l'équilibration, celui de la « plurifonctionnalité intrinsèque des structures » (principe auquel correspond sa réciproque, celui de la multiréalisabilité intrinsèque des fonctions » dont « l'arbitraire du signe », par exemple, est un cas particulier).

Le comportement du dispositif serait sans doute dit « intelligent » dans le galimatias (« ...discours, écrit confus, embrouillé, incompréhensible. » (Robert)) du prêt-à-parler contemporain, du fait qu'il apparaît adapté, fonctionnel, (mécaniquement) finalisé, téléonomique, etc., tout cela parce qu'il ouvre et ferme toujours « intelligemment », c'est-à-dire à bon escient et à temps, l'arrivée d'eau. Or chacune de ses actions mécaniques finalisées – celles d'un « équivalent mécanique de la finalité » selon une formule de Piaget (*L'épistémologie des sciences de l'homme*. Piaget, J. (1972). Paris. Gallimard: coll. Idées p.324.) – sont exclusivement déterminées par les déviations de la valeur actuelle du niveau de l'eau, estimée en termes de défaut par rapport à la valeur cible. Le dispositif semble y obéir « servilement » – parce qu'il y est effectivement « asservi » au sens cybernétique technique du terme – à ces variations axiologiques.\*

\*[« Axiologie: du grec *axios* «qui vaut», et -logie. Didactique: Science et théorie des valeurs.

Axiologique: De l'axiologie. Relatif aux valeurs (opposé à ontologique). Hiérarchie axiologique, de valeurs. N. m. L'axiologique: l'ensemble des valeurs. » (Robert)

On trouve ici inscrite dans le lexique, la distinction (ci-dessus) entre la nature ontologique et constative du *Sein*, ce qui est, et celle axiologique et normative\* du *Sollen* ce qui doit être.

\*[« Qui constitue une norme, est relatif à la norme. ... » - Sciences normatives, «dont l'objet est constitué par des jugements de valeur, en tant que tels, c'est-à-dire en tant que la critique de cette valeur est le but de la science ainsi dénommée» (Lalande). Logique, morale normative. L'objet d'une science normative n'est pas de décrire ou d'expliquer des faits, mais de donner des règles, des préceptes » (id.) ]

C'est par la démonstration de cette forme d'obéissance ou d'asservissement aux variations d'une valeur que ce dispositif présente une illustration simple et concrète de ce que nous avons appelé le « gouvernement d'un système par les valeurs », c'est celui d'un système dont le « comportement » (l'opération ou le fonctionnement) est gouverné par (ou obéit à) une valeur cible (une *Sollwert* ) et ses variations.

Ktesibios aurait pu obtenir l'équivalent d'une « régulation parfaite », en dotant son réservoir d'un trop-plein et en l'alimentant avec un débit plus grand que celui de la clepsydre. Mais en remplaçant le tâtonnement dirigé de la régulation approchée par une opération de calcul anticipateur, prédisant et réalisant ce rapport fonctionnellement nécessaire entre les débits, qui aurait rendu parfait le processus de maintien de l'invariance de la pression en éliminant tout tâtonnement, il n'aurait pas inventé la régulation par l'erreur.

Un autre exemple de régulateur resté aussi anonyme parce que précédant le concept du cybernétique, et dédié à une activité relevant aujourd'hui de la pensée magique, est celui d'un thermostat qui maintenait l'incubateur à homunculi d'un alchimiste à une température constante, régulée par la dilatation thermique d'une barre de cuivre qui fermait le volet du tirage du foyer, diminuant ainsi le réchauffement de l'incubateur, alors que sa contraction l'ouvrait pour l'augmenter.

Cet exemple permet de discerner, plus distinctement que dans le précédent, une seconde propriété caractéristique des systèmes cybernétiques, à savoir que leur fonctionnement produit de manière régulière et répétable dans le milieu des effets dont la probabilité serait faible d'être engendrée par la combinatoire complète qu'engendre « l'intersection des séries causales indépendantes » qu'y produit le hasard physique. Le thermostat est ainsi un dispositif qui permet d'asservir à sa valeur cible les variations de température aléatoires du milieu. Sans ce mécanisme régulateur, l'intérieur de l'incubateur de l'homunculus qu'il maintient, par exemple, à trente-sept degrés, suivrait toutes les variations de température du milieu ambiant, qui ne passe sans doute que rarement et que passagèrement par cette valeur particulière. Ou encore, la température de l'incubateur pourrait suivre une répétition régulière, d'autant plus improbable que le nombre de répétitions augmente, de phases de couvaison à différentes températures successives prédéterminées.

Dans cette perspective, le saint patron des systèmes cybernétiques est sans doute un démon, celui de Maxwell\*, dont l'activité a pour effet de contrarier l'effet de mélange croissant ou de battage des cartes du hasard physique dû au mouvement Brownien des molécules d'un gaz ou d'un liquide, en diminuant l'entropie du système qu'il contrôle (au prix d'une augmentation de l'entropie du milieu ambiant).

\*[« Maxwell's Demon: hypothetical intelligent being (or a functionally equivalent device) capable of detecting and reacting to the motions of individual molecules. It was imagined by James Clerk Maxwell in 1871, to illustrate the possibility of violating the second law of thermodynamics. Essentially, this law states that heat does not naturally flow from a cool body to a warmer; work must be expended to make it do so. Maxwell envisioned two vessels containing gas at equal temperatures and joined by a small hole. The hole could be opened or closed at will by « a being » to allow individual molecules of gas to pass through. By passing only fast-moving molecules from vessel A to vessel B and only slow-moving ones from B to A, the demon would bring about an effective flow from A to B of molecular kinetic energy. This excess energy in B would be usable to perform work (e.g., by generating steam), and the system could be a working perpetual motion machine. By allowing all molecules to pass only from A to B, an even more readily useful difference in pressure would be created between the two vessels. About 1950 the French physicist Léon Brillouin exorcised the demon by demonstrating that the decrease in entropy resulting from the demon's actions would be exceeded by the increase in entropy in choosing between the fast and slow molecules. (Enc.Brit.) »]

Il est à noter à ce propos, qu'à l'image du démon de Maxwell, tous les systèmes cybernétiques réels utilisent (nécessairement du fait qu'ils sont réalisés par des machines matéro-énergétiques) de l'énergie provenant du milieu pour exécuter matériellement les opérations de contrôle qui accomplissent leur gouvernement par les valeurs. Pour le démon, la détection de la vitesse d'une molécule consomme au minimum l'énergie du photon nécessaire à son observation, tandis que l'ouverture et la fermeture du passage entre les deux vaisseaux demande un travail mécanique.

Les régulateurs vont même souvent jusqu'à prélever l'énergie de leurs signaux de commande dans le système même qu'ils gouvernent, se comportant alors comme des parasites énergétiques. L'écartement variable des boules du régulateur de Watt est ainsi produit par les variations de la vitesse de rotation de la machine à vapeur dont il contrôle le régime. Le mouvement du flotteur du régulateur de Ktesibios est engendré (et donc alimenté en énergie) par les variations même du niveau qu'il régule, et les dilatations et contractions de la barre de cuivre de l'incubateur alchimique sont engendrées par les variations de température du foyer même qu'elle régule. Ce statut parasitaire ne résulte toutefois que d'une économie de

réalisation pratique lorsque le système s'y prête, et non pas d'une nécessité physique ou logique générale. Dans le cas du kubernetes, le pilote humain, ce n'est en effet pas l'énergie du mouvement de l'embarcation, mais bien la source extérieure d'énergie que constitue la force musculaire du barreur, qui produit les impulsions mécaniques qui actionnent l'aviron de gouverne.

Ce qui est en revanche général, c'est que le contrôle cybernétique est nécessairement réalisé par un processus physicochimique qui n'a de distinctif que sa fonction et non pas sa nature, et qui consomme donc de l'énergie, comme tout autre. Le matériel physicochimique des systèmes cybernétiques qui en réalise la « finalité mécanique » n'est ainsi pas soustrait aux lois causales – et a fortiori ne leur est pas supérieur – cela de par sa nature même. Il s'ensuit que la finalité ne peut être ni soustraite ni opposée à la causalité physique. Bien au contraire, car la finalité mécanique des systèmes cybernétiques ne peut se réaliser qu'en organisant les lois physicochimiques dans un agencement ad hoc qui les utilise pour former un dispositif dont le fonctionnement les compose de manière à produire le résultat d'ensemble final\*, au double sens d'« accomplissant une fin » et d'ultime.

\*[« Qui marque une fin un but. Cause finale, «ce qui explique un fait en le faisant connaître comme moyen d'une fin» (Lalande) » (Robert)]

Il s'ensuit qu'en tant que composition de lois physiques, la finalité mécanique du cybernétique ne peut être opposée qu'à un phénomène de même niveau logique car défini lui-même aussi sur les lois physiques. Ce phénomène est le « hasard physique » que produit à l'échelle mésoscopique (à laquelle c'est la mesure de l'homme qui est « la mesure de toute chose ») de notre appréhension « anthroposcopique » de notre milieu, la composition ou l'« intersection de séries causales indépendantes », selon la formule de Goblot. Tout comme la classe des roses ) appartient à un niveau logique supérieur à celui de ses éléments, ce qui se marque à ce qu'elle est inodore, incolore, insipide et sans épines, la composition de lois physiques n'est pas une loi physique mais une entité de type logique supérieur à celui des composants sur lesquels elle agit.

Par contraste avec le hasard physique, la construction d'un dispositif est un procédé non aléatoire, qui en sélectionnant de manière non aléatoire certaines lois physiques et en les composant de la même manière « anti-hasard », rend précisément non- indépendantes leurs interactions ou intersections, qui ainsi ne forment pas une réalisation du hasard physique. (Il en va de même pour l'effet anti-hasard de la sélection naturelle qui conserve et reproduit différentiellement (donc de manière non aléatoire) des compositions ad hoc engendrées par la variation qui, elle, en revanche, à la différence de la construction technique ou noétique est bien un processus de composition aléatoire.)

Ainsi, si la probabilité est définissable comme la «...grandeur numérique par laquelle on exprime le caractère aléatoire (possible et non certain) d'un événement, d'un phénomène – qui est égale au rapport du nombre des cas favorables à celui des cas possibles » ((Robert)) les systèmes cybernétiques peuvent être qualifiés de systèmes à la fois improbables et anti-hasard. Plus proprement, ce sont des systèmes qui biaisent et modulent les probabilités « naturelles » résultant du hasard physique du milieu (macroscopique aussi bien que microscopique) dans lequel ils opèrent. Leur fonctionnement a pour résultat – et pour fonction—d'y réduire (ou de tendre à y réduire) l'ensemble des cas « naturellement » possibles au seul cas fonctionnellement favorable, ce qui en rendant égal à l'unité le rapport de ces cas – qui exprime la probabilité du cas favorable – la rend maximale.

C'est donc au « fonctionnement », ou, plus proprement, à l'opération du hasard physique, et non à l'opération du déterminisme causal de la physicochimie, que s'oppose le fonctionnement de la finalité mécanique du régulateur. Cette opposition se marque dans l'exemple du thermostat à ce que la température de l'incubateur oscille continuellement autour de la valeur cible (de manière anti-aléatoire ou improbable selon le hasard physique du milieu, et cela avec une improbabilité qui croît avec le nombre de ses répétitions). Cette oscillation régulière est indépendante des variations plus amples que pourraient lui imprimer les intersections des séries causales indépendantes provenant du milieu ambiant naturel qui viennent jouer le rôle de « perturbations ».

Il s'ensuit que c'est leur évolution temporelle et non leur composition matérielle ou leur fonctionnement synchronique (qui ne se distingue en rien matériellement et énergétiquement des événements et phénomènes physicochimiques « naturels ») qui différencie de manière marquée le fonctionnement des systèmes cybernétiques de celui des systèmes physicochimiques non cybernétiques, dont l'évolution « naturelle » ou « spontanée » se fait, à l'opposé, dans le sens de l'accroissement de l'entropie par la transition vers l'état d'énergie minimale.

C'est en cela que tous les systèmes cybernétiques, qu'ils soient d'origine phylogénétique ou technogénétique, (ou même plurigénétique comme l'intelligence humaine) peuvent être qualifiés d'artificiels: leur genèse est artificielle\* et l'évolution du tout que forment leurs composants intégrés, c'est-à-dire agencés et couplés en une machine cybernétique, diverge de celle que prendraient ces mêmes composants physicochimiques pris isolément, c'est-à-dire dissociés dans le milieu naturel.

\*[ « 1318 «métier d'artisan»; artefice... » (Robert)]

De par l'origine « artificée » qui leur est commune, les systèmes biologiques « naturels » immédiatement issus de la phylogenèse (cellules, organes, organismes, sociétés, etc.) ne diffèrent pas des systèmes « artificiels » qui en sont issus médiatement par le biais de la psychogenèse.

L'axe diachronique constitue donc une des dimensions qualifiables de définitoires de la catégorie et du référentiel épistémologiques du cybernétique. Celui-ci ne peut pas plus être défini sans faire référence au temps, que ne peut l'être l'évolution, ou encore, selon la perspective pluriconstructiviste, l'intelligence elle-même.

### 3.1 TOUT ARTEFACT MÉCANISE UNE VALEUR.

Arrivés à ce point, la question de l'origine et de la nature de la valeur dans les systèmes cybernétiques qu'elle est dite gouverner peut être posée. On pourra observer à ce propos que dans tous nos exemples précédents, l'échelle de valeur qui sert à évaluer les états du « milieu interne » régulé qui constitue l'univers d'activité du régulateur est définie, et sa *Sollwert* est fixée, par son constructeur. Toutes deux sont alors inscrites (ou encore mécanisées, câblées ou précâblées, préformées, engrammées, engravée, etc., et nous dirons de manière plus générale « enstructurées ») par celui-ci dans la structure et le fonctionnement mécanique (ou électromécanique, ou électronique, etc.) du matériel de son dispositif.

Or cette mécanisation de l'échelle de valeurs et de la valeur cible de qui est explicite dans les régulateurs est implicite dans les autres dispositifs mécaniques réalisant la même fonction. Dans un dispositif à trop-plein sans régulateur, par exemple, la valeur cible est précalculée et incorporée tacitement dans le calcul du rapport des débits qui maintiendra le niveau constant sur cette valeur. Mais on pourra en dire autant d'un dispositif comme la machine arithmétique de Pascal, par exemple, dont le processus de la formation de la valeur cible (celle de la somme à produire à partir d'un nombre indéfini de couples d'opérandes) est précalculé et incorporé dans le fonctionnement de sa structure mécanique.

Indépendamment de leurs cibles techniques particulières, il est à noter que tous ces dispositifs ont une propriété générale et commune, qui est celle de prolonger ou de remplacer l'activité de leur utilisateur, qui peut n'être que leur constructeur lui-même. Ainsi, si selon une formulation de Piaget (dans « La psychologie de l'intelligence »), le schème est « l'instrument des échanges du sujet avec le milieu » réalisés par ses conduites, alors que l'organe en est parallèlement l'instrument des échanges matériels de son organisme, ces dispositifs viennent prolonger et amplifier la fonction de ces deux types d'instruments « psychophysologiques » du sujet, en étant englobés comme intermédiaires dans la boucle de ses interactions avec ses divers univers d'activité sui generis. Il faut observer à ce propos que le régulateur remplace déjà, non seulement l'activité motrice du sujet – celle qui consiste par exemple à ouvrir et fermer le tirage du foyer – mais aussi son activité sémio-opératrice, celle qui consiste à percevoir la température, à l'évaluer, et à choisir l'action régulatrice (ou correctrice) appropriée en fonction de cette évaluation.

### 3.2 LES ARTEFACTS SONT DES ENTITÉS DE NATURE PROTHÉTIQUE À VALEUR PRAXIQUE OU « UTILITAIRE ».

Ce qui est déjà vrai des régulateurs l'est en toute généralité de l'ensemble des artefacts\*.

\*[« Phénomène d'origine humaine, artificielle (dans l'étude de faits naturels); produit de l'art ou de l'industrie humaine » (Robert) C'est dans ce dernier sens d'artefact, celui de fait ou produit de l'art humain que ce terme est utilisé ici.]

Qu'il s'agisse d'armes, d'instruments, d'édifices et d'ouvrages d'art ou enfin de machines, ces artefacts ont été sans exception des dispositifs dont la nature a pu être qualifiée de prothétique\*\* par P. Braffort (L'intelligence artificielle, op.cit.), parce qu'ils sont aussi bien des substituts que des amplificateurs, tout d'abord des fonctions sensori-motrices de l'organisme humain puis, plus récemment, des fonctions sémio-opératrices de son système cognitif.

\*\*[Prothétique: « Gr. *προσθετικός* of the nature of addition, giving additional power » (O.E.D). Ce terme est dérivé du verbe *προστιθέναι*, appliquer, ajouter – racine qui entre, plaisamment pour notre propos, dans le terme grec désignant une « chevelure postiche ».]

Cette généralisation fait de toutes les machines—quelle que soit leur fonction prothétique spécialisée – des éléments de la catégorie du cybernétique.

De manière sans doute contraire à notre catégorisation spontanée, il s'ensuit que déjà la machine à vapeur classique se révèle un dispositif de nature cybernétique, cela du fait qu'indépendamment des flux de commandes (ouverture et fermeture des soupapes par exemple) qui en gouvernent le fonctionnement. Nos artefacts sont tous les instruments de la réalisation incorporée dans leur structure et leur fonctionnement

d'une valeur. Cette généralisation englobe ainsi rétroactivement dans la catégorie du cybernétique tous les produits historiques de la technogenèse, de l'outil préhistorique au satellite artificiel. Elle remonte d'ailleurs considérablement plus haut dans le temps comme nous allons le voir incessamment.

Il est à noter que la notion de prothèse comprend celle d'une délégation impérative de tâche. Cette délégation instrumentale est le processus formateur de ce que nous appellerons la division verticale inter-individuelle du travail, mais elle est faite ici à l'esclave ou au serviteur (*servus*) mécanique que constitue l'instrument et plus tard le servomécanisme ou mécanisme asservi. Un tel mécanisme est asservi à son maître qui peut être lui-même aussi bien mécanique qu'humain, par les valeurs cibles stipulées par celui-ci et qui gouvernent son fonctionnement. L'asservissement est le processus fondateur de la servocommande, qui est une forme de commande que nous qualifions d'indirecte, parce que c'est au servomécanisme qu'est déléguée la tâche d'engendrer les commandes directes aux effecteurs et autres « organes mécaniques » du système asservi. La division verticale du travail humain peut ainsi apparaître comme fondée sur une forme élaborée de la commande indirecte.

Dans le cas du thermostat de notre exemple précédent, le schème de conduite auquel son fonctionnement se substitue consiste à ouvrir le tirage du foyer lorsque la dilatation de la barre de cuivre, éventuellement amplifiée par un levier indicateur pour la rendre plus aisément perceptible, écarte l'indicateur d'un côté d'une marque correspondant à la température à maintenir constante (la future *Sollwert* du thermostat), et à le fermer lorsque cet écartement se produit de l'autre côté de la marque. Les entités prothétiques prolongent ou remplacent ainsi en les mécanisant (au sens cybernétique du terme) les « schèmes du moyen » du sujet, dont l'exécution a pour fonction de réaliser « artisanalement » une valeur particulière. Leur but et leur effet est d'en diminuer le coût en ressources mentales et physiques, ou ce qui revient au même est d'en augmenter la productivité du sujet, c'est en cela que leur construction constitue un apport de valeur qualitative\* à leur constructeur qui constitue « enrichissement\*\* » qualitatif du producteur.

\*[Dans ses *Études sociologiques* (Genève, Librairie Droz, 1965), Piaget distingue entre les valeurs qualitatives et les valeurs économiques. Les valeurs économiques sont des valeurs qualitatives dont la mesure de la valeur est quantifiée et exprimée en unités monétaires. Toute valeur qualitative peut ainsi devenir une valeur économique en « entrant sur le marché » économique et en se voyant attribuer un prix par la rencontre de son offre et de sa demande sur celui-ci. Piaget précise ainsi ailleurs que «... la seule différence qui paraisse fondée entre une valeur économique et une valeur qualitative qui ne soit pas économique est précisément une différence faisant intervenir la quantification et la mesure » (Les relations entre l'intelligence et l'affectivité dans le développement de l'enfant. Les cours de Sorbonne, 1958.)

\*\*[« Nous pouvons la caractériser [la valeur], comme un enrichissement de l'action propre. Un objet, une personne ont de la valeur quand ils enrichissent l'action propre. Cet enrichissement peut être affaire de forces, mais c'est surtout un enrichissement fonctionnel : un objet, une personne valorisées peuvent être la source d'activités nouvelles. Et nous pourrions voir par la suite le système des valeurs se préciser, se stabiliser, perdurer au-delà des conduites intéressant le sujet même, et devenir ainsi des normes de l'action. » (id.)]

Nous reviendrons plus loin sur le problème de la nature et de l'origine des valeurs qualitatives en général, en le rattachant à l'équilibration du sujet, pour en rester à la valeur d'utilité dans la poursuite de notre analyse présente. Cette valeur praxique générale est différenciée en de multiples valeurs d'utilité spécialisées par la nature et l'utilisation particulières de chaque artefact. Ainsi lorsque, délaissant l'univers éthéréen de l'alchimie, le thermostat est appliqué à l'univers d'activité plus prosaïque de la régulation de la température d'une habitation, son constructeur lui délègue alors un part de ses propres conduites d'homéostasie thermique en lui spécifiant une valeur cible (qui est même fixée par la loi de certains pays économes en énergie à vingt degrés) qui le maintient dans un état défini biologiquement comme « normal ». Une grande part des conduites physiologiques (frisson ou sudation) et psychologiques (exercice physique ou ventilation etc.) de la régulation de la température corporelle du sujet humain est alors déléguée à ce régulateur externe.

### **3.3 LA RÉGRESSION LOGIQUE (INDÉFINIE) DES VALEURS EST INTERROMPUE DANS LE MONDE RÉEL FINI PAR LA LIMITE TEMPORELLE D'OPARIN-HALDANE**

En revenant maintenant à notre question initiale, celle de « l'origine et de la nature de la valeur dans les systèmes cybernétiques qu'elle est dite gouverner », on peut apercevoir ici, quant à son origine et à sa nature, que la valeur d'utilité pratique spécialisée du thermostat provient, dans ce cas d'espèce, de ce que sa valeur cible se voit attribuer par le constructeur le rôle et le statut fonctionnels d'une (sous-)valeur cible de nature physiologique. En effet, le maintien d'une température de vingt degrés de son milieu externe assure généralement un maintien sans difficulté de la température définie comme « normale » du « milieu interne » de l'organisme humain. La thermorégulation des animaux homéothermes dits « à sang chaud » fait partie

d'un ensemble d'appareils homéostatiques, qui ont pour fonction de réguler certains paramètres physiologiques – taux d'eau, de glucose, de sel, d'oxygène, etc., qui constituent les « variables essentielles » de l'organisme selon les termes d'Ashby (op. cit.) – en maintenant leurs variations dans des sous-ensembles restreints de valeurs cibles, qui sont celles qui assurent la permanence des « fonctions vitales ». Les valeurs cibles appartenant à ces sous-ensembles sont alors dites « normales » parce que ce sont celles qui assurent l'« équilibre physiologique » de l'organisme nécessaire à sa (sur)vie biologique. Lorsque ces valeurs sortent de leur champ d'équilibre, l'état de l'organisme cesse d'être décrit comme normal et fonctionnel pour être qualifié de dysfonctionnel ou pathologique.

Si la valeur d'utilité pratique immédiate du thermostat pour son constructeur est ainsi le confort physique qu'il lui assure au niveau psychologique, son fondement ultime se trouve à un niveau inférieur, dans sa valeur d'utilité physiologique pour sa survie – le confort psychologique n'étant alors que le ressenti évaluatif du maintien automatique de l'équilibre physiologique.

Si l'on peut ainsi attribuer l'origine et la nature de l'échelle de valeur et la valeur cible qui gouvernent le fonctionnement du thermostat à leur enstructuration et fixation respectives dans celui-ci par son constructeur, dans la but pratique de réaliser une valeur cible homéostatique dans une échelle de valeur d'utilité physiologique pour sa survie, cela ne fait que repousser notre question initiale pour la faire porter sur l'origine de l'échelle de valeur et de la valeur cible du constructeur lui-même. En l'espèce la réponse à cette question est que c'est son système génétique qui engendre les échelles d'évaluation et fixe les valeurs cibles homéostatiques de son organisme. C'est ainsi que le « sang chaud » de notre espèce l'est moins que celui des oiseaux, par exemple, dont le métabolisme est plus intense. La question de l'origine se pose ainsi à nouveau, mais à propos du système génétique du constructeur. Or celui-ci est le descendant phylogénétique de sa variante précédente, et la « régression des constructeurs » ou des producteurs remonte jusqu'au premier système génétique d'un animal à sang chaud, lui-même issu d'un système génétique d'animal à sang froid, etc. Cette régression logique, infinie de droit, ne saurait de fait se poursuivre à l'infini dans un système comme notre planète dont l'existence dans l'espace et dans le temps est finie. Elle s'arrête en effet au premier système génétique apparu sur notre planète, apparition qui y coïncide ou y est coextensive avec celle de la vie, si l'on en donne une, darwinienne.

C'est à cette limite temporelle déterminée par la théorie de l'origine chimique de la vie, dont les fondateurs ont été Oparin et Haldane (*The Origin of Life*, 1st ed., New York: Macmillan, 1938.), que s'arrêtent à la fois l'extension historique et logique des objets éléments de la catégorie du cybernétique. Cette théorie répond à l'objection traditionnelle, « *ex nihilo nihil fit* », des vitalistes selon laquelle la vie ne saurait émerger de la matière inanimée, en la faisant émerger non pas de la matière elle-même, mais de formes d'organisation de celle-ci. L'hypothèse du « bouillon de culture primordial » d'Oparin-Haldane est celle de l'existence d'une combinatoire de la chimie du carbone en solution dans certaines masses d'eau sur la planète, combinatoire dont le moteur est alimenté en énergie par le volcanisme, le rayonnement solaire et le ruissellement. Ce moteur combinatoire est un générateur continu de formes d'organisation de configurations matérielles, dont l'effet dans la phase prébiotique de l'évolution géologique et physicochimique de la planète est de rendre les formes les plus fréquemment produites et les plus stables progressivement plus fréquentes dans le milieu combinatoire. Dès l'instant où y apparaissent des formes proto-répliquatives, ces fréquences changent, et ce sont alors non plus les formes les plus produites par la combinatoire, mais les formes les plus reproduites par la répliquaison qui y deviennent les plus fréquentes, comme le faisait observer J. de Rosnay (*De l'atome à la cellule*, op.cit.). Ces formes ne sont pas les ancêtres pré-biotiques, « émergents », du vivant mais un des composants nécessaires à cette émergence. Dans cette perspective, les composants précurseurs de la vie sont ainsi des formes d'organisation dont les composants matériels ne diffèrent pas de ceux des formes non répliquatives. La vie résultera du couplage interactif d'une forme particulière d'organisation de la matière avec un milieu physique fini, et la combinatoire prébiotique est un générateur de telles formes d'organisation matérielles. La vie n'émerge ainsi pas de la matière inanimée, mais de formes d'organisation sui generis définies sur la matière et non dans celle-ci. « Le vivant » est ainsi un concept d'un type logique différent de celui de « la matière », parce qu'il en est une forme de l'organisation des éléments et non un élément matériel lui-même. Dans la perspective pluriconstructiviste, l'apparition sur la planète de ce que Dawkins (*The Selfish Gene* Oxford University Press 1976), par exemple, appelle les « premiers répliquateurs » ne s'identifie pas avec l'origine chimique de la vie dans la forme – et la définition – darwiniennes que nous connaissons. La répliquaison prise isolément est processus de la chimie apparenté à la cristallisation ou à la polymérisation, qui ne présente pas plus qu'eux un caractère vivant et qui peut même se produire sur un substrat formé d'argiles. Ce n'est qu'en entrant dans une interaction sui generis avec les propriétés d'un milieu physique nécessairement fini que la répliquaison devient un précurseur du vivant. En effet, dans la mesure où un automate auto-répliquateur abstrait est réalisé matériellement, cette réalisation physique assure mécaniquement sa variation par les erreurs de copie que tout dispositif physique à cette échelle exposé aux perturbations, ne fût-ce que de l'agitation thermique au

niveau moléculaire, engendrera inévitablement. Mais la variation à elle seule ne constitue pas encore un système darwinien. Il faut pour cela que cette réplication devienne différentielle par concurrence entre les répliqueurs, et non par simple variation indépendante. Cette concurrence résulte alors mécaniquement d'une autre propriété physique du milieu qui est sa nature finie. Elle trouve sa source résidant dans le fait que chaque opération matérielle de réplication consomme une quantité de matière première et d'énergie qui doit être disponible dans le milieu ambiant. Ce milieu étant nécessairement fini de par sa nature physique, les quantités de matière première et d'énergie disponibles en sont finies et ont donc une limite supérieure. Aussi longtemps que cette limite n'est pas atteinte, les répliqueurs n'entrent pas en concurrence pour les composants nécessaires à leur réplication individuelle. Ils peuvent ainsi varier librement et indépendamment les uns des autres, et cela avec des taux de réplication indépendants. Un répliqueur a nécessairement un taux de réplication égal à l'unité, ce qui signifie que la durée de son existence doit être suffisante pour qu'il ait le temps de produire une copie de lui-même avant sa dissociation en ses composants. S'il n'en a pas le temps, il n'entre simplement pas dans le club fermé des répliqueurs. Dès l'instant où ce taux dépasse l'unité, une croissance exponentielle et Malthusienne de la population des répliques est amorcée, qui mènera tôt ou tard à une génération entière de répliqueurs dont la réplication consommera plus que la quantité finie de ressources disponibles dans le milieu. C'est à cet instant que s'amorce la concurrence entre eux pour les ingrédients nécessaires à leur réplication, concurrence qui les sélectionnera selon leur efficacité ou productivité relative, c'est-à-dire ici selon leur économie en ressources et en temps de réplication: les plus rapides à se répliquer auront préempté les ressources des plus lents, les plus économes auront pu produire plus de répliques à partir de la même quantité de ressource disponible que les moins économes, etc. C'est cette concurrence qui couplée à la variation engendre la « sélection naturelle » des variantes plus reproductives que les autres, en d'autres termes la « reproduction différentielle » darwinienne. Avant cette concurrence, les répliqueurs pouvaient déjà avoir des taux de réplication et de variation individuels différents, et les varier indépendamment les uns des autres, ils avaient ainsi déjà, et cela inévitablement en raison de leurs variations, une reproductivité différente (parce qu'indépendante de celle des autres avec lesquels ils n'interagissaient pas encore selon une relation de concurrence) mais cette reproductivité n'était pas encore différentielle (parce qu'elle n'était pas encore devenue relative à celle des autres répliqueurs devenus leur concurrents). Il est à noter ici que le terme différentiel ne qualifie ici ni des quantités infinitésimales ni des mouvements relatifs. Il a le sens de « qui concerne les différences » (Robert). Dans ce contexte, si la psychologie différentielle désigne l'« étude comparative des différences psychologiques entre les individus humains » (id.), la reproduction différentielle désigne les différences reproductives, ou de reproductivité entre des répliqueurs individuels. Avant leur mise en concurrence reproductive les fréquences absolues des répliqueurs se répartissent et se maintiennent selon leur durabilité et leur taux de reproduction indépendants, après elle la fréquence relative des répliqueurs les moins durables et les moins productifs diminue progressivement jusqu'à devenir nulle. La sélection naturelle s'exprime ainsi dans la population des répliqueurs par « modulation de fréquence »: mais par une modulation qui porte sur leurs fréquences relatives et non sur leurs fréquences absolues. C'est ainsi que dans un pool génétique contemporain un gène peut voir sa fréquence relative augmenter alors que sa fréquence absolue diminue, dans une population qui décroît.

C'est cette relation d'interaction concurrentielle qui engendre la reproduction différentielle réalisant la sélection naturelle darwinienne qui vient ainsi compléter la variation pour faire de chaque répliqueur un proto-système génétique au sens darwinien. C'est ainsi avec l'origine de l'« évolution phylogénétique » coextensive avec celle de l'émergence de nature interactive du premier système génétique que le pluriconstructivisme fait coïncider l'origine chimique de la vie d'Oparin-Haldane, et s'arrêter du même coup la régression des producteurs de valeurs.

### **3.4 L'ORIGINE DE LA VALEUR EST COEXTENSIVE AVEC L'ORIGINE CHIMIQUE DE LA VIE.**

Dans les tous premiers commencements, et cela bien avant le déluge, « ...il n'y avait pas de raisons, il n'y avait que des causes. Rien n'avait de finalité, rien n'avait même de fonction, il n'y avait aucune téléologie du tout dans le monde. L'explication de cet état de fait est simple: il n'existait rien qui avait des intérêts ». (Dennett: Elbow room – The varieties of free will worth having MIT Press, Bradford Books 2015). Toujours selon Dennett, ce sont bien les répliqueurs qui ont engendré et introduit les intérêts sur la planète. Pour décrire cette introduction de manière anthropomorphique poursuit-t-il: si les répliqueurs « veulent continuer à se dupliquer » ils doivent avoir un intérêt à éviter ce qui est « mauvais », pour cette activité [ce qui la défavorise]<sub>gc</sub> et à rechercher ce qui est « bon » pour elle. « Cet intérêt s'est matérialisé lorsque les répliqueurs sont devenus des gardiens primitifs de leurs propres intérêts. ...Le jour où l'univers a contenu des entités capables de prendre des mesures pour défendre leurs propres intérêts a été le jour où

ceux-ci sont nés.» Ces premières mesures ont été les homéostases internes et leurs prolongements somatiques externes tels que l'extension de la surface de capture des matières premières et de l'énergie devenant ainsi des « aliments », suivis de leurs prolongements comportementaux de récolte, puis de prédation, lorsque les répliqueurs ont été chercher leur alimentation sous une forme déjà pré-récoltée et emballée dans la substance d'autres répliqueurs. Selon la perspective pluriconstructiviste, cet intérêt n'ont pas attendu la formation des organismes pour se matérialiser, ils l'ont fait d'entrée de jeu avec la formation même des proto-systèmes génétiques avec lesquels ils sont ainsi co-extensifs. Les organismes sont de ce point de vue des inventions plus tardives et ne constituent que « des artifices contingents que les 'répliqueurs nus' ont différenciés afin de mieux se conserver pour mieux se reproduire ». Le répliqueur à durabilité accrue, réfugié à l'intérieur d'un proto-organisme qui le protège mécaniquement des perturbations de sa structure et de son fonctionnement, et qu'il en vient à télécommander homéostatiquement et servomécaniquement à cet effet depuis ce repaire fortifié, voit déjà sa productivité augmenter et cela sans amélioration de son procédé de production, ne fût-ce que de ce fait. En effet, la production totale d'une même chaîne de fabrication s'élève, arithmétiquement, avec la durée de sa « demi-vie » productive.

Mais la valeur précède, de droit comme de fait, les intérêts homéostatiques et reproductifs des organismes qui les réalisent. La formulation de Dennett lui-même le laisse entrevoir, lorsqu'il précise que les répliqueurs « doivent avoir un intérêt à rechercher ce qui est 'bon' pour leur reproduction ». Or « bon » et « mauvais » pour la reproduction sont en effet des jugements de valeur exprimant des évaluations qualitatives de variations du répliqueur selon le critère de leur productivité répliquative. Ces évaluations en constituent les critères de sa sélection positive ou négative. Or ce sont très exactement les critères de sélection de la « sélection naturelle » que Darwin a formulés.

Ces critères évaluatifs sont ainsi ceux qui gouvernent d'emblée le fonctionnement des premiers systèmes génétiques que forment les répliqueurs et ils en sont ainsi partie constituante (et même définitoire), cela bien avant leur différenciation d'organismes protecteurs passifs puis télécommandés par eux: « tapis dans le fond d'énormes robots dont ils tirent les fils » selon une formule de Dawkins.

La première échelle de valeurs a ainsi été constituée matériellement par les reproductivités ordonnables selon leurs valeurs croissantes, des répliqueurs. C'est une échelle de valeur qualitative de nature pratique ou praxique, et dont le fonctionnement mécanique du système génétique darwinien tel que nous l'avons défini détecte et capte automatiquement toute augmentation ou majoration par la variation. La fréquence relative des répliqueurs à productivité majorée croît ainsi d'emblée dans leur milieu de culture et de concurrence primordial.

#### **4 LE SYSTÈME GÉNÉTIQUE DARWINIEN EST UN SERVOMÉCANISME À LA FOIS AUTOMATIQUE D'ALLO-MAJORATION DES PHÉNOTYPES ET D'AUTO-MAJORATION DE LUI-MÊME (OU ENDO-MAJORATION ), QUI A ÉTÉ LE PREMIER SYSTÈME D'ÉQUILIBRATION MAJORANTE À « ÉMERGER » SUR LA PLANÈTE.**

Le régulateur ou plus généralement l'homéostat est une machine cybernétique dont la valeur cible est prédéterminée et fixe. C'est le cas des « constantes physiologiques », héréditairement prescrites, précâblées (ou « pré-écrites »), dont le terme homéostasie a été formé (par Cannon) pour en désigner les processus physiologiques de stabilisation.

##### **4.1 LE SERVOMÉCANISME EST UN RÉGULATEUR DONT LA VALEUR CIBLE PEUT ÊTRE COMMANDÉE.**

Lorsque la valeur cible peut être modifiée et devient ainsi prédéterminée et variable, l'homéostat devient de ce fait une « machine à input » selon les termes d'Ashby (An Introduction to Cybernetics, Chapman & Hall, London 1956 ) – ses inputs étant formés par les différentes valeurs de sa *Sollwert* qui peuvent être « post-écrites » et transmises à cette machine. Ces inputs ont l'effet et la fonction de commandes sur celle-ci. C'est ainsi, par exemple, que lorsque le volant d'un véhicule à « direction assistée » est braqué d'un certain angle, cet angle est transmis à titre de nouvelle *Sollwert* au servomoteur qui effectue le braquage mécanique des roues directrices. Les variations de l'angle de braquage des roues sont ainsi « asservies mécaniquement » à celles de l'angle de braquage du volant. Les inputs de la machine à input d'Ashby sont ainsi des commandes, et plus précisément des servocommandes ou commandes indirectes (les commandes directes étant les commandes motrices, soit celles que la machine à input appelée aujourd'hui « servomécanisme » ou « asservissement » émet au servomoteur).

Dans ces deux cas précédents la *Sollwert* est une valeur pré-déterminée. Mais il existe une catégorie de servomécanismes qui sont caractérisés par le fait que la valeur cible qu'ils ont pour fonction d'atteindre n'est pas pré-spécifiée et pré-écrite. Ce sont ce que M. Minsky (dans le chapitre intitulé « *Steps Toward Artificial*

*Intelligence* » Computers & thought pages 406-450 MIT Press Cambridge, MA, USA ©1995) décrit sous le nom général de « servomécanismes auto-optimalisateurs », catégorie de systèmes à laquelle appartiennent tout autant les *classifier systems* et algorithmes génétiques de Holland (Adaptation in Natural and Artificial Systems, 1975/1992) que les réseaux de neurones auto(ré)organiseurs du connexionnisme. Le procédé d'« optimisation » de ces servomécanismes est un tâtonnement par variation (aléatoire ou combinatoire exhaustive) autour de l'état actuel, suivi d'une sélection après coup de la variante dont la valeur atteinte est la plus élevée. Cette valeur constitue ainsi le majorant\* au sens mathématique de cet ensemble d'essais.

\*[Math. Majorant d'une partie d'un ensemble ordonné, élément de cet ensemble supérieur ou égal à tous les éléments de la partie (opposé à minorant). Le plus petit des majorants d'un ensemble », dont constitue de la sorte la borne supérieure.

]Borne supérieure: Borne inférieure (respectivement supérieure) d'une partie d'un ensemble ordonné: le plus grand (respectivement le plus petit) de ses minorants (respectivement majorants).]

L'on pourra ainsi donner un sens technique au terme de majoration qu'utilise Piaget, comme nous le verrons plus loin, pour caractériser le fonctionnement diachronique de l'équilibration psychogénétique. Il est à noter que la notion de majoration en ce sens n'est pas intrinsèquement quantitative mais ordinale: le majorant d'un ensemble ordonné en est l'élément qui est le successeur ordinal (et non pas nécessairement cardinal ou quantitatif) ou majorant de chacun des autres éléments, ce qui est adéquat à la représentation la plus générale et indifférenciée d'une échelle de valeurs, tout en permettant sa différenciation ultérieure en échelle de ce que Piaget appelle des « quantités intensives », puis en échelle de mesure numérique proprement quantitative.

#### **4.2 LE « SERVOMÉCANISME AUTO-OPTIMALISATEUR » EST UNE MACHINE CYBERNÉTIQUE DONT LE SCHÈME DE FONCTIONNEMENT « AXIOGRADE » EST ISOMORPHE À CEUX DU TÂTONNEMENT PAR ESSAIS ET ERREURS ET DE LA VARIATION ET SÉLECTION DARWINIENNES.**

Ce processus d'optimisation qui peut être décrit comme un processus de recherche par « tâtonnement non dirigé », ou encore de recherche par « essais et erreurs » suivis de « renforcement positif ou négatif », est bien entendu isomorphe à celui du processus de variation et sélection darwinien. Il est souvent appelé « hill climbing » dans le vocabulaire de l'intelligence artificielle, et on le retrouve qualifié dualement de « method of steepest descent » chez les connexionnistes. Ces désignations ont leur origine dans l'illustration souvent utilisée pour en illustrer le principe de fonctionnement, celle d'un alpiniste (hill climber) pris dans un épais brouillard qui cherche à atteindre le sommet global de la montagne. À cet effet il explore localement (systématiquement ou au hasard) les points situés à un pas de sa position actuelle et il utilise un altimètre pour choisir celui qui est le plus haut, et s'y déplacer, pour recommencer l'opération jusqu'à ce que l'exploration ne révèle aucun point majorant à altitude majorante. Le fonctionnement de ce système n'est ainsi pas gouverné comme celui du régulateur, par un devoir (*Sollen*) sous la forme d'un tropisme positif à atteindre une *Sollwert* déterminée qui lui est pré-écrite. En effet, l'altitude de la montagne ne lui est pas pré-écrite, et le grimpeur ne pourra la mesurer que lorsqu'il l'aura atteinte. Son tropisme positif est un tropisme à la majoration de la valeur actuelle, c'est un tropisme mécanique à ce que nous avons qualifié de ce fait de *Sollaufwertung* (de *Aufwertung*: réévaluation, revalorisation.).

Dans cette illustration l'espace ou univers d'activité sensori-motrice de l'alpiniste dans lequel se déroule son activité de recherche est l'ensemble des points du flanc de la montagne. Mais cette surface géographique est doublée d'une surface\*d'évaluation invisible, constituée par l'ensemble des altitudes de ces points géographiques.

\*[Dans le cas général qui est celui où il existe plusieurs dimensions évaluatives, ces dimensions engendrent un hyperspace, de telle sorte que la surface évaluative y devient une hypersurface (qui est un espace à n-1 dimensions si l'espace est à n dimensions)]

Une illustration alternative permet, en les détachant l'une de l'autre, de distinguer ces deux surfaces pour l'analyse, et de manière générale de distinguer alors les espaces d'activité (sensori-motrice ou sémio-opératrice) du chercheur, des espaces d'évaluation des résultats de cette activité par celui-ci. Cette illustration est offerte par le jeu dit de cache-tampon (ou cache-mouchoir), dans lequel un joueur explore pas à pas une pièce à la recherche d'un objet caché, guidé par un ou plusieurs autres joueurs qui lui crient « chaud » quand il s'en approche et « froid » quand il s'en éloigne. Dans cet exemple c'est l'ensemble des points de la surface de la pièce (ou même de son volume) qui forme l'espace de l'activité exploratrice du chercheur, mais chacun de ses points se voit simultanément attribuer une température plus élevée (« chaud » signifie que le point exploré est plus chaud que le point actuel) ou plus basse que celle de ses « voisins sensori-moteurs » situés à une « unité sensori-motrice » d'exploration. L'ensemble formé par ces attributions de valeurs engendre une « surface évaluative » que l'on pourrait représenter pour simplifier par un cône (ou

une pyramide, un hémisphère, etc.) élevé au-dessus du plancher de la pièce, et dont le sommet est situé au-dessus de l'objet cherché. L'altitude au-dessus du plancher de chacun des points de la surface du cône exprime la distance entre le chercheur et sa cible, distance qu'il s'agira de réduire en majorant l'altitude. (Cette distance à réduire est un exemple particulier des différences qualitatives entre l'état actuel et l'état cible qu'un programme historique de Newell et Simon, le *General Problem Solver* (... a program that simulates human thought), réduit par un tâtonnement automatique pré-dirigé par les heuristiques de son programmeur).

On rejoint de la sorte l'image du grimpeur sur le flanc de la montagne, avec la différence que l'espace physique d'exploration, le plancher de la pièce, est cette fois distinct de l'espace d'évaluation que constitue la paroi imaginaire du cône située au-dessus de celui-ci. Cette distinction permet d'apercevoir que le chercheur ne se déplace jamais directement sur cette paroi: il ne le peut pas, parce que ses déplacements évaluatifs sur cette surface axiologique (imaginaire) n'y sont accomplis que par le truchement de ses déplacements physiques dans son espace d'activité sur la surface topographique (réelle) du plancher à la base du cône. Cela a pour conséquence que certains points de la surface évaluative peuvent en être rendus inaccessibles par un obstacle topographique situé sur cette base, ou n'en être accessibles que par le biais d'un détour locomoteur autour d'un tel obstacle. Réciproquement il existe des points de l'espace évaluatif qui seraient accessibles par le biais de la locomotion, mais qui seront interdits au chercheur par un certain type d'irrégularité de la pente de la surface évaluative, qui doit être partout croissante ou ascendante, soit « monotone croissante »\*. En effet, son procédé de tâtonnement interdit au grimpeur de se déplacer sur un point plus bas que sa position actuelle, de telle sorte que si une pente ascendante est coupée par une faille ou par une pente descendante même légère, le grimpeur ne peut s'y engager, et les points situés derrière la faille ou la pente lui sont inaccessibles.

\*[Monotone: « Qui varie dans le même sens. ... Suite monotone d'éléments dans un ensemble ordonné, suite soit croissante, soit décroissante. » (Robert) Cette condition a pour conséquence qu'aucun des éléments d'une suite croissante ne doit être décroissant, et la réciproque pour une suite décroissante, bien entendu. Dans le cas dit de la « méthode de la descente selon la plus forte pente » (*steepest descent*), cette pente doit aussi être monotone décroissante, et l'on peut observer que cette méthode est l'exacte duale de la méthode de l'ascension selon la plus forte pente du grimpeur, en construisant le cône de la surface évaluative en dessous du plancher de la pièce, pour que l'objet cherché se trouve à la verticale de son sommet, devenu le point le plus bas. C'est en raison de cette dualité que nous parlons de manière plus générale de systèmes « axiogrades » qui se déplacent (gradi: marcher) sur des surfaces axiologiques, plutôt que de systèmes « grimpeurs » ou « descendeurs » de gradients.]

Décrit en termes anthropomorphiques, le grimpeur monotone axiograde se comporte comme un sujet qui ne posséderait pas ce que Piaget appelle la « conduite du détour ». Cette conduite repose sur la subordination de la réalisation d'un schème du but (aller au but par le plus court chemin) à l'accomplissement d'un schème du sous-but prérequis qui constitue le schème du moyen (soit le détour qui ne rapproche pas autant du but, ou peut même en éloigner). Ce schème lui est en effet interdit parce qu'en minorant la valeur il constitue un élément décroissant (ou croissant selon le cas) qui rend la suite non-monotone. Cette subordination repose sur l'une des premières opérations de la volonté en ce qu'elle consiste à faire primer une tendance à valeur supérieure sur la tendance immédiate (qui est ici de majorer au maximum la valeur actuelle). Cette opération de subordination, qui constitue l'action à la fois élémentaire et fondamentale dont la coordination formera ce que nous avons décrit comme le « groupement des déplacements volontaires de la centration » (qui est la réalisation psychologique de celui des opérations de la volonté) sera mécanisée et systématisée récursivement dans le *General Problem Solver* par ce que ses auteurs appelleront le *push-down* (terme dans lequel on retrouve le sous de subordination) du but supérieur qui engendre un empilement ordonné du but et des sous-buts prérequis, qui en réalise la suspension avec ajournement puis recouvrement et exécution en temps et lieu appropriés. C'est ce schématisme plus général de ce que l'on pourrait appeler le « détour axiologique » (dont le détour topographique n'est qu'une des multiréalisations sous la forme spatiale) qui permettrait au grimpeur de longer une faille horizontale pour la contourner, cela sans qu'un seul de ses pas sur ce trajet majore son altitude; ou encore de reculer, en perdant par conséquent de l'altitude, lorsqu'un obstacle topologique sur son chemin barre la pente ascendante. Son absence rend le grimpeur incapable de sacrifier la réalisation d'une majoration immédiate à celle d'une majoration plus grande différée. Les grimpeurs de ce type se comportent de la sorte comme le joueur humain qui ne « voit pas plus loin que le bout de son nez » et n'anticipe pas plus le résultat de son action immédiate qu'a fortiori celui de plusieurs de ces actions successives. Conjugée à leur incapacité de recul cette imprévoyance (ou proprement cette a-prévision) a pour conséquence que les systèmes axiogrades sont sujets à s'engager dans ce qu'un observateur doté d'une omniscience Laplacienne décrirait comme des « impasses évolutives » c'est à dire des voies de majoration dont ils ne peuvent plus s'extraire et qui mènent à des sommets locaux ou encore des haut-plateaux dont ils ne peuvent plus redescendre. C'est cette irréversibilité

évolutive qui est constitutive de l'impasse évolutive. Ce phénomène provient de ce que de manière générale les surfaces évaluatives réelles ne sont pas des cônes ou des convexes réguliers comme celui du jeu de notre exemple. En effet elles peuvent ressembler à des massifs montagneux comportant des plissements des crevasses et des canyons ainsi que des mesas et de multiples sommets. C'est en ce sens que décrire un système axiograde comme un servomécanisme auto-optimalisateur est impropre, car placé dans un massif, il restera stationnaire sur le premier sommet qu'il aura gravi dans celui-ci, c'est-à-dire sur un maximum local, qui n'est pas nécessairement le plus haut sommet du massif, c'est-à-dire le maximum global ou majorant des maxima locaux, qui seul constituerait l'optimum au sens strict du terme. Le servomécanisme auto-optimalisateur est ainsi un servomécanisme auto-majorateur (ou auto-optimalisateur relatif) dont il faudrait modifier considérablement le procédé ou mécanisme de tâtonnement majoratif (en lui permettant par exemple, de modifier la taille de ses pas, ou de recommencer sa recherche à partir de points de départ différents, ou encore de détecter et d'utiliser des régularités structurales empiriques (des « lois physiques ») et logico-mathématiques (des « lois mathématiques ») de son univers d'activité etc.) pour en faire un optimalisateur potentiel.

Or cette auto-modification est précisément ce dont le servomécanisme dit ainsi improprement « auto-optimalisateur » est incapable. C'est un mécanisme de majoration automatique dans son univers d'activité exploratrice, soit d'« allo- ou exo-majoration » exclusivement dans cet univers externe, mais non pas d'« endo-majoration » dans son univers de fonctionnement interne, et c'est précisément ce qui le distingue de manière essentielle de l'équilibration, qui est un servomécanisme doublement auto-équilibrateur, à la fois automatique et auto-modificateur endo-majoratif comme nous allons le voir.

#### **4.3 LE SERVOMÉCANISME AUTO-OPTIMALISATEUR EST UN SYSTÈME MAJORATEUR AUTOMATIQUE D'ALLO- OU EXO-MAJORATION DANS SON UNIVERS D'ACTIVITÉ, MAIS IL N'EST PAS UN SYSTÈME RÉFLEXIF (OU AUTO-RÉFÉRENT) D'AUTO- OU ENDO-MAJORATION DE SON MÉCANISME DE MAJORATION LUI-MÊME.**

C'est aussi dans ce second sens que le qualificatif auto-optimalisateur est sinon impropre, du moins ambigu. Le servomécanisme ainsi qualifié est un système axiograde dont le schème de tâtonnement majore automatiquement sa proximité à un maximum évaluatif local dans son univers d'activité. Mais, comme nous venons de le relever, et cette différence est cruciale, il ne majore pas son propre schème de tâtonnement (la taille de ses pas, ses points de départ, sa composition de pas anticipatrice, sa capacité de recul et de contournement, etc. par exemple). Son schématisme de majoration s'applique ainsi exclusivement à sa situation dans son univers d'activité extérieur: il ne s'applique pas à lui-même de manière réflexive\* (au sens linguistique sinon strictement mathématique du terme) dans son univers d'activité intérieur, comme l'indiquerait le second sens du préfixe auto-, terme dérivé de autos « soi-même, lui-même ».

[« -Réflexif: Transformation réflexive (ou réflexivisation), remplaçant un complément nominal identique au sujet par un pronom (pour donner un pronominal réfléchi).

\*« Verbe pronominal réfléchi, exprimant que l'action émanant du sujet fait retour à lui-même (je me lave). »

« Math. Relation réflexive : relation binaire dans un ensemble, telle que tout élément de cet ensemble est en relation avec lui-même. »]

Or c'est précisément cette propriété réflexive d'endo-majoration (ou endo-diorthosis) au sens de modification majoratrice de son système de modification par lui-même, qui distinguera les systèmes axiogrades équilibrateurs qui sont à la fois exo- et endo-majorateurs des systèmes axiogrades simples de la cybernétique de la régulation tels que le servomécanisme auto-optimalisateur qui sont uniquement des allo-majorateurs (ou exo-diorthosiques). C'est cette différenciation conceptuelle et évolutive qui fonde la cybernétique de l'équilibration et c'est en cela même que le système génétique darwinien constitue à la fois l'exemplaire primordial et l'exemple prototypique de l'équilibration majorante, qui est par définition un servomécanisme à la fois automatique exo-majorateur et auto-modificateur. Cette différenciation est évolutive en ce que pour paraphraser une formule de S. Papert: « *you cannot think about thinking without thinking about (thinking about...etc, (et cela récursivement) something)* ». Ce n'est en effet, qu'en engendrant et en évaluant des procédés de majoration alternatifs dans un espace d'activité particulier quel qu'il soit, qu'un système pourra majorer ses propres procédés de majoration. L'endo-majoration ne peut ainsi se différencier qu'à partir d'exo-majorations. L'abstraction et l'application des connaissances sont soumises à la même relation de dépendance fonctionnelle: ce n'est que sur les applications des connaissances précédentes que l'abstraction peut agir. De manière générale la cybernétique de l'équilibration englobe ainsi celle de la régulation en la prolongeant.

Nous ne parlerons pas à ce propos d'auto-organisation, parce que cette notion est pour une part mal formée, en ce qu'un système dit auto-organisateur ne saurait être qu'auto-réorganisateur. En effet, aucun système ne peut être l'organisateur originel de sa propre organisation, il ne saurait s'organiser, c'est à dire se créer lui-même, car ce serait agir sur lui-même avant d'exister, c'est-à-dire avant d'avoir été lui-même organisé par un système existant (qui ne saurait lui-même être avant [l'organisation initiatrice de] son existence). Et s'il le pouvait, alors la première forme d'organisation qu'il engendrerait ne serait qu'une réorganisation par rapport à sa forme organisatrice originelle.

#### **4.4 DE L'ALLO-MAJORATION RESTREINTE DES SERVOMÉCANISMES AUTO-OPTIMALISATEURS, AUX SERVOMÉCANISMES AUTO-ÉQUILIBRATEURS DE L'ÉQUILIBRATION PIAGÉTIENNE, À LA FOIS ALLO- ET ENDOMAJORANTS OU DU GAIN DE LA PARTIE ISOLÉE AU GAIN DU TOURNOI.**

Pour contraster – tout en demeurant dans le cadre de nos illustrations précédentes des systèmes axiogrades – l'exo-majoration automatique du servomécanisme auto-optimalisateur et la double exo- et endo-majoration automatique efférente directe et réflexive ou réafférente du servomécanisme que l'on pourra alors nommer proprement auto-équilibrateur (et qui formera une première approche de la mécanisation cybernétique de ce que Piaget a appelé l'équilibration majorante), il suffit d'insérer la partie isolée du jeu de cache-tampon de notre dernier exemple, dans la forme d'organisation englobante d'un tournoi. Cela a pour effet sur chaque joueur de rendre la majoration itérative dans le même univers d'activité, et simultanément d'y dédoubler l'objet sur lequel porte la majoration, en la faisant porter à la fois sur la majoration intra-partie et sur le processus de cette majoration dans le nouvel univers d'activité inter-parties qu'engendre le tournoi. En effet, dans ce nouveau contexte, pour gagner une partie il ne suffit plus pour le joueur d'atteindre le but en en majorant sa proximité, mais il lui faut atteindre ce but avant son adversaire. Pour gagner la partie et éventuellement le tournoi contre un adversaire égal ou plus fort que lui, il lui faudra donc majorer non seulement majorer sa proximité du but, mais majorer l'efficacité de ce procédé de majoration lui-même.

Dans le nouvel univers d'activité situé au niveau inter-partie qu'est celui du tournoi, le caractère majorant, indifférent, ou péjorant d'une variation du procédé de recherche est évalué à la fin d'une partie, par la victoire, le nul ou la défaite. C'est dans une situation homologue, mais portant sur un schématisme de recherche différent, qu'Axelrod (*Evolution of Cooperation* Basic Books, New York 1984) afin de mettre en lumière l'émergence éventuelle de stratégies évolutionnairement stables, (stratégies qui ne pourront plus être évincées par une nouvelle variante) avait organisé un tournoi simulé mettant en concurrence différentes versions logicielles d'un schème de d'échange (de bons ou mauvais procédés) dans le Dilemme du Prisonnier, devenu de ce fait le Dilemme Itératif du Prisonnier. Dans la suite de cette illustration nous ne poursuivrons pas cette voie inter-individuelle de la réalisation de l'itération, qui a suffi ici à introduire et souligner la différence entre l'exo-majoration synchronique des servomécanismes auto-optimalisateurs, et l'endo-majoration des servomécanismes équilibrateurs qui les rend proprement diachroniques du fait qu'ils deviennent du fait de l'évolution de leur propre structure des objet permanents rhéosiques ou objets évolutionnairement stables, c'est à dire stables dans leur permanence comme objets fonctionnels de l'évolution et non dans leur structure anatomo-physiologique ou cybernétique synchronique.

Nous nous dirigerons ici dans la voie intra-individuelle de l'itération qui est celle de l'équilibration psychogénétique, en transformant à cet effet la forme d'organisation du tournoi en celle de la compétition quotidienne avec soi-même qui est celle du pratiquant d'une discipline sportive ou mentale qui « court contre la montre », ce qui revient à courir contre lui-même en ce que de réexercice majorant en réexercice majorant il cherche ainsi à améliorer sa propre performance. Cette première formulation est de toute évidence caricaturale, ne serait-ce que parce qu'elle ne fait reposer l'évaluation de la majoration que sur l'indice que donne la dimension temporelle, alors que l'interprète qui répète semble-t-il indéfiniment et inlassablement la même phrase en varie le phrasé, la dynamique, le timbre, etc. ainsi que les combinaisons de ces variations, pour construire extérieurement la forme approchant le point axiologiquement idéal à la fois idiosyncratique et propre à son stade.

#### **5 LA VOIE PSYCHOGÉNÉTIQUE DE L'ENDO-MAJORATION EST CELLE DE LA DIAGNODIORTHOSIS QUI LA TRANSFORMERA ULTIMEMENT EN UNE FORME D'EXO-MAJORATION.**

Contrairement aux systèmes génétiques dont le langage machine que constitue le code génétique et ses mécanismes de réplication et de traduction est directement accessible à leurs modifications, la part précablée

des réseaux neuraux qui constitue le matériel de la machine d'exécution du système psychogénétique ne lui est pas directement accessible, (elle l'est toutefois indirectement par le biais des assimilations phylogénétiques qui favorisent l'acquisition des majorations psychogénétiques). Il s'ensuit que la part fonctionnement axiograde automatique précâblé de l'équilibration praxique qui préside à la formation des schèmes habituels, n'est à la fois ni consciente ni modifiable.

La modification et la majoration psychogénétique des procédés de recherche passe en conséquence par le mode indirect de l'équilibration réflexive que nous avons dénommé «diagno-diorthosis\*» de l'abstraction réfléchissante piagétienne.

\*[Ce terme est formé à partir de dia-gnosis, dia, «séparation, distinction», et gnôsis «connaissance», et d'orthosis du grec orthos «droit», et, au sens figuré, «correct» – pour rappeler la séparation de soi-même sur laquelle repose l'auto diagnostic – la distinction, la prise de conscience et la thématisation le cas échéant – de «ce que nos schèmes nous font faire» (selon la formule de J-J Ducret), ainsi que la correction équilibratrice régulatrice (orthosis) puis, le cas échéant, l'amélioration majoratrice (diorthosis) que leur apporte la réflexion.]

Sous l'effet progressif de ce double processus d'abstraction, à partir de l'action dans l'univers d'activité ainsi qu'à partir de son objet dans cet univers, le fonctionnement axiograde de l'équilibration devient progressivement un tâtonnement résultant d'une variation de moins en moins aveugle, et de plus en plus pré-dirigée par la connaissance, pour se stabiliser à l'état d'équilibre structural en une anticipation opératoire sans tâtonnement aucun, lorsque l'univers d'activité est rendu déductible par sa connaissance. C'est ce double processus d'abstraction de savoirs et de savoir-faire qui lorsqu'il est couplé à celui de l'application de ceux-ci que réalise l'assimilation du nouveau au connu qui engendre la boucle de feedback amplificateur de l'acquisition qui constitue ce que l'on peut appeler la stratégie psychogénétique de l'endo-majoration. Dans cette stratégie l'acquisition et l'application sont co-fonctionnelles ou en relation hétérarchique: en effet, la stratégie d'assimilation a pour effet que l'acquisition est subordonnée en tant que moyen à l'application du fait que celle-ci est la condition de son activité, tandis qu'en retour l'application est subordonnée à l'acquisition du fait que celle-ci en constitue le cadre de son exercice. Il faut souligner ici que c'est bien l'itération de l'exercice du schème de recherche qui en ouvrant la dimension diachronique – qui est celle de la psychogenèse spontanée de l'enfant puis des psychogenèses artificielles\* ultérieures de l'âge adulte – permet ses compétitions successives avec ses propres variations, ainsi que l'abstraction des régularités ou corrélats empiriques et pseudo-empiriques\*\*, de sa péjoration ou de sa majoration.

\*[Si la psychogenèse spontanée qu'étudie la psychologie génétique est engendrée par les interactions entre les processus automatiques des équilibrations, la psychogenèse artificielle est celle qui résulte de l'exploitation à la fois délibérée et réfléchie de ces processus psychogénétiques automatiques, par le ré-exercice volontaire quotidien sur lequel repose l'acquisition, la conservation et la majoration de toute activité ou discipline spécialisée.]

\*\*[ Il existe une véritable expérimentation en mathématiques comme cela l'a été souvent rappelé (aussi bien par I. Lakatos (*Proofs and Refutations* Cambridge University Press, 8 oct. 2015) que par G. Polya (*Mathematical Discovery* Wiley, 1962), ou encore Ruben et Hersch (*The Mathematical Experience* Houghton Mifflin Harcourt, 1998)). C'est cette expérimentation qui apporte à l'action sur son objet sémio-opérateur la rétroaction de ses effets sur celui-ci, rétroaction que Piaget qualifie alors de pseudo-empirique). Cette rétroaction est une condition nécessaire autant à la diagno-diorthosis praxique du processus de recherche qu'à l'abstraction réflexive des propriétés de l'univers d'activité symbolique particulier dans lequel il agit.]

En bref on aperçoit ici que dans le fonctionnement de l'équilibration psychogénétique l'acquisition et l'application des connaissances forment une boucle réentrante qui les rend strictement (au sens de *sine qua non*) co-fonctionnelles. L'acquisition «sert (à)» (c'est à dire est une sous-fonction de) la direction et l'élargissement du champ de l'application, qui en retour sert (à) la majoration de l'acquisition. Cela tient au fait, lié à la réalisation psychologique de notre intelligence, que ce n'est qu'à partir de l'exercice effectif d'un schème dans son univers d'activité que l'abstraction de connaissances peut procéder, et la connaissance acquise peut progressivement venir, en retour, diriger l'application pratique.

La voie de l'auto-majoration que suit alors l'équilibration psychogénétique est celle de la «stratégie psychogénétique»\* que constitue l'acquisition de la connaissance de ses méthodes de recherche et de leurs objets – comme en témoigne, par exemple, l'acquisition au stade opératoire du fondement combinatoire de la méthode scientifique que constitue le procédé du *ceteris paribus*, qui pour établir une corrélation ou une covariation consiste à ne faire varier qu'un facteur possible à la fois, en maintenant «toutes choses égales d'ailleurs», c'est-à-dire les autres facteurs invariants est un exemple psychogénétique étudié par Piaget (v. Presses universitaires de France, 1955) de ce type d'auto-amélioration de son système de recherche par l'équilibration réflexive.

\*[Nous parlons de stratégie à ce propos en référence à l'opposition introduite par Minsky et Papert (*Progress report A.I. Lab. M.I.T.*)] entre les deux types extrêmes de stratégie de production (artificielle) d'une l'intelligence, l'une par l'augmentation quantitative de puissance de calcul et l'autre par l'augmentation qualitative de connaissance.]

Cette voie qualitative de l'auto-majoration repose sur la différenciation évolutive en son aval d'un mode efférent, volitif (moteur ou opérateur), de l'équilibration réflexive. Ce mode de fonctionnement est constitutif de ce que nous avons appelé ailleurs l'assimilation efférente, qui constitue la forme duale fonctionnellement complémentaire de l'assimilation piagétienne que l'on peut ainsi qualifier d'afférente en ce que son adaptation ou équilibration psychogénétique repose sur l'accommodation des structures assimilatives et représentations internes du sujet à l'univers d'activité extérieur. À l'opposé l'équilibration de l'assimilation afférente ou motrice repose sur la l'adaptation ou accommodation de celui-ci aux structures et représentations internes du sujet, par sa modification au moyen de l'action sensori-motrice ou sémio-opératrice.

Le mode de fonctionnement volitif-effecteur sous-jacent pourrait être qualifié de mode Turing-universel ou encore mode interprétatif\*.

\*[Un (programme) « interprète » (*interpreter*) est un programme informatique qui « traduit », ou, plus proprement, qui réécrit formellement dans le langage de commande de sa machine, et qui exécute immédiatement une par une, chacune des instructions d'une procédure; à la différence d'un (programme) compilateur qui achève la totalité de cette traduction auparavant. Le mode d'exécution interprétatif est celui de la machine (abstraite) de Turing qui est dite universelle parce qu'elle est capable de simuler toute machine particulière en déchiffrant et exécutant un par un les quintuples (de symboles) qui en réalisent la description formelle. Sous sa forme la plus élémentaire c'est celui de l'exécution pas à pas d'une suite d'instructions écrites ou orales.]

L'acquisition de cette compétence mentale est une condition nécessaire à l'exécution de la variation et à celle de la correction d'un schème thématique (ou « dia-gnostique »). Les prémisses spontanées de ce mode volitif-effecteur – dont la forme achevée repose sur l'acquisition psychogénétique des « opérations de la volonté » – se manifestent sans doute déjà assez tôt, dans la capacité d'exécution volontaire d'un ordre verbal isolé, par exemple, puis se prolongent dans celle des prescriptions à complexité croissante, partant des séries ordonnées linéaires de transferts inconditionnels de contrôle d'une instruction à la suivante d'une liste d'achats ou d'un itinéraire fixe, pour atteindre celle des transferts conditionnels de contrôle récursivement emboîtés (dont on démontre qu'ils permettent la spécification de n'importe quelle machine de Turing particulière, ou en d'autres termes de l'ensemble des « procédures effectives » possibles), permettant de définir les règles d'un jeu, les recettes culinaires ou autres mais aussi les programmes sous-jacents à tout manuel de montage et d'utilisation d'un dispositif, et enfin des prescriptions complexes et conditionnelles de la didactique d'une discipline quelconque. On trouve ainsi, par exemple, dans des ouvrages pratiques sur l'enseignement d'une discipline sportive, des suites d'instantanés pris au cours de l'exécution d'un type de virage, sous-titrés de commentaires qui sont des prescriptions à exécuter (« garder les skis parallèles » en est un exemple sans doute trop connu). Il est à noter que les descriptions de ces procédés sont généralement extrinsèques: le sujet et les actions qu'il doit exécuter y sont décrits du point de vue d'un observateur extérieur. Un progrès notable, qui est un exemple d'auto-majoration par l'enseignant de sa méthode d'enseignement, consiste pour celui-ci à s'efforcer de les remplacer par des descriptions intrinsèques, activant des schèmes familiaux de l'apprenti. C'est ainsi que « garder les skis parallèles » peut devenir en neige profonde « sauter à pieds joints », prescription qui en activant ce schème familial produit le double effet désiré (parallélisme et équirépartition du poids) sans passer par sa traduction interprétative en son action propre par l'apprenti, traduction qui est souvent plus complexe, et qui constitue souvent un obstacle plus grand à son acquisition, que l'exécution de l'action représentée elle-même. (À ce propos Piaget rappelait parfois qu'au cours d'une expérience impromptue au C.I.E.G., l'exécution de la description extrinsèque de la marche à quatre pattes donnée par les mathématiciens les faisait marcher à l'amble, tandis que celles des physiciens produisaient diverses formes de reptation.) Cette observation pourrait être étendue à la plupart des cours, manuels et traités d'enseignement des savoirs et des savoir-faire de disciplines intellectuelles scientifiques ou techniques. Le titre d'une conférence de S. Papert: *Learning to be a Mathematician versus Learning Mathematics* évoque pour une part cette opposition, et pourrait se transposer tout autant à « apprendre à comprendre et parler une langue, au lieu d'apprendre son lexique, ses conjugaisons et déclinaisons ainsi que les règles de sa grammaire ». L'acquisition et la majoration des performances intellectuelles est strictement homologue à celle des performances physiques du fait que toutes deux reposent sur des savoir-faire acquis par un exercice majorant qui les a rendus automatiques. Ils sont en quelque sorte compilés par l'équilibration pratique et exécutés automatiquement au cours de leur exercice de telle sorte qu'ils ne sont jamais thématiques que partiellement, lors des épisodes diortho-siques de leur

ré-exercice majorant. Ils ne sont donc pas représentés sous la forme de procédures effectives interprétables par l'équilibration réflexive,

Cette capacité d'auto-programmation doublement réflexive du sujet (à la fois parce qu'elle est effectuée par lui-même et cela à partir d'une représentation réfléchissante à caractère réflexif (dia-gnosique auto-descriptive) de ce que son propre schématisme lui fait agir), est déjà celle qui, en venant prolonger et compléter fonctionnellement l'imitation enfantine, sous-tend l'acquisition des schématismes culturels spécialisés adultes, dont l'écriture, la lecture, et le calcul. C'est aussi bien celle qui permettra le calcul (au sens algoristique\* général de la dérivation formelle, la réécriture, etc.) des formalismes logico-mathématique écrits, et qui a débouché plus récemment sur la « simulation manuelle » ou « artisanale » de l'exécution d'un algorithme ou plus généralement d'une procédure effective ou d'un programme.

\*[Algorithme provient du « nom latinisé du grand mathématicien arabe surnommé ('al-huwarizmi (Al-Khwarizmi, - Algèbre) pris comme nom commun, également sous la forme algorismus. » (Robert) Si l'algorithme a pris le sens de la procédure effective qu'exécute le mathématicien puis le calculateur artificiel, nous dirons que celui-ci en est l'« algoriste ». Un algoriste peu ainsi exécuter n'importe quelle procédure effective, qu'elle constitue un algorithme (qui garantit qu'il termine sur une solution) ou non. Ce néologisme a pour effet et pour but de généraliser la catégorie sémio-opératrice calculatoire de l'algoristique en la rendant indépendante de celle de l'algorithme.]

### **5.1 L'ENDO-MAJORATION REMONTE DE LA PÉRIPHÉRIE QUE CONSTITUE SON INTERACTION AVEC SES UNIVERS D'ACTIVITÉ, VERS LE CENTRE QUE CONSTITUE L'ACTIVITÉ MENTALE DU SUJET.**

À partir du stade formel, l'endo-majoration suit en s'intériorisant (c'est à dire en partant de l'action extérieure pour remonter à sa source interne) la même voie prosthétique amplificatrice de fonction que celle de la construction des artefacts en général. En effet, tout comme l'outil vient tout d'abord au cours de la phylo-socio-psychogenèse humaine, prolonger extérieurement en l'amplifiant fonctionnellement la fonction sensori-motrice comme l'avait fait observer Paul Braffort (L'Intelligence artificielle (Presses universitaires de France, 1968)), les majorations sémio-opératrices ultérieures viennent prolonger extérieurement et amplifier la fonction les instruments mentaux que constituent les schématismes sémio-opérateurs. Pour faire l'expérience de cet effet d'amplification fonctionnelle, il nous suffit de comparer notre capacité de calcul mental de la racine carrée (ou de toute autre opération arithmétique, à commencer par l'addition) avec celle que nous apporte son calcul écrit, sans évoquer encore les majorations qu'y apporteront des artefacts sémio-opérateurs spécialisés tels que l'abaque, la règle à calcul, la calculatrice mécanique, puis l'artefact sémio-opérateur prosthétique universel parce que littéralement protéiforme du fait qu'il est algoristiquement équivalent à la machine de Turing universelle qu'apporte le calculateur électronique ou ordinateur. Or ces artefacts sémio-opérateurs apportent des outils prosthétiques amplificateurs à l'endo-majoration.

### **5.2 LA NOTATION GRAPHIQUE CONSTITUE UNE ENDO-MAJORATION DÉTERMINANTE EN CE QU'ELLE OUVRE À L'ÉQUILIBRATION RÉFLEXIVE LES NOUVEAUX POSSIBLES DU BRICOLAGE ÉVOLUTIF DES MENTEFACTS.**

L'invention de l'écriture a apporté dans cette perspective l'une des auto-majorations historiques majeures de l'équilibration réflexive en ce qu'elle a ouvert la possibilité de toutes les auto-majorations réflexives qu'apporte la connaissance écrite à la stratégie centrale de l'équilibration praxique et réflexive qu'est celle de l'acquisition et de la majoration des connaissances (au sens général qui comprend les savoir-faire transmissibles par l'imitation dirigée que constitue l'apprentissage d'une spécialisation aussi bien que les savoirs). L'un des nouveaux possibles immédiats sur lesquels ouvre l'invention de l'écriture est celle de l'amplification de la puissance du « calcul mental » (au sens large) du sujet individuel qu'elle permet en lui offrant une mémoire de travail extérieure pour ses signifiants, avec la possibilité d'en élaborer des schématismes extérieurs (sensori-moteurs) de réécriture dont elle permet en outre la notation (quasi-musicale) qui ouvre la possibilité aussi bien de la psychogenèse des mathématiques que celle de leur sociogenèse.

Mais si sans cet artefact les mathématiques seraient sans doute restées « lettre morte » (et cela littéralement de surcroît), il en va de même pour la « réflexion écrite », mode de réflexion universel sur lequel a reposé l'élaboration même de toute théorie scientifique (et donc de la différenciation de la stratégie sociogénétique très spécialisée que constitue celle de la recherche et de la connaissance scientifique qui a singularisé la sociogenèse occidentale), mais tout autant de toute doctrine philosophique, morale, juridique, etc., et de la part littéraire ou discursive de nos œuvres artistiques.

En effet, une large part de l'élaboration des entités conceptuelles de la science et plus généralement de la connaissance rationnelle, repose sur une variante particulière, inventive, du *bricolage*,\* (en empruntant ici à F. Jacob (*Le jeu des possibles* Paris : Fayard , 1981) ce terme qu'il généralise à la formes d'équilibration majorante qui sous-tend la phylogénèse) celui de l'improvisation et de l'amélioration pratique d'artefacts: outils, instrument, engins, dispositifs, appareils, machines, etc.

\*[« (Depuis Lévi-Strauss). Travail dont la technique est improvisée, adaptée aux matériaux, aux circonstances. »

Cette caractérisation est celle de la méthode, elle s'applique donc tout autant aux autres formes du bricolage que sont le réglage ou la retouche d'un dispositif existant, sa réparation de fortune. Ces formes se différencient du bricolage constructif en ce que celui-ci engendre un dispositif nouveau, cela même s'il le fait à partir d'un dispositif existant (ou plus usuellement à partir de composants appartenant à de multiples dispositifs existants).

### 5.3 LES FORMES DU BRICOLAGE SONT FONCTIONNELLEMENT HOMOLOGUES À CELLES DE L'APPRENTISSAGE (EXTRAIT DE « LES BRICOLAGES DE L'ÉVOLUTION PSYCHOGÉNÉTIQUE.DOC »<sub>GC</sub>)

Le « bricolage de type I » est celui du réglage et de la mise au point\*(v. « *tuning* », accordage).

\*[« fiddle vt : to repair, adjust, or experiment with. Tinkerer. ... » (Webster)]

Il constitue le plus bas degré de sa hiérarchie des types, en ce qu'il ne modifie pas la structure du dispositif, mais uniquement son fonctionnement. Il repose au niveau opératoire sur le *ceteris paribus*, c'est-à-dire la dissociation des facteurs, qui consiste à ne modifier le réglage que d'un seul paramètre à la fois. C'est une forme de la majoration axiograde pluridimensionnelle, dans laquelle l'équilibration recherche un sommet local sur une hypersurface dans un espace à  $n$  dimensions (où  $n$  correspond au nombre des facteurs que constituent les paramètres réglables).

Le bricolage de type II est celui de la « modification » au sens technique du terme, qui porte sur la structure même du dispositif. Le moteur d'une voiture de série, par exemple, qui a été soumis à ce traitement est ainsi dit modifié ou « gonflé ».\*

\*[« hot rod ... : an automobile rebuilt or modified [customized]gc for high speed and fast acceleration. ... » (id.)]

Il s'agit encore d'un réglage des paramètres mais au niveau hiérarchique immédiatement supérieur, celui des paramètres structuraux, c'est-à-dire des paramètres de définition de la structure: dans le cas d'un moteur dit gonflé, sa cylindrée a pu ainsi être augmentée ainsi que le taux de compression de ses cylindres, etc. peuvent être modifiés. En revanche l'augmentation du nombre des cylindres ne constitue pas une modification de ce niveau car elle appartient déjà au niveau supérieur, celui l'(hyper)espace de l'ensemble des types de moteurs possibles, à un cylindre, à deux cylindres (en ligne, en V plus ou moins prononcé jusqu'à être opposés), à trois cylindres. L'espace des possibles des paramètres structuraux pour la catégorie restreinte des moteurs à essence comprend aujourd'hui toutes les formes de moteurs à  $n$  cylindres (à deux ou à quatre temps), mais aussi les moteurs dits rotatifs: le moteur Wankel et le moteur dit Tri Dyne, ainsi que le moteur à deux pistons opposés (dans le même cylindre).

Le bricolage de type III\* est celui qui consiste à assembler une chimère structurale, c'est-à-dire une structure nouvelle formée à partir de composants existants, les uns déjà fabriqués (et parfois agencés en un artefact fonctionnel), les autres matériaux bruts.

\*[« bricoler *to putter about*] (1966) : *construction or something constructed by using whatever comes to hand* (ib.) » Cette seconde définition complète la caractérisation de la méthode de Lévi-Strauss en ce qu'elle précise que bricolage constructif est une double chimère, formée de procédés de production préexistants aussi bien que de produits préexistants.] »

Les composants préexistent, c'est leur forme d'organisation, leur configuration, leur agencement qui est nouvelle. (Dans le cas du moteur, la « modification » qui a consisté à monter deux moteurs sur la même automobile, l'un à l'avant l'autre à l'arrière, pour en faire un véhicule à traction sur les quatre roues appartenait à ce type III).

Le bricolage de type IVest la « ...réparation ou travail manuel effectué approximativement. *Un bricolage rapide. C'est du bricolage, ça ne tiendra pas longtemps.* Fig. et péj. Travail peu soigné... » (Robert), c'est le travail que l'on qualifie ironiquement de « ni fait ni à faire ». Cela peut comprendre le fait qu'il s'agit d'un travail d'amateur, improvisé non selon les règles de l'art, mais celles du novice en la partie.

Cette dernière acception du terme nécessite que l'on distingue ici le statut sociogénétique du procédé de construction, qui du fait que le bricolage constructif ne saurait être le résultat d'un procédé de production professionnel ou industriel (en raison de ce qu'un dispositif nouveau ne peut être construit selon un procédé de production technique en vigueur puisque sa structure n'est pas (encore) standardisée, pas plus que ses

techniques improvisées de construction), du statut psychogénétique de son auteur, c'est à dire de son niveau de compétence professionnelle, qui est indépendant du statut sociogénétique du procédé. L'auteur d'un bricolage inventif peut ainsi tout aussi bien être un novice peu compétent et peu consciencieux (mais sans doute chanceux) qu'un professionnel virtuose.

Le bricolage constructif est le processus de majoration praxique et réflexif des inventeurs contemporains des dispositifs souvent inutiles (les gadgets\*) et parfois aussi ingénieux que pratiques qui sont mis en concours dans les « Salons des Inventions » et les « Salons du Bricolage ».

\*[« Les grands objets techniques ont une efficacité de prestige (exploration de l'espace) ou une portée stratégique (fusées, missiles, etc.)... La réalité quotidienne ne bénéficie que des «retombées de la technique». Quant aux gadgets, ils simulent la technicité. Henri LEFEBVRE, la Vie quotidienne dans le monde moderne, p. 99. » (Robert). Ces « grands objets techniques » ne sont toutefois que des gadgets hypertrophiés à succès, dont les composants techniques sont le plus souvent issus originairement des bricolages inventifs primitifs de leurs auteurs.]

La filière des ancêtres de nos inventeurs bricoleurs remonte sans doute à la préhistoire de l'*homo faber*, partant des inventeurs anonymes du percuteur\* paléolithique, en passant par ceux plus célèbres de la roue (plus récemment du fil à couper le beurre), et par des figures historiques paradigmatiques telles que celles d'Archimède ou de Léonard de Vinci dont les percées conceptuelles débouchaient parfois aussi sur des réalisations techniques.

\*[« Au niveau anthropien primitif, les actions complexes de préhension, de manipulation, de pétrissage persistent : elles forment encore une large part de nos gestes techniques. Par contre il est sensible que dès l'apparition du percuteur, du chopper et des bois de cervidés utilisés, les opérations de section, de broyage, de modelage, de grattage et de foussement émigrent dans les outils. La main cesse d'être outil pour devenir moteur. A. LEROI-GOURHAN, le Geste et la Parole, t. II, p. 41. » (Robert). Ce à quoi nous ajouterions aujourd'hui que la main devient non seulement le moteur mais aussi et surtout l'opérateur ou conducteur (le kybernète) de contrôle d'un artefact prosthétique. Ce qui de ce point de vue distingue alors l'outil de la machine n'est plus que dans celle-ci l'opérateur se borne à la conduite de l'artefact, sans avoir à en fournir la force motrice.]

Dans la mesure où Archimède réalisait lui-même ses engins ou leurs prototypes il serait sans doute le prototype historique du bricoleur praxique d'artefacts (« faits de l'art » praxiques) , alors que Léonard de Vinci dont les projets, ses célèbres dessins de machines, restaient des épures correspondrait à celui du bricoleur réflexif de ce que Wilson et Lumsden ont qualifié de *mentefacts* (dans Lumsden, C.J. and Wilson, E.O., 1981, Genes, Mind and Culture: The Coevolutionary Process , Harvard University Press: Cambridge, MA), « faits de l'art » mental.

Le bricolage de ces inventeurs est un processus d'improvisation fonctionnelle constructive ou inventive, dont F. Jacob a souligné qu'il est fonctionnellement homologue à celui de l'évolution. Ce bricolage évolutif consiste ainsi à engendrer des configurations fonctionnelles nouvelles à partir de composants connus, en en modifiant la fonction d'origine, exploitant ainsi de manière novatrice leur potentialités plurifonctionnelles. L'abstraction piagétienne en serait une forme psychogénétique spontanée, dans la mesure où elle construit de nouveaux objets conceptuels à partir des objets acquis. Les « machines de Tinguely » en offrent une réalisation exemplaire qui apporte ainsi un pendant axiologique de nature esthétique à la rationalité aléthique de la machine de Turing. Il est à noter toutefois que les retouches et réélaborations de l'œuvre esthétique en cours d'élaboration se font chacune tout aussi bien à partir de ses états successifs. Le précurseur de ce processus est plus prosaïque et sans doute aussi ancien que la première utilisation d'un « objet contondant » se trouvant à portée de la main ou du regard pour casser une noix, un os, ou un coquillage, c'est bien celui qui caractérise l'*homo faber* ou *habilis*, l'ancêtre des artisans inventeurs. On retrouve aujourd'hui ce même processus récursivement emboîté aujourd'hui chez les bricoleurs qui improvisent par étapes majorantes leurs dispositifs, aussi bien à partir de pièces détachées neuves appartenant à des machines différentes, que d'un bric-à-brac de pièces qu'ils ont accumulées, chacune « parce que ça pourra toujours servir », mais à autre chose que dans la configuration d'origine, ce qui souligne dans les deux cas le changement de fonction novateur de la structure existante.

## 5.4 ARTEFACTS ET MENTEFACTS.

Or toute construction, qu'elle soit matérielle, sensori-motrice et physico-géométrique d'un artefact, ou représentative, sémio-opératrice et sémiotique d'un mentefact, s'effectue nécessairement – comme cela est inscrit dans l'étymologie même de ce terme\* – par le placement et l'intégration successifs de ses constituants (provisaires ou définitifs) dans la configuration organisée (assimilatrice et contraignante) que forment les composants placés précédemment, ainsi que, le cas échéant, par leurs déplacements ou retranchements ultérieurs.

\*[Construire: « de *construere*: con- (*cum*), et *struere* «disposer, ranger» » (Robert)]

Pour que ces opérations de partition et placement (généralisées ici aux objets sémio-opérateurs que constituent les significations qu'engendrent les couples signifiant-signifié) soient possibles, il est donc nécessaire, à la fois que ces composants constituent des objets (cognitifs) permanents, et que leurs configurations en constituent aussi, de manière à ce qu'au cours de la construction de signifiés ces composants conservent aussi bien leur identités individuelles que leurs configurations relationnelles c'est à dire leurs formes d'organisations. À la différence de l'improvisation de « l'infortunée musique » qui tout, comme la parole et plus essentiellement la pensée elle-même « s'évanouit aussitôt qu'elle est née », c'est cette double invariance des éléments et de leur organisation ou structuration qui amplifie « artificiellement » la conservation mnémorique humaine en la prolongeant prosthétiquement dans le nouvel « espace d'adressage » extérieur que réalise l'exploitation à cet effet de propriétés de l'espace et d'entités physico-géométriques des composants ou signifiants de la notation en général et du texte en particulier. L'exploitation que fait la notation (qu'il s'agisse de dessin ou d'écriture) de traces physiques sur une surface de même nature, les premiers à titre de signifiants matériels, la seconde à titre de support de ceux-ci, fait des premiers le contenu de l'enregistrement d'un « message » (ensemble de signaux) signalétique, et de la seconde le contenant ou support signalétique de celui-ci. Ce prolongement de la fonction mnémorique humaine n'est enfin limité que par les ressources physiques (encre et papier à l'origine, puis supports digitaux) disponibles à une époque et un sujet donnés pour en réaliser le matériel, au sens signalétique ou informatique du terme.

L'on pourra observer ici que la notion de signifiant formel (ou signal, la lettre « a » par exemple) et celle du « support d'inscription, d'engrammation, d'enregistrement ou de stockage, etc. » que constitue le signifiant matériel qui le réalise (le tracé à la craie de la figure « a » par exemple), sont co-définissantes dans une relation entre contenant et contenu (ou entre support et (sup)porté, medium et message, etc.), et que cette relation peut être généralisée à la mémoire humaine. Il faut toutefois souligner alors que le terme de mémoire (externe) lorsqu'il est appliqué en retour et de manière anthropomorphique aux dispositifs d'enregistrement signalétiques extérieurs (dits aussi supports de stockage (*storage media*)) – et cela de l'écriture manuelle ou imprimée, à l'écriture digitale sur un « support informatique » (formant une « mémoire vive » (« *random access memory* ou RAM ») par exemple – est impropre à strictement parler. En effet, ces dispositifs n'acquièrent une fonction proprement mnémorique (celle d'« aide-mémoire », par exemple) que lorsqu'ils sont utilisés à cet effet au cours de leur inclusion dans la boucle sémio-opératrice d'un sujet humain. En l'absence de leur auteur ou de leur lecteur, les « Carnets de Souvenirs » ne contiennent ainsi ni souvenirs ni ressouvenances. Tous ces dispositifs sont des prolongements prosthétiques d'une fonction humaine comme tous les autres artefacts engendrés par l'intelligence instrumentale de l'*homo habilis*.

Dans le domaine intra-individuel cette « percée technologique » ouvre à chaque sujet qui en acquiert la technique, la possibilité de différencier des systèmes de notation, et sur ceux-ci des schématismes d'exécution, qui rendront sa puissance ce calcul formel équivalente à celle d'une machine de Turing universelle, un système signalétique capable d'exécuter pas à pas (en mode interprétatif volitif-effecteur ou mode Turing universel) l'infinité potentielle des procédures effectives. (Celles-ci sont définies comme des procédés pratiques ou formels, descriptibles sous une forme qui permet leur transmission à un praticien et leur exécution par celui-ci dans un état de l'art donné. C'est cette transmissibilité inter-subjective qui définit ici l'*effectivité*, différenciation qui réfère à l'exécutabilité de sa description, plutôt qu'à la procédure elle-même qui peut aussi bien être effective au sens usuel d'efficace\*, qu'inefficace.)\*

\*[Effectif: « Qui se traduit par un effet, par des actes réels. - Concret, efficace, réel, tangible, vrai ... » (Robert) ]

Verba volant, scripta manent.
----------------------------------

L'effet psychogénétique (et sociogénétique comme nous le verrons) le plus immédiat de l'acquisition de ces systèmes de notation est l'émergence de la réflexion écrite. Aux étapes de la réflexion et de la tradition orales, la conservation de la réflexion (qui s'évanouit de la conscience et de la mémoire instantanée avec la pensée) n'est assurée que par une forme de réaction circulaire\* sémio-opératrice, volontaire ou spontanée qui en la ré-exerçant en fait un schème habituel dont la conservation différentielle pourra dépendre de son éventuelle fécondité psychogénétique ultérieure.

\*[« Répétition active d'un résultat obtenu par hasard. » Les relations entre l'intelligence et l'affectivité dans le développement de l'enfant. Piaget 1954. La parenté de l'apparition soudaine d'une idée avec « un résultat obtenu par hasard » est bien ici qu'il s'agit tout autant d'un événement spontané indépendant de la volonté du sujet, et qui paraît résulter du hasard psychologique que constitue l'intersection des séries téléonomiques indépendantes dans la « société des schèmes » (le réseau sémantotopique) qui forme l'inconscient cognitif du sujet. À vrai dire cette intersection des idées ne se produit, comme l'a relevé Poincaré, que si celles-ci appartiennent à un ensemble que le sujet a préalablement sélectionné par leur évocation pendant la phase de réflexion orientée « consciente et volontaire ». Le hasard ne sert que ceux qui sont prêts à l'asservir, ce qui se traduit dans une autre stratégie endo-majoratrice qui consiste à fixer une idée

dans la mémoire, pour la laisser sommeiller dans la périphérie de l'activité de réflexion, dans l'attente qu'elle assimile éventuellement par rencontre un contexte fonctionnel.]

Avec l'écriture cette stratégie (endo-majoratrice parce qu'elle améliore le schématisme de l'équilibration réflexive) sera remplacée par un schème qu'acquièrent très tôt les auteurs de textes aussi bien théoriques que poétiques. Si « le premier vers est donné par les dieux » selon Valéry, son heureux bénéficiaire ne doit pas s'attendre à ce que ces entités répètent ce don inopiné, qu'ils lui offrent le plus souvent sous une forme orale et cela loin du « vierge papier que la blancheur défend » (Mallarmé). Le schème consiste ainsi à noter sans attendre les idées lorsqu'elles surgissent pendant les phases d'incubation. Le sentiment d'échec et d'irritation croissants que l'on peut éprouver à ne pas retrouver un objet que l'on avait pourtant vu et même tenu dans la main un instant auparavant est à peine comparable à celui de la perte irrémédiable d'une idée ressentie comme éclairante (survenue pendant le sommeil par exemple) que l'on ne parvient pas à saisir pour la faire se réengendrer. On observera au passage à ce propos que les stratégies majoratrices sont souvent le résultat de la prise de conscience et de la diagno-diorthosis d'insuffisances répétées et irritantes de l'équilibration. Le gnôthi *se auton*, à la fois Apollinien et quelque peu Delphique\*, repris par Socrate acquiert ici un sens praxique, qui est celui d'acquérir une connaissance de soi-même à titre d'instrument, imparfait et améliorable par un exercice majorant opiniâtre sinon obsessionnel, de ses fins.

\*[Delphian: « ...oracular, of the obscure and ambiguous nature of the responses of the Delphic oracle » (O.E.D) ]

## 5.5 LA NOTATION INTÉRIORISE L'OPÉRATION DE MONTAGE DES ARTEFACTS EN LA PROLONGEANT AUX MENTEFACTS.

Le fait que dans l'espace physico-géométrique les composants d'une construction en cours ainsi que leurs relations (couplages mécaniques, chimiques, électroniques, etc.) sont conservés dans l'espace et dans le temps repose en dernière analyse sur la permanence de l'objet sensori-moteur (résultant elle-même de l'ensemble des permanences de ses paramètres physiques).

Or c'est cette permanence qui, au cours de l'hominisation, en permettant d'emblée l'utilisation de l'objet comme signifiant matériel (de lui-même) dans le support matériel d'enregistrement (de la construction en cours) que peut alors jouer l'espace physico-géométrique pour le bricolage constructif sensori-moteur, a permis que des artefacts complexes ont pu être fabriqués longtemps avant la différenciation de systèmes notationnels. À la différence des réalisations ou expressions mentales ou orales des constructions de l'équilibration réflexive, les constructions de l'activité sensori-motrice ne s'évanouissaient pas aussitôt qu'elles naissaient, ce qui a permis à l'espace physico-géométrique de jouer le rôle d'un support d'enregistrement extérieur prolongeant (en l'amplifiant notablement) la fonction mnémonique du constructeur. Une construction matérielle subsiste aussi longtemps que l'autorise la résistance de son matériel. Cette permanence de l'artefact joue le rôle d'une aide-mémoire qui permet à son auteur de retrouver ses composants si anciens et oubliés soient-ils aussi bien que leur forme d'organisation. Ces deux paramètres sont ainsi disponibles non seulement pour les diagnostics mais aussi pour les corrections majoratrices successives du processus de bricolage majorant. Pour le bricoleur, son artefact reste indéfiniment un prototype d'essai en ce que chaque usage qu'il en fait lui suggère des améliorations ou lui révèle des insuffisances. Sa permanence structurale d'ensemble lui permet alors d'isoler au sein de la configuration les composants responsables, et en dissociant ainsi les facteurs, de ne les varier qu'un à un. Du fait de la permanence de la configuration, le site de la dernière composante peut être retrouvé après chaque épisode de majoration pour la poursuite du processus. La notation apporte aux constructions sémio-opératrices intérieures de l'équilibration réflexive une permanence structurale des mentefacts homologue à celle des artefacts, et partant les mêmes possibilités de remajoration récursive indéfinies (« Cent fois sur le métier remettez votre ouvrage ») du même mentefact, que celles dont dispose le bricolage extérieur sur les artefacts sensori-moteurs. L'opération fondamentale de la construction de tout artefact est celle du montage d'un de ses composants. Cette opération de montage est réalisée par placement d'un composant à propriétés fonctionnelles spécifiques dans une relation de couplage avec certains composants préexistants dont il vient moduler le fonctionnement. Le lieu de ce placement est mécaniquement déterminé de manière stricte par la position spatiale des composants existants avec lesquels le composant doit interagir par « couplage mécanique », alors qu'électriquement ou électroniquement ou même (bio)chimiquement cette détermination est moins stricte, mais toutefois limitée par la vitesse de propagation du signal d'interaction impulsion mécanique, diffusion chimique, influx nerveux, impulsion électrique, etc.). L'opération de placement *sui generis* propre au montage généralisé de la sorte, comporte ainsi cinq éléments, dont quatre ont été thématiques dans le quadruple: < addende, addition, augende, somme > qui caractérise traditionnellement l'addition ou sommation arithmétique. L'addende est ici l'homologue fonctionnel du composant à placer, l'augende celui du composant avec lequel il doit interagir (pour produire la propriété nouvelle qu'est la

somme), l'addition est celle de l'action de placement ou de montage. L'addition étant une opération sémio-opératrice et non sensori-motrice, le lieu particulier dans lequel se trouve l'augende n'est pas spécifié à chaque opération, du fait qu'il peut l'être de manière générale par sa position dans la notation. En effet, l'on peut interpréter  $3 + 2$  comme 3 (augende) augmenté de 2 (addende) ou le spécifier plus explicitement en traduisant cette expression par  $S^3(2) = 5$  qui est atteint par l'application trois fois répétée (ou à la puissance 3 comme le note «  $S^3$  ») de l'opération successeur. L'étymologie de ces termes rappelle l'origine en partie sensori-motrice et métrique de la somme: l'augende est ainsi la quantité qui doit être augmentée, cela par l'adjonction de la quantité de l'addende, la somme désignant alors (*summa*: de *summus* «qui est au point le plus haut») la plus grande quantité atteinte sous l'effet de cette adjonction. Le terme qui désigne l'addition provient de *ad*, et *jungere*, joindre à. L'addition reflète ainsi une opération de montage sémio-opérateur qui consiste à joindre l'augende à l'addende, pour former un composé nouveau, la somme, résultant de ce couplage.

Dans sa re-conceptualisation formelle générale et abstraite, l'addition arithmétique peut être définie comme une fonction ou application qui peut être notée (désignée par) le symbole « + » ou «  $\Sigma$  », etc. Cette fonction applique le produit cartésien des entiers (l'ensemble des couples ordonnés d'entiers que forme l'ensemble infini des couples addende augende) dans les entiers (la somme est un entier unique). Chacun de ces couples est appelé un argument de la fonction, et l'entier sur lequel il s'applique est appelé la valeur de la fonction sur ou pour cet argument. Cette reformulation qui ne donne pas de statut particulier à l'addende, à l'augende et à la somme a pour effet et pour but d'effacer de la formulation de l'addition ses traces métriques ou opératoires concrètes. L'addition n'est alors plus qu'un cas particulier de la forme générale de l'application.

Pour ce formalisme  $S^3(2) = 5$ ,  $S()$  est dont l'augende 2 est l'argument, cet argument est ainsi la seule entité sémio-opératrice à laquelle cette action  $S()$  s'applique, tandis que la représentation de l'addende 3 y est réalisée par trois répétitions de l'addition de l'addende 1 ou alternativement trois applications de la fonction successeur « +1 »  $S$ , soit  $S(S(S(1))) = S^3$  ou  $S^{(1+1+1)}$ .

On voit que que le langage mathématique formel n'est pas particulièrement approprié (il n'y est pas destiné) à la spécification d'opérations et de procédés de nature extra-mathématique.

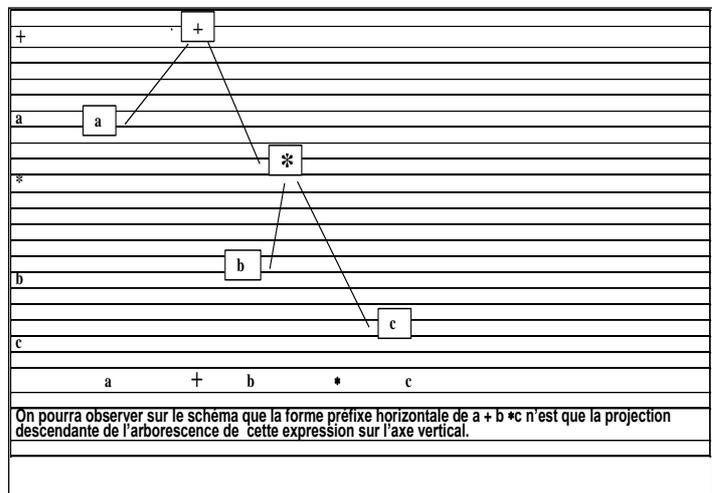
Le format d'organisation traditionnel (addende, addition, augende, somme) peut être généralisé et noté dans un autre format que nous avons appelé celui de la transition de l'action. Ce format est destiné à représenter la transition entre une de ses situations de départ et une situation d'arrivée que produit une action. Le terme de transition qui ne dénote que le couple ordonné que forme le passage d'un état à un autre (*transitio* «passage»; de *trans-*, et *ire*.) est choisi pour être neutre par rapport à celui d'action, de transformation, d'effet causal, de relation moyen-but, etc., de telle sorte que ces descripteurs particuliers peuvent y être spécifiés le cas échéant.

<b>Lieux:</b>	<b>O</b>	<b>R</b>
<b>To :</b>	$\langle 3/o, 2/r \rangle$	
	$\overset{A}{\underset{A}{}}$	
<b>To-n:</b>	$\langle \emptyset/o, 5/s \rangle$	

Dans le cas présent l'addition peut être représentée par la transition de l'action  $\alpha$  d'adjonction de l'élément agent 3 situé dans le contenant O, à l'élément patient 2 situé dans le contenant R, de manière à former l'élément résultant 5 situé dans le contenant R renommé S (pour somme) peut être représentée par la transition figurée ci-contre.

D'autres descripteurs qualitatifs (aussi nombreux qu'il sera nécessaire) que temps, le lieu, les objets opérande et opérant, l'action et son résultat, etc., peuvent être insérés dans une transition, telles que

ceux de l'agent de l'action, de son moyen d'action, de son but, etc. Comme dans toute notation, dans ce format ce sont certaines relations proprement topo-graphiques, de position ( $S_n \neq S_n \neq S^n$  par exemple) ou d'ordre ( $a/b \neq b/a$ ), etc. qui indiquent à quel descripteur s'applique un autre descripteur. La fonction  $f(x)$  que l'on peut aussi bien écrire  $f()$  offre un exemple de tels sites auxquels peuvent être liés (au sens quasi chimique du terme) des arguments (appelés parfois paramètres formels de la fonction). Minsky parle à ce propos de



descriptions articulaires dont une expression telle que « Gauche (Sur (a,b) , Sur(b,c)) » offre un exemple, décrivant une scène formée de deux piles d'éléments dont la première est à gauche de la seconde. La notation logico-mathématique est formée de telles descriptions articulaires, bien que sous sa forme usuelle une expression telle que « a+b-c/de » en masque la forme articulaire, qui se révèle lorsqu'elle est reformulée sous la forme préfixe soit

+ (a , - (b , / (c • (d,e))))). Cette révélation est plus aisément perceptible sur une expression telle que a + bc dans laquelle la multiplication peut être explicitée par le symbole •. Dans la figure ci-contre on peut observer que la forme préfixe

+ (a , • (b , c ) ) de cette expression peut être représentée par un arbre dont les nœuds portent descripteurs + et • possédant chacun deux sites libres, qui sont remplis par les descripteurs qui s'y articulent récursivement. Le terme articulaire est emprunté à la description du squelette, dans laquelle le bras par exemple, peut être décrit par l'humérus, auquel s'articulent le radius et le cubitus, auxquels s'articulent (récursivement) les os du carpe formant le poignet, auxquels s'articulent les métacarpiens formant la paume de la main, la récursion du même schéma s'arrête après avoir parcouru les triplets (phalange, phalange, phalange) formant les doigts.

L'expression + (a , • (b , c )) forme ainsi un sorte de squelette, dont le point de départ est +, à quoi s'articulent a et •( , à quoi s'articulent b et c (... à quoi ne s'articulent plus rien, et qui constituent de ce fait les éléments dits terminaux de la description articulaire).

(On pourra observer ici qu'une description articulaire que l'on aurait vidée de son contenu particulier en remplaçant les valeurs particulières de ses paramètres descripteurs par des variables pour n'en conserver ainsi que la spécification qualitative des paramètres (dans nos exemples a, b, c, etc. doivent être des nombres, + - / etc. des opérations arithmétiques ou algébriques) forme un cadre assimilateur capable d'assimiler un nombre indéfini de « situations semblables ». La forme + (x , y) par exemple, dans laquelle x et y sont des entiers positifs et + l'addition décimale usuelle, peut aussi bien catégoriser (par assimilation afférente) qu'engendrer (par assimilation efférente) l'ensemble infini des additions arithmétique à deux termes.)

En bref, le schématisme récursif de la description articulaire en offrant la possibilité de construire une structure organisée de sites de liaisons qualitatives ouvertes (tels que « + (site opérande<sub>1</sub>, site opérande<sub>2</sub>) » par exemple ) auxquels des composants appartenant à certaines catégories qualitatives de descripteurs ( $x_1 \in \mathbb{N}$ ,  $x_2 \in \mathbb{N}$  par exemple) peuvent être liés, permet d'assembler pièce par pièce un édifice signalétique complexe en insérant des composants successifs dans une construction en cours. Et cela aussi bien de manière descendante, en différenciant, complétant, améliorant, etc., la fonction de certains de ses composants internes existants, que de manière ascendante en lui adjoignant des composants majorant (améliorant ou étendant) sa fonction en tant que tout.

Il faut souligner à ce propos qu'en dehors de l'univers arithmétique formalisé (et en conséquence quelque peu formalisé *in vitro* de ce fait) de nos exemples, la structure et le fonctionnement de ces composants peuvent être décrits en toute généralité par les transitions de leurs actions « *in vivo* »: opérations, transformations, dérivations logiques, tout autant que régularités observables et suites ordonnées empiriques et pseudo-empiriques de toute nature, etc.

Or dans la forme de notation de la pensée que constitue le langage, ce que nous appellerons ses éléments anaphoriques au sens large en offrant la possibilité de construire une structure articulaire de sites de liaisons qualifiés entre composants rendent possible la construction de mentefacts aussi complexes sinon plus que les artefacts matériels.

En son sens originel l'anaphore est (selon « Le Robert Électronique » auquel appartient l'ensemble de citations qui suivent) une figure de rhétorique, une « figure de mots » (par opposition aux « figures de pensées ») qui appartient au groupe des « figures non réductibles » (« répétition; allitération, anadiplose, anaphore, homéoptote, homéotéleute, onomatopée, paronomase, polysyndète, réduplication et synonymie ») aux figures de diction, de construction et aux tropes (changement de la signification d'un mot) « [l'anaphore est un procédé qui] consiste à répéter le même mot ou le même tour en tête de plusieurs membres de phrase, pour obtenir une symétrie ou pour donner plus de force à l'énoncé; ainsi: Rome, l'unique objet de mon ressentiment, / Rome, à qui vient ton bras d'immoler mon amant, / Rome qui t'a vu naître et que ton cœur adore, / Rome enfin, que je hais parce qu'elle t'honore ... (Corneille).

En son sens plus récent : «... la linguistique moderne a étendu le terme à un composant syntaxique de l'énoncé qui fonctionne comme annonce ou reprise contextuelle d'un groupe dont il est la «pro-forme». [Une pro-forme est un pro-nom ou un pro-verbe » (v. ci-dessous Webster Merriam), c'est à dire, comme nous le verrons, une forme (anaphorique) qui en « tenant lieu » d'un nom ou d'un verbe, les désigne dans la phrase précédente, comme opérande du descripteur qui suit.]

Comme la langue se sert d'un démonstratif\*en guise de pronom personnel remplaçant un syntagme nominal, il n'y a pas de différence de nature entre l'article dit défini \*\*et l'anaphorique de la troisième personne, comme on peut le voir d'après de nombreux exemples de fonctionnement parallèle: un homme est

venu me voir; *cet* homme portait un chapeau devient *l'*homme qui est venu me voir portait un chapeau ; de même *un* [qui est un article ou pronom indéfini]<sub>gc</sub> homme est venu me voir; j'ai vu *cet* homme, devient un homme est venu me voir; je *l'*ai vu.» À une distance à taille mentale, courte dans le temps pour le discours, et plus longue dans l'espace pour le texte, de l'introduction de *cet* homme dans l'énoncé en cours, le pronom il\*\*\*pourra alors revenir en arrière pour désigner celui-ci comme opérande, et cela autant de fois qu'il sera nécessaire pour en achever la description articulaire visée. L'empan de cette « rétro-désignation » est en quelque sorte limité par la taille du texte que le lecteur peut retenir « immédiatement ». Lorsque cette taille est dépassée (le référé se trouve à plusieurs pages de distance, ce sont des références à sa position dans le texte qui peuvent le désigner (plus haut, précédemment, et même passim) et de manière plus générale les références que donnent les entrées des index (telles que pages  $n_1, n_2, n_3$  ) qui permettront de préciser en toute généralité que l'objet de la référence se trouve (à la) page  $n$  ci-dessus ou ci-dessous[

\*[« Gramm. (Cour.). Adjectif démonstratif, qui sert à montrer la personne ou la chose désignée par le nom auquel il est joint. - 1. Ce, cet, cette, ces. Pronom démonstratif: qui désigne un être ou un objet, ou représente un nom, une idée. - 2. Ce; celui, celle, ceux, celles; celui-ci; ceci; ceux-ci, celles-ci; celui-là, celle-là, cela; ça; ceux-là, celles-là. - N. m. Les démonstratifs sont des déictiques. » Nous reviendrons sur cette opposition entre les formes déictiques et anaphoriques qui en éclaire réciproquement la fonction dans les énoncés.]

\*\*[« Article défini, qui se rapporte (en principe) à un objet particulier, déterminé (masc.: *le*; fém.: *la*; plur.: *les* »]

\*\*\*[ II: « Pronom personnel masculin, représentant un nom masculin de personne ou de chose qui vient d'être exprimé, ou qui va suivre. »]

Le lien entre la répétition anaphorique rhétorique du substantif Rome et pourrait être illustré (déplorablement) par la paraphrase suivante dans laquelle il est remplacé par des pro-formes anaphorique au sens linguistique: « Rome, l'unique objet de mon ressentiment, / Celle à qui vient ton bras d'immoler mon amant, / Elle qui t'a vu naître et que ton cœur adore, / Celle-là\* enfin, que je hais parce qu'elle t'honore ... »

\*\*[« Celui-ci désigne en principe ce qui est le plus rapproché; ce dont il va être question; celui-là, ce qui est le plus éloigné; ce dont il a été question.

REM. Dans le contexte, celui-ci renvoie au nom énoncé le dernier, celui-là au nom énoncé le premier. » Ainsi l'un et l'autre s'entend ou s'entendent ici.]

## 5.6 L'ANAPHORIQUE EST LE MODE DE LIAISON DE VALENCE ÉLECTROSTATIQUE DES ÉDIFICES MACROMOLÉCULAIRES SÉMIO-OPÉRATEURS.

<p>Ce que l'on conçoit bien s'énonce clairement, Et les mots pour le dire arrivent aisément...</p>
--

Le fondement ultime de la permanence de la forme d'organisation des composants de toute construction est la permanence des liaisons entre ceux-ci que son grand architecte (son *arkhitektôn* (de *tektôn* «charpentier») qu'il soit divin, humain, biologique ou enfin mécanique) peut leur imposer. C'est sur cette impression (inscription, engrammation, etc.) de liaisons structurales réalisant une fonction que repose ce que l'on peut dénommer l'enstructuration de toute forme d'organisation dans un *construct* matériel ou formel.

Le langage fournit au constructeur de phrases un jeu de construction formé de composants pré-construits par la plurigenèse, psycho-, socio-, et phylogénétique dont chacun porte comme les macromolécules des liaisons électrostatiques il s'agit pour le constructeur de phrases de relier ces composants en un tout remplissant la fonction d'énonciation de ses idées, c'est à dire de ce qu'il conçoit.

Celles-ci ne « subsistent » pas dans le réseau synergotopique des schèmes signifiés sous la forme d'entités au format de graphe linéaire, en quelque sorte pré-séquentialisées ainsi pour leur énonciation mot à mot par le constructeur de phrases ou d'énoncés, mais sous la forme plus générale de graphes au sens large de réseaux et d'arborescences articulaires récursifs de signifiés. Ces édifices sont des mentefacts spontanés qui du fait qu'ils sont élaborés (et réélaborés) progressivement par l'équilibration psychogénétique à partir des précurseurs enfantins, sont aussi peu standardisés, réguliers, ou même rationnellement optimisés que les formes organiques qu'engendre la phylogenèse. Si la pensée les assemble de manière séquentielle ascendante en construisant des équipes de signifiés formant des divisions de travail, ou en les (re)différenciant de manière descendante le langage doit pour les énoncer tout d'abord reconstruire ces symboles\* ou signifiés intra-individuels en termes des signifiés « conventionnels » et inter-individuels du langage de la tribu, pour ensuite faire passer un par un les composants de ces signifiés articulaires par l'étroit orifice oral de l'oraison. La paroi qui sépare la ratière ou souricière cartésienne de.

\*[« Alors que jusque-là, l'intelligence consistait simplement à coordonner des perceptions et des mouvements, à agir sur des objets en coordonnant les structures perceptives et les actions, dorénavant il devient possible à l'enfant d'évoquer des objets ou des situations non perceptibles actuellement, de les

évoquer au moyen d'autre chose; cette autre chose étant par exemple le geste symbolique dans le jeu symbolique qui va se superposer au jeu d'exercice et qui permettra, par l'imitation en particulier, de représenter toutes sortes de situations non données perceptivement dans la configuration extérieure actuelle.

La fonction symbolique, ce sera en outre l'image mentale ou imitation intériorisée, ce sera l'imitation différée, ce sera surtout le langage, le système des signes collectifs par opposition à ces symboles individuels dont nous venons de parler; autant de signifiants qui permettent d'évoquer des objets non donnés perceptivement et qui permettent par conséquent la représentation, la représentation qui alors va étendre indéfiniment le domaine de l'intelligence. » Les relations entre l'intelligence et l'affectivité dans le développement de l'enfant. Piaget 1954] ou les subdiviser en signifiés articulaires, séquentialiser ces édifices conceptuel, pour les exprimer discursivement. Une image concrétise ce processus: il s'agit pour le locuteur de faire passer un réseau de l'autre côté de la paroi où se trouve son interlocuteur, cela par un trou de souris: « la souricière ou la ratière Cartésienne ». Les termes sémantiques du langage renvoient à des signifiés dits conventionnels parce que formés de réseaux dont la structure est intersubjectivement stabilisée par la tradition, ce qui a pour effet, en principe, que les locuteurs de la même langue partagent le même univers conceptuel, celui que définissent normativement leurs dictionnaires, lexiques, termes techniques, etc. Il s'ensuit que les « postulats conversationnels » permettent à l'émetteur de supposer que le récepteur accordera le même sens que lui à ses termes parce qu'il partage le même dictionnaire (virtuel pour chacun mais faisant actuellement partie du pool sociogénétique de sa tribu) implicite. La sociogenèse du lexique\* a pour effet et pour fonction psychogénétique de former des signifiés « à taille mentale », c'est à dire appréhendables en une centration unique lors de leur activation (ou signification au sens d'indication) par leur signifiant, qui produit leur évocation (ou leur signification au sens particulier de notification, celui qui est dénoté lorsque, par exemple, l'on signifie à quelqu'un d'avoir à accomplir une action ou un acte juridique.)

\*[ (1861, Baudelaire). Didact. L'ensemble des mots et des « idiomes » (lexies, locutions) d'une langue, considéré abstraitement comme un des éléments formant le code de cette langue.]

Chacun des termes que l'on pourrait qualifier de sémantiques du lexique, et qui forment les pièces détachées de boîte de construction du compositeur de signifiés, est doté sociogénétiquement d'un format normatif de composition. Ce format sémantique joue un rôle homologue à celui des liaisons de covalence entre atomes ou des liaisons électrostatiques (dites non covalentes) entre molécules qui tout en assurant matériellement l'assemblage de ces pièces contraint celui-ci à un sous-ensemble strict de formes de combinaisons (chimiques ou électrochimiques) parmi l'ensemble des configurations spatiales possibles. Les composants chimiques et « biochimiques » ainsi formatés sont ainsi partiellement rendus homologues aux pièces d'un puzzle dont la forme et la configuration des tenons convexes ne permet leur emboîtement qu'aux formes et configurations complémentaires des mortaises concaves de certaines autres pièces. Le triplet sujet, verbe, objet, en est un exemple banal: le verbe n'accepte pour sujet et pour objet que des signifiés appartenant à certaines catégories sémantiques, ce qui a pour effet corrélatif que les sujets et les objets n'acceptent que certains verbes comme opérateurs, selon Harris (ci-dessous) le verbe lui-même est un opérateur doté d'arguments (S et O par exemple).

Les formats syntaxiques des signifiants ont ainsi une fonction anaphorique *lato sensu* en ce qu'ils désignent implicitement avec quel(s) composant(s) de la construction en cours le composant nouveau se combine. Ainsi par exemple, dans le vers « Le vierge, le vivace, et le bel aujourd'hui » le terme « le » réalise une triple anaphore: la première au sens emphatique ou exclamatif de la rhétorique, en ce qu'il répète à première la référence au même objet. La seconde au sens large en ce que sa première occurrence a la fonction d'un article déterminé. Ce type d'article est opposé à l'article indéfini désignant « un individu ou une chose distinct mais indéterminé », soit un élément non précisé appartenant à un ensemble. L'article défini a une fonction homologue à celle de la liaison de la variable  $x \in N$  (dans une expression telle que  $y = f(x)$ , par exemple) à un élément  $x_1$  déterminé, appartenant à cet ensemble. C'est en cela peut-être avant le genre, le nombre, etc.) que le terme déterminé, « est précisé par le terme déterminant. » Enfin les occurrences suivantes ont une fonction anaphorique stricte, bien qu'invisible en ce que ce terme a alors la fonction d'une pro-forme annonçant la reprise contextuelle du déterminé « aujourd'hui ». La position des signifiants sémantiques a une fonction à la fois anaphorique et sémantique, en ce que le substantif « aujourd'hui » est normativement l'argument anaphoriquement désigné sur lequel opèrent les adjectifs qualificatifs « vierge », « vivace » et « beau » qui le précèdent, toutefois dans cette position cette qualification a une valeur souvent dite subjective, que nous dirions plutôt non littérale. Ces qualificatifs annoncent une entité animée, un façon de jeune dieu à la beauté virgine, auquel « vivace » attribue le mouvement musical vif et rapide de l'allegro vivace, la grande vitalité du vivacement, connotations qui masquent le sens de la réapparition récurrente des fleurs des plantes vivaces après leur disparition chaque hiver. Le format sémantique du terme « aujourd'hui » en fait une entité temporelle abstraite, que ces qualificatifs transfigurent par surprise en un jeune dieu Phénix toujours renaissant à la fois vivace et vierge de ses cendres nocturnes, transfiguration en un jeune dieu ailé

qu'achève le vers suivant « Va-t-il nous déchirer avec un coup d'aile ivre », dont le « nous » qui au détour du vers se démasquera ambigu prépare à son tour le prochain effet Necker sémantique de double sens et de surprise réinterprétatifs de l'objet du pro-nom « il » qui y rétro-réfère.

En bref, autant les formats sémantiques que les formats que les formats syntaxiques des signifiants (dont la position relative est un élément essentiel du fait de la forme séquentielle et ordonnée du mentefact langagier) remplissent la fonction que nous avons appelée « anaphorique *lato sensu* », en ce qu'ils désignent normativement les arguments des opérateurs (descripteurs ou énonciateurs) des descriptions articulaires verbales ou écrites.

« ...Harris («*Report and Paraphrase*», 1969, in *Papers in Structural and Transformational Linguistics*, D. Reidel, Dordrecht, 1970) cherche une explication au phénomène des restrictions grammaticales. Il essaie de trouver pour les phrases contenant des restrictions sur les classes y figurant, des phrases sources non restreintes, où les restrictions des premières sont des règles de sélection particulières des deuxièmes. Le passage des phrases sources non restreintes, généralement lourdes, aux phrases observées de la langue, par l'application de transformations de réduction, aurait pour effet de «geler» les sélections en règles grammaticales – les restrictions. Dans ses travaux des années 1970-1980 (Notes du cours de syntaxe, 1976; *A Grammar of English on Mathematical Principles*, 1982), Harris érige ce genre de dérivation en système algébrique. Les verbes y sont conçus comme des opérateurs exigeant un certain nombre d'arguments (de noms). Tout ce qui n'est pas opérateur ou nom doit pouvoir être dérivable du système en termes d'entrées successives des opérateurs et des arguments\* associés. » (Enc.Universalis)

\*[Le sens de ce terme est le ici le sens technique mathématique, repris pour une part par l'informatique: « something (as a quantity or data) that is operated on (as in a mathematical operation); also : the address in a computer instruction of data to be operated on. » (O.E.D) Le Larousse est plus proche de la définition formelle ensembliste: « Argument d'une fonction : variable, élément de l'ensemble de départ de la fonction.» La « valeur » au sens technique étant alors l'élément de l'ensemble d'arrivée de la fonction correspondant à cet argument. La situation de départ d'une transition généralise la notion d'argument, celle de situation d'arrivée en fait autant pour celle de valeur. Si l'on peut ainsi parler de la situation argument et de la situation valeur d'une transition, les notions de situation de départ et d'arrivée sont plus générales car elles ne lient pas la nature de la transition à celle d'une fonction mais à celle d'une action ou d'une opération au sens psychologiques de ces termes. Ce couple de situations recouvre ainsi de multiples couples ordonnés tels que l'antécédent et le conséquent d'une régularité temporelle, la prémisse et la conclusion d'une dérivation, l'opérande et le résultat ou la résultante d'une opération, d'une transformation, d'un opérateur, etc., la cause et l'effet, la covariation, etc.]

L'anaphorique au sens élargi réalise ce principe de liaison entre opérateurs et arguments qui soutient l'engendrement des constructions verbales ou écrites, à la fois en permettant ces liaisons constituantes, et en indiquant à quels composants ou composés nécessairement précédents ou suivants les composants entrants s'articulent et se lient pour les modifier sémantiquement (tout comme les ailes du jeune Phénix viennent s'articuler à l'abstraction temporelle de l'hui\* même de ce jour pour l'enlever plus haut encore dans l'abstraction vers l'immémorial intemporel du déchirement du « ...transparent glacier des vols qui n'ont pas fui ».).

\*[Aujourd'hui: « de au, jour, d', et hui; forme renforcée de hui, du lat. hodie «en ce jour», de hoc, et die » (Robert)]

En désignant ainsi des signifiants dans les énoncés (et à travers ceux-ci leurs signifiés), l'anaphorique joue à l'intérieur de l'univers mental de la description articulaire un rôle d'indication homologue à celui que joue le déictique, mais cela entre cet univers descriptif et son extension « extérieure » que constitue l'univers d'activité des schèmes de ses signifiés. Si l'anaphorique a pour fonction d'indiquer le ou les signifiants sur lesquels opère le signifiant, le déictique, comme son nom l'indique\*, a pour fonction (apparente comme nous le verrons plus loin) d'indiquer « l'objet que le signifiant nomme ou désigne ».

\*[« ad. Gr. δείχνω able to show, showing directly, δείξις f. vbl. adj. of to show. The Greek word occurs in Latin medical and rhetorical writers as dicticos, which would give dictic; but the term is purely academic, and the form deictic or deiktic is preferred as more distinctly preserving both in spelling and pronunciation the Greek form. Cf. apodictic, -deictic.» (O.E.D)

Ce terme entretient pour notre bonheur une relation lointaine avec l'index même qui est utilisé pour (impoliment comme on le sait) « montrer du doigt » et indiquer, car il dériverait de « ...in- (- 2. In- Préfixe locatif, du lat. in, prép., «en, dans, sur»), et d'un élément -dex, -dixis (pour -dix, -dixis) à valeur de nom d'agent, représentant la racine indo-européenne dik- «montrer» (également attesté dans dicere)]

On retrouve cette conception binaire de la fonction déictique dans sa définition comme: « Qui sert à montrer, à désigner un objet singulier. «Ceci» est un mot déictique. - Par ext. Tout élément d'un énoncé qui renvoie à la situation (spatiale, temporelle, etc.) ou au sujet parlant. (Ex. : démonstratifs, pronoms personnels [Je, me, moi, etc.] , adv. de lieu [dessus, dessous, etc.], de temps[avant, après, etc.] » « Adjectif

démonstratif, qui sert à montrer la personne ou la chose désignée par le nom auquel il est joint. - 1. *Ce, cet, cette, ces*.

Pronom démonstratif, qui désigne un être ou un objet, ou représente un nom, une idée. - 2. *Ce; celui, celle, ceux, celles; celui-ci; ceci; ceux-ci, celles-ci; celui-là, celle-là, cela; ça; ceux-là, celles-là*. - N. m. Les démonstratifs sont des déictiques. » (Robert)

Cette fonction sous-tend l'acquisition même du lexique, elle se révèle, lorsque, par exemple, un enfant auquel on demande « où est la rose ? » dans un bouquet de fleurs, répond en désignant du doigt cette fleur (ou une autre), ou à l'inverse lorsque devant une fleur nouvelle on lui en enseigne le nom. Le mot semble ainsi désigner immédiatement la chose, ce que l'on retrouve sous une forme rendue à la fois uninaire et absolue dans la croyance enfantine selon laquelle son nom appartient à l'objet, dont il est une propriété intrinsèque, tout comme sa forme ou sa couleur.

« On trouve même une forme explicite de cette attribution chez les jeunes enfants pour lesquels « les noms sont dans les choses [que ces noms désignent déictiquement] », comme nous le rappelle un des divertissants dialogues socratiques (ici de sourds) de Piaget (La naissance du symbole chez l'enfant. p. 270) avec L. âgé de quatre ans: « Pourquoi tu dis *Salève* pour le *Solève* ? – Mais on dit *Salève* et pas *Solève*. – Mais son vrai nom c'est *Solève*. – Mais non, c'est *Salève*. – Mais moi, j'ai vu. – Qu'est-ce que tu as vu ? – J'ai vu que c'était le *Solève*. – Quoi ? – J'ai regardé cette pointe-là. C'est le sommet du *Solève*, et j'ai vu que c'était le *Solève* et pas le *Salève*. – Mais on ne voit rien. – Mais j'ai eu cette idée, moi. – Comment ? – Parce que j'ai vu que c'était le *Solève*. » conclut L. d'un argument massue qui assène le coup de grâce à toute rhétorique ultérieure. Tandis qu'à peu près au même âge, A. demande pour son compte: « Où ils sont les noms des choses ? – Qu'est-ce que tu crois ? – Là. – (montre autour de nous). – Et le nom de cette araignée ? – Dans son trou. », ce qui clôt tout aussi irréfutablement les débats.

Le nom n'étant que l'une des multiples propriétés telles que la forme (v. « cette pointe-là » du mont *Salève*), la couleur, les dimensions, la fonction, etc., qui forment progressivement les schémas d'assimilation catégorisateurs et identificateurs des objets, dans la mesure où il est assimilé épistémiquement par le schème de l'objet il sera ainsi projeté dans l'objet perçu en même temps et de la même manière « objectivante » que les autres propriétés qui forment l'identité de celui-ci pour le sujet, de telle sorte que les enfants (et les adultes) l'y perçoivent sur le même plan que les autres. »

Mais comme l'avait déjà relevé Peirce la relation entre le nom et la chose est ternaire plutôt que binaire: « The American philosopher, mathematician, and physicist Charles S. Peirce is credited with having pointed out the three dimensions of signs, which are concerned with, respectively, the body or medium of the sign, the object that the sign designates, and the interpretant or interpretation of the sign. Peirce recognized that the fundamental relations of information are essentially triadic. ... Another American philosopher, Charles W. Morris, designated these three sign dimensions syntactic, semantic, and pragmatic, the names by which they are known today. » (Enc.Brit.)

Cette relation ternaire se manifeste et se traduit en nos termes de la manière suivante: le nom, signifiant (syntactique) désigne un signifié (sémantique), et c'est alors un élément de l'extension de ce signifié (qui est celle de l'univers d'activité pragmatique sensori-moteur ou sémio-opérateur du schème du signifié) qui peut y être « indiqué du doigt », par le biais de la fonction déictique qui lui appartient. Le mot rose désigne ainsi le concept de la rose qui est la part inter-subjective de son signifié. La fleur appartenant à l'extension de ce signifié qui est désignée dans le bouquet devient ainsi par transitivité l'objet que désigne le mot, réduisant ainsi la relation ternaire médiate, à la relation d'indication binaire immédiate apparente.

Dans l'univers sémio-opérateur ce sont les indicateurs anaphoriques qui indiquent la position (le contenant) de l'objet (le contenu) sur lequel l'entité (la description articulaire) opère. Cela a pour conséquence que la description articulaire en cours de construction joue le rôle de schéma assimilateur des nouveaux composants de sa construction.

En résumé, on observe qu'en conférant aux constructions sémio-opératrices de « l'infortunée pensée qui se meurt aussitôt qu'elle est née » la révolution Sumérienne en a fait des mentefacts dotés d'une permanence au moins aussi grande que les artefacts matériels. Ce passage de la réflexion orale à la réflexion écrite s'accompagne d'une amplification fonctionnelle homologue à celle du passage de la puissance du calcul oral à celle du calcul écrit qui constitue une endo-majoration décisive du mode de fonctionnement même de l'équilibration réflexive. Elle ouvre en effet l'accès de la construction de mentefacts au processus inventif du bricolage des artefacts et à son tâtonnement allo-majorateur reposant sur une première improvisation du tout, puis sur un ré-exercice majorant de ce tâtonnement sur les composants, qui améliore progressivement la fonction du tout, cela sans qu'il soit nécessaire de le reconstruire *ab initio* à chaque ré-improvisation. C'est alors à partir de ce mode de fonctionnement de l'équilibration réflexive que peut se différencier l'endo-majoration de l'équilibration réflexive que constitue la « stratégie de la recherche et de la méthodologie scientifiques », stratégie à la fois psychogénétique et sociogénétique spécifique à la culture occidentale. Si la révolution Sumérienne que constitue l'écriture manuelle permet ainsi de conserver, de

retrouver, de retoucher et de développer sans limite mnémotique interne les composants d'un texte existant, la « révolution digitale » va amplifier ces fonctions pour apporter une nouvelle endo-majoration à la réflexion écrite de l'équilibration réflexive. Les effets du traitement digital de texte pour l'artisan scripteur manuel vont de l'économie de ressources pratiques et donc de l'augmentation de la productivité artisanale, à un changement du mode de composition même du mentefact. À l'époque pré-digitale de l'apprentissage puis de l'exercice de l'écriture, un pâtre d'encre ou une faute avait pour conséquence que la page en cours entière devait être réécrite. Il en allait de même (en principe, cela atténué par les correcteurs à effacement ou à blanchiment) pour la page dactylographiée. L'effet le plus marquant pour le scripteur de la première digitalisation de la machine à écrire a sans doute été la possibilité qu'elle offrait de corriger la faute de frappe dans le hublot mouvant ouvrant sur le mot en cours, évitant ainsi la première cause du pensum que constituait la ré-écriture *ab initio* de la page en cours. Le passage de la mise en mémoire du mot, à celle de la phrase, puis du texte entier qu'apportait le traitement de texte ne faisait pas qu'étendre cette possibilité de correction du mot à l'ensemble du texte, il apportait avec les possibilités généralisées du copier-coller (déplacer ici, copier ici, etc. ), celle de retoucher l'intérieur du fragment de texte lui-même, cela du choix des termes, en récursion ascendante, à la position des mots dans la phrase, à celle de la phrase dans le paragraphe, de celui-ci dans le titre, etc. Or ces retouches sont fonctionnellement homologues au bricolage majorant des composants et de la forme d'organisation même d'un artefact matériel. La part élémentaire de ces bricolages (re)constructifs pouvait déjà être réalisée par l'utilisation du crayon et de la gomme, tandis que les retouches de niveau supérieur pouvaient encore l'être par le biais des stratégies Proustiennes de découpage et collage de fragments de la page écrite (dans la mesure où son verso était laissé blanc à cet effet). Quant au (re)développement, à la complétion ou à l'approfondissement des composants existants, ils étaient limités par la surface d'interligne ou de marge disponibles pour l'insertion en caractères entre les lignes ou en marge, ou encore, pour les scripteurs prévoyants, à celle du verso de la page laissé blanc, tout cela complété le cas échéant par les stratégies de partition-(re)placement précédentes. Or avec le texte digital, l'interligne du texte et jusqu'à l'inter-mot de la phrase, s'ouvrent indéfiniment à l'adjonction de composants nouveaux au mentefact en cours de majoration. Ces possibilités nouvelles de retraitement indéfini et à moindre coût en ressources dactylographiques ouvrent sur de nouveaux possibles non seulement quant à sa retouche pratique, comme nous venons de l'observer, mais quant à la composition analytique même du texte, comme nous allons le voir. Le texte précédent en est un exemple tout comme celui du titre suivant qui l'explicitera sous sa forme type qui est celle d'une généralisation de la proposition intercalée ou incidente\*.

Celle-ci devient, en effet, un texte dans lequel s'intercaleront récursivement les textes (sous)\*-intercalaires.

\*[« ...La proposition incidente joue le même rôle qu'une parenthèse. INCIDENTE, n. f. (1765). Une incidente. Mettre une incidente entre parenthèses, entre virgules, entre tirets... Phrase hachée (cit. 13), coupée d'incidentes. »]

On observe ainsi que dans le mode de composition que permet le traitement digital du texte, les nouveaux espaces dactylographiques ne s'ouvrent pas seulement au même niveau, c'est à dire entre les termes existants, mais à en profondeur récursivement à l'intérieur d'eux-mêmes: les parenthèses s'emboîtent de manière illimitée de droit (les limites n'étant fixées de fait que par l'empan mnémotique de l'attention du constructeur ou du lecteur) dans les parenthèses.

Pour achever toutefois ici l'analyse de la trajectoire psychogénétique de l'endo-majoration, observons que celle-ci devient allo-majoration dès l'instant que la diagno-diorthosis peut agir sur l'univers d'activité extérieur que devient une copie ou un modèle processuel de son schématisme de majoration. La voie de la majoration écrite se prolonge ainsi avec l'Intelligence Artificielle qui élabore et explicite sous la forme de procédures effectives, des méthodes de recherche sémio-opératrices pour les généraliser et les optimiser (*generate and test, best first search, alpha-beta search, dynamic search, method of steepest descent, simulated annealing, Delta rule, etc. etc.*) et les faire exécuter par l'ordinateur à la place du « calculateur humain » de Turing. Les méthodes de l'endo-majoration forment ainsi des univers d'activité extérieurs, dans lesquels leur majoration devient un problème d'allo-majoration dans ces univers, comme l'annonce l'intitulé de ce titre: La voie psychogénétique de l'auto-majoration est celle de la diagno-diorthosis qui la transformera ultimement en une forme d'exo-majoration.

Le seul servomécanisme endo-majorateur qu'ait inventé l'évolution du vivant est le système psychosociogénétique humain, qui sera vraisemblablement celui qui, à son tour, inventera le suivant (et peut-être son successeur), ce qui constitue l'objectif de programmes de recherche tels que celui de l'« Intelligence Artificielle Génétique » .

## 5.7 LA RÉFLEXION ÉCRITE EST LE MODE FONDAMENTAL DE LA CONSTRUCTION RATIONNELLE, DONT LE MODE PRINCIPAL EST ICI L'ANALYSE CONCEPTUELLE RÉCURSIVE (QUI MÈNE À OUVRIR DES EXCAVATIONS NOOLOGUES DANS LES EXCAVATIONS EN COURS).

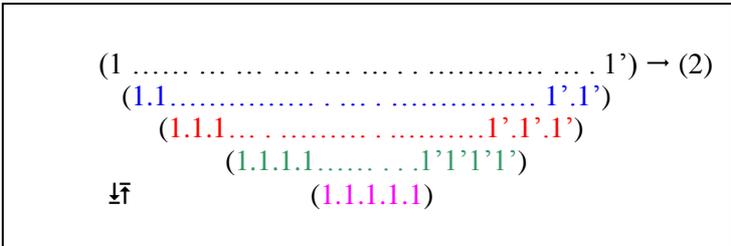
« Des discussions poussées dans un grand détail ne lèvent guère une difficulté sans en faire naître une autre; cette nouvelle difficulté, qu'on veut suivre, produit aussi sa difficulté incidente, et on se trouve engagé dans un labyrinthe. » FONTENELLE, Du Verney, in LITTRÉ.

La construction de l'ensemble du texte qui précède est un exemple à la fois de ce mode de composition intercalaire récursif, et du « labyrinthe de Fontenelle » qu'il semble susciter (mais qui n'est que la conséquence et le reflet dans le texte des dépendances synergotopiques\*entre notions composantes).

\*[La *synergotopie* consiste à placer en voisinage d'accès (proximité d'accès topique ou topographique spatial autant que signalétique ou logiciel) ce qui est conceptuellement (c'est alors la *(co)sémiotopie*) et plus généralement fonctionnellement synergique (« grec *sunergia* «coopération», de *sun-* (- Syn-), et *ergon* «travail» (- -ergie).) » (Robert). Cette insertion de notes de compléments, de définitions, de développement, de spécification etc. « entre » les segments de la réflexion est le premier exemple de cette intercalation (potentiellement récursive car chacun des termes de la définition, par exemple, peut donner lieu à explicitation).]

En effet, son thème « L'affectivité est la réalisation et le vécu psychologique du gouvernement du sujet par ses valeurs » définit l'affectivité, sa fonction et son fonctionnement psychologique et psychogénétique par le « gouvernement (de la conduite) du sujet par ses valeurs ». Dans le cadre pluriconstructiviste, pratiquement tous les termes de cette définition sont à définir, en commençant par la notion de gouvernement par la valeur qui, dans cette perspective théorique (celle de la « cybernétique de l'équilibration ») est le mode fondamental de l'autopilotage des systèmes cybernétiques par leurs *Sollwert* e ou valeurs cibles, mode constitutif ainsi la *kybernesis* du *kybernetes*. Si sur la dimension synchronique l'analyse et la reconstruction conceptuelles rationnelles que fait Piaget de la notion de valeur (Essai sur la théorie des valeurs qualitatives en sociologie (synchronique) ») transforme celle-ci en une notion analytique ou positive au sens de psychologiquement et psychogénétiquement définie, cette reconstruction rationnelle n'a pas été réalisée sur la dimension diachronique du pluriconstructivisme. Si l'on y procède elle fait d'emblée de la valeur une entité théorique appartenant à la catégorie du cybernétique, et rend de ce fait son origine coextensive avec celle de ces systèmes sur la planète. Mais à son tour, toujours dans la perspective pluriconstructiviste, cette origine est coextensive avec l'origine du « biotique » sur celle-ci. Cela a pour conséquence immédiate sur la nature et le mode d'existence de la valeur que celle-ci ne saurait « subsister » en elle-même dans quelque univers Platonicien, indépendamment de toute réalisation dans un système cybernétique qui la « mécanise » et dont elle gouverne ainsi le fonctionnement. Une conséquence réciproque immédiate en est que tout artefact réalise une valeur prothétique pour son constructeur ou son utilisateur humain. À son tour, toujours dans la même perspective théorique, l'origine du biotique est coextensive avec celle des proto-systèmes génétiques Darwiniens. Or ce type de système offre le prototype cybernétique du système d'équilibration majorante tel que le définit Piaget. Ce type de système a une propriété réflexive cruciale, celle de l'endo-majoration, qui le distingue des servomécanismes auto-optimalisateurs de la première cybernétique (auxquels appartiennent les systèmes d'apprentissage plus récents, connexionnistes ou autres). Appliquée à l'équilibration psychogénétique cette définition cybernétique mène à suivre ses effets centripètes, du bricolage constructif sensori-moteur des artefacts, à celui sémio-opérateur des mentefacts, cela à partir de l'invention de l'écriture, dont présent paragraphe présente une analyse de certaines majorations dues au passage de l'engrammation« analogique » de la notation, à sa saisie digitale, objet du présent paragraphe. Cette parenthèse achevée l'analyse de la trajectoire centripète de l'endo-majoration psychogénétique pourra se poursuivre par l'évocation de l'intelligence artificielle qui sera l'objet du titre suivant.

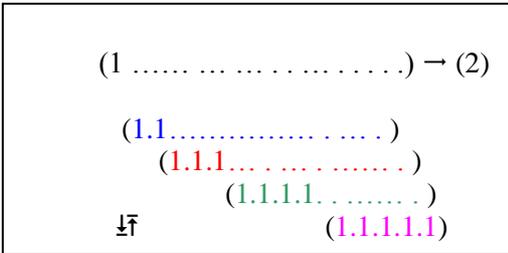
On peut apercevoir que sous la notion de *gouvernement par la valeur* l'analyse conceptuelle pluriconstructiviste met en jeu récursivement: la notion de *système cybernétique*, puis quant au prototype et à l'origine de celui-ci la notion du *proto-système génétique Darwinien*, puis sa généralisation théorique au *système d'équilibration endo-majorateur*, et la spécialisation de celle-ci à *l'endo-majoration spécifique à l'équilibration psychogénétique*, dont l'exploration de sa *trajectoire évolutive centripète*, du bricolage constructif sensori-moteur des *artefacts* extérieurs à celui sémio-opérateur des *mentefacts* intérieurs mène par le biais de *l'écriture manuelle* à la présente analyse des effets du *traitement de texte digital* sur la composition même de celui-ci, alors que par ailleurs la trajectoire centripète de l'endo-majoration s'achève aujourd'hui (provisoirement sans doute) sur les formes allo-majoratives que lui offrent *l'intelligence artificielle*.



En bref, la première notion introduite (dont le texte est noté (1) dans la figure ci-dessous) ouvre récursivement dans la dimension verticale du déplacement de la centration, une parenthèse à l'analyse de sa nature et de son origine (dont le texte est noté (1.1)) puis de son mode de

fonctionnement général (noté (1.1.1)) puis de son mode centripète spécifique à la psychogenèse (noté 1.1.1.1) dont le terme atteint aujourd'hui noté 11111qu'offre l'intelligence artificielle, achèvera cette étape, permettant alors à la récursion analytique de remonter au niveau localement suprême du thème, celui de la réflexion écrite qui est celui du titre en cours pour en poursuivre le développement horizontal (noté (2....)). Dans le cas le plus général l'achèvement de la parenthèse emboîtée (1.1.1.1.1) qui constitue ici le niveau plancher de la récursion, permet à celle-ci de remonter le champ de la centration au niveau immédiatement supérieur pour achever si nécessaire (par le texte noté (...1'.1'.1'.1'.1')) le thème de la parenthèse emboîtante, et ainsi de suite pour les parenthèses supérieures(1'.1'.1') puis (...1'.1') et (...1').

Dans notre exemple ces termes complémentaires (de forme (...n'.n'...)) ont tous été réduits à zéro parce que la réévocation en mémoire et la reprise et poursuite successive de thèmes emboîtés en suspens n'est pas (spontanément) soutenue par le groupement des déplacements verticaux de la centration (pas plus que la récursion à une profondeur illimitée indéfinie), de telle sorte que la figure se réduit à la forme condensée suivante:



Ce titre (1) achevé, l'analyse de l'endo-majoration pourra alors quitter son niveau intra-individuel pour s'étendre au niveau inter-individuel qui sera celui du titre suivant ( 2 ) dont l'intitulé sera: « L'invention de la notation ouvre la voie à la forme d'endo-majoration de l'équilibration réflexive que constitue la stratégie sociogénétique. » ce qui achèvera provisoirement l'explicitation conceptuelle de la notion d'endo-majoration et ouvrira ainsi la voie à une analyse plus

détaillée de son mode de gouvernement par la valeur dans le sujet psychologique, remontant ainsi pour retrouver le niveau supérieur qui est celui du titre de ce texte tout entier et de la suite de ses étapes.

Minsky illustre un aspect du fonctionnement de la récursion par l'exemple de la conduite d'un sujet possédant plusieurs lignes téléphoniques, qui reçoit un premier appel (1) engage la conversation sur cette ligne pour être interrompu par un second appel (1.1) sur une autre ligne, auquel il répond, pour être à nouveau interrompu par un troisième appel (1.1.1) sur une autre ligne sur laquelle il achève la conversation, pour reprendre la précédente et l'achever (...1'.1'), puis enfin reprendre la première et l'achever (1').

Transposé à la situation de notre exemple le sujet téléphoniste de Minsky ne répondrait pas aux questions provenant d'une série d'interlocuteurs différents, mais à celle d'un seul et même interlocuteur, auquel il répondrait d'emblée de manière complète à son niveau de description, pour renvoyer le cas échéant son appel sur la ligne téléphonique de l'un de ses collègues quant à une question ne relevant pas de ce niveau, collègue qui pourrait alors en faire autant à son tour le cas échéant, cela jusqu'à atteindre le niveau plancher (1.1.1.1.1) de cette « régression [récursive] des téléphonistes ».

Ce mode d'analyse conceptuelle récursive, au déplacement usuel de la centration dans l'espace horizontal des étapes du « plan de l'exposé », (celui que les diverses « Éductions Nationales » demandent (impérativement) aux élèves d'établir avant d'écrire leurs dissertations\*) allie ainsi son déplacement dans l'espace vertical des sous-parenthèses explicatives de l'infrastructure du concept en jeu.

\*[ « Mod. Exercice écrit que doivent rédiger les élèves des grandes classes des lycées et ceux des facultés de lettres, sur des sujets littéraires, philosophiques, historiques. » (Robert).

L'analyse de la composition du présent texte devrait suffire à faire apercevoir que cette exigence d'anticipation du texte par son plan repose sur une « vue (pseudo-cartésienne) de l'esprit » aussi vaine que le « Ce que l'on conçoit bien s'énonce clairement, et les mots pour le dire arrivent aisément » de Boileau, car c'est bien en l'écrivant c'est à dire ambulando que l'on y construit « ce que l'on conçoit bien », et que l'on ne reconçoit bien qu'après coup. « Je ne réfléchis que par écrit » disait constamment Piaget.

Écrire le plan de l'exposé c'est ainsi équivalent à écrire l'exposé lui-même. Il suffit de se livrer un instant à cet exercice anticipateur pour apercevoir aussitôt (comme l'avait fait Piaget à une échelle supérieure en présentant à Claparède son projet de recherche pour l'année suivante, dont trente ans plus tard il disait qu'il s'y employait encore) que le plan qui parcourt en les « énonçant » certains des chemins du labyrinthe

de Fontenelle ramifie et cela sans limite pour devenir une arborescence récursive. L'exercice doit ainsi pour rester utile, être limité à la fonction de *memento scripturi*, qui consiste à saisir au vol par écrit les idées suscitées par le thème en cours.]

Ce mode de composition est en partie induit par la nature même des disciplines – dont la psychologie – restées au stade pré- ou proto-scientifique et dont en particulier l'infra-structure conceptuelle des entités théoriques est restée non analytique et souvent précritique.

On pourra rappeler ici que Piaget disait de la psychologie qu'elle ne constitue pas une science ne fût-ce que parce que les psychologies se succèdent dans l'histoire sans qu'à la différence des sciences dites exactes, la psychologie suivante intègre les observations et renouvelle les entités théoriques des précédentes. C'est ainsi, comme il le fait observer à propos de la psychologie de l'intelligence, que les psychologies fixistes: la psychologie des Facultés (dont le réalisme Platonicien des Idées fait de l'intelligence attribuée à l'esprit la faculté de percevoir de manière immédiate des formes du réel et des êtres logico-mathématiques) et la *Denkpsychologie*, (dont l'apriorisme fait de l'intelligence organe d'application de ses formes d'assimilation préformées ou « innées » aux phénomènes physiques et aux activités logico-mathématiques, la pensée y devenant même un « miroir de la logique ») et la psychologie de la Forme (dans laquelle l'intelligence devient le spectateur du théâtre de l'émergence de formes d'ensemble résultant de la composition de ces formes exogènes et endogènes) se sont succédées en se contredisant au niveau le plus fondamental quant à l'origine interne, externe ou duale et mixte de l'intelligence. Quant aux théories non fixistes elles en ont fait autant, du behaviourisme (qui fait de l'intelligence le mécanisme d'enregistrement des régularités empiriques et logico-mathématiques) au constructivisme piagétien (qui fait de l'intelligence la forme supérieure de formes d'équilibre dont la construction résulte de l'interaction des actions du sujet avec leurs objets aussi bien physiques que logico-mathématiques) en passant par la théorie du tâtonnement de Claparède (dont le caractère conventionnaliste ou pragmatique fait de l'intelligence un libre producteur de formes dont l'adéquation à leur objet est de nature conventionnelle ou simplement pratique).

De ce point de vue historique, ce n'est guère que le constructivisme de Piaget qui a parfois tenté une intégration de ces approches théoriques dans son propre cadre. Cette intégration est toutefois restée partielle parce qu'elle s'est limitée à leurs intersections avec les objets de la psychologie génétique, de telle sorte que l'ensemble du « connu psychologique » n'a pas été intégré systématiquement dans le nouveau cadre constructiviste qu'apportait son interactionnisme (avec le renouvellement corrélatif du premier par le second qui résulte inévitablement de cette intégration). C'est sans doute le statut préscientifique des psychologies qui a détourné Piaget de l'étude de la psychogenèse des notions psychologiques chez l'enfant et nous a privé du même coup de l'analyse conceptuelle systématique qu'il a pratiquée sur toutes les autres notions scientifiques qu'il a abordées.

Quant au cognitivisme il a continué cette tradition de juxtaposition sans coordination: sur l'axe non-fixiste les systèmes de productions de Newell et Simon mécanisaient l'accumulation de règles empiriques ou pseudo-empiriques, fondant ainsi behaviourisme et pragmatisme en les confondant. Quant à la « horde sauvage » des programmes des multiples écoles de l'Intelligence Artificielle, elle a donné de l'intelligence l'image d'une juxtaposition balkanique de mécanismes de calcul symbolique aussi bien généraux et libres de contenu qu'*ad hoc* et spécifiques à un univers d'activité, dont tant la conception que la composante génétique étaient laissées à l'inventivité et donc à la subjectivité de leurs programmeurs. Ces deux approches incoordonnées ont toutefois ouvert à la psychologie la voie nouvelle de l'analyse processuelle aussi bien que de la simulation informatique des processus cognitifs en général et des schèmes et opérations de l'intelligence en particulier, et la possibilité d'entrer dans l'époque que l'on pourrait qualifier de post-Turing de son évolution historique. Le connexionnisme est venu interrompre cette évolution, en remplaçant l'analyse procédurale du mode de production des phénomènes psychologiques, par la synthèse automatique de leur fonction par des réseaux de d'unités de calcul au tâtonnement accéléré à la vitesse de l'électron et soumis au renforcement associationniste Hebbien amélioré de la « *delta rule* » et de ses successeurs. Dans la perspective psychocybernétique la possibilité d'une synthèse de ce type peut être interprétée comme apportant la preuve que les neurones naturels (dont la capacité de calcul est incomparablement plus élevée que celle des unités des réseaux connexionnistes) sont capables de réaliser une machine à réécrire des signaux équivalente. Cette possibilité vient conforter ce que Fodor appelle le « solipsisme méthodologique » de la psychologie, selon lequel le mode de production des processus psychologiques est indépendant du matériel sur lequel il est réalisé, alors que la multiréalisabilité du même processus par de multiples réseaux différents vient prolonger le solipsisme au niveau procédural en précisant que le même processus psychologique peut être réalisé par de multiples procédures effectives non algorithmiquement isomorphes. Il s'ensuit alors, par exemple, que chaque individu peut différencier une réalisation psychologique du nombre différente de celle des autres membres de la tribu, et que c'est la transmissibilité des résultats de chacun et leur reproductibilité par tous qui engendre le nombre catégorique du sujet épistémique, effectivement partagé extérieurement selon une manière d'objectivité par inter-subjectivité, sinon dans sa forme de réalisation

procédurale interne, par tous les sujets psychologiques du même niveau psychogénétique. Toutefois la simple preuve d'existence d'un mécanisme pseudo-neuronal effectif le simulant ne dispense pas la psychologie elle-même dans son solipsisme de rendre compte du mode de production procédural des phénomènes psychologiques.

Quant aux Neurosciences, l'usage qu'elles font de l'imagerie cérébrale ne dépasse souvent pas le niveau théorique du parallélisme psychophysologique de Flournoy. L'observation de la configuration, de la séquence et de la chronométrie des activations des aires qui sont « concomitantes » à la prise de conscience, par exemple, élargit indéniablement l'extension du parallélisme, mais cela sans approfondir sur le versant psychologique la notion théorique de la conscience qui y reste un donné, utilisé par l'observateur mais non analysé, tandis que sur le versant neurophysiologique la nature de sa réalisation signalétique ne donne pas lieu à une tentative de reconstruction algorithmique.

Dans le cadre à la fois psychocybernétique du pluriconstructivisme dans lequel il s'agit aujourd'hui de reconstruire la psychologie à partir des psychologies, cette discipline se révèle un champ conceptuel miné dans lequel à chaque pas la réflexion se heurte à des notions restées à l'état pré-polygénétique et parfois même pré-Darwinien ou pré-signalétique et pré-Turingien dont elle est contrainte à l'analyse et à la reconstruction. Mais à son tour ce processus réflexif se heurte au fait que toute notion nouvelle est nécessairement une (ré)organisation articulaire assemblée à partir de notions existantes, dont chacune peut se révéler pré-analytique, de telle sorte que la démarche de la pensée, loin d'être celle du nain\* qui grimpe sur les épaules du géant sociogénétique aperçoit à chaque pas des horizons plus lointains, peut être ressentie à l'inverse comme celle du même géant marchant les yeux sur l'horizon, dont le sol s'effondre sous le pas, miné par la galerie creusée par un nain surnois, et dont il commence à combler la galerie, pour y tomber dans la celle du nain inférieur suivant, et cela récursivement, éjectant au passage un flot continu de nains, dont l'inventivité confusionniste inépuisable l'empêchera à tout jamais d'atteindre le fond de sa pensée.

\*[ Sur l'ancêtre de cette escalade à flux tendu des pygmées: « *Pigmaei gigantum humeris impositi plusquam ipsi gigantes vidant.* » Des nains sur des épaules de géants voient plus loin que ne voient les géants eux-mêmes « métaphore attribuée à Bernard de Chartres, maître du XII<sup>e</sup> siècle » [https://fr.wikipedia.org/wiki/Des\\_nains\\_sur\\_des\\_%C3%A9paules\\_de\\_%C3%A9g%C3%A9ants.](https://fr.wikipedia.org/wiki/Des_nains_sur_des_%C3%A9paules_de_%C3%A9g%C3%A9ants.)]

On comprendra que ce texte n'est pas fait pour être lu, ni même, et surtout, relu. Il ne sera en outre, jamais terminé. En effet, ce qui arrête le processus de creusement récursif est l'abandon de la galerie en cours. Dans l'univers de la construction de mentefacts la conservation de l'acquis résulte de son constant entretien, de telle sorte que « qui n'avance pas recule ». À vrai dire qui n'avance pas d'un pas aujourd'hui en recule de deux, et s'il n'avance toujours pas demain il en aura reculé de quatre, de telle sorte que très rapidement il se trouvera si éloigné de son sujet qu'il en aura perdu le fil du développement sinon la substance. Les liaisons d'accessibilité du réseau des concepts activés par la réflexion en cours voient décroître la priorité d'accès temporaire qui leur ne leur est conférée et conservée que par leur usage répété et quotidien au cours d'une psychogenèse artificielle. Le thème en cours s'est refroidi dans l'oubli et la pensée s'en est retirée, et l'effort pour en ranimer l'intérêt est d'autant plus considérable que la distance temporelle qui en sépare la pensée s'est accrue. Tout autre thème qui se présente prend ainsi un intérêt relatif accru par la nouveauté, qui l'emporte sur celui du texte devenu fossile.

Alors à quoi sent-il? « À quoi servent les mathématiques? » demandent Ruben et Hersch pour répondre « Aux mathématiques elles-mêmes. » De manière homologue les textes fossiles, qui sont inachevés par nature (la régression des reconstructions et consolidations est sans limite) servent à construire les suivants. En effet, au fil du temps tout bricoleur accumule un magasin d'artefacts parmi lesquels il vient rechercher les composants préconstruits appropriés à ses improvisations en cours. Cette accumulation n'est pas aléatoire, mais sélective, un élément est conservé s'il est évalué comme pouvant potentiellement « servir à autre chose », cet « autre chose » étant déterminé par les intérêts du collectionneur qui sont les critères inconscients de ses sélections conservatrices. Cette conservation sélective est ce qui engendre la richesse individuelle de son pool de schèmes psychogénétiques spécialisé, richesse qui augmente avec le nombre de ses éléments pré-sélectionnés et conservés selon un système de classement ergotopique *ad hoc*, car avec ce nombre s'accroissent les chances d'y trouver un élément préadapté à une fonction à remplir, et de ce fait la vitesse de la formation de prototypes\* ou modèles d'essai par re-configuration d'éléments préexistants, augmentant ainsi la productivité psychogénétique du constructeur.

\*[De manière homologue un des avantages qu'apportent des langages de haut niveau tels que Lisp en déchargeant le programmeur de la spécification « manuelle » de certaines fonctions est celui du « *rapid prototyping* » de programmes qui pourront éventuellement être compilés.]

C'est ici que la digitalisation de l'écriture vient apporter une nouvelle majoration prosthétique et amplificatrice de la fonction de l'équilibration réflexive du constructeur de mentefacts, observation qui ramène la réflexion au niveau supérieur de ce titre. Les textes fossiles digitalisés peuvent être conservés sans système de catalogage pour former un pool psychogénétique, dont les éléments pourront être retrouvés par

un moteur de recherche sans avoir à être parcourus « manuellement » par le constructeur. L'usage de cette fonction apporte un avantage à la formation de néologismes à sens technique spécifiques à l'entreprise, qui servent de mots clefs pour la

Nous en sommes ainsi arrivés au point de ce texte où la régression réflexive jusqu'à l'origine du biotique, après s'être achevée dans le système d'endo-majoration Darwinien, est remontée à l'équilibration psychogénétique et à son endo-majoration propre (thème qui est au niveau du titre de l'ensemble, celui du gouvernement du sujet par ses valeurs.). Cette observation conclut le présent titre, et introduit le suivant en faisant observer que la voie centripète de l'endo-majoration dont l'analyse s'achève (provisoirement) ici est un approfondissement récursif intra-subjectif. Or cette dimension n'est pas la seule sur laquelle l'écriture et plus généralement la notation ouvrent sur de nouveaux possibles majoratifs, elle se prolonge à l'extérieur du sujet sur la dimension inter-subjective.

## **5.8 L'INVENTION DE LA NOTATION OUVRE LA VOIE À LA FORME D'ENDO-MAJORATION DE L'ÉQUILIBRATION RÉFLEXIVE QUE CONSTITUE LA « STRATÉGIE SOCIOGÉNÉTIQUE AU SENS LARGE » .**

Si le passage de la réflexion orale à la réflexion écrite constitue un saut qualitatif majeur dans l'efficacité de la réflexion et qui induit des effets majorants intra-individuels considérables, ses effets inter-subjectifs tant synchroniques (ceux de la communication écrite intra-génération) que diachroniques (ceux de la transmission inter-génération) sont tout aussi importants dans l'immédiat et le sont même plus sur le long terme car ils se cumulent et se coordonnent non seulement à l'intérieur d'une génération psychogénétique, mais à l'intérieur d'une filiation évolutive de telles générations. L'effet majoratif de cette conservation inter-génération des savoir et des savoir-faire engendrés par les psychogenèses individuelles est ce qui ouvre un avantage sélectif à la différenciation de la « stratégie sociogénétique au sens large »\*, qui est une stratégie évolutionnairement stable aussi bien phylogénétiquement que socialement.

### **5.8.1 \* [LES « CULTURGÈNES » DE LUMSDEN ET WILSON, LES « MEMES » DE DAWKINS, ETC. , SONT DES NOMOSCHÈMES DONT SEULS CERTAINS FORMERONT DES SOCIOSCHÈMES AU SENS STRICT.**

Le pluriconstructivisme généralise la notion constructiviste de sociogenèse à celle de nomogenèse de (νομο, coutume) définie par la transmission coutumière de schèmes quelle qu'en soit la nature, aléthique, praxique, esthétique, éthique, juridique, etc. La sociogenèse des notions rationnelles, telles que celles du nombre, de l'espace, etc. qui est l'objet du constructivisme devient dans ce cadre une « nomogenèse aléthique\* ». Ce type très rare de genèse coutumière se particularise par son assimilation conservatrice des acquis passés. C'est cette intégration rationnelle du dépassé dans le dépassant qui a pour effet que la notion d'unité de l'entier naturel se conserve depuis son origine (dans la nuit des temps sociogénétiques sinon dans le sein de l'Éternel comme s'en serait satisfait Kroneker) et s'enrichit successivement au cours de son évolution des propriétés des entiers, puis des rationnels, des réels, des imaginaires, etc. en « devenant » simultanément du point de vue logique, et alternativement selon le contexte du point de vue psychologique, le prédécesseur de zéro, la fraction 1/1, la limite de la suite périodique infinie 0,9999..., une valeur particulière de  $a + bi$ , etc.).

[« ...Du grec aléthês «réel, vrai» » (Robert). Ce terme prend ici un sens proprement a-léthéen, («Léthé, fleuve des enfers dont les eaux apportaient l'oubli à ceux qui en avaient bu. » (id.)) en évoquant la conservation des vérités logico-mathématiques dans la mémoire sociogénétique, cela aussi éternellement que le fleuve des générations de l'espèce le permettra.]

Cette sociogenèse aléthique constitue la « sociogenèse au sens strict » qui est celle des connaissances scientifiques que décrit Piaget, elle se distingue alors des « sociogenèses au sens large » que forment toutes les nomogenèses non aléthiques et qui sont le cas le plus général: celui du langage, des systèmes juridiques ainsi que de tous autres savoir-faire praxiques comme les techniques, etc., cas dans lesquels l'instrument dépassant ne conserve, le cas échéant qu'un aspect du dépassé, et cela sans nécessairement le reconstruire dans les termes du dépassant, mais éventuellement avec des moyens alternatifs. C'est ainsi, sans doute, que « sans doute » par une série de glissements de la quantité de doute, et à travers une étape d'ambivalence avant le « vieillissement » ne signifie plus sans (nul) doute, mais avec (quelque) doute: « Dans l'usage moderne, pour redonner à cette locution (vieillie en ce sens) toute sa valeur affirmative, elle est renforcée : sans aucun doute, sans nul doute... » (Robert). De même que ses signes (les mots et cela jusqu'à leur orthographe et leur typographie), les signifiés et les règles du langage et de l'écriture évoluent de manière non intégrative. Cela est vrai tout autant des procédés et des instruments de la poterie, que de ceux de la fabrication des outils et des armes, que de ceux du droit, de l'éthique, de l'esthétique tribaux, etc. Tous évoluent sans intégrer

systématiquement l'état de l'art dépassé dans l'état dépassant, et présentent par conséquent une évolution non rationnellement réversible, comme l'évolution phylogénétique elle-même.

Cela tient à ce que dans le cas général que constitue la « structure fonctionnelle non-aléthique » ni la (multi)réalisabilité, ni la (pluri)fonctionnalité ne sont stabilisées normativement, car la définition instrumentale de la rationalité téléique attribue le caractère rationnel à toute action (ou structure) qui constitue un moyen efficient de la réalisation d'un but, d'une fonction ou d'une valeur. Il en découle corrélativement une définition une « définition positive » ou « définition opérationnelle » de ces notions qui les rend indépendantes de leurs origines « anthropomorphiques ». Ainsi pour définir la notion de fonction l'on dira que « toute structure ou processus qui contribue directement (ou médiatement) à la régulation ou à la majoration du système d'équilibration auquel elle appartient y est fonctionnelle, ou y réalise une (sous)fonction ».

Cette « rationalité moyen-but » permet, et cela par principe et du fait même de sa multiréalisabilité, de substituer, en tout temps, tout moyen alternatif majorant, au procédé ou à la structure actuelle, auquel leur plurifonctionnalité permet de surcroît de leur attribuer une fonction nouvelle ou supplémentaire. La conséquence générale en est que les procédés actuels ne sont pas nécessairement conservés par intégration dans les procédés nouveaux, mais peuvent être concurrencés puis éliminés et remplacés par eux.

Cela étant, même dans le cas éventuel d'« emboîtements moyens-buts cumulatifs ponctués (de ruptures) », le moyen technique suivant n'est pas, comme la connaissance suivante (et c'est là ce qui distingue ces emboîtements de ceux des nomogénèses aléthiques), élaboré à partir de la technique précédente: enlever de fines écailles par la pression d'un instrument en bois ou en os, ce n'est pas une différenciation d'un procédé nouveau à partir de celui de la percussion, c'est un moyen alternatif de façonnement qui remplace le choc ponctuel du percuteur par le déplacement à pression constante de la ligne du tranchant du burin. Il y a là la même différence de technique, *mutatis mutandis*, qu'entre la taille du bois à la hache ou à l'herminette et sa sculpture au ciseau. Enfin dans tout emboîtement de moyens, chaque moyen est encore potentiellement multiréalisable (les techniques de taille d'un caillou qui consistent à le frapper avec un autre, ou à le frapper contre une « enclume » de pierre sont des réalisations alternatives du même résultat, qui ne sont pas exhaustives et dont l'ensemble n'est limité que par l'inventivité technique) de telle sorte que les technogénèses sont elles-mêmes multiréalisables en classes de « technogénèses alternatives », et que les formes particulières de réalisation qu'elles prennent dépendent, comme celles du vivant, du mélange résultant de l'intersection de séries téléonomiques et causales indépendantes qui constitue le hasard historique et évolutif.

Il s'ensuit alors que toutes les nomogénèses, qu'elles soient praxiques ou aléthiques sont fonctionnelles, du fait qu'elles « se caractérisent par un exercice toujours meilleur de la fonction ».

En conclusion, les nomogénèses non-aléthiques, (praxiques, technologiques etc., mais aussi juridiques, éthiques, esthétiques, etc. qui ont toutes un caractère normique (celui des règles de l'art) ou normatif) forment la catégorie englobante, celle des « sociogénèses au sens large », dont les nomogénèses aléthiques que sont les sociogénèses au sens strict tel que le définit le constructivisme de Piaget sont un cas particulier propre à la validité logico-mathématique et à l'objectivité ou vérité scientifique. Extrait du texte fossile: « Le schème est une entité processuelle servocommandée et multiréalisable.doc », sous le mot clé nomoschème.]

On oppose généralement de manière immédiate la transmission la tradition écrites à leurs formes orales. Cette dichotomie est anthropomorphique, car l'avantage majoratif qu'apporte la transmission inter-individuelle est à l'origine de la différenciation et de la conservation de stratégies de transmissions dites culturelles de formes intermédiaires multiples dans des espèces qui ne possèdent pas le langage et dans lesquelles la transmission se fait par diverses modalités de (dé)monstration et d'imitation, cela indépendamment de tout procédé de « tradition orale ». « Au fond de tout Suisse » dit-on « il sommeille un pédagogue. » Il semblerait que la présence de ce pédagogue au sommeil léger serait ce qui différencie la transmission culturelle humaine de celle d'autres espèces. La transmission repose en effet, sur la différenciation aussi bien chez le transmetteur de la tradition ainsi que chez son récepteur, de stratégies évolutionnairement stables fonctionnellement complémentaires. Du côté du récepteur c'est la différenciation de fonctions d'imitation tant automatiques que délibérées qui réalise la condition *sine qua non* de la transmission, tandis que du côté du premier c'est la différenciation des fonctions « pédagogiques » puis et surtout avec la spécialisation du travail leur différenciation adulte en fonctions « andragogiques », de démonstration et de démonstration délibérées de modèles à l'imitateur; puis de la fonction de diagnostic et de correction de l'imitation (par un prolongement de l'auto-dyagnosis de l'équilibration réflexive à l'allo-dyagnosis de l'équilibration d'autrui) qui vient compléter les premières et constituer le schématisme d'échange de la relation d'apprentissage entre le maître artisan (d'artefacts comme de mentefacts) et l'apprenti, tout autant qu'entre l'entraîneur et l'athlète, etc. Entre les deux extrêmes que constituent l'absence de transmission et l'« endoctrinement culturel » actif qui caractérise l'espèce humaine, la transmission culturelle chez le chimpanzé, par exemple, se caractérise par l'absence de ces stratégies pédagogiques

actives chez le transmetteur que ce soit dans la relation parentale ou non. Dans notre espèce l'enseignement musical offre un exemple quasi paradigmatique de la relation d'échanges entre maître-artisan et apprenti: l'élève interprète un passage, le maître en fait la critique et en donne un modèle exemplatif selon les règles de l'art, l'élève modifie son exécution, le maître fait la critique des imperfections ou déformations de cette modification et les illustre par l'exemple: « vous jouez ceci ... », il énonce les corrections à apporter, puis les illustre par l'exemple de la version corrigée: « ...il faut jouer cela ici, etc. ».

La stratégie sociogénétique ouvre aux trois équilibres des possibilités nouvelles de majorations réciproques. Ce feedback majoratif positif est immédiatement observable entre la psychogenèse et la sociogenèse, c'est celle-ci qui situe les psychogenèses de la génération suivante dans la situation du « nain sur les épaules du géant » sociogénétique en ce que le point de départ de chacune d'entre elles se situe au point d'arrivée de celles de la génération précédente, et cela récursivement jusqu'à l'origine de la stratégie sociogénétique. Le coût d'apprentissage qui devient de plus en plus élevé avec l'accroissement des connaissances spécifiques à chaque discipline, est compensé par le fait que tout ce qui est ainsi transmis et acquis en quelques années a été découvert ou inventé au cours de multiples générations psychogénétiques représentant des centaines d'années d'activité productrice et n'a pas à être réinventé ou redécouvert par l'apprenti. Sur la dimension diachronique inter-génération la stratégie sociogénétique en multipliant la productivité est ainsi l'homologue d'un multiplicateur économique de l'endo-majoration psychogénétique. Mais simultanément sur la dimension synchronique, la stratégie sociogénétique impose comme condition *sine qua non* de son fonctionnement diachronique une sous-stratégie synchronique qui est celle de la communication intra-génération des découvertes et inventions appartenant à chaque filière psychogénétique individuelle. Cette stratégie d'échange « altruiste » généralisé (et donc réciproque) des « secrets de fabrication » de la productivité individuelle apporte un avantage majoratif « égoïste » manifeste aux échangeurs, en ce que pour un secret communiqué par l'un d'entre eux à ses  $n$  partenaires, il en reçoit potentiellement  $n$  en retour. Elle assure sur la dimension synchronique la panmixie des idées en permettant aux schèmes engendrés dans l'esprit de chacun d'entrer en (re)combinaisons (de nombre croissant multiplicativement avec  $n$ ) avec les schèmes engendrés dans celui de tous les autres membres de ce qui forme alors ce que Pascal a appelé « la république des esprits », apportant ainsi une seconde composante, synchronique, au multiplicateur de l'endo-majoration individuelle. Cette transmission et intra-génération des schèmes constitue ce que Dawkins appelle la reproduction des « memes » (du grec « **μίμησις** imitation, f. **μιμῆσθαι** to imitate, f. **μῖμος νινε** » (O.E.D) ), les schèmes transmis étant en effet, sinon répliqués terme à terme comme le suggérerait cette homologie avec la reproduction des gènes, tout au moins (multiréalisablement) reconstruits à partir des schèmes existant dans l'esprit de leur assimilateur. Cette transmission intra-génération des schèmes réalise à son tour la condition *sine qua non* de leur sélection naturelle sociogénétique par leur transmission sélective à la génération suivante des psychogenèses individuelles. C'est cette transmission à la fois normative et sélective par ce qui est reconnu dans la génération précédente comme constituant la vérité ou la connaissance scientifique qui fait de la sociogenèse un système d'équilibration majorante, elle assure en effet, dans le pool des schèmes de la république des esprits, la « reproduction différentielle » (sous la forme de la conservation préférentielle par la tradition) des schèmes qui se sont révélés les plus majoratifs de la productivité dans les psychogenèses individuelles de ceux qui les ont acquis, et qui de ce fait y ont réalisé leur propre conservation différentielle par priorité relative d'accès. C'est cette forme de conservation différentielle qui induit ce que Piaget décrit en définissant la « vection » de la connaissance comme résultant de ce qui peut être caractérisé par une double économie de ressources productives psychogénétiques, celle résultant de « la conservation du maximum de l'acquis [c'est à dire du construit psychogénétique] » compatible avec celle résultant de « l'introduction du maximum de nouveauté ». La fonction d'évaluation qui gouverne l'équilibration sociogénétique est ainsi la majoration de la productivité psychogénétique des schèmes, homologue de celle de la reproductivité phylogénétique des gènes. La boucle de feedback majoratif qui s'institue entre la psychogenèse et la sociogenèse interagit avec l'équilibration phylogénétique par le biais de ce que Lumsden et Wilson appellent la « règle des mille ans ». Cette « règle » exprime sous une forme imagée la favorisation phylogénétique (l'« assimilation génétique » ou la « génocopie ») de l'acquisition de stratégies psychogénétiques et sociogénétiques apportant un avantage sélectif, qui sont soit réengendrées génération après génération par les psychogenèses individuelles, soit transmises et reproduites chez ces dernières par la tradition sociogénétique, qui vient dans ce cas jouer le rôle d'amplificateur de l'assimilation génétique en remplaçant le réengendrement répété par la transmission. En retour cette assimilation, qui réalise ce que Minsky décrit comme une « prédestination de l'apprentissage » (*predestined learning*), produit un effet accélérateur de la psychogenèse en facilitant l'acquisition dans les aires cognitives spécifiques qu'elle soutient.

Une part de cet accroissement de la fécondité psychogénétique est déjà engendrée par une transmission culturelle reposant sur l'imitation spontanée, provoquée ou dirigée selon diverses modalités, transmission qui peut être prolongée dans notre espèce par une tradition orale aussi bien religieuse,

mythique, etc. que sans doute pratique. Les premières assurent la transmission des normes coutumières aux nouveaux membres de la tribu afin que ceux-ci vivent dans une « réalité nomique (langagière, religieuse, éthique, etc.) partagée » avec celle que partagent leurs prédécesseurs, alors que les secondes peuvent assurer certaines fonctions thématrices des règles de l'art des savoir-faire qui préfigurent celles que regroupent, systématisent et codifient (donc sous une forme écrite) les « conservatoires des arts et métiers ». Qu'elle se fasse par l'exemple (*learning by being shown*) ou par l'instruction orale (*learning by being told*), c'est la nécessité de la présence physique et de l'activité du transmetteur qui distingue ces formes de transmission. Or dans la mesure où à un certain stade de leur évolution les sujets humains restent exclusivement agis par leurs schèmes, ces derniers, du fait qu'ils ne sont qu'activés de manière automatique par les situations assimilables, restent inaccessibles aux opérations de la volonté qui les recouvreraient ou les évoqueraient, pour, par exemple, les exercer en l'absence de leur objet. Dès lors ces schèmes n'étant pas mobilisables par l'initiative volontaire du sujet lui restent en ce sens inaccessibles. Or dans la mesure où tant leur monstration que leur imitation deviennent délibérées (même si elles sont imposées normativement par la tradition éducative parentale ou professionnelle) leur transmission en exerce une accessibilité volontaire qui prolonge celle qu'introduit la réaction circulaire secondaire (précurseur psychogénétique du futur réexercice majorant) au cours de laquelle un sujet répète un schème qui a déjà réussi. Les schèmes ainsi mobilisés cessent alors d'être isolés à l'intérieur de leur porteur et en devenant partageables avec le reste de la tribu peuvent faire leur entrée dans le pool naissant de la « république des artisans » de l'*homo faber*.

C'est alors avec la différenciation de la transmission écrite des schèmes que se dessine une discontinuité qualitative majeure de cette mobilisation et de ce partage. En effet, dès cet instant le transmetteur du savoir ou du savoir-faire peut être absent synchroniquement (spatialement) et même diachroniquement (temporellement), de telle sorte que, par exemple, des théorèmes démontrés à une distance aussi élevée dans l'espace et dans le temps que ceux d'Euclide sont rendus présents et accessibles immédiatement à tous. À cela vient s'ajouter avec la digitalisation de l'écrit et l'extension de celle-ci au son à l'image et à son animation, que ce sont les savoir-faire mêmes qui peuvent être transmis par démonstration en l'absence de leur détenteur, et cela à des nombres potentiellement illimités de copies ainsi que de spectateurs, nombres qui sont encore multipliés avec leur placement sur un réseau d'échange électronique au grand dam de la forme traditionnelle de la propriété intellectuelle, déjà ébranlée par la photocopie. [Il faut souligner à ce propos que cette protection est un réducteur de la productivité intellectuelle dans l'exacte mesure où elle réduit la libre accessibilité des schèmes dans le pool psychogénétique de la tribu nécessaire à leur interfécondation par la panmixie des découvertes et inventions. C'est ainsi, par exemple, que lorsque de multiples laboratoires de recherche industrielle gardent le secret de leurs résultats, ils réduisent quantitativement d'autant la productivité psychogénétique qu'ils mènent de recherches à double, cela sans parler de la réduction qualitative de la transmission et de la recombinaison des idées entre chercheurs qui en résulte simultanément. La majoration de la productivité de la république des esprits est fondamentalement incompatible avec la mercantilisation de sa recherche. Cela d'autant plus que ce ne sont pas les miroitements de l'or de la pierre philosophale qui fascinent le producteur jusqu'à consacrer une vie entière à son « grand œuvre » intellectuel, artistique, etc. mais bien ceux du « sentiment autotélique » de son progrès. Il n'en reste pas moins qu'aussi longtemps que les joueurs de ballons de toutes tailles et les « managers » d'apothicaireries en tous genres gagneront plus d'argent en un jour que tous les prix Nobel du siècle, le chercheur non bureaucraté pourra continuer à « brûler ses meubles pour se chauffer en hiver » selon la touchante image d'Épinal consacrée.]

On voit que si les endo-majorations ouvertes par la notation sur la dimension intra-individuelles sont des multiplicateurs de la productivité de l'équilibration psychogénétique, les majorations sur la dimension inter-individuelle exercent un effet homologue sur la productivité de l'équilibration sociogénétique dans l'espace mnémonique potentiellement sans limite qu'ouvriront ses supports matériels (ou media) extérieurs au pool psychogénétique de la tribu. Enfin dans l'exacte mesure où ses propres schèmes deviennent accessibles c'est l'endo-majoration de l'équilibration psychogénétique elle-même qui s'extériorise pour être soumise à celle collective de la république des esprits.

## **5.9 LA CYBERNÉTIQUE DE L'ÉQUILIBRATION ENGLOBE LA CYBERNÉTIQUE DE LA RÉGULATION.**

Lorsque l'on analyse la nature des entités qui forment l'extension du cybernétique on aperçoit que la fréquence des systèmes axiogrades allo-majorateurs, tant gouvernés par une valeur cible prédéterminée (régulateurs) qu'à optimum non prédéfini « auto-adaptatifs » ou « auto-optimalisateurs », est notablement plus élevée que celle des systèmes endo-majorateurs. Prises isolément, par exemple, chacune des homéostases physiologiques de Cannon forme un régulateur ou homéostat, soit un système gouverné par l'établissement et le rétablissement continu d'une *Sollwert* qui constitue un optimum prédéterminé sur une

surface évaluative. Mais lorsque l'on analyse le système d'ensemble auquel elles appartiennent on aperçoit que les valeurs cibles de chacune varient selon son état. Ainsi par exemple, comme l'avait observé très tôt R. Priban (*Self-adaptive control of respiration*, article dans *Encyclopedia of linguistics, information and control* A.R. Meetham, Pergamon 1969) le contrôle de la fonction respiratoire en tant que tout fonctionnel est réalisé par la coordination du contrôle de trois sous-systèmes fonctionnels: celui de la chimie respiratoire sanguine, celui du système des muscles respiratoires et celui la dimension du canal respiratoire. Le contrôle de la ventilation du sang peut être décrit comme minimalisant les perturbations des relations entre certains paramètres de sa composition chimique (pH, taux de gaz carbonique, taux d'oxygène ) par rapport aux variations de la demande du métabolisme. Le contrôle des muscles respiratoires peut être décrit comme minimalisant la consommation d'énergie nécessaire à la réalisation d'une certaine intensité de ventilation. Enfin le contrôle de la dimension du canal minimise sa résistance pour cette intensité. Leur fonctionnement coordonné qui est constitutif de celui de la « fonction respiratoire » classique, peut être décrit comme minimalisant leur consommation commune d'énergie. Pour chacun de ces systèmes « il n'y a pas d'évidence expérimentale qu'existent des niveaux de référence biologiques [sous la forme de valeurs cibles préétablies]<sub>gc</sub>». L'optimum de chacun varie selon les variations de l'état des autres, de telle sorte que leur fonctionnement coordonné n'est descriptible que comme celui d'un système axiograde allo-majorateur recherchant constamment le maximum local d'une surface d'évaluation respiratoire totale. Dans le règne animal, les schèmes de conduite qui réalisent « les quatre F de la biologie » (« *feeding, fighting and reproduction* ») prolongent dans l'univers extérieurs le fonctionnement des systèmes d'équilibration de l'univers intérieur de la physiologie. Il en existe ainsi une variété toute aussi grande gouvernant le fonctionnement extérieur des organismes que leur fonctionnement intérieur. Chez la paramécie le fonctionnement de la conduite de prédation, par exemple, est gouverné par un système allo-majorateur à valeur cible non prédéfinie, qui a pour effet que celle-ci remonte vers la concentration la plus élevée d'un gradient chimique. Tandis que le fonctionnement de sa conduite de fuite l'est par un gradient inverse. Chez le bombyx c'est la recherche d'un partenaire reproductif qui est ainsi guidée par un « tropisme positif » de même nature axiograde. Ce type de servomécanisme trouve dans la nature une variété remarquable de formes de réalisation différentes, dont certaines sont d'une simplicité inattendue: il suffit ainsi, par exemple, de raccourcir les sauts aléatoires de l'organisme axiograde (un ver microscopique en l'occurrence) avec l'élévation du gradient pour que celui-ci atteigne son maximum local et demeure dans son voisinage.

Ainsi les servomécanismes régulateurs et axiogrades sont partout observables, et ce sont les objet centraux de la première cybernétique, qui observait l'homéostasie et la régulation partout, sans doute parfois à l'excès, parce qu'un auto-optimalisateur qui a atteint un optimum local le regagne après une perturbation de manière semblable à ce que fait un régulateur à valeur cible prédéfinie, ce qui laisse entrevoir que ces derniers sont peut-être moins répandus que les premiers. Cela tient sans doute à plusieurs raisons pratiques, l'une extérieure au système génétique, l'autre qui lui est intrinsèque. La première est qu'il n'existe souvent pas dans un univers d'activité d'optimum local fixe, comme l'illustrent les exemples précédents, de la régulation du système respiratoire ou de la prédation de la paramécie. La seconde relève de l'économie combinatoire du système génétique lui-même: pré-spécifier la valeur cible d'un servomécanisme axiograde consomme plus de ressources calculatoires (en termes de variations et de sélections), de telle sorte que même s'il existe un optimum fixe, sa valeur sera trouvée plus rapidement par le tâtonnement du servomécanisme axiograde que par celui du système génétique lui-même. Il existe enfin une raison de principe, qui tient à la « condition physicochimique » de toute machine matériellement réalisée, condition résultant de son matérialisation physique ou organique, ou encore de sa corporisation (« (rare). Action de rendre matériel, fait de prendre une forme matérielle. ») ou incarnation pour les entités biologiques. Cette condition que lui impose son acquisition du « pouvoir temporel » d'efficacité causale l'asservit de ce fait aux perturbations aléatoires provenant du milieu et à la dégradation entropique de l'univers physique. Cette manière de péché originel mécanique rend impossible de droit la réalisation fidèle d'une machine parfaite de l'univers mathématique. La réalisation physique d'automates auto-reproducteurs abstraits, machines parfaites dont le fonctionnement répliatif mathématique est « univoque à droite » par définition, en ce sens que la fonction d'auto-réplication réappliquée au même automate doit mathématiquement produire invariablement un et un seul résultat identique (comme en principe la fonction de l'addition réappliquée aux mêmes nombres). La variation est introduite par la réalisation physique même de l'automate. Elle en est une conséquence inévitable: ses composantes ne peuvent pas être d'une précision infinie (il n'y a pas de mesure physique de précision infinie possible), elles ont ainsi du jeu macro-mécanique aussi bien que nanomécanique, elles s'usent, elles sont constamment agitées intérieurement thermiquement, et extérieurement par leur interaction physique avec les « séries causales indépendantes » formant les « perturbations » provenant du milieu, qui viennent « pousser le coude » du copiste en activité.

Pour illustrer cette situation, on peut définir un automate abstrait dont le comportement mathématique sera celui d'un mobile qui décrirait invariablement et indéfiniment un cercle parfait autour d'un centre fixe.

Si on simule numériquement le comportement de cette machine, elle paraîtra tourner indéfiniment autour d'un même point de l'écran. Mais il s'agit d'une illusion délibérément engendrée par les codes auto-correcteurs des ordinateurs, qui rétablissent constamment de manière invisible les erreurs du matériel. (En l'absence de ces codes et des divers autres mécanismes d'auto-vérification et auto-correction, le seul rayonnement cosmique rendrait dysfonctionnels nos ordinateurs en quelques semaines). Si, alternativement, on réalise ce comportement abstrait par celui d'un véhicule mécanique, les erreurs mécaniques du matériel deviennent alors extérieures et visibles. Les roues du véhicule et le plan de la table n'étant pas géométriquement parfaits, leur engrènement moléculaire ne sera qu'approché, les roues devront glisser et sautiller à l'échelle microscopique, de telle sorte que le cercle qu'elles traceront ne sera jamais parfait ce qui aura pour effet que son centre se déplacera imperceptiblement au hasard, parcourant ainsi tout le plan – jusqu'à ce que, tout plan physique étant nécessairement fini, le véhicule en « tombe ». Cette inéluctable « chute » ultime provient du « vice originel » propre à la nature ou à la « condition physicochimique » des automates réels, vice matériel intrinsèque qui rend inévitable l'erreur, la mutation et la dégradation physique des automates du vivant. Il s'ensuit que même si un système génétique pouvait définir un « organisme Laplacien », doté d'un « instinct de conservation et de reproduction » parfait en ce qu'il serait préadapté à l'ensemble de ses interactions possibles avec son univers d'activité (y compris les autres organismes tant co-spécifiques que non co-spécifiques), les perturbations aléatoires d'origine extérieure et les erreurs internes les feraient dévier de sa trajectoire pré-adaptée parfaite. C'est la raison pour laquelle dès que l'on s'élève au-dessus du niveau fonctionnel le plus bas (au-dessous duquel la fonction n'est plus définie et où règne la seule causalité physique), qui est celui du fonctionnement (quasi-déterministe à cette échelle moléculaire et macromoléculaire) des composants physicochimiques moléculaires des organismes, la « régulation par l'erreur » du fonctionnement des modules fonctionnels qu'ils composent devient nécessaire à la réalisation de leur fonction même. C'est ainsi qu'au niveau fonctionnel immédiatement supérieur à celui des acides nucléiques composants, le code génétique lui-même contient déjà des mécanismes auto correcteurs, tant de sa copie que de sa transcription et de sa lecture.

« La théorie de l'évolution constitue le prototype de l'explication cybernétique », écrivait G. Bateson (*Steps to an Ecology of Mind* University Of Chicago Press, 1972. (ISBN 0-226-03905-6)). Or le fonctionnement du système génétique Darwinien qui est le mécanisme central de cette explication (du mode de production des phénomènes à expliquer) constitue, comme nous venons de le voir, le prototype de l'équilibration majorante qui, à son tour est l'objet épistémologique central de ce que nous avons appelé la (néo)cybernétique de l'équilibration, celle des servomécanismes auto-majorateurs, dont l'un (phylogénétique) est à l'origine de tous les autres, et dont ceux-ci sont des formes homologues comme l'équilibration psychogénétique, soit des formes réduites à certaines fonctions, comme les régulateurs et servomécanismes simples. Dans ce nouveau référentiel l'observation de Bateson se révèle proprement prémonitoire.

## 6 LES VOIES PHYLOGÉNÉTIQUES DE L'ENDO-MAJORATION.

Après l'analyse de l'endo-majoration psychogénétique nous esquissons ici celle de l'endo-majoration phylogénétique.

Si pour Piaget, l'équilibration était d'emblée auto-majoratrice, cela n'a pas été le cas historiquement de manière centrale pour la conception des réalisations biologiques de celle-ci que constituent les systèmes génétiques darwiniens.

Dans *Darwin in the genome, molecular strategies in biological evolution* (2002) Lynn Caporale explique qu'elle va consacrer un chapitre entier au système immunitaire des vertébrés parce qu'elle est « ...profondément convaincue que depuis deux décennies – depuis l'instant nous avons découvert ses « gènes sauteurs » (*jumping genes*) et ses mutations focalisées – notre système immunitaire nous a agité devant les yeux des idées importantes sur l'évolution génomique. » (La principale de ces idées étant qu'il n'y avait aucune raison, ni apparente, ni dérivable dans la théorie de l'évolution qui aurait réservé ces propriétés d'hypermutation à la fois focalisée et préadaptée, exclusivement aux gènes du système immunitaire. Et dès l'instant où l'on les recherche ailleurs, elles s'y révèlent sous de multiples formes qui exploitent les propriétés de la structure macromoléculaire de la double hélice, aussi bien à l'étape du codage génétique que de la réplication, la réparation ou la transcription, comme le montre l'auteur.)

L'on pourrait en dire autant de propriétés et caractères des systèmes génétiques tels que la ségrégation mendélienne des chromosomes, le processus de leur crossing over, le taux de mutation, les multiples types de reproduction asexuée et sexuée ainsi que les multiples formes que prend ce que l'on appelle (depuis 1961) le caryotype\*du noyau de la cellule, qui étaient déjà généralement connus à l'époque où écrivait C. D. Darlington, et dont la nature héréditaire n'était pas controversée.

\*[« Arrangement caractéristique des chromosomes d'une cellule spécifique d'un individu ou d'une espèce donnée. » « De karuon «noix, noyau... » (Robert)]

Leur transmission héréditaire avait donc pour conséquence qu'ils étaient inévitablement soumis à la variation et à la sélection naturelle, ce qui « agitait devant les yeux » l'idée, par exemple, que les systèmes génétiques « sont dans la même situation que les membres d'un organe législatif, qui sont eux-mêmes soumis aux lois qu'ils édictent » comme devait l'exprimer plus tard Waddington (*The Strategy of the Genes: A Discussion of Some Aspects of Theoretical Biology*. George Allen and Unwin, London. 1957), ou encore que « le mécanisme de l'évolution est lui-même soumis à l'évolution » (Dobzhansky Theodosius (1951). *Genetics and the Origin of Species*. Columbia University Biological Series (3rd revised ed.). New York: Columbia University Press. LCCN 51014816. OCLC 295774.). Les systèmes génétiques des espèces seraient comparables aujourd'hui à des usines automatiques auto-réorganisatrices, dont ainsi les méthodes de production et leur organisation, (c'est-à-dire l'architecture fonctionnelle des chaînes de production qui est celle de l'usine même et qui correspond au système génétique) feraient partie de leurs autres produits (à destination extérieure à eux, supports de l'allo-majoration des génotypes des organismes).

Si tout cela allait peut-être sans dire à cette époque, c'est à C.D. Darlington que revient le mérite d'avoir été parmi les premiers, sinon le premier, à le dire et surtout à en faire explicitement un objet d'étude central, comme en témoigne le titre même de son livre datant de 1939: *Evolution Of Genetic Systems* (Cambridge at The University Press and The Macmillan Co.) titre qui mettait ainsi ce caractère en exergue de manière prémonitoire. Il soulignait en effet d'emblée dans son texte que l'évolution ne porte pas uniquement sur le phénotype somatique des organismes (phénomène sur lequel s'était implicitement focalisés la théorie, l'observation et l'expérimentation jusque-là) mais aussi sur le phénotype de leur génotype. Ce phénotype, du niveau cellulaire du caryotype, etc., jusqu'à ses niveaux macromoléculaires inférieurs, constitue ce que l'on pourrait appeler aujourd'hui la machine matérielle (et les signifiants matériels que sont les codons et leurs éléments) des systèmes génétiques des organismes. Il s'ensuit que si ce matériel des signifiants géniques est soumis à variation, les signifiants formels et leurs mécanismes de réécriture, dont ils sont la réalisation matérielle, le sont du même coup.

Darlington montrait en particulier que la ségrégation ou recombinaison mendélienne inter-chromosomes (ou par *crossing-over* intra-chromosomes) de la structure de cette machine modifiait les paramètres de son procédé de variation même, modifiant ainsi son procédé de recherche lui-même. Ces modifications étant soumises à la sélection naturelle aussi bien positive que négative par le biais de la reproductivité différentielle des organismes qui les portent, il s'ensuit que le système génétique est l'agent aussi bien d'allo-majoration des phénotypes que d'auto-majoration de la productivité de son procédé de recherche.

Ainsi à un extrême, par exemple, lorsque dans une variété les chromosomes se soudent pour ne former qu'un seul anneau, les deux niveaux, mendélien et infra-mendélien de la recombinaison disparaissent, ce qui réduit sa variation à la mutation ponctuelle. En immobilisant quasiment de cette manière l'évolution de la population concernée, le système génétique peut ainsi faire prévaloir l'adaptation présente en économisant le coût reproductif élevé des variations létales, ou peu fécondes, ou stériles, mais cela aux dépens de son adaptabilité ultérieure. C'est ainsi qu'à ce même extrême l'apomixie\*s'établit et se conserve « parce qu'elle favorise sa propre progéniture immédiate » écrit Darlington.

\*[« Reproduction sans méiose ni fécondation, à partir d'un seul gamète (chez des organismes sexuellement différenciés) ou d'une cellule végétative non sexuée. » (Robert)]

Tandis qu'à l'autre extrême la reproduction sexuelle s'établit et survit, poursuit-il, « parce qu'elle profite à sa postérité toute entière ». « Ainsi la fonction primordiale du système génétique est de servir à engendrer conserver et recombinaison les différences de manières telles que la sélection naturelle sera capable de les utiliser le plus efficacement à seconder le changement évolutif. Quand ce système tombe en panne la sélection naturelle perd le moyen de réaliser ce changement ». Darlington souligne alors que les variations qui affectent ce système n'apportent aucun avantage sélectif à la survie des organismes mêmes qui les portent, mais uniquement à leur reproduction: « Les mécanismes de l'hérédité n'apportent jamais d'avantage aux premiers organismes qui les manifestent. Ils doivent souvent être neutres quant à leur postérité immédiate. Ils survivent pendant de vastes périodes parce qu'ils favorisent la postérité [nous dirions ici la reproductivité]<sub>gc</sub> pendant de vastes périodes. L'infinie variété des mécanismes promouvant les hybrides et la recombinaison révèlent leur valeur non pas pendant que l'espèce [l'on dirait aujourd'hui le pool génétique]<sub>gc</sub> est confrontée à son milieu présent mais à un changement de celui-ci. C'est par son système génétique que l'espèce est préparée à affronter ce que nous appellerions les événements imprévus. La sélection naturelle l'a dotée d'un système qui bien qu'il soit automatique ne peut à proprement parler pas être appelé aveugle. Bien au contraire, elle a été dotée d'un don incomparable, celui d'une propriété de prévoyance automatique.» Darlington n'allait toutefois pas jusqu'à montrer que les modifications du système génétique pouvaient être canalisées génétiquement par des heuristiques.

L'étude de l'évolution des systèmes génétiques a été étendue et prolongée aujourd'hui, du niveau d'observation « macroscopique » des cellules, des chromosomes et des gènes qui était celui de Darlington et

de son époque, aux niveaux inférieurs, macromoléculaires du code, ceux des inégalités des marches de la double hélice, de ses replis « en épingle à cheveux » pendant la réplication, de ses mécanismes autocorrecteurs, etc. Mais elle a été simultanément étendue en compréhension par la notion que la variation du système génétique peut être génétiquement modulée par des stratégies heuristiques, ce qui instaure une forme darwinienne de « mutation dirigée », par spécification et restriction de l'ensemble des possibles.

C'est ainsi que, par exemple, que si chacune des 500 espèces de conidés (famille d'escargots de mer) est capable de produire 50, et parfois jusqu'à 500 toxines mortelles différentes (Lynn Caporale, op. cit. dans un chapitre intitulé: Prédateurs et proies en lutte dans le génome) spécifiques à des proies différentes, ces dernières engendrent des variations qui les y rendent résistantes et les conidés y répliquent par des hyper-variations localisées dans gènes responsables de la formation des toxines. Cette « hypermutation » qui engendre ainsi par recombinaison locale une gamme de proto-toxines inédites.

Les conidés pourraient s'en remettre au taux de la variation ordinaire dans le reste de leur génome pour en arriver au même résultat, cela prendrait un nombre de générations comparable à celui de la de l'acquisition de la résistance chez leurs proies. Ce temps est raccourci par l'hyper-variation localisée qui apporte l'avantage supplémentaire de ne pas modifier des gènes non concernés: « Les conidés pourraient engendrer rapidement de nouvelles toxines simplement en ayant un taux de mutation élevé et peut-être certains conidés aujourd'hui disparus l'ont-ils fait. Mais pourquoi endommager un grand nombre de bons gènes somatiques alors que génération après génération c'est spécifiquement la diversité des toxines qu'il vous faut pour aider à assurer qu'une part de votre postérité survivra à des changements chez les prédateurs, les proies ou la nourriture. » ... « C'est une voie d'évolution plus efficace et une stratégie génétique ingénieuse que d'augmenter l'exploration génétique pour une toxine en laissant le reste du génome varier de manière plus prudente. Il y a ainsi peut-être eu une sélection positive dans l'évolution du génome des conidés en faveur d'une stratégie qui engendre rapidement de nouvelles toxines. D'autres prédateurs aussi, des vipères aux scorpions semblent posséder des mécanismes spéciaux pour engendrer une variation rapide dans les gènes mêmes qui leur sont nécessaires pour attaquer leur proie. » (id.)

L'auteur souligne que cette forme de variation est doublement non-aléatoire. En premier lieu elle se produit de manière (héréditairement déterminée) sélectivement et à un taux supérieur (donc avec une probabilité supérieure) dans certains gènes prédéterminés. En second lieu et en outre, son produit n'est pas aléatoire par rapport à sa fonction dans l'organisme. La recombinaison des gènes des toxines produit des formes de toxines, et non pas de n'importe quelle autre substance. Cette observation fait ressortir du même coup le caractère d'auto-majoration que constitue la variation (et sélection) de son processus de production de variations par le système génétique lui-même. Ces deux stratégies sont des heuristiques géniques évolutionnairement stables (l'hyper-variation et sa localisation). Elles sont en effet héréditairement transmises et spécifiques aux gènes concernés, le taux de variation du reste du génome n'est pas affecté. L'étude des mécanismes macro-moléculaires sous-jacents qui permettent la réalisation de ce type de stratégie par les systèmes génétiques montre alors qu'ils ont différencié au cours de l'évolution une gamme extraordinaire de schématismes d'auto- « traitement du texte » génomique à tous ses niveaux (des codons aux gènes régulateurs) ce qui nous emmène très loin de la conception qui a pu suivre la découverte de la double hélice, celle du « programme génétique » comme un texte inerte.

## **7 L'AFFIRMATION DE LA NATURE CYBERNÉTIQUE ÉQUILIBRATIVE COMMUNE DE LA PHYLOGENÈSE ET DE LA PSYCHOGENÈSE NE LES CONFOND NI NE LES RÉDUIT DANS UN SENS OU L'AUTRE, CAR ISOMORPHISME STRUCTURAL ET HOMOLOGIE FONCTIONNELLE NE SONT IDENTITÉ NI L'UN NI L'AUTRE.**

Devant cette reformulation cybernétique de l'équilibration phylogénétique l'on peut objecter que l'assimilation fonctionnelle de l'équilibration psychogénétique à un servomécanisme de ce type qu'elle entraîne ferait de l'approche psychocybernétique une forme nouvelle de réduction abusive du psychologique au biologique – cela du fait, par exemple, qu'il n'y aurait pas d'assimilation possible de l'équilibration des gènes à celle des schèmes, parce que le gène entité plurimoléculaire n'est pas identique à un schème, entité plurineuronale, et que la « sélection naturelle » des schèmes ne se fait pas par leur reproduction différentielle, etc.

Mais l'isomorphisme qui est une identité des formes d'organisation n'entraîne pas l'identité de la nature des éléments organisés. Lorsque l'on démontre, par exemple, qu'un certain groupe cyclique de permutations est isomorphe à un certain groupe de rotations, cela ne signifie donc pas que l'on confonde les rotations, transformations géométriques, avec les permutations, transformations combinatoires, et *a fortiori* que l'on réduise les unes aux autres dans un sens ou dans l'autre. En revanche cela signifie par exemple, que la composition de ces entités différentes répète ou est cyclique *modulo* le même nombre *n*, ce qui révèle une forme d'organisation, qui, elle, est effectivement identique et commune à ces deux structures. Lorsque des

structures isomorphes accomplissent une même fonction, selon une même décomposition fonctionnelle, nous disons qu'elles sont (fonctionnellement) homologues.\*

\*[Homologue: « Se dit des éléments qui se correspondent à l'intérieur d'ensembles différents et qui sont liés par une relation. - Correspondant. ...Le grade de chef d'escadron [de cavalerie]<sub>gc</sub> est homologue de celui de chef de bataillon [d'infanterie]<sub>gc</sub> » Cette correspondance des grades exprime ainsi une correspondance des fonctions de commandement que nous appelons une homologie fonctionnelle.]

Il existe ainsi une homologie fonctionnelle entre, par exemple, l'horloge mécanique à poids avec son balancier, et son ancêtre hydraulique la clepsydre qui est elle-même une forme hydraulique de son homologue à gouttes solides, le sablier. La fonction chronométrique « émergente » du fonctionnement des composants différents de ces deux automates cyclique à 43200 états est réalisée par une composition homologue de modules eux-mêmes homologues, comprenant une réserve d'énergie alimentant un générateur d'impulsions isochrones qui sont transmises à un diviseur d'impulsions ou compteur avec son dispositif d'affichage. Une horloge à douze heures dont la période du balancier est d'une seconde repasse indéfiniment (aussi longtemps qu'on la « remonte », en remontant ses poids) par le même état toutes les douze heures. Cet état est affiché sur son cadran par la position des deux aiguilles sur 12 heures pour midi ou minuit), toutes les douze heures. Ces douze heures correspondant alors à 12 x les 3600 oscillations qu'exécute son balancier en une heure et que dénombre la cascade de diviseurs d'impulsions ou compteurs modulo, 60 pour les minutes, modulo 60 pour les heures, et modulo 12 pour les jours et nuits, dont chacun transmet un signal d'unité au suivant à l'accomplissement de chacun de ses tours complets. La clepsydre dont l'écoulement serait d'une goutte par seconde et l'échelle de mesure du niveau de son réceptacle graduée en minutes et en heures, remplirait celui-ci en douze heures, et le ferait déborder ou sortir de son échelle de mesure. Il serait alors nécessaire de vider ce réceptacle toutes les douze heures, correspondant aux 43200 gouttes écoulées. Cette remise à l'état zéro périodique du niveau du réceptacle est l'homologue du passage par le même état de l'horloge mécanique. En simplifiant au mécanisme essentiel, et cela bien que le compteur d'un des automate soit réalisé digitalement par un mécanisme de réécriture de symboles discrets, alors que celui de l'autre est réalisé métriquement par la mesure d'une quantité continue, l'on peut observer que le balancier de l'horloge découpe le mouvement descendant de son poids, qui serait sinon continu et accéléré, en 43200 subdivisions discrètes et égales qui sont dénombrées, alors que de manière homologue le diffuseur de la clepsydre découpe le flux continu descendant de l'eau de son réservoir en 43200 gouttes discrètes et égales dont la quantité est mesurée. Du sablier jusqu'au cadran solaire, tous nos dispositifs de mesure du temps sont les multiréalisations fonctionnellement homologues d'une même structure ou machine abstraite (chronométrique).]

Il est alors nécessaire, pour poursuivre plus avant la reconstruction conceptuelle psychocybernétique de l'équilibration psychogénétique sur le « modèle primordial » offert par l'équilibration phylogénétique, de distinguer tout d'abord dans celle-ci les deux types d'opérations de réécriture du « texte » génétique, l'un intra-génotype, l'autre inter-génotypes que réalisent d'une part les opérations de lecture et de traduction (ribosomique) du code au niveau intra- et inter-cellulaire de la double hélice du génome individuel – et d'autre part les opérations de lecture et d'écriture de la reproduction différentielle agissant au niveau fonctionnel (et logique) supérieur qui est celui du pool génétique formé par l'ensemble des génomes de ces cellules appartenant à la même population.

La pratique informatique courante tend à confondre sous le terme général de « mémoire », en particulier les opérations d'enregistrement des contenus signalétiques (parfois dits saisie ou écriture) et de lecture de ces contenus qui en réalisent la conservation à travers le temps et l'espace, et les opérations de niveau supérieur portant sur ces contenus qui en réalisent le classement et le recouvrement c'est-à-dire l'archivage. Ce n'est que lorsque ces deux types d'opérations sont présentes simultanément que l'on peut, selon notre perspective psychocybernétique, parler de mémoire proprement dite au sens processuel et fonctionnel du terme. Ainsi la simple capacité d'écriture (d'inscription ou d'« engrammation ») et de (re)lecture de contenus signalétiques ne remplit pas la fonction d'une mémoire en ce sens, parce que ces opérations n'en organisent pas le classement et le recouvrement qui est un schématisme de niveau supérieur parce qu'agissant sur l'ensemble ou le pool de ces enregistrements. Il s'ensuit que l'amas des livres entassés en vue de l'« acte de foi » de l'autodafé ne constitue pas une bibliothèque faite du schématisme d'archivage que constitue un catalogue lexicographique ou par matière, ou de l'inventaire systématique de stock de pièces détachées avec son schématisme organisateur de leur magasinage, etc. qui tous deux relient cet amas d'éléments juxtaposés en un réseau coordonné d'accessibilité. En revanche les inter-activations sélectives des gènes qui réalisent le gouvernement continu des processus cellulaires phénotypiques (épigenèse, croissance, entretien et régulation, réparation, reproduction, etc.) qui reposent sur une forme d'organisation de leurs inter-recouvrements qui réalise les fonctions d'une première « mémoire sémantique » (organisée selon le contenu fonctionnel) à ce niveau intra- et inter-cellulaire.

Au niveau fonctionnel supérieur qu'est celui de la reproduction différentielle de ces gènes, elle a pour effet, comme nous l'avons relevé précédemment, d'agir par modulation de leur fréquence, ce qui a pour effet fonctionnel d'en augmenter ou diminuer la priorité d'accès à la reproduction dans la population. Les gènes les plus reproductifs auront de ce fait un accès plus fréquent à la reproduction ce qui augmentera ainsi leur fréquence relative – la réciproque étant vraie pour les gènes moins reproductifs dont la fréquence absolue aura ainsi tendance à diminuer. La reproduction différentielle de la sorte à ce niveau collectif qui est celui du pool génique la fonction d'une mémoire capable de conservation et de recouvrement différentiels de ses contenus. Il faut souligner ici que cela a pour conséquence fonctionnelle qu'il n'est pas nécessaire pour qu'un gène soit « oublié » par cette mémoire génique\*qu'il ait disparu matériellement du pool génétique, il suffit que sa fréquence soit assez faible pour qu'il soit devenu pratiquement inaccessible à la reproduction à chaque génération.

\*[Dans le vocabulaire technique de la biologie l'expression « mémoire génétique » est réservée semble-t-il (et cela donc improprement selon la perspective présente) à l'enregistrement et à la lecture.]

## **7.1 DU POINT DE VUE FONCTIONNEL SUPÉRIEUR, LE POOL PHYLOGÉNÉTIQUE DES GÈNES ET LE POOL PSYCHOGÉNÉTIQUE DES SCHEMES SONT DES MÉMOIRES À CONSERVATION DIFFÉRENTIELLE.**

Cette perspective permet d'apercevoir que la véritable « mémoire génétique » (au sens fonctionnel plein que nous lui donnons ici) ne repose donc pas sur la simple reproduction isolée (la copie ou la réplication) qui ne fait qu'assurer les opérations de niveau inférieur que sont l'écriture et la lecture du code (ou si l'on préfère l'enregistrement et la reproduction physiques ou matérielles du message), mais qu'elle repose au niveau supérieur sur la « modulation de [la] fréquence différentielle » des reproductions, et que cette modulation qui assure un accès différentiel des gènes à la reproduction a pour effet de réaliser ce que nous avons appelé la « conservation différentielle » des contenus géniques. On perçoit ici que si la sélection naturelle agit au niveau de la reproduction des génomes, cela a pour effet fonctionnel au niveau du pool génétique en modulant la fréquence des gènes individuels de moduler leur priorité d'accès à la reproduction, et ainsi de réaliser leur « conservation différentielle ». Tant du point de vue diachronique que synchronique aucun gène ne se conserve absolument, du fait que synchroniquement dans chaque organisme au génome duquel il appartient, et en conséquence diachroniquement à chaque génération de ces organismes, il est soumis à la mutation. Il s'ensuit que lorsque l'on observe qu'un gène « se conserve » sur plusieurs générations, cela signifie que sa fréquence relative dans le pool génétique se conserve. On dit alors qu'il est soumis à une sélection conservatrice, qui maintient son « homéostasie génétique ». Il est ainsi évolutivement stable (c'est à dire relativement ou différentiellement, et non absolument stable) en ce sens qu'aucun de ses concurrents allèles mutants n'a pu dépasser sa fréquence relative ou différentielle, en s'appropriant ainsi sa priorité relative d'accès à la reproduction et en le « destituant » de ce fait de son statut « permanent », ou plus exactement, en le rétrogradant. La conservation diachronique de cette priorité qu'engendre la sélection n'est que relative, du fait qu'elle peut en tout temps être réduite, soit par l'apparition de variants allèles plus reproductifs que lui, soit par une variation de la configuration des autres gènes du génome qui a pour effet de modifier positivement ou négativement sa valeur sélective.

Cette conception de la conservation mnémonique différentielle a pour conséquence que l'oubli n'y résulte pas nécessairement de l'effacement matériel du signifiant que constitue le gène, mais de la réduction progressive de sa priorité d'accès résultant de sa fréquence relative dans le pool génétique. Cette priorité ne devient nulle que par la disparition du gène du pool génétique. L'autre forme de cet oubli fonctionnel se trouve dans composant fonctionnellement complémentaire à celui de l'écriture des signifiants du mécanisme mnémonique, qui est celui du recouvrement des signifiants inscrits par la réplication. Il s'agit de l'accès par le gène au contrôle de la machine d'exécution de son programme que constitue le mécanisme ribosomique cellulaire de sa traduction en protéines. Dans les systèmes génétiques à reproduction sexuée, l'exemple prototypique de cette forme d'oubli fonctionnel est celui des gènes récessifs qui ne sont traduits que s'ils sont présents à la fois sur les deux chromosomes correspondants du génotype. Ils peuvent ainsi se transmettre « silencieusement » pendant plusieurs générations restant ainsi fonctionnellement oubliés jusqu'à leur manifestation conjointe dans un phénotype. L'exemple atypique, mais le plus fréquent était celui des séquences génétiques dites non codantes (en ce qu'elles ne sont jamais traduites en protéines structurales ou catalytiques) qui forment le 97% environ du génome humain. Ces séquences « muettes » ont été baptisées ADN poubelle (*junk DNA*) lors de leur découverte en 1972 du fait de leur non fonctionnalité apparente. Mais elles ont révélé de nombreuses fonctions non pas protéiques mais géniques (espacement des gènes structuraux, réparation, transcription, régulation, etc.) depuis cette date. Les derniers candidats à l'oubli fonctionnel sont ainsi peut-être les « pseudogènes », copies redondantes anciennes de gènes fonctionnels, qui ont varié de manière aléatoire depuis leur non traduction. Cela dit, aucune séquence matériellement présente

n'est définitivement oubliée ni définitivement non-fonctionnelle du fait qu'elle peut être incorporée dans une séquence codante par un « accident » de la recombinaison, et trouver une fonction en apportant un avantage reproductif.

C'est à ce niveau fonctionnel supérieur de description du système génétique que constitue celui du fonctionnement du pool génétique en tant que tout qu'apparaît cette conservation mnémotique différentielle et que l'homologie peut alors être établie entre gènes et schèmes pour former la notion de « mémoire psychogénétique ».

## 7.2 LA FORMATION ET LE FONCTIONNEMENT DE LA MÉMOIRE PSYCHOGÉNÉTIQUE REPOSE SUR LA CONSERVATION DIFFÉRENTIELLE DES SCHEMES.

Les psychologies associative puis behaviouriste avaient déjà montré que plus un schème est fréquemment utilisé plus il est conservé par cet exercice. La théorie du frayage (chez Freud, par exemple) proposait même un mode de réalisation neurophysiologique des associations classiques entre les idées (par la ressemblance, la causalité, la contiguïté: simultanité ou succession). Ces associations entre entités psychologiques se forment par la répétition « régulière » de leurs composants. Cette propriété de régularité stricte implique une répétition sans exception ni contre-exemple. Il s'ensuit donc que la ressemblance doit apparaître de manière strictement régulière à chaque manifestation des entités semblables, l'effet doit suivre de la même manière régulière la cause, il en va de même pour les contiguïtés. Une seule exception ou un seul contre-exemple met en doute la régularité et doit soit invalider et effacer l'association, soit la rendre conditionnelle. Selon la théorie du frayage\*, la première association entre deux entités psychologiques engendre (ouvre ou fraie) un chemin neural entre les entités neuronales correspondantes.

\*[« Physiol. Phénomène consistant dans le fait que le passage d'un flux nerveux dans les conducteurs devient plus facile en se répétant. Psychan. « Terme utilisé par Freud lorsqu'il donne un modèle neurologique du fonctionnement de l'appareil psychique (1895) : l'excitation, dans son passage d'un neurone à un autre, doit vaincre une certaine résistance; lorsqu'un tel passage entraîne une diminution permanente de cette résistance, on dit qu'il y a frayage : l'excitation choisira la voie frayée de préférence à celle qui ne l'est pas » (Laplanche et Pontalis). » (Robert)].

Dès la seconde manifestation du lien entre les deux entités, l'association suivra le chemin ainsi frayé par la première, et les répétitions successives auront pour effet de le « défricher » plus avant, de le « creuser » de l'« aplanir » et de l'« élargir » etc. progressivement, augmentant son débit possible en tant que voie de communication, et renforçant et facilitant ainsi de plus en plus le lien et le passage préférentiel par celui-ci (la théorie ne précise pas si ce passage est bidirectionnel) entre les deux entités associées. En 1949 Hebb traduisait neurophysiologiquement ce frayage en termes de croissance de boutons synaptiques nouveaux, ou d'hypertrophie de boutons existants, ce qui a l'effet suivant, décrit en une formule à la fois lapidaire et pertinente: « *neurons that fire together wire together* » (Wikipedia), les neurones qui se déchargent ensemble, se « post-câblent » ensemble, qui rend ainsi le passage unidirectionnel. Ce post-câblage qui est une réalisation de la notion d'engrammation ou plus généralement de celle d'enstructuration réalise ainsi le frayage du chemin qui matérialise physiologiquement le lien associatif, c'est à dire sa création initiale ainsi que son entretien subséquent. On aperçoit ici que la notion de frayage contient en réalité deux composants fonctionnels distincts: le premier qui est le plus évident est celui local et synchronique de la création d'un « lien associatif » entre entités du matériel neurophysiologique, mais cela par la modulation de l'accessibilité et plus précisément de la priorité relative d'accès entre ces entités. Le second est celui global et diachronique, croissant progressivement de la répétition du processus de frayage entre entités, est de la formation d'un réseau de voies de co-accès de caractère *synergotopique* entre ces entités, qui a pour effet que les entités participant à la réalisation d'une même fonction (donc *synergiques*) sont en relation de co-accessibilité préférentielle et donc de proximité *topographique* dans l'espace signalétique d'adressage que constitue la forme d'organisation de leur magasinage. En effet, la contiguïté spatiale ou temporelle des entités reliées par association n'est pas la détection d'une simple coïncidence ou régularité statistique, mais celle d'un indice de co-fonctionnalité: les schèmes qui co-agissent pour un même but le font nécessairement dans le même espace et le même temps sur le même objet. Le frayage associationniste entre les idées induit ainsi une topographie noologique soit un graphe de connectivité entre les schèmes associés, dont les liaisons sont des relations d'accessibilité différentielle dans une espace signalétique d'adressage, relations homologues à celles du voisinage et de la proximité spatiales mais dont la réalisation en est indépendante. En effet, deux schèmes rendus « prioritairement co-accessibles » par la formation du lien associatif peuvent être postcâblés par processus de frayage entre des configurations d'éléments qui tout en se trouvant spatialement éloignés dans l'espace matériel du réseau neural du cerveau sont rendus signalétiquement proches (à titre de

voisins immédiats) par cette association directe dans le supra-espace d'adressage associatif que forment les liens d'association par frayage dans ce réseau.

## 7.2.1 LA CONSERVATION DIFFÉRENTIELLE ENGENDRE UNE ORGANISATION SYNERGOTOPIQUE DES ENTITÉS CONSERVÉES.

Dans nos espaces extérieurs sensori-moteurs et pratiques de magasinage, de rangement, de classement, d'archivage, etc. – ainsi que des recouvrements et des transports qui leur sont associés, la forme d'organisation « topographique » des objets ainsi conservés est celle de cette synergotopie.

[NOTE<sub>2</sub>: Toute « engrammation » d'une entité noétique est réalisée par la formation d'un réseau articulaire d'associations entre entités atomiques ou « récursivement (macro)moléculaires » préexistantes, et non par son écriture, son impression ou son placement molaire directs *de novo*\*, ce qui a pour effet d'induire une organisation synergotopique des sous-entités associées.

\*[De novo: « ...*anew, afresh, over again from the beginning...We cannot make a constitution de novo.* » (O.E.D), avec parfois la connotation: à partir d'éléments initiaux différents.]

Lorsque l'on dactylographie un texte qui apparaît simultanément sur un écran, ce schème d'écriture digitale (au deux sens *digitus* pour digital informatique et *daktulos* pour dactylographique) devenu usuel est assimilé à celui de l'écriture manuelle ou de la dactylographie mécanique qui l'a suivie, et qui toutes deux « tracent », « impriment » ou encore « gravent » des caractères successifs, à titre de signifiants matériels des signifiants alphanumériques formels, sur le support signalétique matériel que constitue le papier. La notion d'engrammation en tant que « ...trace laissée dans le cerveau par un événement du passé individuel. » (Robert) induit par le biais du schème de l'écriture de la gravure ou de l'impression\* dont elle est issue, une assimilation homologue à ces schèmes artisanaux mécaniques de tracé ou de frappe de caractères. (V. dans la citation ci-dessous: «... un enregistrement permanent a été écrit ou gravé dans la substance irritable ».)

\*[1921 « L. Simon tr. R. Semon's Mneme ii. 24 When an organism has been temporarily stimulated and has passed, after the cessation of the stimulus, into the condition of 'secondary indifference', it can be shown that such organism...has been permanently affected. This I call the engraphic action of a stimulus, because a permanent record has been written or engraved (souligné par l'auteur) on the irritable substance. I use the word engram to denote this permanent change wrought by a stimulus; the sum of such engrams in an organism may be called its 'engram-store' ». (O.E.D)]

Or la dactylographie sous sa forme devenue informatique ne trace, ne grave ou n'imprime aucun caractère et n'« écrit » ainsi aucun signifiant matériel nouveau, parce qu'elle ne fait qu'instituer et conserver digitalement des suites d'associations à des configurations de signes binaires qui encodent (selon un code tel que le « code ASCII »: « *American Standard Code for Information Interchange* », par exemple) les caractères alphanumériques usuels ainsi que les espaces, signes de ponctuation, ainsi que les autres touches du clavier (retour de chariot, etc.) et quelques codes de mise en page sur l'écran (début et fin de texte, début d'en-tête, etc.). L'affichage quasi-instantané au cours de leur frappe, de ces octuplets sur un écran les traduit alors en les suites de lettres, chiffres, espaces, signes de ponctuation, etc. de notre typographie, simulant leur frappe mécanique et induisant l'illusion de leur impression directe sur l'homologue de la feuille que constitue l'écran. Mais « en réalité » la dactylographie digitale ne crée, n'écrit, ou ne grave *de novo* aucun caractère typographique parce qu'elle ne fait qu'assembler des (codes de) caractères qui sont déjà présents dans la mémoire digitale du programme mis en jeu.

Cette observation doit être généralisée au frayage associationniste: en effet, de même que le tracé entre eux d'un chemin nouveau relie des points de départ et d'arrivée pré-existants dans l'espace physique, toutes les « engrammations » par frayage sont nécessairement des inscriptions d'associations entre des éléments pré-existants qui sont les objets de ces associations, les signifiés, situés eux-mêmes dans un espace d'adressage et de recouvrement signalétique qui remplit la fonction de « contenant » (ou plus précisément quant à sa fonction: de magasin ou d'archive) des signifiants qui les réalisent, les enstructurent ou les encodent dans le réseau neural. Dans cette perspective la perception, la représentation ou la mémoire n'écrivent, ou ne « saisissent » ou n'« entrent » ne « stockent » et réciproquement ne recouvrent jamais dans la mémoire des signifiants formels individuels et atomiques homologues aux caractères typographiques ou graphiques d'un langage mental (un « *mentalese* » selon un terme de Fodor) discursif ou imagé. Il s'ensuit que les signifiants primitifs ultimes de ces « langages » (ou codes) représentatifs et mnémoniques sont nécessairement fournis à la psychogenèse par la phylogenèse. De manière semblable au système immunitaire, l'acquisition psychogénétique assemble des formes *ad hoc* nouvelles adaptées à celles de protéines exotiques à partir d'un jeu de construction de formes élémentaires génétiquement préformées et « préadaptées » ou pré-informées pour ce schématisme de composition.

Or les éléments que celui-ci assemble ou associe sont précisément les éléments syn-ergiques, c'est-à-dire ceux dont la composition (que désigne le préfixe syn-: « de la préposition grecque *sun* avec », qui se

reflète dans le *cum* de *cumponere* de composer) des interactions structurales et processuelles (que désignent le terme préfixé *ergon*: travail, force) qui concourent (« co-agissent »: « co-laborent » ou « co-opèrent ») à la réalisation de la fonction « émergente » de la totalité nouvelle que leur coordination structuro-processuelle engendre. Il s'ensuit que le frayage associationniste est un processus d'organisation synergotopique des acquisitions.

Tout notre milieu artificiel, du niveau géographique géopolitique le plus élevé, jusqu'à celui de nos espaces d'activité individuels proches, est organisé d'une manière synergotopique dont la fonction est d'assurer (ici par le voisinage spatial) une co- et inter-accessibilité prioritaire entre des entités servant à la réalisation d'une même fonction.

Ainsi nos habitations elles-mêmes sont déjà des espaces synergotopiques récursivement emboîtés de dépôt, d'entrepôt, d'accès et de transport des « articles d'utilisation courante » qui constituent l'ensemble des artefacts utilitaires de notre culture. L'on pourra trouver de la sorte, dès l'entrée d'une habitation par exemple, un « espace synergotopique vestimentaire » sous la forme du vestiaire\*, meuble ou pièce qui regroupe sous une forme spatialement co-accessible les vêtements d'extérieur en usage actuel ou saisonnier par ses habitants.

\*[«Vestiaire: ...Meuble ou endroit d'un logement aménagé pour déposer les vêtements. - Dressing-room (anglic.). - Adj. Vx. *Meuble vestiaire*. » (Robert) La morphologie d'un terme apparenté à « meuble vestiaire », celui de garde-robe (« ...*rauba* «butin», d'où «vêtement dont on a dépouillé qq» » (id.) évoque le regroupement et la conservation synergotopiques de vêtements. Tandis que dans les établissements publics la définition du vestiaire en tant que « ...lieu où l'on dépose momentanément vêtements d'extérieur (manteaux...) et objets (parapluies, cannes)... » rend explicite la nature des divers articles prosthésiques dont nous complétons notre robe (au sens de pelage) naturelle.]

C'est ensuite dans les différents espaces de l'habitation réservés à la diversité de ce que l'on pourrait dénommer les « artisanats domestiques » (chambres, salles de bain, bureaux, cuisines, etc.) qu'apparaît le caractère récursivement emboîté de l'organisation synergotopique du rangement\* des articles domestiques.

\*[« Disposition de choses rangées bien ou mal. Un rangement rationnel. » (ibid.)]

L'espace d'une cuisine tout d'abord regroupe les modules (espaces de conservation des ingrédients, de rangement des ustensiles, évier de lavage, table de préparation, table de cuisson, etc.) de la chaîne de transformation des aliments en « plats cuisinés ». Les espaces de rangements des placards et autres meubles de cuisine regroupent dans les mêmes rayons ou tiroirs des ustensiles concourant au même type de tâche. Le « vaisselier », par exemple, regroupera ainsi verres, assiettes, couverts etc. concourant à la consommation des mets cuisinés. Tandis que les ustensiles concourant à la cuisson (casseroles, poêles, cocottes, moules, etc.) seront regroupés dans un autre « magasin » spécialisé, réalisent à ces échelles inférieures emboîtées la co-accessibilité des objets entreposés par leur voisinage ou proximité spatiale.

À la différence des espaces de rangement physico-géométriques, ce que nous appellerons les « espaces d'adressage » (par une généralisation des adresses numériques, homologues des numéros téléphoniques, qui permettent, par exemple, l'accès aux registres des mémoires des ordinateurs) ne réalisent pas la co- et l'inter-accessibilité par la proximité spatiale. Ainsi, par exemple, dans les espaces d'archivage sémio-opérateurs qu'engendrent les « catalogues par matière », des ouvrages appartenant à la même matière peuvent occuper des emplacements différents et éloignés dans des rayonnages non voisins. Ce sont alors les fiches qui les cataloguent (elles-mêmes proches spatialement en ce qu'elles appartiennent au même fichier) qui les regroupent dans la proximité sémantique d'un espace d'adressage. Les références bibliographiques internes aux ouvrages forment un espace d'adressage endogène et évolutif (chaque nouvel ouvrage pouvant y apporter de nouvelles adresses). Dans cet espace une proximité peut être définie par le nombre de références intermédiaires qui relient un ouvrage à un autre. Si, par exemple, l'ouvrage A réfère à l'ouvrage B qui réfère à ... l'ouvrage N, cela a pour effet de situer N à une distance de 9 références de A. Ces réseaux d'inter-référence bibliographiques prolongent ainsi l'espace de catalogage exogène en un espace d'inter-adressage endogène dont chaque nouvel ouvrage étend et parfois renouvelle le réseau. Il s'agit ici d'un cas de ce que nous pourrions appeler l'organisation de la sémantotopie, à titre de cas particulier sémio-opérateur de la synergotopie.

Dans l'espace cérébral ce sont les liaisons longues, entre « aires cognitives » spécialisées, qui remplissent les mêmes fonctions synergo- et sémanto-topiques, engendrant ainsi, par exemple, les objets permanents polysensoriels et polymodaux de la perception et de la représentation, entités qui sont à la fois tactiles, gustatives, olfactives, localisées dans l'espace et dans le temps.

Les références comme les associations tracent de la sorte des liens de proximité fonctionnelle qui sont homologues à ceux des « espaces de rangements » que les individus engendrent récursivement de manière descendante dans leurs et de manière ascendante principalement entre celles-ci leurs dépendances extérieures et les divers sites et édifices fonctionnels de la tribu. L'origine du concept de frayage (*frayer*: de *fricare* froter) est sensori-motrice. (Se) *frayer* un chemin c'est « tracer (un chemin) par le passage (étym., par le

frottement des pieds au sol ). » (Robert). Cette notion est ainsi définie initialement au niveau inter-sites dans l'espace locomoteur.

Elle sera transposée par la suite à la neurophysiologie de manière imagée et quasi identificatrice: la résistance du sol au frottement des pieds, y devient quasi littéralement une résistance des nerfs au passage des influx:

« ...V. intr. Physiol. Phénomène consistant dans le fait que le passage d'un flux nerveux dans les conducteurs devient plus facile en se répétant. Psychan. «Terme (*Bahnung*) utilisé par Freud lorsqu'il donne un modèle neurologique du fonctionnement de l'appareil psychique (1895): l'excitation, dans son passage d'un neurone à un autre, doit vaincre une certaine résistance; lorsqu'un tel passage entraîne une diminution permanente de cette résistance, on dit qu'il y a frayage : l'excitation choisira la voie frayée de préférence à celle qui ne l'est pas» (Laplanche et Pontalis). » ((Robert))

Ce processus de traçage de chemins (plus tard d'« engrammation », etc.) de nature mécanique sera remplacé par des versions modifiant l'(inter)accessibilité neuronale relative, telles que la modification du poids relatif des connexions, etc.

Soulignons ici que c'est à la fois la topographie du tracé et sa profondeur qui se modifient avec la répétition des passages des traceurs qui l'image concrète du frayage. La profondeur du tracé figure ici son accès différentiel, tandis que les dire les lieux ou les entités que cet accès différentiel relie -- figure la topographie des liens, ou indicateurs, désignations, dénotations et de manière générale « associations » d'accessibilité (de co-accessibilité lorsque réciproques) entre ceux-ci.

C'est ainsi la co-accessibilité différentielle qui réalise l'aspect (topo) graphique (le graphe au sens mathématique) de la synergotopie. Cette co-accessibilité forme la base signalétique de la conservation différentielle que réalise la mémoire psychogénétique. Certaines approches du problème de la formation de la forme de synergotopie qu'y revêt l'organisation des signifiés et que nous appelons la sémanto-topie adoptent une inverse ou duale de celle qui sous-tend le frayage. Dans cette dernière, les sites sont initialement isolés, et l'acquisition les relie progressivement par le frayage de liens ou associations entre eux. Dans la première chacun des sites est initialement relié à tous les autres, et un processus de sélection efface sélectivement les liens non fonctionnels ou non signifiants. Cette forme est sans doute adaptée à la post-connexion de réseaux spécialisés, mais elle ne saurait être généralisée à l'ensemble du cerveau pour une raison quantitative banale qui est que le nombre des connecteurs devrait être égal au carré de celui des connectés, de telle sorte qu'un organe ainsi pré-connecté ne tiendrait pas dans une boîte crânienne. Minsky (*The Society Theory of Mind*) propose une « métaphore géographique » illustrant un mode de frayage organisé permettant à tout élément d'être post-connecté à tout autre, sinon immédiatement tout au moins médiatement. Dans une région géographique chaque habitant peut accéder à chacun des autres, sans être relié à eux par un chemin direct, cela en passant par un trajet qui monte du point de départ puis redescend vers la cible à travers un réseau de voies d'accès vicinales puis secondaires puis principales, etc. dont la structure hiérarchique est reflétée dans la structure hiérarchique des adresses postales que condense pour une part le numéro postal (numéro, rue, quartier, ville, département, par exemple). Plus simplement, et de manière plus systématique du fait que ce réseau est plus artificiel et préorganisé, il en va de même pour tout abonné d'une ligne téléphonique qui lorsqu'il appelle un abonné que ce soit de l'autre côté de la ville, du pays ou de la planète ne lui est pas relié par une ligne directe entre son appareil et celui de son correspondant, mais par une ligne directe aboutissant à un premier relais (dit autocommutateur) premier élément d'une hiérarchie de tels relais. Schématiquement l'introduction d'un commutateur central a pour effet qu'au lieu de relier directement entre eux les dix abonnés d'un réseau téléphonique local hypothétique par  $10 \cdot 9 / 2$  lignes directes, il suffira de les relier par dix lignes directes à un autocommutateur décimal commun, qui lorsque le numéro 0 appellera le numéro 9 commutera sa ligne 0 entrante sur la ligne 9 sortante. En reliant dix commutateurs à un commutateur supérieur jouant le rôle de (commutateur) central téléphonique, on pourra relier 100 abonnés avec les 100 lignes directes à leurs 10 commutateurs locaux, et les 10 lignes indirectes au commutateur central supérieur. Ici lorsque le numéro 00 appellera le 96, son appel montera le long de sa ligne 0 à son commutateur local, et le long de la ligne 0 de celui-ci au commutateur central, pour redescendre le long des lignes 9 et 9 respectivement de ceux-ci, pour atteindre l'abonné 99. De manière générale l'appel du numéro téléphonique engendre un chemin d'accès à travers l'arborescence, qui remonte à partir du rameau terminal de l'abonné jusqu'au relais central (au sommet de l'arbre hiérarchique quel que soit sa profondeur) pour redescendre jusqu'au terminal de l'autre abonné. Il suffirait d'une hiérarchie de divergence 10 et de profondeur 10 pour relier 10 milliards ( $10^{10}$ ) d'éléments ce qui suffirait pour relier l'ensemble des neurones du cerveau humain. Cette interconnexion de principe est sans doute excessive en pratique, du fait que les neurones sont regroupés récursivement en sous-réseaux spécialisés jusqu'au niveau minimal où ils constituent le réseau de transition (sans doute lui-même récursivement augmenté) de la « boîte à états finis » des schèmes. Ce sont ainsi des groupes de neurones qui devront le cas échéant être post-inter-connectés, et non des neurones individuels. En outre, si l'on se souvient qu'un seul

neurone peut envoyer plus de 150.000 terminaisons vers d'autres neurones, cela suggère que la plurivocité ou divergence des commutateurs n'est pas nécessairement uniforme. L'organisation synergotopique globale des schèmes acquis est particulièrement adaptée à la coordination progressive du pool psychogénétique qu'ils forment (qui forme ce que Piaget appelle la « mémoire générale » du sujet) par la croissance progressive par frayage de chemins inter-schèmes ou schématismes locaux à travers de tels réseaux hiérarchiques polymorphes (à plurivocités variables selon les commutateurs).

En bref, lorsque Piaget fait « du besoin d'alimentation du schème » un moteur de l'équilibration, ce besoin d'alimentation est le moteur de sa répétition assimilative spontanée. Dans la perspective psychocybernétique il est l'indice de la tendance « enstructurée » dans chaque schème à augmenter sa priorité d'accès au contrôle des machines d'exécution sensori-motrice et sémio-opératrice du sujet. Le frayage des réseaux intra- et inter- schèmes qu'engendre la satisfaction de ce besoin ou la réalisation de cette tendance (à concevoir dans notre perspective psychocybernétique comme une *Sollaufwertung*, un besoin de majoration inscrit psychoéthologiquement dans le format d'organisation de tout schème) engendre psychogénétiquement leur organisation synergonique d'ensemble par synergotopie et sémantotopie.

## 8 L'AXIOLOGIQUE EST UNE CATÉGORIE CYBERNÉTIQUE.

De quoi est faite la valeur, comment subsiste-t-elle sur la planète, sous quelle forme y existe-t-elle, et enfin comment y est-elle apparue ? La valeur n'est en effet pas une notion comme la force la masse et l'énergie, (mais aussi la valence, la température, la pression, le voltage, etc.) appartenant à la physicochimie, de telle sorte que le cadre conceptuel de cette catégorie du physicochimique n'est pas adéquat à la caractérisation de sa nature et son existence. Si valeur n'est pas une substance ou une propriété matérielle elle n'est pas plus une essence immatérielle subsistant dans un univers méta-physique.

Toutefois, en rendant coextensives les catégories de l'axiologique et du cybernétique, notre proposition initiale (v. titre 1) selon laquelle « le gouvernement par les valeurs est le mode d'opération propre aux systèmes cybernétiques, et à eux seuls » ainsi que les conséquences qui en découlent a pour effet d'y diriger et d'y circonscrire l'analyse des questions catégoriques de la nature et du mode d'existence de la valeur ainsi que de son origine.

Dans cette perspective l'origine de la première valeur coïncide ainsi comme nous l'avons vu précédemment (v. titre 3.4) avec celle de la vie sur la planète. En outre, dans la mesure où cette perspective identifie l'origine du vivant avec celle des systèmes génétiques Darwiniens tels que nous les connaissons aujourd'hui, c'est avec eux qu'apparaît la première forme de la valeur qui a existé sur la planète et en eux que l'on en trouve la première réalisation matérielle. En effet si la variation et la sélection naturelle font d'un tel système génétique, un système d'équilibration (v. titre 4) dont la conservation et l'évolution sont gouvernées par la valeur reproductive de ses gènes. La mesure de la productivité des gènes que constitue leur fréquence dans le pool génétique est l'échelle d'évaluation qu'utilise ce système suiveur de gradient dont l'exploration des variations possibles est post-dirigée par leur reproductivité différentielle qui y est utilisée pour évaluer la majoration ou la péjoration qu'apporte une variation ou encore sa neutralité. Au-delà de l'origine de la valeur, ce premier exemple permet de dégager d'emblée certaines des propriétés catégorisatrices de la valeur. La première en est son mode d'existence qui repose sur sa réalisation par un substrat matériel. Comme celle de toute entité fonctionnelle le support matériel de la valeur est multiréalisable, de telle sorte que si cela rend valeur relativement indépendante de la matière en ce sens qu'il suffit que le matériel choisi se prête à sa réalisation, elle n'est, (pas plus que l'âme, l'esprit, la vie ou toute autre entité cybernétique ou signalétique\*) indépendante de tout substrat matériel.

\*\*[.... Didact. Qui concerne les signaux, la signalisation. - N. f. [a] La signalétique: l'activité sémiotique des organismes, en ce qui concerne les signaux.[b] Étude des signaux (parmi les signes). Le signalétique comprend ainsi l'ensemble des signifiants (signaux, signes,) qui réalisent le « contrôle et la communication » c'est-à-dire les commandes du gouvernement par les valeurs des système cybernétiques. Ce terme est préférable à celui d'information du fait que cette notion se réduit à celle de commande qui ne comporte pas de connotation de signification ou de valeur de vérité. Si une information ou un message peuvent être vrais ou faux ou encore sans sens ou signification, il n'en va pas de même pour une commande qui ne peut être que valide ou non au sens de bien formée et cela dans le « vocabulaire d'input » que « reconnaît » (au sens de « peut exécuter ») son récepteur et effecteur. (v. « 00 Théorie de la commande 1999 »<sub>gc</sub> )]

### 8.1 LA VALEUR EST UNE ENTITÉ DE NATURE SIGNALÉTIQUE.

Tout en ne se réduisant pas à son support matériel et à ses propriétés la valeur n'est ainsi pas non plus une entité méta-physique ou méta-matérielle. Pour saisir la nature de cette relation nous définissons la catégorie du signalétique et son extension en coordonnant deux distinctions sémiotiques, celle du signifiant

et du signifié (de F. de Saussure) ainsi que celle plus récente du matériel et du logiciel. L'extension de la catégorie du signalétique regroupe l'ensemble des signifiants, indices, signaux et signes que distingue la sémiotique de Saussure. L'indice (la fumée est l'indice du feu présent mais invisible, comme l'empreinte de la patte est l'indice du tigre passé et invisible, etc.) est une partie ou une propriété d'une entité ou un effet causal de celle-ci qui est détectée par une entité cybernétique (organisme ou machine) réceptrice comme *indiquant* \*la présence de son émetteur.

\*[ L'index qui « montre du doigt » un objet, réalisant ici une « fonction déictique », et le verbe indiquer appartiennent à la famille de la *deixis* (« fait de montrer »)]

La définition du signal comme « Didact. (sémiologie, sémiotique) ... signe naturel ou fabriqué qui fait agir le récepteur d'une certaine façon... » (Robert) distingue celui-ci de l'indice qui, lui, est un phénomène physique produit par son « émetteur » mais dont la fonction n'est pas pour celui-ci de faire agir ou réagir son récepteur. L'odeur de la proie n'est ainsi pas un signal adressé à son récepteur le prédateur pour le faire agir. L'odeur elle-même – ou tout autre paramètre ou propriété détectable de la proie – en devient un indice pour le prédateur lorsqu'il est associé (phylogénétiquement ou psychogénétiquement) chez celui-ci à son schème de prédation en tant que « stimulus déclencheur ». Lorsqu'un ou plusieurs indices assument évolutionnairement la fonction pour l'émetteur de faire agir le récepteur (par ritualisation entre partenaires reproductifs par exemple) il devient alors un signal pour les deux.

Nous définissons ici le signal comme l'élément primitif de la signalétique caractérisé par sa propriété fonctionnelle qui est celle d'être émis par un émetteur avec pour fonction de déclencher un schème d'action spécifique de celui-ci (v. « Signal, stimulus, information, commande directe et déléguée.doc »). Formellement le signal est alors un symbole élémentaire appartenant à l'ensemble appelé alphabet d'input d'un automate fini (qui peut réaliser la boîte à états finis d'une machine de Turing). Lorsque l'automate dans l'état  $q$  reçoit le signal d'input  $i$ , il passe dans l'état  $q'$  que définit sa fonction de transition, et émet le signal d'output  $o$  que définit sa fonction d'output. Dans chacun de ses états  $q$  appartenant à l'ensemble  $Q$  de ses états internes, le signal d'input  $i$  active sélectivement un schème d'activité à la fois interne (la transition d'état à état qui comprend la transition nulle) et externe (l'émission d'un output qui comprend dans la machine de Turing le déplacement de la bande d'input-output). Les signaux d'input ont ainsi l'effet et la fonction de commandes émises à l'adresse d'un récepteur qui en est un effecteur au sens biologique ou mécanique concret et une machine d'exécution au sens formel. Un signal qui n'aurait aucun effet sur son récepteur quel que soit son état interne en ce qu'il ne commanderait ou ne déclencherait aucune activité de celui-ci pourrait ainsi être retiré de son alphabet d'input. On voit ici que la fonction du signal est celle de constituer une commande au sens mécanique du terme soit celui de « mise en action » d'un mécanisme pour son « récepteur ». Formellement encore, les commandes élémentaires d'un alphabet peuvent être « concaténées » selon les règles d'une syntaxe pour engendrer les « expressions bien formées » d'un langage de commande qui peut être celui de la commande numérique ou mécanique des machines-outils, ou celui des « instructions » d'un « langage de programmation ».

Soulignons encore ici que les signaux et les messages des récepteurs et émetteurs de la « théorie de l'information » et qui circulent sur ses « canaux de transmission » se réduisent exclusivement à de telles commandes à ce « niveau zéro » de description. L'information au sens technique du terme n'étant ni vraie ni fautive, elle se réduit à la commande (avec ou sans « bruit » parasite). En son sens technique la théorie dite de l'information est ainsi en réalité celle de la transmission de commande, et non d'information. À nouveau, un signal ou un message qui n'aurait aucun effet déclencheur sélectif sur son récepteur ne transmettrait pas d'information au sens technique de cette théorie, pas plus qu'il ne constituerait une commande élémentaire.

### **8.1.1 LE SIGNAL MATÉRIEL EST L'UNE DES MULTIRÉALISATIONS POSSIBLE DU SIGNAL FORMEL QUI EST LUI-MÊME ALPHABÉTIQUEMENT MULTIRÉALISABLE.**

La sémiotique comme l'informatique mènent à distinguer deux aspects fonctionnellement complémentaires du signal. Formellement le signal binaire de l'informatique peut être noté de multiples manières: off/on,  $q_0/q_1$ , 0/1 etc. La nature particulière de cette réalisation alphanumérique est indifférente dans la mesure où elle permet de distinguer les deux signaux formels distincts que ces notations désignent et qui correspondent à des entités formelles distinctes. Enfin la réalisation « caligraphique » de cette notation est elle-même multiple: la lettre a s'écrit encore indifféremment a, a, a, a, a, a, a, a, etc. selon les différentes formes de leurs « systèmes d'écriture » (« ...anglaise, bâtarde ..., gothique, moulée, ronde » etc. (Robert)) manuelles et leurs traductions en polices typographiques par exemple (ici Times New Roman, Old English, Harrington, Corsiva, Century Gothic, etc. respectivement). Ces multiréalisations notationnelles du même signifiant formel que l'on pourrait noter [ ] pour distinguer l'élément représentatif intensionnel de cet ensemble de ceux de son extension, désignent ainsi le même signifié: le concept dont la définition est « a

première lettre et première voyelle de l'alphabet » (Robert). Chacun de ces signifiant formels extensionnels est à son tour réalisable matériellement par de multiples processus techniques: tracé sur le sable, dans le roc, sur le papier, dont la forme générale peut être exprimée par leur « digitalisation mécanique » en termes de configurations de présence et d'absence de certains état de leur matériel spécifique. Cela reste vrai pour leur représentation digitale électronique dans laquelle ce sont des configurations d'états appartenant à un ensemble à deux éléments qui sont utilisées pour la notation de chaque symbole alphanumérique. Ces configurations appelées code de caractère restent alors invariantes de leurs réalisations typographiques qui dans nos multiples exemples de la lettre a correspondent toute au nombre « 97 en ASCII décimal ».

Pour la linguistique l'« arbitraire du signe » se manifeste au niveau mots d'une langue en ce qu'il n'existe aucune relation nécessaire entre le mot et le concept ou signifié qu'il désigne ou représente, ou encore signifie avec la connotation de signaler ou indiquer, de telle sorte que tout signifiant peut être arbitrairement assigné à tout signifié. Dans la perspective signalétique cet arbitraire qui se manifeste au niveau supérieur de la « première articulation » c'est-à-dire de la définition des mots du langage ne constitue que le prochain niveau d'une arborescence de multiréalisations qui débute au niveau inférieur du signe atomique ou élémentaire. L'arbitraire ou la multiréalisation sont ainsi récursifs ascendants dans la formation des signifiants, et se manifestent de la même manière aujourd'hui dans la distinction qu'introduit l'informatique entre le niveau logiciel et le niveau matériel. Partant du niveau formel une « procédure effective » pour une machine de Turing universelle peut être multiréalisée algorithiquement, et un théorème de Moore démontre même que la même fonction peut être calculée par une infinité d'automates finis non isomorphes. Une fonction aussi élémentaire que l'addition de deux entiers peut ainsi être réalisée tout d'abord par la représentation de son couple d'opérandes dans une infinité de représentations ou bases (uninaire, binaire, ...hexagésimale... décimale, etc.) différentes. Ce couple peut à son tour être réécrit de multiples manières pour former l'expression de la somme. L'algorithme décimal usuel par exemple qui fait séquentiellement remonter les retenues éventuelles depuis la dernière colonne de l'addition peut être remplacé par un algorithme paralléliste qui dans une première passe écrit simultanément les décimales et les retenues, puis écrit les sommes de ces retenues, et par divers mélanges et ordres de ces deux approches. Plus élémentairement un algorithme « uninaire » qui se borne à opérer la concaténation des opérandes peut opérer cette concaténation de multiples manières, alternant les éléments de deux opérandes selon divers ordres, etc. Si une procédure effective formelle est ainsi algorithiquement multiréalisable, chacune de ces réalisations est à son tour techniquement multiréalisable par une variété de logiciels ou programmes différents écrits dans un langage de programmation qui est à son tour multiréalisable comme en témoigne, de Pascal à C++ et autres, la multiplicité qui en existe aujourd'hui.

### **8.1.2 UNE MACHINE ABSTRAITE NE FONCTIONNE ET N'EXISTE EFFECTIVEMENT QUE « MATÉRIELLEMENT » EN FORMANT UNE « MACHINE LANGAGE » SUPPORT D'UN « LANGAGE MACHINE » DONT ELLE EST LA MACHINE D'EXÉCUTION.**

Aucune procédure n'existe, c'est-à-dire ne subsiste et ne fonctionne, « dans le vide » en ce sens que pour être non seulement formellement effective mais matériellement effective elle être effectuée par une machine d'exécution. Même dans le cas le plus formel et abstrait d'une machine de Turing universelle dont la procédure spécifiée par une machine de Turing particulière serait exécutée « à la main » par Turing lui-même, c'est le système sémio-opérateur réflexif (et plus proprement dit « signalétique ») de celui-ci qui constituerait la partie interne de sa machine d'exécution tandis que c'est son système sensori-moteur avec le papier et de la plume qui en constituerait la partie extérieure. C'est enfin le matériel neurophysiologique de ces deux systèmes qui leur fournirait leur support signalétique physicochimique ultime. La multiréalisabilité matérielle d'une telle machine d'exécution se marque au fait qu'elle peut être réalisée aussi bien par le « *wetware* » du matériel neurophysiologique du cerveau -que par le « *hardware* » des circuits électroniques ordinateurs contemporains tout autant que par le matériel mécanique classique d'une machine telle que celle de Babbage qui en a été le précurseur technogénétique, ainsi que par des circuits de calcul hydraulique ou pneumatiques. Tout substrat physicochimique quelle que soit son échelle, et cela du galactique au quantique, qui se prête à la commutation entre états stables et à leur détection est selon le niveau technogénétique des constructeurs hypothétiques un candidat potentiel à la réalisation du matériel d'une machine universelle. Il en va de même *mutatis mutandis* pour la réalisation du matériel de formes de vies alternatives à celle de notre planète. C'est ainsi, par exemple, que dans *The singularity is near* (R. Kurzweil) l'auteur fait de la conversion de la matière et de l'énergie du cosmos en matériel d'hyper intelligences artificielles le moteur de la phase post-humaine de l'évolution cybernétique.

En toute généralité dans la perspective pluriconstructiviste la fonction sémiotique elle-même que remplit dans le langage le triplet du signifiant, du signifié qu'il note ou désigne et de l'extension ou

dénotation\*de ce dernier est multiréalisable et cela donc en-dehors de tout langage humain, de toute signalisation animale, ainsi qu'antérieurement à ceux-ci.

\*[Dénotation: « Désignation en extension; classe des objets possédant les mêmes caractéristiques et auxquels peut renvoyer un concept (opposé à connotation\*).

\*Connotation Philos., log. (opposé à dénotation). Propriété d'un terme de désigner en même temps que l'objet certains de ses attributs. - Ensemble des caractères de l'objet désigné par un terme. - Compréhension ». Dénotation et connotation sont les descendants de l'extension et de la compréhension ou intension des classes ou des concepts. L'extension comprend les objets particuliers assimilables par le concept. La catégorie de ces « objets » ne se réduit pas au physicochimique, elle comprend en effet les objets ou êtres, etc. logico-mathématiques tout autant que les entités hypothétiques (gravitons, etc. ) « prédites » par une théorie, et les entités de l'imaginaire sociogénétique (dont la Licorne est semble-t-il l'exemple paradigmatique pour ce débat, mais dont « la limace » de l'enfant pré-opérateur pourrait revendiquer la place).]

La perspective théorique élargie qu'apporte le pluriconstructivisme permet d'apercevoir que la fonction sémiotique est co-extensive de celle du vivant lui-même, dans l'exacte mesure où le fonctionnement cybernétique des systèmes génétiques puis celui organismes qu'ils engendrent repose sur un langage machine enstructuré dans le trio formé par les nucléotides de l'ADN des gènes, les acides aminés composants des protéines et par l'activité (« catalytique sélective » ou encore enzymatique) de celles-ci. Ce trio forme ce que nous appellerons (en prenant le dual de la notion informatique de langage machine qui suit) la « machine langage » du vivant, c'est-à-dire l'ensemble des signifiant matériels qui réalisent la « machinerie de la vie »\*.

\*[« Les activités caractéristiques de la vie: construction de formes définies, mouvement, métabolisme, sont liées aux propriétés des molécules protéiniques, mais celles-ci ne peuvent être synthétisées qu'à partir de modèles nucléiques. Puisque les protéines sont responsables de toutes les transformations de matière et d'énergie qui s'accomplissent au sein des systèmes vivants, elles interviennent évidemment dans celles qui concernent aussi bien leur propre synthèse que l'autoreproduction de l'ADN. La séquence ADN → ARN → protéines n'est donc un circuit ouvert que pour le transfert de l'information; elle se referme au niveau du métabolisme. La vie apparaît donc comme une sorte de réaction circulaire et, dans la nature actuelle, elle n'est durable que grâce à la continuité stricte de l'ensemble du système. Ainsi qu'il est bien connu, toute cellule provient toujours d'une cellule préexistante, possédant à la fois un matériel génétique et un cytoplasme, siège d'un métabolisme permanent. » (Enc.Universalis) ]

À ce niveau signalétique à la fois basal et primordial les signifiés ne sont pas (encore ou plus) des schèmes sémio-opérateurs mais les schèmes « bio-chimiques » de l'activité physiologique des protéines et des proto-organes (organites au sens large) cellulaires qu'elles forment. Si toutefois il a existé à un stade pré-cellulaire des répliqueurs proto-géniques libres ne reproduisant différentiellement que leur propre séquence, c'est alors cette séquence qui code pour sa copie et ce sont ces séquences et leurs éléments qui constituent les premiers signifiants matériels de signifiants formels ayant le statut de commandes, dont le signifié est le schème de leur répliqueur lui-même qui constitue leur machine d'exécution. Simultanément, mais au niveau supérieur des ensembles qu'elles forment, ce sont les fréquences différentielles de ces répliques qui constituent les signifiants matériels des signifiants formels des degrés de l'échelle des valeurs reproductives qui gouverne l'évolution de ce premier système génétique Darwinien, dont nous identifions l'« origine biochimique » avec celle du vivant. Les premières valeurs et leurs échelles sont ainsi réalisées matériellement par ces fréquences relatives et détectées par leur reproduction différentielle.

En bref, les signifiants de la fonction sémiotique, indices, signaux, signes, etc. désignent en dernière analyse des commandes exécutables par des machines d'exécution effectives. Ce sont ces éléments de l'alphabet d'input de telles machines qui constituent le niveau de base de l'extension de la catégorie sémiotique des signifiants et des signifiés. La notion sémiotique de signifié est ainsi généralisée en des schèmes sémio-opérateurs du langage à tout organe au sens large (on parle des organes des machines classiques, et cette notion peut être étendue aux machines informatiques et signalétiques) remplissant la fonction de machine d'exécution des commandes que « codent » les signifiants. Le signifié d'une commande biologique ou informatique est ainsi le processus que cette machine exécute lorsqu'elle la reçoit.

On retrouve la distinction entre signifiant matériel et signifiant formel sous la forme de la distinction informatique entre le logiciel des programmes et le matériel de leurs machines d'exécution. Le niveau le plus bas du logiciel est celui du langage machine, c'est-à-dire celui des commandes élémentaires formées à partir de l'alphabet d'input des composants du matériel de l'ordinateur. Ce langage est câblé et plus généralement « enstructuré » dans ces composants et leurs circuits précâblés. En conséquence ces machines d'exécution élémentaires ou atomiques ne sont pas programmables, ou ne le sont que de manière limitée à quelques alternatives pour celles qui sont alors dites micro-programmables. Ce qui rend programmable l'organisation d'ensemble que forment ces composants est le fait que les commandes ou instructions du langage machine

peuvent être assemblées (d'où le nom d'assembleur pour ce type de langage du niveau hiérarchique le plus bas) en instructions de niveau supérieur pour former les primitives de (hiérarchies de) langages supérieurs, dits alors langages de programmation.

On peut observer ici que si ces commandes enstructurées dans l'organisation des composants d'un matériel forment un « langage machine », cela entraîne que certains états et transformations de ce système matériel sont dès lors interprétés (et cela par définition informatique normative) comme des signifiants formels et des opérations de réécriture de ceux-ci. Le système matériel devient ainsi une « machine signifiante », réceptrice, transformatrice et émettrice de signifiants formels, que l'on pourrait de ce fait appeler de manière réciproque une « machine langage ». C'est alors bien cette fonction de machine langage que remplit le premier matériel « biochimique » du vivant et son fonctionnement signalétique tant proto-génétique que proto-métabolique.

### 8.1.3 DE LA MÊME MANIÈRE QUE TOUTE AUTRE ENTITÉ DE NATURE FONCTIONNELLE LA VALEUR EST MULTIRÉALISABLE JUSQU' AU NIVEAU DE SON SUPPORT MATÉRIEL ULTIME.

Tout paramètre du milieu dont la variation permet la formation d'une échelle ordinale par la définition d'une correspondance bi-ordinale entre ses transformations et les valeurs dont elles forment les signifiants matériels se prête à la réalisation matérielle d'une valeur.

Cette correspondance de nature purement ordinale constitue une « fonction d'évaluation » (terme qui généralise celui de « *utility function* » souvent utilisé) qui permet de détecter ou calculer si un état actuel majeure ou minore axiologiquement un état précédent. Une telle fonction d'évaluation induit ainsi au mieux une « quantification intensive » de la valeur, selon laquelle il est toujours (nécessairement et par définition) possible de détecter si une valeur en majeure (est le successeur ordinal immédiat ou transitif), en minore (est le prédécesseur ordinal) ou en équivalait une autre, mais où il n'est pas possible ni nécessaire de détecter la mesure de leurs différences (de l'« intervalle ordinal » qui les sépare) ni en conséquence de pouvoir les comparer. En effet, dans une relation de succession ordinale selon laquelle  $v' = S(v)$  par exemple, l'« intervalle ordinal » « entre » entre deux successeurs et prédécesseurs immédiats  $v$  et  $v'$  n'est pas défini. Cela revient à dire qu'il est le même («  $S$  ») partout. Tout se passe comme si les intervalles et les différences entre les éléments d'une sériation évaluative étaient constants. Une quantification intensive de la distance ordinale entre deux valeurs  $v$  et  $v'$  peut toujours, bien entendu, être définie sous la forme d'un « intervalle ordinal » médiate ou relatif «  $n$  » (soit  $|vv'| = n$  par exemple) engendré par l'itération de la relation:  $S^n(v) = v'$ . Mais ce type de succession médiate fondé sur la transitivité de la relation  $S$  (sa composabilité éventuellement indéfinie avec elle-même  $S \cdot S^n = S^{n+1}$ ) n'est pas un constituant *sine qua non* de la fonction d'évaluation définissant ce que Piaget appelle les valeurs qualitatives. Il oppose ces dernières aux valeurs quantitatives qui s'en distinguent par le fait que les intervalles entre valeurs sont exprimés numériquement c'est-à-dire quantifiés (par le prix, par exemple, pour les valeurs économiques qui en sont l'exemple prototypique). Il faut souligner ici que toutes les valeurs sont intrinsèquement qualitatives: l'utilité économique subjective d'un bien par exemple ne devient quantitative que lorsqu'elle est comparée intersubjectivement par la « rencontre de l'offre et de la demande » en vue de la formation d'un « prix du marché » devenu « objectif » en ce qu'il est partagé par les offrants et les demandeurs qui forment le marché. En d'autres termes toutes les valeurs sont qualitatives, mais certaines d'entre elles deviennent quantitatives par leur quantification subséquente, de telle sorte qu'elles ne forment qu'une sous-catégorie (de la catégorie) des valeurs.

La multiréalisabilité matérielle de la fonction d'évaluation et les conditions que le matériel doit remplir à cet effet sont déjà apparentes dans un aussi dispositif artificiel aussi simple et ancien que le thermostat. Le senseur et le comparateur (qui en comparant la température actuelle avec la température visée constituant la valeur cible ou *Sollwert* de ce régulateur détermine la « différence entre ce qui est et ce qui doit être (cybernétiquement ou fonctionnellement) » peut être réalisé mécaniquement par la dilatation et la contraction d'une barre de cuivre qui estime la température actuelle. Certaines préparations de la pierre philosophale dans le four des alchimistes reposaient sur le maintien d'une température constante de celui-ci. Le plus ancien thermostat semble être celui qui remplissait cette fonction sur une telle « couveuse philosophale ». À la température visée la longueur de la barre de cuivre dont l'extrémité mobile était couplée par un levier au volet de tirage du foyer et réglée de manière à placer celui-ci dans la position correspondant au maintien moyen de cette température. La contraction de la barre diminuait le tirage en refermant le volet, et sa dilatation l'augmentait compensant ainsi les petites « perturbations thermiques » provenant soit du milieu extérieur à la couveuse, soit des irrégularités inévitables de la combustion elle-même à l'intérieur de son foyer. Des réalisations alternatives de cette utilisation plurifonctionnelle de la barre de cuivre à la fois comme évaluateur et comme effecteur la dilatation d'autres

solides, liquides ou gaz. Certains thermostats (des radiateurs des automobiles par exemple) utilisent aujourd'hui de manière tout aussi plurifonctionnelle la fonte et la dilatation corrélative d'une pastille de matière plastique pour commander l'ouverture et la fermeture d'une vanne. Mais d'autres propriétés physiques que la dilatation sont utilisables pour l'évaluation de la température. Dans le thermocouple c'est l'échauffement d'un segment métallique qui engendre une différence de potentiel entre ses extrémités qui varie avec la température, alors que dans le thermistor c'est la résistance d'un conducteur qui varie avec sa température.

Dans toutes ces réalisations il suffit que la variation de la mesure du paramètre choisi comme indice ou signifiant matériel de la valeur obéisse à une loi fonctionnelle (mathématique) invariante dans le temps. Il n'est donc pas nécessaire que cette variation soit régulière au sens de linéaire par exemple ou encore monotone croissante. Une variation linéaire de la longueur de la barre de cuivre avec la température permettrait de définir une sériation de longueurs à différences constantes en tant que signifiants matériels de la détection de la variation de la température. Mais le constructeur pourrait tout aussi bien avoir défini des différences variables entre ces longueurs, cela sans porter atteinte pour autant à la fonctionnalité du régulateur. Ce qui importe pour cette fonctionnalité c'est l'existence d'un ordre invariant de production des valeurs détectables de la variation.

Pour illustrer cette condition de « non équidistance axiologique » entre les degrés d'une échelle d'évaluation, l'on pourrait ainsi imaginer un régulateur de niveau par flotteur et pointeau dont le réservoir serait formé par un cylindroïde dont le diamètre varierait avec sa hauteur. Cette variation aurait pour effet de réduire ou d'augmenter de manières variables le mouvement du flotteur et de son pointeau, et en conséquence le débit de l'alimentation qui rétablit le niveau. La compensation des perturbations du niveau progresserait par sauts et par bonds inégaux, mais cela sans en changer le sens (opposé à la diminution du niveau) et donc réaliserait fonctionnellement (quoique par à-coups) la régulation du niveau. Le réservoir cylindroïde à diamètre variable présente ainsi une illustration matérielle d'une échelle d'évaluation dont les barreaux ou degrés seraient placés à des intervalles irréguliers.

Il faut souligner ici que la nécessaire réalisation de nature matérielle de la valeur n'a pas pour conséquence que le paramètre choisi pour le support signalétique matériel de cette réalisation appartienne aux paramètres de la physicochimie, il peut tout aussi bien appartenir à ceux de la sociologie, de la biologie, de la psychologie, etc. C'est ainsi que la variation de la productivité économique par exemple est le paramètre évaluatif utilisé par l'équilibration socio-économique, de même que celle de la reproductivité biologique est le paramètre évaluatif utilisé par l'équilibration phylogénétique.

En conclusion et à un niveau de généralité supérieur, la distinction qu'introduit l'informatique entre le logiciel et le matériel ainsi qu'avait introduite la sémiotique classique entre le signifiant formel et le signifiant matériel ne sont dans la perspective élargie du pluriconstructivisme que des cas particuliers de la relation qui lie toute machine formelle à la machine matérielle qui la réalise.

#### **8.1.4 LA RÉALISATION MATÉRIELLE DE LA VALEUR NE SE PRODUIT ET N'EXISTE QUE DANS LES SYSTÈMES (DITS ALORS CYBERNÉTIQUES) QUI EN SONT L'INSTRUMENT DE LA RÉALISATION OU DE L'EFFECTIVITÉ, ET IL EN VA NÉCESSAIREMENT DE MÊME POUR LES AUTRES ENTITÉS DU CYBERNÉTIQUE EN RAISON DE LEUR CO-DÉFINITION .**

Si la valeur ne possède d'existence que lorsqu'elle est incarnée, incorporée ou enstructurée dans une machine d'exécution qui en assure la réalisation, cette réalisation ne se produit toutefois pas dans n'importe quel système matériel. En effet, si tel était le cas tout phénomène physique pourrait, par exemple, être interprété comme calculant (« analogiquement ») une fonction. Ce syncrétisme engendrerait un double réductionnisme, le premier vers le bas en ce que le cybernétique en lui devenant co-extensif se confondrait avec le physicochimique, le fonctionnement du système cybernétique se fondant dans celui de son milieu, le second vers le haut en ce que l'univers physique

deviendrait une vaste machine ou artefact cybernétique. Ce type de réductionnisme ascendant engendrant un artificialisme cosmologique apparaît souvent chez les auteurs qui parlent de la quantité d'information que contiendrait un système physique. Même assez récemment, dans « *The Singularity Is Near* » (Penguin 2005) p. 130 R. Kurzweil offre un exemple de cette forme d'artificialisme inconscient, lorsqu'il évalue la quantité de calcul qu'effectue la structure atomique. « Il y a environ  $10^{25}$  atomes dans un caillou d'un kilo ...qui sont extrêmement actifs ... ils sont tous en mouvement, ils échangent mutuellement des électrons changeant le spin des particules et engendrant des champs magnétiques en déplacement rapide. Toute cette activité représente du calcul, même si celui-ci n'est pas organisé de manière signifiante. » Plus loin il déduit du fait que des chercheurs ont pu « stocker 1024 bits dans les interactions électromagnétiques

des protons d'une seule molécule contenant 19 atomes d'hydrogène » qu'un atome peut stocker plus d'un bit. Il s'ensuit que pour  $10^{25}$  atomes: « ...l'état instantané de ce système représente à chaque instant  $10^{27}$  bits de mémoire ». Kurzweil interprète ainsi le fait qu'à chaque instant la structure du caillou est dans l'un de  $10^{27}$  états électromagnétiques possibles de ses atomes de manière homologue à celle d'une mémoire digitale à  $10^{27}$  états possibles de ses bistables. Enfin «...en termes de puissance de calcul, en ne considérant que les interactions électromagnétiques » il estime qu' « il y a au moins  $10^{15}$  changements d'états par bit par seconde... » dans un tel solide « ...ce qui représente » ce qui représente effectivement  $10^{42}$  calculs ... par seconde ».

De manière significative pour notre propos, comme s'il avait l'intuition périphérique d'un défaut de son artificialisme absolu il conclut en le relativisant inconsciemment: « Bien entendu, malgré toute cette activité au niveau atomique, le caillou n'accomplit aucune tâche utile, si ce n'est peut-être celle de servir de presse-papier ou de décoration. ». En attribuant ces dernières fonctions à cet objet, Kurzweil utilise précisément sans le thématiser comme tel, le critère qui dans la perspective pluriconstructiviste définit et détermine la fonctionnalité de toute structure et de tout processus. Ce critère est celui, rappelons-le, de leur assimilation à la boucle d'équilibration d'un système utilisateur. Nous avons en effet proposé plus haut (v. Titre 5.8.1 « LES « CULTURGÈNES » DE LUMSDEN ET WILSON, LES « MEMES » DE DAWKINS, ETC. SONT DES NOMOSCHÈMES DONT SEULS CERTAINS FORMERONT DES SOCIOCHÈMES AU SENS STRICT. ») une définition (qui pourrait être dite « positive » ou encore « opérationnelle ») de la fonctionnalité selon laquelle « toute structure ou processus que contribue à la régulation ou à la majoration d'un système d'équilibration est dite fonctionnelle ». En tant que presse-papier ou qu'élément décoratif sa structure se prête à la réalisation d'une valeur praxique ou esthétique de son possesseur. Mais il en va de même pour son utilisation comme un dispositif signalétique. En effet, les périphériques qui permettraient d'exploiter cet objet dont la cette structure serait réorganisée de manière appropriée comme un calculateur d'un type ou d'un autre rendraient tout aussi bien possible son utilisation sous sa forme brute non réorganisée comme un dispositif signalétique (tel un générateur de permutations ou de nombres aléatoires par exemple). Selon le critère pluriconstructiviste ce n'est pas sa forme d'organisation, tant celle qu'il possède que celle qui peut lui être imprimée qui rendra en lui-même signalétique un système matériel pris isolément, mais c'est bien exclusivement son inclusion directe ou médiate comme dans la boucle majoratrice d'un système d'équilibration, qui peut être son constructeur lui-même aussi bien qu'un utilisateur. En appliquant le cadre artificialiste à une échelle supérieure l'on pourrait interpréter le mouvement des planètes du système solaire comme une entité signalétique macroscopique réalisant le mouvement d'horlogerie d'un planétaire en grandeur réelle, et plus particulièrement dans ce mécanisme interpréter le mouvement de la terre autour du soleil comme une entité signalétique réalisant le calcul d'un chronomètre. Plus simplement et toujours dans ce cadre, un tronc d'arbre nu isolé constitue un système signalétique en formant le style vertical d'un gnomon ou d'un cadran solaire. On aperçoit peut-être plus distinctement ici que la chronométrie, comme ailleurs la beauté, « est dans l'œil de l'observateur » (« *beauty is in the eye of the observer* » dans Molly Brawn de Margaret Wolfe Hungerford 1878 selon Wiki). On discerner ici que ce n'est ni la forme d'organisation du système ni celle de son activité qui peuvent à elles seules lui conférer un caractère signalétique mais bien leur utilisation dans cette fonction par un observateur qui le fait « émerger ». De manière générale le caractère fonctionnel n'est ainsi jamais intrinsèque à l'objet mais provient toujours d'un système extérieur à lui. Cela dérive de la définition pluriconstructiviste de la fonction qui n'attribue ce caractère qu'aux entités et processus qui contribuent à la régulation ou la majoration d'un système d'équilibration. Placée sur la dimension diachronique la définition de cette relation d'assimilation fonctionnelle engendre une filiation ascendante des systèmes assimilateurs qui entraîne une régression logique des constructeurs.

### **8.1.5 LA RÉGRESSION LOGIQUE DES CONSTRUCTEURS PERMET DE PLACER L'ORIGINE DE LA VALEUR DANS CELLE MALTHUSIENNE DES SYSTÈMES RÉPLICATIFS PROPRES DARWINIENS.**

Dans notre dernier exemple, ce qui confère sa fonction de cadran solaire à la configuration naturelle que constitue un tronc nu isolé au centre d'un espace libre suffisant pour que les positions successives du sommet de son ombre puissent être distinguées, repérées et utilisées pour mesurer le temps, ce n'est bien entendu que cette utilisation même par l'observateur humain à l'œil chrono-métrique. C'est dès lors de la contribution de cette configuration naturelle l'équilibration praxique du sujet en division du travail, par exemple, ou à l'équilibration réflexive du sujet astronome, etc., que provient sa fonction chronométrique. Cela pose la question de savoir d'où provient à son tour la fonction de ces équilibrations psychogénétiques. Dans la perspective pluriconstructiviste l'équilibration psychogénétique est un mécanisme héréditaire auquel le système d'équilibration phylogénétique de l'espèce a délégué la majoration intra-génération (et non plus

inter-génération) de certains aspects de la reproduction différentielle. Cette conception pose immédiatement la question de la provenance de ce système d'équilibration lui-même. La régression logique des constructeurs est ainsi amorcée. En effet, c'est du système d'équilibration constitué par l'état phylogénétique précédent du système génétique de l'espèce que provient son système d'équilibration phylogénétique génétique dans son état actuel. La régression logique remonte la filiation temporelle des états phylogénétiques de l'espèce (et cela quelle que soit cette espèce) jusqu'au premier système génétique (ou à la première classe de tels systèmes) qui a constitué l'« origine chimique du vivant ». J. de Rosnay (De l'atome à la cellule. Éditions du Seuil, 1966) situe cette origine de manière statistique en faisant observer que dans le bouillon de culture primordial d'Oparin-Haldane les molécules les plus stables et les plus souvent produites par ce système de combinatoire chimique étaient les plus fréquentes, alors qu'après l'apparition de la vie ce sont les molécules les plus reproduites étaient devenues les plus fréquentes. Ce caractère majoritaire n'est pas nécessaire à la situation de ce seuil entre les systèmes « prébiotiques » et les systèmes « protobiotiques », l'augmentation de la fréquence différentielle des molécules reproduites suffit en effet à le marquer.

La présence ou l'apparition de la réplication moléculaire (centralisée et individuelle ou sociétale et distribuée) en tant que processus de la chimie du carbone, si elle permet bien cette modulation de fréquence dans le « bouillon de (proto)culture » que constitue la solution moléculaire Oparin-Haldane, elle ne réalise toutefois pas encore l'« émergence » du vivant selon le critère pluriconstructiviste qui la fait coïncider avec l'apparition du premier système génétique Darwinien. En effet, aussi longtemps que la fréquence d'un réplicateur peut augmenter exponentiellement sans restrictions dans ce pool ce processus de production ne se distingue pas cybernétiquement des autres processus physicochimiques prébiotiques. Ce ne sera en effet que lorsque la quantité de matière première et d'énergie entrant dans le pool ne permettra pas à la prochaine opération de réplication de certains réplicateur d'être conduite à terme que s'installera le mécanisme proprement Darwinien qui entraîne l'évolution de la distribution des molécules du « bouillon primordial » en-dehors des fréquences d'équilibre encore exclusivement chimique précédentes.

Cette installation est une conséquence inévitable de la réalisation matérielle d'automates auto-réplicateurs chimiques qui ne peut se faire sur notre planète ou ailleurs que dans un milieu nécessairement fini. Quelle que soit la quantité de matière première et d'énergie entrante dans la combinatoire chimique, cette quantité sera inévitablement finie, même si elle s'accroît, et elle sera donc nécessairement dépassée tôt ou tard par l'accroissement exponentiel de la quantité consommée par les réplicateurs. C'est alors l'inévitable franchissement de cette limite quasi Malthusienne par la population répliquative qui sépare épistémologiquement les systèmes répliquatifs pré-Darwiniens et prébiotiques des systèmes répliquatifs Darwiniens protobiotiques et qui du même coup dissocie les systèmes physicochimiques pré-cybernétiques des nouveaux systèmes physicochimiques proprement cybernétiques en faisant encore simultanément diverger radicalement leurs trajectoires évolutives respectives. C'est alors bien cette évolution dès lors gouvernée par les valeurs (celles de la productivité différentielle des réplicateurs) et non exclusivement déterminée par l'accroissement de l'entropie qui va distinguer l'évolution moléculaire de ces systèmes protobiotiques de celle des autres molécules de la combinatoire. Quant à ces dernières, en se distinguant ainsi des entités protobiotiques au sein desquelles elles évoluent, elles en forment le premier « milieu » de ces premières entités Darwiniennes, dans milieu lequel elles définissent dès lors elles-mêmes les sous-ensembles constituants de la diversité de leurs premières « niches écologiques ».

Cette perspective engendre une analyse et une perception plus exactes de l'origine Malthusienne de la valeur elle-même. On y discerne en effet que ce n'est que lorsque les réplicateurs entrent en compétition entre eux pour la matière première et l'énergie nécessaire à leur prochaine réplication que les répliques de ceux d'entre eux qui mènent plus rapidement à terme cette opération ou qui consomment moins de ces ressources à cet effet, sont plus nombreuses que celles de leurs concurrents. Il s'établit ainsi une première « sélection naturelle » (positive) des réplicateurs selon la productivité (ou reproductivité) différentielle de leur processus de réplication. Les répliques variantes résultent d'« erreurs de réplication », erreurs dont la production est rendue aussi physiquement inévitable que la limitation Malthusienne de leur réplication par la « condition organique » (précurseur à ce niveau des limitations auxquelles sa « condition humaine » soumettra à l'esprit) qu'impose aux automates auto-réplicateurs leur réalisation matérielle. Cette « matérialisation » d'une machine mathématique a ici pour conséquence que la dégradation entropique et le hasard physique opèrent dans la structure matérielle même du mécanisme de la réplication, produisant ainsi à la fois inévitablement et nécessairement (selon les lois de la physique) les aléas des « erreurs de copie » dont résultent des (répliques) variantes.

Si Darwin lui-même fait découler l'inévitabilité de l'apparition de la sélection naturelle de la limite Malthusienne, il décrit toutefois la concurrence entre réplicateurs qui en résulte comme une « lutte pour la survie » (*struggle for survival*). Le choix des termes de cette description est sans doute au moins aussi malheureux que celui de « gène égoïste » par Dawkins un siècle plus tard en ce qu'il a engendré autant sinon

plus de malentendus (étant né plus tôt) que ce dernier. En effet, à elle seule la survie du réplicateur individuel (qu'évoque tout autant la formule apparentée « lutte pour la vie ») n'assume en elle-même aucune fonction Darwinienne avant que le seuil Malthusien soit atteint. Si l'on veut conserver la lutte pour la survie, il faut alors entendre que ce dernier terme ne désigne pas la survie « synchronique » intra-génération avant sa réplication éventuelle du réplicateur individuel, mais la survie ou conservation diachronique inter-génération ou inter-réplications de la forme d'organisation du réplicateur à travers ses répliques matérielles successives. Le *struggle for survival* Darwinien est ainsi sur la dimension diachronique une lutte pour la transmission différentielle et ainsi la conservation différentielle inter-génération qui réalise alors la « survie évolutive » protophylogénétique de la forme d'organisation cybernétique du réplicateur. Ce qui est conservé à travers ses copies matérielles est ainsi le signifiant (protogénétique) formel que constitue le réplicateur. Cette distinction initiale est à la source de la différenciation entre le signifiant matériel que constitue l'ADN du gène et le signifiant formel que constitue le « message génétique » dont il est le « support matériel ».

Le fait pour une population de réplicateurs d'atteindre et de franchir la limite Malthusienne de la réplication illimitée a pour effet proprement fondateur du cybernétique de refermer la variation réplivative sur elle-même à travers le filtre de la sélection naturelle en constituant ainsi un nouveau tout de forme cyclique, forme que ne présente pas la réplication libre qui reste linéaire et « géométriquement » arborescente aussi longtemps que le son rebond contre la limite Malthusienne ne vient pas en quelque sorte la replier sur elle-même en faisant réentrer exclusivement les produits sélectionnés à la source des variations. Cet effet fondateur que l'on pourrait appeler l'effet Ouroboros\* est le déterminant de l'« émergence fonctionnelle » primordiale en ce que ce repli sur elle-même de l'arborescence rectilinéaire des réplicateurs engendre une nouvelle forme d'organisation de nature cyclique qui est constitutive de celle du premier système d'équilibration majorante, formant une nouvelle entité dont les propriétés sont souvent qualifiées de « propriétés émergentes du tout » parce qu'elles ne se réduisent pas aux propriétés de ses parties prises isolément. La propriété émergente centrale de ce nouveau système est le gouvernement par les valeurs de son équilibration, forme de détermination du fonctionnement qui caractérise les systèmes cybernétiques et eux seuls.

\*[La magie sémiotique de Valéry anime et transfigure ici en le mouvement cyclique de la mer l'image du mythique serpent Ouroboros\*:

« Hyde absolue, ivre de ta chair bleue  
Qui te remords l'étincelante queue »  
(Le Cimetière Marin)

\*[Ouroboros de οὐρα la queue et βορρῶ vorace. Ce « serpent réentrant » a reçu au cours des siècles de multiples interprétations dont certaines (en particulier la plus courante, celle de la « représentation du cycle ou de l'éternel retour de la vie et de la mort ») peuvent être vues comme apparentées à la figuration de la fermeture réentrante du cycle réplicateur.

Dans le prolongement de cette interprétation l'Ouroboros s'apparente de surcroît au Phénix qui renaît incessamment de ses cendres:

« 1953 R. F. C. Hull tr. Jung's Psychol. & Alchemy in Coll. Wks. XII. iii. v. 357 The alchemical parallel...is the double nature of Mercurius, which shows itself most clearly in the Uroboros, the dragon that devours, fertilizes, begets, and slays itself and brings itself to life again. » (O.E.D)

Il vient enfin même exorciser mathématiquement le cercle vicieux logique en le transformant en un cycle itératif illimité:

« 1975 Hughes & Brecht Vicious Circles & Infinity Fig. 11 The ouroboros, the snake with his tail in his mouth, is the prototype of the vicious circle... The 'Endless Snake' depicts an ouroboros who has become one with himself. It has fallen into the mathematical sign for infinity. » (id.)

L'effet Ouroboros pluriconstructiviste retourne à son tour, en la rendant indéfiniment auto(re)créatrice, l'auto-voracité destructrice du Reptile primordial pour le transformer en un serpent immortel qui rejailit lui-même incessamment de sa propre gueule— comme le font les générations successives des réplicateurs.]

Avant le seuil Malthusien c'est la totalité des réplicateurs présents dont la fonction réplivative n'a pas été détruite par une mutation qui constitue l'ensemble source aussi bien des répliques non variantes que des répliques variantes. Pendant cette période de « libre réplication » sans limitation de ressource réplivative, le ou les réplicateurs primordiaux et leurs répliques ont été soumis aux perturbations aléatoires tant endogènes qu'exogènes du processus de production de leur réplique, cela avec d'autant plus d'intensité que ces réplicateurs primitifs ne se sont pas encore entourés de micro-organismes cellulaires dont une des fonctions est de les en protéger, pas plus qu'il n'ont différencié de codes autocorrecteurs et autres mécanismes de contrôle de la variation (c'est-à-dire de la fidélité de copie). Ces perturbations aléatoires sont dues à leurs

rencontres avec les autres entités du milieu (dont les autres répliqueurs). Elles sont aussi bien de nature mécanique (ruptures dues aux chocs) que chimique (combinaisons avec des molécules étrangères, ou dissociations dues à leur effet). Il s'ensuit que la génération répliqueuse qui atteint le seuil Malthusien est inévitablement formée d'une accumulation (pré phylogénétique) de multiples variantes sans doute morphologiquement divergentes mais dont les différences pertinentes sont les paramètres qui affectent leur productivité, soit essentiellement comme pour toute machine-outil, leur longévité et leur cadence de production. Plus la durée répliqueuse d'un répliqueur est longue et plus sa vitesse de répliqueuse est élevée plus il produira de répliques par unité de temps, et ainsi plus sa reproductivité sera élevée. La première limitation des ressources répliqueuses sépare cette population en deux sous-ensembles. Le premier est formé des répliqueurs dont la longévité ou la cadence de production sont trop faibles pour leur permettre d'achever au moins une répliqueuse avant l'épuisement des ressources répliqueuses ambiantes par leurs concurrents plus productifs. Ce sont ces derniers, les gagnants de cette compétition ou de ce concours d'efficacité reproductrice, qui forment le second sous-ensemble, celui des « élus », c'est-à-dire celui des « appelés » (à la répliqueuse) qui ont été « sélectionnés positivement » par cette première opération de (la) « sélection naturelle » qui naît ici. Cette opération originelle a ainsi pour effet de diviser la population des répliqueurs en « élus » et « éliminés », les gagnants et les perdants respectivement de cette première manifestation de la « lutte pour la vie », comprise à nouveau au sens technique de la compétition de vitesse pour la répliqueuse du message formel (protogénétique) et non pour la conservation (« vie » ou « survie ») du message matériel (protogénique) qui, lui disparaît (se décompose et se désorganise) nécessairement tôt ou tard sous l'effet de la composante entropique de la condition physicochimique que lui impose sa réalisation matérielle.

Cette première sélection (naturelle) des gagnants et l'élimination (naturelle) des perdants constitue en elle-même une première manifestation d'une évaluation, cela selon la première forme matérielle d'une échelle de valeur qu'offre la reproductivité comparative des répliqueurs. En créant ainsi l'ensemble des gagnants cette sélection ou sélection crée la première « population » faite d'entités Darwinienne qui se distingue de la simple accumulation des répliqueurs libres qui n'appartiennent encore qu'à la seule combinatoire (pré Darwinienne) de la chimie du carbone.

Cette même échelle range les membres de cette population eux-mêmes selon l'ordre de leurs taux de reproductivité différentielle. Remarquons à ce propos que ce taux doit être au moins égal à l'unité, car cela constitue la condition *sine qua non* de l'accession au statut de répliqueur. En effet, une entité qui ne produit pas de répliqueuse avant sa dissolution et le retour de ses composants dans la combinatoire Oparin-Haldane n'est par définition pas un répliqueur. Mais une fois passé ce seuil, les répliqueurs à taux unitaire n'engendrent pas encore l'explosion exponentielle des répliques, car en se bornant à remplaçant chaque répliqueur par sa répliqueuse ils ne font au mieux que maintenir leur fréquence relative dans la combinatoire. Ce sont donc les répliqueurs à taux reproductif strictement plus grand que l'unité qui amorcent la multiplication exponentielle qui mène l'explosion répliqueuse jusqu'à sa limitation Malthusienne. La première population au sens technique (biologique et évolutif) du terme est donc un sous-ensemble strict (sélectionné) des rameaux terminaux de l'arborescence des répliqueurs libres. Ce sous-ensemble est la dernière génération d'une longue suite de répliqueurs libres eux-mêmes soumis à la variation pendant toute cette durée, qui ont donc pu accumuler des variations et qui présentent de ce fait une variété de leurs taux de répliqueuse. C'est cette variété qui permet de les ranger selon l'ordre de leurs taux de reproductivité. Pendant cette période libre tous les répliqueurs ont pu aussi bien engendrer des variantes portant une accumulation de plusieurs procédés de fabrication reproductifs que des variantes qui les ont perdus. La variation aléatoire est un procédé de composition qui a plus de chances de désorganiser partiellement ou totalement une structure existante que de l'améliorer du fait que les configurations moléculaires à forme d'organisation répliqueuse sont un sous-ensemble très réduit de l'ensemble des configurations possibles. La situation pendant cette période est apparentée à celle du serrurier (ou du voleur) qui chercherait à ouvrir un coffre à combinaison par essais et erreurs, en essayant systématiquement ses 10.000.000.000 combinaisons de 0000000000 à 9999999999 (N.B. les programmeurs comptent de un à dix ainsi « zéro, un, deux, ... neuf » dit-on). Le procédé d'engendrement de la combinatoire Oparin-Haldane serait en outre désavantagé dans la même situation du fait qu'il ne les engendrerait pas de manière économique par une énumération sans répétition et exhaustive, mais par mutation aléatoire, c'est-à-dire au hasard, ce qui a pour effet qu'il fera en moyenne un nombre plus élevé d'essais. Cela résulte de ce que « la roulette n'a pas de mémoire »: elle peut ainsi aussi bien répéter des essais déjà faits, que ne pas effectuer des essais encore jamais faits et donc à faire.

On peut percevoir sur cet exemple que toute « mutation ponctuelle » (que serait le changement au hasard d'un seul des chiffres de la « combinaison valide » qui ouvre le coffre) aurait neuf chances sur dix d'avoir pour effet de la muter en une combinaison non valide. Cette nouvelle combinaison serait « distante » (à une « distance de Hamming ») d'entre un et neuf « pas unitaires » sur la branche de l'arborescence du paramètre muté, et celle-ci pourrait être mutée à son tour en une combinaison encore plus distante de la

combinaison valide, provenant de la mutation ponctuelle de ce chiffre lui-même ou de celui d'un autre de ses paramètres.

On aperçoit ainsi que pendant cette période tous les répliqueurs sont soumis à leur désorganisation entropique spontanée par l'action du hasard physique exactement comme toute autre configuration chimique non répliquative de la combinatoire Oparin-Haldane, et cela avec une probabilité de désorganisation (qui les rendrait non-répliquatifs) beaucoup plus grande que celle d'une réorganisation amélioratrice de leur répliquativité. Le hasard de la mutation fait et défait ainsi indifféremment toutes les configurations présentes dans la combinatoire sans exception aucune. Il découle de ce qui précède que la période pré-Malthusienne n'offre aucune garantie que les répliqueurs subsisteront même en tant que tels, ni *a fortiori* que certains d'entre eux atteindront un taux répliquatif supérieur à l'unité, ni enfin que certains d'entre eux-ci « auront assez de temps » (subsisteront assez longtemps) pour amorcer et mener la multiplication exponentielle (l'explosion de la proto-population répliquative) de leur sous-ensemble jusqu'à la limite Malthusienne. Ce n'est donc que si toutes ces conditions sont satisfaites qu'une phase de réplification pré-Malthusienne peut s'amorcer. Elle engendre alors une première forme pré-Darwinienne de la reproduction différentielle.

\*[ « Vx (langue class.). Fait de subsister (1.). «La subsistance de l'Église» (Bossuet). » (Robert)]

En effet, l'apparition et la subsistance\* de répliqueurs et de leurs variations dans le milieu combinatoire primordial biaisent le hasard du processus d'engendrement aléatoire des combinaisons. Ce biais résulte de ce que le nouveau procédé de production de configurations par la copie de configuration existantes qu'introduit la réplification n'est plus un processus aléatoire. La réplification « pipe les dés » du générateur aléatoire de combinaisons en rendant beaucoup plus probable la production de certaines d'entre elles (les répliques de combinaisons existantes). L'introduction de ce nouveau procédé de production a alors l'effet que décrit J. de Rosnay (De l'atome à la cellule) à savoir que les configurations les plus fréquentes cessent d'être celles qui sont les plus produites et les plus stables pour devenir celles qui sont le plus reproduites. C'est cette nouvelle modulation de la fréquence différentielle qui marquerait alors la fin de l'étape pré-biotique de l'évolution chimique de la vie. Dans la perspective pluriconstructiviste il ne s'agit encore que de l'étape pré-Malthusienne de cette évolution des répliqueurs et cette étape ne garantissant pas par elle-même le passage du seuil Malthusien nous n'y placerons pas l'émergence du vivant.

Toutefois en poursuivant l'analyse à l'intérieur de ce nouvel ensemble des « configurations les plus reproduites » on peut observer qu'il y apparaît un phénomène nouveau, celui de la « reproduction différentielle ». Mais il faut souligner que celle-ci est encore de nature pré-Darwinienne parce que tous les répliqueurs pouvant encore en principe se reproduire sans exception elle ne donne ainsi pas lieu à une « sélection (naturelle) » résultant d'une concurrence répliquative. Elle a bien pour effet que la fréquence relative des plus reproductifs augmente dans la combinatoire, tandis que celle des moins reproductifs diminue, mais cela sans encore toutefois que certains répliqueurs soient éliminés du fait de son action. En effet, si certains répliqueurs peuvent disparaître de l'« appareil de production » pendant cette étape de l'« évolution pré-biotique », ce n'est pas (encore) sous l'action d'une concurrence entre eux et leurs co-répliqueurs pour les ressources répliquatives.

On a parlé à ce propos de « sélection non-Darwinienne » et Dennett (*Darwin's dangerous idea*) fait même observer que l'on devrait plutôt la qualifier de « sélection sans adaptation ».

La remarque précédente fait apparaître que ces désignations sont impropres l'une et l'autre, parce qu'elles résultent toutes deux de la même confusion et fusion conceptuelle de deux formes différentes de la reproduction différentielle que nous appellerons la reproduction différentielle par co-occurrence et la reproduction différentielle par concurrence respectivement respect. Cette confusion conceptuelle provient de ce que la terminologie biologique contemporaine n'utilise les termes de « reproduction différentielle » que pour désigner cette dernière forme (qui est évidemment proprement et pleinement darwinienne, les entités pré-biotiques ayant disparu de surface de la planète) dans laquelle la concurrence répliquative post-Malthusienne donne lieu à une sélection naturelle des reproducteurs. Les termes et les concepts de « reproduction différentielle » et de « sélection naturelle » sont ainsi rendus indissociables et identifiés à titre de quasi-synonymes. Cette confusion provient d'une forme particulière de syncrétisme qui résulte de l'indifférenciation entre le diachronique et le synchronique. Elle a pour double effet identificateur que la reproduction différentielle y est conçue comme la conséquence de la sélection naturelle, et la sélection naturelle comme la conséquence de la reproduction différentielle. Mais cela n'est jamais vrai synchroniquement, car cela l'est exclusivement diachroniquement: c'est bien en effet la reproduction différentielle de la génération suivante (les répliques) qui est le résultat de la sélection naturelle mais cela par l'action de la concurrence reproductrice dans la génération précédente (les répliqueurs). (Nous verrons même plus loin que le cycle de l'équilibration darwinienne lui-même « synchroniquement invisible » car il est réalisé sur trois générations répliquatives successives. C'est ainsi un triacycle ou cycle diachronique triadique.) Or comme nous venons de l'observer, la reproduction différentielle est indépendante de la

sélection naturelle parce qu'il en existe une forme initiale pré-Malthusienne préalable à sa « modulation de fréquence » par la sélection naturelle et dépourvue d'une telle modulation.

On peut observer que les fréquences relatives des réplicateurs dans la combinatoire chimique expriment déjà leurs reproductivités individuelles. Les réplicateurs y sont effectivement « classés » par ordre de reproductivité croissante par leurs fréquences relatives croissantes. Ces fréquences constituent déjà l'ensemble de paramètres physiques qui pourront être interprétés comme les signifiants matériels des degrés d'une échelle de valeur par la fonction d'évaluation de l'équilibration phylogénétique.

Au cours de cette étape, la reproduction différentielle résulte en quelque sorte de manière exclusivement algorithmique de la simple activité co-occurrence d'une multitude de schèmes de réplication individuels agissant en parallèle à des taux de reproductivité différents. Les multiples arborescences qu'engendrent les réplicateurs individuels y croissent simultanément sans interactions réplificatives autres qu'aléatoires, à la fois individuelles et locales, entre les réplicateurs. Ainsi pendant cette étape un réplicateur lent pourra au hasard de ses (mauvaises) rencontres se voir préempter les ressources réplificatives locales par des réplicateurs plus rapides, mais cela n'a pas pour conséquence qu'il n'en trouvera pas plus tard ou ailleurs pendant la durée de sa période d'activité réplificative. Ces interactions accidentelles peuvent ainsi tout au plus diminuer aléatoirement la reproductivité de certains réplicateurs, mais cela sans la rendre définitivement impossible comme le fera l'épuisement global des ressources après la limite Malthusienne. Les relations entre les réplicateurs se réduisent ainsi à une simple co-occurrence entre entités indépendantes sans concurrence globalement imposée entre eux. Ce sera bien alors leur franchissement du seuil Malthusien produira la transition du mode de la co-occurrence à celui de la concurrence. Feedback du résultat de l'action précédente sur la sélection de l'action suivante. Avant l'émergence évolutive de la concurrence l'existence inévitable de taux de réplication variables a pour effet arithmétique que les entités les plus reproductives tendent à occuper une part relative croissante du processus de la multiplication, tandis que les moins reproductives voient leur part relative diminuer. Comme le fait observer Dennett (id.) cette forme d'évolution du système offre une première illustration de l'adage économique: « *the rich get richer and the poor get poorer* ». Cette extrémalisation introduit une sorte de mécanisme automatique de rehaussement du contraste entre la part des diverses « classes » réplificatives à la multiplication.

Si la variabilité des taux de reproduction est une conséquence inévitable de la mutation (elle-même conséquence inévitable de la condition matérielle entropique des réplicateurs) il faut souligner ici que les divers types de réplicateurs en présence à chaque instant ne sont pas nécessairement des variantes issues par mutation à partir d'un même schème réplicateur ancestral (comme le suggère le référentiel Darwinien). Il existe en effet de droit une infinité d'automates non isomorphes capables de calculer la même fonction (réplificative ici), de telle sorte que de multiples schèmes de réplication alternatifs ont pu co-exister ou se succéder au cours de cette étape. Quant à la reproductivité différentielle elle repose sur des paramètres quasi mécaniques.

Les principaux de ces paramètres sont les suivants:

La longévité qui permet aux réplicateurs plus durables de produire plus de répliques par « demi-vie » que les réplicateurs plus instables.

L'économie de ressources qui permet aux plus parcimonieux de produire à partir des mêmes quantités de matières premières et d'énergie plus de répliques que les plus prodigues.

La cadence de production résultant de la vitesse de la copie qui permet aux plus rapides de produire plus de répliques par unité de temps.

La fidélité de copie dont l'excès interdit la variation et la carence interdit la copie même, la réplique étant soit un produit dégénéré non réplificatif parce que trop modifié, soit un monstre heureux réplificatif mais non réplique de l'original.

L'évolution algorithmique est enfin contrainte (biaisée statistiquement) par certains paramètres physicochimiques résultant de nature de la réalisation matérielle des réplicateurs. Il existe ainsi un effet en retour de la nature du matériel sur les processus algorithmiques formels dont ils sont le support de la réalisation. Cela module les probabilités de manière comparable, par exemple, à ce que ferait la magnétisation des dés individuels d'une collection lancée simultanément.

C'est ainsi que des quatre bases Adénine, Guanine, Cytosine, Thymine, par exemple, qui forment aujourd'hui les codons ou triplets de l'alphabet ou code génétique, on sait que la Guanine et la Cytosine sont les plus stables chimiquement. À cela s'ajoute que des séquences de nucléotides\* riches en ces deux bases ont (en partie de ce fait) une propension (chimique) plus élevée à fixer et assembler des copies complémentaires d'elles-mêmes sur le gabarit qu'elles constituent ainsi pour les rencontres moléculaires avec des « pièces détachées » de type complémentaire, et cela sans l'intervention de catalyseurs spécifiques enzymatiques ou autres que cette réplication exige aujourd'hui.

\*[« Unité élémentaire constitutive des acides nucléiques [les composants élémentaires de l'ARN et de l'ADN]<sub>gc</sub>, formée par la liaison d'un sucre (ribose ou désoxyribose), d'un acide orthophosphorique et d'une base purique ou pyrimidique. » (Robert) ]

Cela suggère que les premiers répliqueurs fondés sur la chimie du carbone (et non du silicium comme leurs prédécesseurs argileux cristallins éventuels) auraient été formés d'ADN à un seul brin lui-même composé (initialement) principalement de guanine (G) et de cytosine (C).

« Ces effets sont les résultats de l'activité de *procédés algorithmiques de tri* qui prennent les probabilités et les biais qui sont dues aux lois fondamentales de la physicochimie pour produire des structures qui seraient sans cela d'une improbabilité extravagante » écrit Dennett à propos de cette assignation en quelque sorte forcée de leurs signifiants constitutifs G et C aux premiers répliqueurs. Cette assignation étant forcée autant par les contraintes que par possibilités présentées par la physicochimie des entités présentes dans la combinatoire et susceptibles de constituer des signifiant matériels.

Or cette observation qui est fondamentale quant à la nature processuelle de l'étape pré-Malthusienne est immédiatement transposable à l'échelle d'observation et d'activité supérieure que constitue celle de la reproduction différentielle de ces structures. En effet, elle constitue elle-même l'un de ces « procédés algorithmiques de tri » parmi les répliqueurs, tri qui ne laisse survivre (se perpétuer) jusqu'à franchir le seuil Malthusien que ceux ont atteint un niveau de satisfaction suffisant des paramètres de la productivité répliquative précédents. Chacun de ces paramètres peut être pris comme une dimension évaluative de la productivité pour former une (hyper)surface d'évaluation pré-Darwinienne sur laquelle les répliqueurs se situent à diverses altitudes. Le procédé de tri a pour effet de ne laisser subsister sur cette surface que les positions des répliqueurs qui se trouvent au-dessus d'une certaine altitude reproductive, les autres s'en étant retirés en quelque sorte d'eux-mêmes, cela non pas faute de ressources reproductives extérieures, mais faute d'efficacité algorithmique interne intrinsèque de leur schème de réplification.

Tout au long de cette étape la position sur cette surface évaluative de chaque forme particulière de répliqueur est semblable à celle du rang (comprenant les *ex aequo*) au classement général d'un compétiteur particulier participant à une épreuve mondiale permanente, qui serait ouverte à chacun sans exception quel que son niveau, du novice au champion, et qui en outre ne cessera d'y figurer année après année que s'il se retire de lui-même de la compétition (il n'y a donc pas à cette étape d'examen ou de concours à caractère éliminatoire). Les répliqueurs (encore) présents sont ainsi ceux qui ont engendré et éventuellement accumulé certains procédés de production ou « secrets de fabrication » assurant leur productivité tout en maintenant leur répliquativité même (qui est le précurseur de la future « fécondité » des reproducteurs Darwiniens).

Ce sont donc des répliqueurs de ce type qui formeront l'« ensemble premier » (de nature et de statut aussi singuliers que ceux de la cause première) qui franchira le seuil Malthusien. À cet instant ils pourront tout aussi bien se trouver être tous algorithmiquement proches (au sens de ne différant que d'un nombre restreint de caractères d'un type originel) et regroupés autour ou sur les pentes d'un sommet reproductif local sur la surface évaluative, que tous algorithmiquement hétérogènes et dispersés sur l'ensemble de celle-ci (y-compris autour de ses sommets locaux). Cet état initial dépendra d'une intersection historique des fluctuations statistiques des variations, du procédé de tri, et de celles éventuelles des quantités de ressources.

Cet ensemble est singulier en ce qu'il est constituant à la fois épistémologiquement et fonctionnellement de la première population proprement Darwinienne. Celle-ci correspond à ce que on a appelé en théorie des automates une « configuration de jardin de l'Éden\* » parce qu'elle n'a pas de configuration parente.

\*[Par une divertissante coïncidence on pourra ainsi faire correspondre symboliquement le franchissement du seuil Malthusien à celui d'un paradis pléthorique dont les répliqueurs ont été chassés, et à partir duquel ils ont été condamnés à se reproduire en luttant « à la sueur de leur front » tout comme leurs mythiques homologues bibliques.]

En tant que population il s'agit en effet d'une population première d'entités biotiques, elle-même immédiatement issue (« émergée ») d'un ensemble d'entités pré-biotiques. C'est par cet aspect qu'elle correspond à ce qu'Oparin décrivait en parlant de l'origine chimique de la vie comme « une conséquence inévitable de l'évolution de la matière inanimée ». Rien ne nous assure cependant qu'en réamorçant de manière répétée l'évolution géophysique de la planète à partir de son initial elle réengendrerait à chaque fois cet état initial, ni qu'en faisant de même à son tour sur celui-ci la combinatoire Oparin-Haldane en réengendrerait à chaque fois des répliqueurs post-Malthusiens. Il ne s'agit donc pas d'une conséquence qui serait inévitable en ce sens strict. Il faut rappeler toutefois que cette formulation d'Oparin affirmait et soulignait le caractère exclusivement physicochimique des transformations qui la produisent, par opposition à aux conceptions vitalistes ou métaphysiques de cette époque qui la faisaient dépendre d'une intervention soit extérieure à la physicochimie, soit irréductible à elle, ou encore qui l'auraient fait reposer sur un concours de circonstances très improbable selon la combinatoire physicochimique.

Les répliques qui sont engendrées après le franchissement du seuil Malthusien forment la première descendance Darwinienne de la population première. Ces descendants sont alors situés sur une surface d'évaluation entièrement nouvelle sur laquelle les premiers au classement général précédent peuvent devenir les derniers et réciproquement, ou plus généralement les occupants de positions élevées ou basses ne sont pas conservés du fait que la topographie même de la surface a été déformée. Ce bouleversement de la surface évaluative elle-même se reproduit au cours de l'évolution ultérieure chaque fois qu'un paramètre nouveau du milieu est exploité par les répliqueurs pour leur reproduction. Contrairement aux interprétations empiristes de Darwin qui font des seules variations du milieu le « moteur » de l'évolution, cette nouvelle exploitation peut résulter aussi bien d'une variation endogène des répliqueurs que d'une « perturbation » exogène provenant d'une variation du milieu ou enfin que de diverses conjonctions des deux.

C'est ainsi historiquement que le passage du milieu aquatique au milieu a pu résulter aussi bien d'une baisse progressive exogène du niveau d'un plan d'eau intérieur (ou même de simples variations saisonnières de celui-ci), que d'une exploration à moteur mutationnel endogène de plans d'eau de moins en moins profonds, que de combinaisons variées des transformations endo- et exogènes. L'effet sur la surface évaluative de cette évolution a été de réduire progressivement la valeur reproductive des paramètres des caractères aquatiques qui se sont ainsi retrouvés sur les flancs de collines ou même au fond de vallées axiologiques tout en situant de nouveaux caractères à diverses altitudes sur une nouvelle surface évaluative augmentée d'une nouvelle dimension, celle des paramètres des caractères amphibies puis terrestres. Une transformation de même nature a affecté les paramètres des caractères pré-Malthusiens qui se sont vus réévalués dans la nouvelle surface évaluative post-Malthusienne, cela, et pour la première fois, en fonction de leur valeur reproductive non plus intrinsèque et indépendante, mais concurrentielle et relative (à celle de leurs concurrents pour les ressources reproductives). À partir de ce seuil là c'est la concurrence qui devient le modulateur des fréquences différentielles des reproducteurs et non plus leur seule efficacité (re)productive pris isolément.

Cela a pour conséquence que des répliqueurs qui dans les conditions pré-Malthusiennes de non-concurrence sont capables de répliquer cessent de l'être, et cela exclusivement en raison de leur compétitivité insuffisante, et non de raisons algoristiques intrinsèques à la forme de leur schème de réplification lui-même.

À partir du seuil Malthusien la nature de la reproduction différentielle change ainsi radicalement pour devenir proprement Darwinienne. Dans les termes du classement à la performance que nous avons utilisé précédemment pour les répliqueurs cela signifie que les candidats concurrents à la reproduction cessent de participer à une compétition ouverte à tous sans conditions d'expertise et dont ils ne peuvent être éliminés que s'ils s'en retirent d'eux-mêmes. L'introduction de la concurrence reproductive a pour conséquence que certains anciens répliqueurs deviennent insuffisamment reproductifs et que certains nouveaux candidats ne le sont pas assez, pour engendrer des répliques dans les conditions actuelles de disponibilité des ressources dans le milieu combinatoire, cela alors qu'ils auraient été suffisamment reproductifs dans les conditions pré-Malthusiennes. La compétition générale reste ainsi ouverte à tous les candidats répliqueurs, mais elle est soumise à une épreuve de qualification présélective (égaler ou surpasser la performance minimale des minorants existants) qui est éliminatoire. Simultanément la compétition elle-même devient éliminatoire, la fréquence relative des répliqueurs insuffisamment compétitifs pouvant diminuer jusqu'à devenir nulle. La reproduction différentielle qui en résultera est alors de nature proprement Darwinienne parce qu'elle aura désormais été modulée et modelée (quant à ses fréquences relatives) par une première action d'une « sélection naturelle » au sens Darwinien contemporain en ce que le critère évaluatif de cette sélection est devenu celui de la concurrence pour les ressources reproductives.

#### **8.1.5.1 L'EFFET OUROBOROS RÉSULTANT DE L'INTRODUCTION DE L'INTERACTION CONCURRENTIELLE DANS LE FLUX DES RÉPLIQUEURS EST L'ACTE FONDATEUR DU CYBERNÉTIQUE.**

C'est l'apparition de cette concurrence qui opère la ré-organisation fondamentale de la structure algoristique du système interactif que forment dès lors l'ensemble des seuls répliqueurs concurrentiels de la combinatoire. Cette réorganisation fondatrice du flux réplificatif, que nous avons appelée précédemment l'effet Ouroboros, est le déterminant de l'émergence primordiale du cybernétique et de ses notions théoriques constitutives (telles que celle de fonction, d'adaptation, etc.).

Le premier ensemble de répliqueurs dont certains éléments ne peuvent pas être répliqués en raison de la limitation des ressources, parce qu'ils ne se sont pas révélés suffisamment stables (durables), rapides, économes, ou fidèles à leur original constitue comme nous l'avons noté précédemment la première « population » au sens technique Darwinien, parce que c'est un (sous-)ensemble formé exclusivement des répliqueurs (auto)sélectionnés par leur reproductivité concurrentielle. L'évolution ultérieure des répliqueurs

de la combinatoire résulte désormais exclusivement de celle de ces réplicateurs concurrentiels devenus de ce fait des « reproducteurs » Darwiniens. L'on peut ainsi faire coïncider (par convention théorique ou par définition) l'origine ou la racine de l'arborescence répliquative du vivant qui constitue l'évolution Darwinienne avec l'apparition de cette première population dont les fréquences relatives auront été modulées par la concurrence.

Pour rendre perceptible la nouvelle forme d'organisation cyclique que forme l'arborescence reproductrice de cette population, nous appliquerons terme à terme son cycle de variation et sélection sur la forme d'organisation d'un servomécanisme dit auto-optimalisateur ou axiograde ou encore gravisseur de gradient (*hill climber* v. titre 4.2 Le « servomécanisme auto-optimalisateur » est une machine cybernétique dont le schème de fonctionnement « axiograde » est isomorphe à ceux du tâtonnement par essais et erreurs et de la variation et sélection darwiniennes.)

C'est en effet la nature des composants fonctionnels ainsi que leur forme d'organisation cyclique dans le servomécanisme cybernétique contemporain qui permet de saisir et de caractériser la nature de la réorganisation algorithme que subit la périodicité répliquative.

À cet effet il faut souligner tout d'abord que tout servomécanisme, qu'il soit auto-optimalisateur ou régulateur comporte un ensemble de composants fonctionnels (les « boîtes noires »\*de la cybernétique.

\*[Les « boîtes noires » fondamentales de la cybernétique sont structurellement et processuellement noires, c'est-à-dire non transparentes parce que les structures et les processus qu'elles contiennent et qui réalisent les fonctions qu'elles désignent sont indéterminées ou non déterminées. Les machines cybernétiques sont en ce sens des machines du degré d'abstraction le plus élevé possible en ce que seule la décomposition fonctionnelle en est spécifiée, de telle sorte que la mise en œuvre en reste doublement multiréalisable, premièrement au niveau algorithme puis au niveau matériel.]

Cette suite de composants fonctionnels est refermée sur elle-même par le constructeur (pour former un « boucle de feedback ») en faisant réentrer l'effet de l'action de son dernier élément (l'effecteur) dans son univers d'activité, sur son premier élément (le détecteur) comme « objet d'observation » ou opérande. Le point d'arrivée de la série est ainsi replié en quelque sorte sur son point de départ. Cette forme de couplage réentrant (rétro-actif en ce qu'il fait rétroagir ou agir en retour l'action du dernier élément de la suite sur le premier) de ses composants a pour conséquence et pour but de leur rendre commun cet univers d'activité (activité qui comprend l'action d'« intervention » transformationnelle de l'effecteur et l'action d'« observation » sensorielle du détecteur). Ces deux composants « plongent dans le même univers » et sont ainsi couplés à travers celui-ci (ce qui referme la suite sur elle-même pour former la « boucle sensori-motrice » caractéristique des machines cybernétiques).

Leur exemple devenu paradigmatique, le thermostat régulateur, comporte ainsi un détecteur de la température présente de cet univers (originellement une barre de cuivre dont la dilatation et la contraction sont proportionnelles à l'augmentation et à la diminution de la température). Le signal de sortie de ce détecteur est comparé à une valeur cible par un évaluateur (ou comparateur) dont le signal de sortie est une différence (par excès ou par défaut) entre la valeur actuelle de la température du « milieu » et celle d'une valeur cible (la *Sollwert* inscrite dans ce composant qui est donc à la fois comparateur et évaluateur). La nature ou l'orientation (positive indiquant un excès de chaleur, négative indiquant un défaut) de cette différence axiologique est utilisée dans le composant suivant, le sélecteur, pour déterminer celle de l'action à exécuter dans l'univers d'activité par le composant effecteur (augmenter ou réduire le tirage d'un foyer par exemple). Dans ce cas qui est celui du servomécanisme régulateur, on voit que l'action régulatrice à effectuer est prédéterminée par le constructeur, d'une part par la valeur de la *Sollwert* qu'il fixe en la « précâblant » (ou l'« enstructurant ») dans le mécanisme, d'autre part par l'action qu'il assigne à la différence entre cette valeur cible et la valeur actuelle en câblant cette association « stimulus-réponse » dans la « table des moyens et des buts » du sélecteur. On voit que tant la nature de la cible ou but que celle du moyen pour l'atteindre sont connus et prédéterminés dans ce type de servomécanisme. Le « tâtonnement » du régulateur est ainsi d'emblée dirigé dans la bonne direction, ce qui n'est pas prédéterminé n'est que le réglage de son intensité, forme de tâtonnement fortement dirigé par « approximation itérative » qui est celui d'une « boucle de transfert conditionnel du contrôle » (qui consiste répéter l'action jusqu'à ce que la différence soit égale à zéro).

Par contraste dans le tâtonnement du servomécanisme auto-optimalisateur, dont l'exemple paradigmatique (v. ce même titre 4.2 ci-dessus) est le grimpeur et son altimètre, ni la valeur du but ni la nature du moyen ne sont connus et précâblés. Le grimpeur sur sa surface ne sait ni où se trouve le sommet qu'il doit atteindre, ni dans quelle direction sera la prochaine action qui aura pour effet de l'en rapprocher et qu'il aura ainsi à exécuter. Il ne sait qu'effectuer l'un des essais tirés d'un ensemble de déplacements unitaires immédiats « préprogrammés » autour de sa position actuelle, et que sélectionner positivement et après coup celui qui a eu pour effet d'augmenter son altitude. C'est ainsi l'effet majorateur ou minorateur de l'altitude qu'engendre la dernière action effectuée qui détermine après coup sa sélection ou son rejet.

L'on peut faire correspondre ces différents composants fonctionnels de la boucle de feedback de ce dernier servomécanisme (y compris cette structure cyclique elle-même) divers aspects diachroniques du le nouveau système répliatif qu'engendre la modulation des fréquences reproductives par la concurrence.

#### **8.1.5.2 LA MODULATION DES FRÉQUENCES REPRODUCTIVES PAR COMPÉTITION ITÉRATIVE ENTRE RÉPLICATEURS REMPLIT SIMULTANÉMENT LES FONCTIONS DES DIFFÉRENTS ORGANES DU SERVOMÉCANISME AUTOÉQUILIBRATEUR.**

L'augmentation et la diminution de ces fréquences dans la génération qui résulte de la concurrence entre répliateurs est proportionnelle à leur reproductivité, elle remplit ainsi la fonction de détecteur correspondant à ce que font les dilatations et contractions différentielles des éléments anéroïdes\* dans l'altimètre du grimpeur.

\*[« Anéroïde pour anaéroïde; de an- (- 2. A-), et grec aéroïdes «aérien». » Le baromètre dit anéroïde est un: « baromètre composé essentiellement d'une boîte métallique où l'on a fait le vide [d'air]<sub>gc</sub> »]

Les variations de la dimension « objective » « physique » des répliateurs que constitue leur fréquence absolue sont ainsi les équivalents de celles des senseurs de leurs homologues mécaniques.

En élargissant le cadre analytique de cet exemple on peut observer que si la pression est le paramètre du milieu physique qui est détecté et utilisé par le grimpeur pour son auto-optimisation, ce choix détermine non seulement les caractères de la niche écologique dans laquelle il agit mais aussi son degré d'adéquation à réalisation de son but. La température et l'humidité, par exemple, décroissent avec l'altitude tout comme la pression atmosphérique. Ces paramètres auraient ainsi pu être choisis pour guider le tâtonnement du grimpeur le plaçant ainsi dans des univers d'activité ou niches écologiques alternatifs. Toutefois leur variation est affectée par d'autres facteurs que l'altitude ce qui a pour conséquence que la température ou l'humidité peuvent ainsi fluctuer statistiquement par défaut ou par excès pour une altitude déterminée. C'est ce qui rend leur guidage moins efficace (plus aléatoire et donc moins économique) que celui qu'offre la variation de la pression (qui elle-même n'est pas à l'abri des fluctuations météorologiques). On aperçoit dans ce cadre élargi que l'efficacité (différentielle) du grimpeur résulte à la fois de l'adéquation du paramètre qu'il exploite et de sa compétence physique. Le temps qu'il met à atteindre le sommet par exemple, détecte ainsi ces deux composants intérieur et extérieur respectivement, l'un appartenant à l'agent l'autre au milieu, c'est-à-dire à la niche économique dans lequel il agit. Pour un même grimpeur sa performance pourra varier selon le paramètre qu'il utilise, et pour un même paramètre utilisé la performance des grimpeurs pourra varier selon leur degré d'expertise.

On peut dès lors apercevoir de manière homologue que les variations de la fréquence relative d'un répliateur, qui sont proportionnelles à celles de sa productivité, détectent ces mêmes facteurs, l'un extérieur: l'adéquation (disponibilité, combinabilité, stabilité, etc.) de certaines configurations d'éléments de la combinatoire chimique à être exploités comme ressources répliatives par certains répliateurs, l'autre intérieur: l'efficacité répliatrice de ces derniers sur ces éléments. Il s'ensuit que si, par exemple, l'un ou l'autre de ces facteurs varie, la reproductivité pourra en être modifiée. Ce n'est alors que lorsque la fréquence des répliateurs est modulée par des variations qualitatives ou quantitatives des ressources, qu'apparaît la propriété d'« adaptation » (au sens Darwinien) de ces répliateurs à leur « milieu ». Est ainsi adaptatif en ce sens tout caractère du répliateur qui favorise sa reproductivité. Il s'agit ainsi donc d'une adaptation directe pratique à la reproduction, qui passe indirectement par une adaptation empirique au milieu. Le moteur de l'adaptation Darwinienne n'est pas empiriste en ce que son critère de sélection n'est pas empirique mais pratique. Le moteur fondamental de l'évolution Darwinienne est ainsi endogène: la variation et la compétition sélective entre variantes se poursuivent indépendamment des variations du milieu de telle sorte que l'évolution génique se poursuit en l'absence même de celles-ci. Il s'ensuit qu'une forme phénotypique aura pu rester invariante au cours du temps alors que son substrat génotypique a été progressivement modifié. Les fourmis ou les ammonites d'aujourd'hui n'ont ainsi peut-être plus le même génotype que leurs ancêtres fossiles.

Relevons enfin que cette notion de l'adaptation ne distingue ainsi pas entre les variations exogènes des ressources provenant de variations physicochimiques (géologiques ou climatiques) des paramètres exploités, et les variations endogènes provenant de l'exploitation par les répliateurs de nouveaux paramètres de l'environnement sans variation de celui-ci (dont la sortie ultérieure du milieu aquatique pour coloniser le milieu terrestre sera un exemple).

#### **8.1.5.3 LA FRÉQUENCE ABSOLUE DE CHAQUE POPULATION DE RÉPLICATEURS CONSTITUE LE SIGNIFIANT ET L'ORGANE MATÉRIELS DU SENSEUR.**

Les représentations des différentes fréquences des différentes sous-populations de répliqueurs qui forment la population d'ensemble forment un nuage de points représentatifs répartis sur diverses niches ou sites répliatifs de la surface évaluative. La fréquence relative de la population d'un type de répliqueur particulier peut alors y être représentée par une saturation de gris, décroissant avec la fréquence vers le blanc transparent (qui fait ainsi disparaître ce type de répliqueur de fréquence relative nulle de l'évolution ultérieure). L'effet le plus évident de la première mise en concurrence entre eux est d'augmenter la reproductivité moyenne des membres de la population « évolutionnairement survivante » de telle sorte que le niveau (l'altitude) du plan de clivage médian\*statistique du nuage que forme la population répartie sur l'ensemble de la topographie de la surface évaluative s'élève. Le plan au-dessus duquel il y a autant de répliqueurs qu'en dessous, s'est élevé sur le flanc de sa colline, cela exprime le fait que le grimpeur qui s'y trouve a choisi parmi les déplacements possibles celui (l'un de ceux) qui a augmenté son altitude.

\*[Nombre de part et d'autre duquel se répartissent également les valeurs d'un caractère quantitatif étudié sur une population donnée. (Ne pas confondre avec médiale, moyenne). La médiane est la valeur centrale du caractère si la population est impaire; c'est un nombre choisi entre les deux valeurs les plus centrales, si elle est paire.]

Le second effet de cette concurrence reproductive parmi cette population à moyenne plus élevée, est comme nous l'avons observé précédemment, d'y « enrichir les riches », cela en augmentant la fréquence relative des reproducteurs déjà nombreux, ce qui a pour effet qu'ils utiliseront une plus grande fraction des ressources disponibles et cela au détriment des « pauvres », les reproducteurs déjà peu nombreux qui y seront réduits à la portion (fraction) congrue, part qui pour certains des moins reproductifs sera insuffisante (en temps ou en quantité) pour leur permettre d'achever leur processus de répliation. Cela a ainsi simultanément pour effet de diminuer la fréquence relative des moins nombreux de telle sorte que « les pauvres s'appauvrissent ». Sur le paysage évaluatif les images des points représentatifs des plus reproductifs deviennent ainsi plus foncées tandis que celles des moins reproductifs pâlisent, et cela avec l'itération du tournoi reproductif, jusqu'à leur évanouissement possible du paysage évolutif. La concurrence reproductrice exerce ainsi simultanément un effet amplificateur du contraste entre les répliqueurs. Elle sépare plus distinctement les taux reproductifs détectés par le senseur, ce qui correspondrait sur l'échelle de l'altimètre du grimpeur à en rendre plus nettes les graduations. En outre, les plus riches sont poussés vers les sommets locaux de la surface évaluative, tandis que les plus pauvres en sont progressivement éliminés de telle sorte que le plus riche tend à monopoliser les ressources

La fonction du senseur du servomécanisme auto-optimalisateur est réalisée à la fois matériellement, fonctionnellement et formellement par les fréquences absolues des diverses populations de répliqueurs. Ces fréquences sont en effet de nature à la fois empirique et constatatives, elles détectent « ce qui est » et constituent l'homologue fonctionnel de la dilatation des disques de l'anémomètre du grimpeur ou de la barre de métal du thermomètre du thermostat qui sont utilisés comme détecteurs et comme mesurants de la pression ou de la température « objectives » du milieu qui constitue leur univers d'activité. Ce sont ces fréquences absolues des populations qui constituent les signifiants et l'« organe » matériels du détecteur du servomécanisme auto-optimalisateur Darwinien. Ces fréquences sont en effet proportionnelles à l'empreinte écologique des différentes populations que constitue leur consommation des ressources répliatives. Cette empreinte ou emprise est ce qui manifeste leur présence physique et proto-organique effective dans le milieu, sa mesure détecte ainsi l'état actuel de cette présence répliative.

#### **8.1.5.3.1 LA MODULATION DES FRÉQUENCES RELATIVES DES POPULATIONS RÉPLIATIVES RÉALISE LE COMPAREUR-ÉVALUATEUR ET SON FONCTIONNEMENT.**

La concurrence entre les répliqueurs a pour effet de moduler les fréquences absolues de la configuration d'ensemble de populations pour former une configuration de fréquences nouvelle, qui constitue son état évolutif suivant, celui de la prochaine « génération ».

On aperçoit ici au passage que la notion et la définition tant phylogénétiques que sociogénétiques de génération sont relatives à l'échelle de temps à laquelle l'observateur effectue ses observations. Il suffit, à l'extrême inférieur des valeurs de l'unité de temps choisie, qu'un seul répliqueur individuel appartenant à la population d'ensemble ait achevé une répliation unique pour que l'horloge des générations ait avancé d'un degré, du fait que l'état fréquentiel de cette configuration aura changé

La concurrence réalise ainsi une comparaison entre les taux de reproductivité des concurrents, dont les nouvelles fréquences relatives qui en résultent sont proportionnelles à cette productivité relative des populations en concours. La position d'une d'entre elles dans cette configuration de fréquences la situe par rapport à chacune des autres populations. Cette situation constitue une évaluation de sa productivité relative. Une productivité plus élevée étant lue (et de ce fait évaluée) comme supérieure (majorante) en valeur. On

peut apercevoir ici qu'il n'est pas nécessaire pour l'évaluateur (d'un système gouverné par les valeurs) que ses valeurs soient sériées pour former une « échelle de valeurs » explicite. Il suffira en effet dans un tel système que chaque valeur actuelle puisse être située (en supérieur ou inférieur) par rapport à son état précédent pour que son auteur répliatif puisse être sélectionné (renforcé) positivement ou négativement par l'organe ou module ou boîte noire lecteur de cette évaluation qu'est le sélecteur. Or ce sont les déplacements des points représentatifs des différentes populations sur les reliefs de la topographie de la surface évaluative qu'engendre la concurrence qui à la fois instituent et mettent à jour les évaluations de celles-ci. Les altitudes respectives de ces points constituent les représentations simultanées et en quelque sorte parallèles de leurs valeurs individuelles et les situent à la fois absolument et chacun par rapport à tous les autres. Leur classement par altitudes comparatives reste implicite en ce qu'il n'est pas exprimé sous une forme séquentielle par leur sériation sur une échelle commune, ce sont ainsi pour chaque type de populations ses interactions concurrentielles effectives qui engendrent son classement effectif de manière processuelle ou praxique, et non représentative.

#### **8.1.5.3.2 LA SÉLECTION DE L'ACTION MAJORATRICE EST RÉALISÉE PAR CELLE DU RÉPLICATEUR QUI LUI EST PROPRE, DE TELLE SORTE QUE LA POURSUITE DE L'ACTIVITÉ MÊME DE CELUI-CI RÉALISE LA FONCTION DE L'EFFECTEUR.**

La même modulation des fréquences absolues des sous-populations qui résulte de leur concurrence reproductive a pour effet simultané de moduler la composition des agents de la reproduction qui constituent ces populations. Leurs actions spécifiques (qui sont les schèmes de réplication qui leurs sont propres) sont ainsi sélectionnées par le biais de la sélection de leurs agents. Ce sera ainsi la simple continuation de l'action répliative de ces derniers qui réalisera l'effecteur du système dont le résultat est alors une nouvelle modulation des fréquences absolues de leurs diverses populations. Cette modulation forme enfin le nouvel objet dont l'état est à nouveau détecté par le senseur. C'est par cette détection par le senseur initial de l'effet de l'action précédente que la suite jusqu'ici linéaire des opérations est rendue réentrante à travers son effet sur le milieu que constitue cette nouvelle configuration des fréquences absolues des populations. Cette fermeture ou retournement du processus sur lui-même forme une nouvelle entité processuelle, la boucle à la fois sensori-motrice (productrice de [proto]phénotypes) et sémio-opératrice (productrice de [proto]génotypes) de l'équilibration phylogénétique. C'est cette émergence qui constitue l'« effet Ouroboros » du titre 8151 ci-dessus (« L'effet Ouroboros de l'introduction de l'interaction concurrentielle dans le flux des répliateurs est l'acte fondateur du cybernétique. »). Avant l'émergence de la concurrence le processus de la réplication reste ouvert ou linéaire du fait que ses effets sur le milieu ne sont pas (encore) détectés, et ne sont donc *a fortiori* pas utilisés pour déterminer le choix de la prochaine action: le processus de tâtonnement majorant de l'équilibration n'est ainsi pas encore amorcé, la multiplication des répliateurs procède de manière potentiellement exponentielle, sans modulation par la limitation des ressources présentes et donc sans sélection pour la majoration de la reproductivité.

Notons au passage que l'on aperçoit distinctement ici, à cette étape protobiotique précellulaire où le génotype nu est tout le phénotype, que le génotype fait partie du phénotype, ce que l'on exprime parfois en parlant de « phénogénotype » pour désigner l'armature chromosomique d'une cellule par exemple. Les répliateurs protogéniques « nus » sont ainsi à la fois des « messages » génétiques passifs et des « agents » organismiques actifs.

La sélection exerce un double effet de renforcement, celui d'augmenter la fréquence relative des sous-populations sélectionnées positivement, c'est-à-dire d'augmenter la production. Cet effet a pour conséquence d'augmenter la fraction des ressources totales à laquelle ces sélectionnés ont accès, offrant à leur prochaine génération l'opportunité de former une fraction encore plus grande de la population d'ensemble. Ce double renforcement, de la production et de la productivité se fait au détriment de l'accès des sous-populations sélectionnées négativement aux ressources communes, de telle sorte que celles-ci sont ainsi doublement renforcées négativement de manière corrélative. Ainsi tout comme la libre concurrence « sauvage » tend spontanément à former des monopoles (ou des oligopoles formés sur des ententes quant à la formation d'un prix commun) lorsqu'elle n'est pas régulée et en quelque sorte domestiquée juridiquement, les gagnants du tournoi répliatif ont une tendance intrinsèque à monopoliser la totalité du marché reproductif en éliminant progressivement leurs concurrents directs.

À partir du seuil évolutif Malthusien les variantes nouvelles sont ainsi engendrées exclusivement à partir de répliateurs existants et portant eux-mêmes des secrets de fabrication majorant leur productivité, de telle sorte que leur accumulation dans une même filière est favorisée. Les ressources reproductives ne sont ainsi plus partagées avec des répliateurs naissants et peu productifs, mais concentrées sur les plus productifs. Un sous-ensemble d'entreprises reproductives monopolise ainsi la totalité du flux des matières

premières et de l'énergie à travers l'appareil de production empêchant la naissance même de concurrents moins efficaces initialement. Dans une même filière le partage des secrets de fabrication reproductifs des variantes devient potentiellement une stratégie évolutionnairement stable, du fait que chaque participant peut potentiellement recevoir la prestation majoratrice de tous les autres en échange de sa seule prestation propre. On trouve ainsi aujourd'hui partout, et sans doute dès l'amorce de l'évolution Darwinienne, des modes de recombinaison inter-filières des messages géniques indépendants de la reproduction sexuée.

### **8.1.5.3.3 L'EFFET DE COMPLÉTION ENGENDRE LES PROPRIÉTÉS NOUVELLES DE « SERVOMÉCANISME ÉQUILIBRATEUR » DU COUPLE VARIATION SÉLECTION ET INDUIT EN RETOUR LES FONCTIONS PROPREMENT CYBERNÉTIQUES NOUVELLES DE SES COMPOSANTS.**

Cette contrainte nouvelle du processus de production de variations nouvelles à leur engendrement exclusivement à partir des variations déjà productives existantes (par la redifférenciation interne de structures existantes ou par la recombinaison externe (partielle ou totale) de celles-ci entre elles, a pour premier effet d'engendrer ainsi du nouveau en imposant une forme d'organisation nouvelle de composants connus. Ce mode de composition du nouveau à partir de reconfiguration de l'existant a pour conséquence que l'« évolution procède par changement de fonction de structures existantes ». Or c'est l'évolution de cette contrainte qui consiste à faire réentrer le produit du processus de variation à titre « matière première » ou input de celui-ci qui engendre la boucle proprement cybernétique (d'auto-pilotage) du servomécanisme auto-optimalisateur. En refermant sur lui-même le couple ordonné variation-sélection jusque-là ouvert ou séquentiel pour en faire une boucle dans laquelle le produit de la sélection devient la matière première à partir de laquelle opère la variation sur lui-même cette contrainte induit un fonctionnement nouveau de l'ensemble qui est celui de son gouvernement par la valeur de majoration de la reproductivité et qui constitue le premier système cybernétique (pilote par la valeur).

Ce changement de forme d'organisation engendre un « effet de complétion » qui est homologue à celui de l'« émergence brusque de la fonction » qui se produit lorsque constructeur d'un artefact tel que (qu'une horloge par exemple) en monte la dernière pièce. La nouvelle « totalité » que forme le montage devient « instantanément » douée d'une nouvelle « fonction chronométrique » que l'ensemble des pièces prises isolément (dans un « kit prêt-à-monter » par exemple) ne possédaient pas. Il est à noter à ce propos que la forme d'organisation de l'horloge n'est qu'une des configurations de montages mécaniques possibles pour cet ensemble de pièces, elle n'est nullement préfigurée dans leur collection, ni même dans leur choix, cela du fait que toute structure isolée et *a fortiori* tout ensemble de telles structures est intrinsèquement plurifonctionnel. Cette « émergence » d'un mode de fonctionnement nouveau du tout n'a rien de « non-additif ». Les « propriétés émergentes » du tout ne sont pas « égales à la somme de celles de ses parties prises isolément », cela parce qu'elles sont égales à la composition de ces propriétés selon une forme d'organisation qu'elles ne « contiennent » pas isolément auparavant. Les « propriétés émergentes » nouvelles du tout sont ainsi égales à la somme de celles des parties « prises non-isolément » selon forme d'organisation spécifique que leur ajoute leur montage. L'effet Gestalt de l'émergence de la cybernétique du vivant n'a ainsi rien de méta-physique ou de méta-rationnel. Ce type d'effet se produit aujourd'hui quotidiennement dans les chaînes de production à l'achèvement du montage tout dispositif fonctionnel. Le nouveau type de fonctionnement du tout émergent que forme le couple variation-sélection lorsqu'il devient réentrant induit en retour de nouvelles fonctions sur ses composants en ce qu'ils qui deviennent ainsi « rétroactivement » des organes ou boîtes noires fonctionnelles du nouveau servomécanisme auto-optimalisateur. Il faut souligner ici que si le modèle intuitif du grimpeur guidé par son altimètre est séquentiel en ce que celui-ci ne tire au hasard et n'explore ainsi qu'une seule des possibilités de mouvement (variation) à la fois, celui que réalise la population des répliqueurs est parallèle en ce qu'il tire au hasard un ensemble de variations (celles des répliqueurs produits par la reproduction non fidèle de leur original). En outre, comme nous l'avons noté précédemment sa réalisation est intrinsèquement plurifonctionnelle en ce que ce sont divers aspect des mêmes paramètres matériels qui remplissent simultanément ou en des temps successifs les fonctions des organes de ce que nous dénommerons le « servomécanisme auto-équilibrateur » de l'évolution Darwinienne.

\*[N.B.: Le thermostat de la couveuse d'un alchimiste était formé d'une barre de cuivre dont la dilatation et la contraction actionnaient le volet de tirage du foyer. Ce dispositif est à la fois le prototype du régulateur de la première cybernétique et de la plurifonctionnalité de la réalisation de ses composants ou organes mécanique. Dans cet artefact à la fois simplifié et d'une élégante économie de moyens, la dilatation et la contraction du cuivre est plurifonctionnelle en ce que divers aspects de ce même mouvement physique réalisent les quatre fonctions constitutives des « organes mécaniques » du régulateur. Tout d'abord la longueur de la barre qui varie avec la température actuelle remplit la fonction du détecteur ou senseur de la

valeur actuelle de la température à réguler. Simultanément, l'écart entre l'extrémité de la barre et la taille de la dilatation cible (écart qui peut être réglé par modification de la longueur du poussoir du volet de tirage) du régulateur évalue la différence actuelle en la comparant entre ce qui est (la température détectée) et ce qui doit être (sa valeur cible ou *Sollwert*). Le signe ou sens de l'écart ou de la différence (par défaut ou par excès), sélectionne l'action à effectuer c'est-à-dire le sens du coulisage du volet, et cet écart même réalise l'action de l'effecteur. La dilatation de la barre pousse ainsi le volet sur l'orifice de tirage masquant l'arrivée d'air et réduisant le chauffage, sa contraction la démasquant et l'augmentant. Ce sont de la sorte les divers aspects du même phénomène de dilatation-contraction qui remplissent simultanément les diverses fonctions de détection de la température (senseur), de comparaison et d'évaluation de la différence entre la valeur actuelle et la valeur cible (comparateur-évaluateur), de sélection d'une action réduisant cette différence ou augmentant la ressemblance entre la valeur actuelle et la valeur cible (majoration ou déjéoration) (sélecteur), et d'exécution de l'action sélectionnée (effecteur). La dilatation-contraction « absolue » de la barre mesure la valeur du paramètre du milieu, sa mesure ou dimension relative par rapport à la dimension cible évalue la différence de valeur entre ces deux dimensions. On peut observer ici que l'échelle de température qui pourrait être placée derrière cette barre de métal pour en faire explicitement un thermomètre est une échelle constative: elle exprime la mesure d'un paramètre physique (ce qui est: *das Sein*). Mais la fixation « arbitraire » (par rapport à l'état ou l'évolution du milieu) d'une température cible (ce qui doit être: *das Sollen*) sur cette graduation y superpose une seconde échelle « invisible » qui est de nature non pas constative mais axiologique c'est-à-dire normative. En effet, les graduations de part et d'autre de cette valeur cible expriment des valeurs minorantes par rapport à la valeur cible, qui définit l'optimum axiologique local et actuel ainsi que deux échelles de valeurs décroissante de part et d'autre de celui-ci. L'aspect normatif de la valeur est rendu explicite dans tout système gouverné par les valeurs par le fait que les valeurs cibles correspondent à ce qui doit être ainsi qu'aux actions qui doivent être exécutées pour l'atteindre (en majorant ou déminorant l'état actuel). Enfin la dilatation contraction de la barre transformée dans le bon sens par le placement du volet de manière à ce que la dilatation lui fasse masquer l'orifice du tirage.]

L'ensemble des répliqueurs existants forme une population devenue Darwinienne depuis cette étape. Leur activité à la fois parallèle et incessante consiste en la captation (constituant une proto-alimentation par rencontres aléatoires de composant dont le moteur du mouvement est la diffusion) de l'énergie et des matières premières disponibles dans le milieu primordial pour leur utilisation à la production de répliques. Les modifications des (géo)types des différents types de répliqueurs au cours de leur existence et de leurs rencontres avec les composants de leur milieu (ce qui comprend les autres répliqueurs) ainsi que les erreurs de copie au cours du processus de réplication réalisent le générateur d'essais de l'équilibreur. L'aspect différentiel de cette reproduction (dont la quantité est proportionnelle à la fréquence relative du (géo)type particulier du répliqueur dans la population) réalise simultanément l'évaluation et la sélection des différents types de répliqueurs. L'aspect reproductif de cette activité réalise l'effecteur de l'équilibreur Darwinien. Les fréquences relatives des types de répliques tant fidèles que variantes (mutantes) résultants de cette reproduction différentielle réalisent la détection de l'effet de cette reproduction sélective. C'est cet ensemble de types de répliques à types et à fréquences relatives modifiées par leur interaction compétitive qui forme la prochaine population qui forme le nouvel objet (argument, input) du cycle de la variation et de la sélection majoratrice de l'équilibration.

#### **8.1.5.3.4 LE CYCLE DARWINIEN PRIMORDIAL EST D'EMBLÉE À LA FOIS EXO- ET ENDOMAJORANT.**

À cette étape initiale où les répliqueurs n'ont pas élaboré d'organismes (tels que les cellules dont la différenciation introduira la distinction entre le phénotype cellulaire et son génotype protosomique) ils sont en quelque sorte leurs propres organismes: leur génotype est ainsi leur phénotype, ou encore le phénogénotype est le phénotype. Du fait que les variations affectent indifféremment les produits de la réplication que le processus de copie lui-même la réplication est semblable à une usine automatique qui non seulement majorerait la productivité de son procédé de production (c'est l'exo-majoration, celle de l'alpiniste qui augmente son altitude dans son univers d'activité extérieur) mais aussi varierait et sélectionnerait ses propres procédés de production eux-mêmes (c'est l'endo-majoration, qui serait celle de l'alpiniste qui améliorerait son procédé même de tâtonnement vers le sommet.\*)

\*[Un exemple classique (*best first*) d'une modification qui rendrait le procédé plus rapide serait d'essayer toutes les directions de déplacement, puis de choisir celle qui produit la plus grande augmentation d'altitude. Cette méthode pourrait être améliorée à son tour en poursuivant le déplacement dans cette direction aussi longtemps qu'il augmente l'altitude, puis d'essayer et de choisir la direction à angle droit de la précédente qui augmente l'altitude. Enfin les améliorations qu'apporte une connaissance de la topographie générale orientent la majoration vers le tâtonnement (pré)dirigé.]

Tout en majorant sa productivité (exo-majoration) le système majore son procédé de majoration même (endo-majoration). Comme nous l'avons défini plus haut ( au titre 4.4 : « De l'allo-majoration restreinte des servomécanismes auto-optimalisateurs, aux servomécanismes auto-équilibrateurs de l'équilibration Piagétienne, à la fois allo- et endomajorants ou du gain de la partie isolée au gain du tournoi. »), ce n'est exclusivement que lorsqu'un servomécanisme auto-optimalisateur réalise ces deux types de majoration qu'il constitue un système d'équilibration majorante au sens de Piaget. Il s'ensuit que les « *Genetic Systems* » ou « *Classifier Systems* » de Holland et leurs descendants contemporains ne constituent pas des systèmes d'équilibration, malgré leur nom ils ne sont pas équivalents aux systèmes génétiques Darwiniens, pas plus que ne le sont les réseaux connexionnistes (qui ne majorent pas leur processus de *backward propagation* lui-même). En revanche en 1935 déjà ( v. supra titre 6 « Les voies phylogénétiques de l'endo-majoration. ») C. J. Darlington allait considérablement plus loin du point de vue conceptuel. Le titre de son ouvrage « *The Evolution of Genetic Systems* » indiquait d'emblée et explicitement que c'était tout autant que le phénotype de l'espèce que son génotype et le système génétique (mode de la réalisation génique spécifique à l'espèce du cycle variation-sélection)) pour lequel il code qui était soumis à la sélection naturelle. Il présentait déjà, par exemple, l'apparition évolutive de la recombinaison inter-chromosomique Mendélienne comme une forme de majoration du procédé de production de variations. En effet, toutes les formes de recombinaison permettent de former des variations nouvelles à partir de configurations nouvelles de structures existantes dont chacune d'une part n'a pas à être reconstruite à partir de zéro (ce qui apporte une économie de ressources combinatoires), et d'autre part a déjà été fonctionnelle en tant que tout (ce qui apporte une économie de ressources sélectives). Récursivement la recombinaison en descendant au niveau intra-chromosomes par crossing-over entre chromosomes d'un même couple (dans un organisme diploïde) permet de faire descendre la reconfiguration jusqu'aux niveaux inférieurs (et cela jusqu'au niveau macromoléculaire) entre les composants des tous précédents. En sens inverse, de la mutation ponctuelle jusqu'à la macro-mutation chromosomique, ces procédés de variation par recombinaison de composants de tailles croissantes engendrent des variations d'empan et de niveau hiérarchique fonctionnel croissants. Cela ouvre la possibilité de formes de saltationnisme sans bien entendu, en faire le moteur principal de l'évolution étant donnée la très faible probabilité de la formation au hasard de « monstres heureux » préadaptés. Parallèlement la différenciation de multiples mécanismes de détection des erreurs de réplication et de d'auto-réparation contemporains a pour effet de prendre le contrôle du taux de variation. Dans la perspective de l'équilibration, Darwin en intitulant son ouvrage l'« Origine des espèces » mettait l'accent sur l'exo-majoration des organismes des espèces, tandis que Darlington le place sur l'endo-majoration des systèmes génétiques de ces dernières. Ces deux formes de majoration peuvent être dites définitoires pour l'équilibration, car constituantes de sa définition même. Sans doute l'endo-majoration n'est-elle évaluable que par le biais de ses effets sur une exo-majoration dans un univers d'activité. Il n'y a ainsi pas d'endo-majoration sans exo-majoration, alors que la réciproque est fautive: il existe de nombreux systèmes d'exo-majoration non auto-référents et donc dépourvus d'endo-majoration.

La fermeture du cycle rend l'évolution doublement irréversible à partir de cette étape. En effet, si auparavant les variations pouvaient divaguer en quelque sorte librement dans l'ensemble de l'espace combinatoire, dès cet instant bien que toutes les variations restent possibles de droit certaines d'entre elles ne peuvent plus s'actualiser en tant qu'objets permanents de l'évolution en raison de la sélection négative qui s'exerce à leur égard. Ainsi pour rétro-muter, par exemple, un cétacé en le petit mammifère quadrupède terrestre ressemblant à un chien le *Pakicetus* dont il descend, il faudrait engendrer l'exacte inverse de la (longue) suite des variations qui ont produit cette évolution au cours des derniers cinquante millions d'années. Or cette suite reste possible de droit mais peu probable de fait, en raison de ce plus une suite d'événements aléatoires est longue plus son improbabilité augmente. Mais pour qu'une telle suite possible s'actualise dans l'évolution il faudrait les variations inverses dont elle est composée (qui sont les inverses de variations majorantes) soient toutes systématiquement sélectionnées à la place de toutes autres variations majorantes par l'équilibration Darwinienne, inversant ainsi son mode d'évaluation et de sélection qui cesserait d'être Darwinienne, son grimpeur devenant un descendeur (utilisant par exemple la *method of steepest descent*). Le déroulement de corde de l'alpiniste proprement Darwinien est en quelque sorte contrôlée par une manière de dispositif à cliquet\*qui lui interdit la redescente après toute ascension.

\*[« Taquet mobile autour d'un axe, et servant à empêcher une roue dentée de tourner dans le sens contraire à son mouvement » (Robert)]

Il ne s'agit donc pas d'une simple irréversibilité statistique physique homologue à celle de l'entropie et liée à un gradient énergétique relevant de la thermodynamique, mais d'une irréversibilité cybernétique supplémentaire résultant d'une procédure effective (un processus signalétique de nature logicielle) qui dépend non pas de l'existence d'un gradient (physique) énergétique mais de celle d'un gradient (calculatoire) de reproductivité mécanique abstraite. Il s'ensuit que lorsqu'un système génétique s'engage dans ce qui constituera se révélera être une impasse évolutive: sur une crête qui mène à un haut-plateau reproductif par

exemple, il ne sera pas capable de reculer pour en sortir, car cela une suite de variations péjorantes redescendant la pente du haut-plateau vers le pied initial de la crête. En revanche si les conditions du milieu déterminant une nouvelle hypersurface reproductrice, les cétaqués pourraient redevenir progressivement amphibiens puis terrestres, mais cela par un ensemble de suites de variations majorantes possibles qui ne contiendraient pas nécessairement les inverses de celles qui les ont engendrés. L'évolution est ainsi renversible\*mais elle n'est pas réversible.

\*[Lorsque, par exemple, l'on retransvase un liquide vers son contenant d'origine, le transvasement initial est inversé ou renversé, mais les molécules du liquide ne reprennent pas nécessairement leur configuration d'origine. Le transvasement est une action renversible ou inversable mais n'est pas une opération inverse réversible.]

Il s'ensuit que l'équilibrateur Darwinien ne peut pas plus quitter un sommet local une fois atteint. Toute variation péjorative forme ainsi une perturbation de l'équilibre actuel qui est compensée par sa sélection négative. Ce phénomène constitue ce que l'on a appelé l'« homéostasie génétique » ou la « sélection conservatrice ». Il en découle que tout répliqueur original est constamment soumis à la concurrence avec ses variantes nouvelles, de telle sorte que son invariance diachronique qui en fait un « objet permanent évolutionnaire » ou un « objet évolutionnairement stable » (tout comme les stratégies du même nom) est le résultat d'un flux continu de victoires contre ses concurrents. Les objets évolutionnairement permanents sont ainsi des systèmes ouverts en ce que non seulement leur signifiant matériel est constamment remplacé par celui de leur réplique mais leur signifiant formel ou « message » l'est aussi du même coup, ce sont ainsi des « objets homéosiques\* » en ce qu'ils sont les valeurs cibles d'une homéostasie évolutionnaire.

\*[Au sens cybernétique originel, celui de l'homéostat d'Ashby (homoeostasis: de homéo-, et stasis «position». » (Robert)), et non celui des gènes organisateurs la génétique contemporaine. ]

#### **8.1.5.3.5 LA NATURE À LA FOIS PLURIFONCTIONNELLE DES MODULES DE CETTE BOUCLE, ET CELLE DIACHRONIQUE DE SA RÉALISATION DIACHRONIQUE (PLURI-GÉNÉRATIONNELLE) FAIT DE CELLE-CI UNE « FIGURE CACHÉE » CONCEPTUELLE DANS UNE MACHINE SANS COMPOSANTS DISTINCTS PRIS ISOLÉMENT .**

Les répliqueurs formant une population se reproduisent tous en même temps, mais pas nécessairement simultanément de manière synchronisée. En effet, d'une part dans une sous-ensemble formé d'un type de répliqueurs, ses éléments amorcent le processus à des instants différents, de l'autre pour chaque type de répliqueur le processus n'a pas nécessairement la même durée. Pour distinguer les générations théoriques de répliques il faudrait donc synchroniser hypothétiquement la production de l'ensemble des répliqueurs d'une population Darwinienne théorique. Cela permettrait de faire ressortir que la machine cybernétique que forme le cycle de l'équilibrateur Darwinien n'a pas d'existence synchronique parce que son fonctionnement est réparti sur deux générations successives. En effet, si l'on définit les reproducteurs actuels comme formant la première génération, c'est-à-dire le fonctionnement des modules du détecteur (celui des fréquences relatives des répliqueurs) et du générateur de variantes (les modifications actuelles « invisibles » de leur structure) que l'on peut y discerner. Le fonctionnement de l'évaluateur et l'effecteur ne se réalise que dans la génération suivante au cours de la reproduction différentielle des produits de cette variation issue de la génération précédente. Or dans ces deux générations ce sont des fonctions différentes qui sont réalisées par des aspects différents du même phénomène de reproduction à fidélité limitée. La plurifonctionnalité et la diachronicité de la réalisation de l'équilibrateur Darwinien font de celui-ci une « figure cachée » qu'il s'agit pour la théorie de découper conceptuellement dans le flux causal et temporel de la réplique.