LA CYBERNÉTIQUE
ET L'ORIGINE DE L'INFORMATION

DU MÊME AUTEUR

Chez le même Éditeur :

L'origine des formes vivantes.

Chez d'autres Éditeurs :

Esquisse d'une philosophie de la structure (P.U.F.).
L'humanité de l'avenir d'après Cournot (P.U.F.).
La conscience et le corps (P.U.F.).
Éléments de psycho-biologie (P.U.F.).
Le monde des valeurs (Aubier).
L'utopie et les utopies (P.U.F.).
Philosophie de la valeur (A. Colin).
Néo-finalisme (P.U.F.).
L'animal, l'homme, la fonction symbolique (Gallimard).
Paradoxes de la conscience et limites de l'automatisme (Albin Michel).

RAYMOND RUYER
Professeur à l'Université de Nancy
Correspondant de l'Institut

LA CYBERNÉTIQUE

ET L'ORIGINE DE L'INFORMATION

AHMET İNSEL
BAĞIŞI

FLAMMARION

Galatasaray Üniversitesi Kütüphanesi

© 1954, by Ernest Flammarion

BIOGRAPHIE

Raymond Ruyer est né en 1902, dans les Vosges. Ancien élève de l'E.N.S. il est professeur à la Faculté de Nancy et correspondant de l'Institut. Il a publié une douzaine d'ouvrages et de très nombreux articles, philosophiques ou scientifiques.

Le thème de ses études, depuis la « Philosophie de la Structure » a été, avant tout, la dualité apparente ou réelle de la conscience et du corps, ainsi que la philosophie biologique. Il y a travaillé, en liaison avec d'éminents biologistes, dont Étienne Wolff, prisonnier comme lui à l'Oflag XVII A, de 1940 à 1945.

La Cybernétique qui espère construire des « modèles mécaniques de la conscience » devait l'intéresser d'autant plus qu'il avait, lui aussi, cherché de tels « modèles » dès 1930, et qu'il avait cessé d'y croire.

Il s'est occupé également de l'utopie et de la philosophie des valeurs.

INTRODUCTION

On peut définir la cybernétique (d'un mot grec qui signifie « gouverner ») la science du contrôle par machines à information, que ces machines soient naturelles comme les machines organiques, ou artificielles. La cybernétique est née en Amérique dans les années 40, de la rencontre de mathématiciens (N. Wiener, von Neumann), de physiciens et de techniciens (V. Bush, Bigelow) et de physiologistes (W.B. Cannon, Mac Culloch).

Les machines simples, sans créer de travail modifient le rapport force/déplacement. Les mécanismes d'horlogerie transforment en mouvement l'énergie d'un ressort. Les machines motrices, telles que la machine à vapeur, transforment l'énergie chimique en énergie cinétique. Les machines les plus caractéristiques du XXe siècle, par contraste avec les machines simples des Grecs, ou les mouvements d'horlogerie du XVIIIe siècle, et les machines motrices à grande puissance du XIXe siècle, sont des machines à information (1). Les émetteurs à haute fréquence, si caractéristiques de la technique contemporaine, n'ont pas grand intérêt comme machines de puissance, et sont de très mauvaises machines à transmettre de l'énergie, puisqu'elles la rayonnent dans toutes les directions. Ce sont, avant tout, des machines à transmettre ou à recevoir des informations.

Il n'y a vraisemblablement pas, dans l'organisme, de mouvement d'horlogerie, et les automates du XVIIIe siècle ne ressemblaient que très superficiellement à des

(1) Cf. N. Wiener, *Cybernetics*, p. 49.

êtres vivants. Par contre, il y a des machines simples et des machines motrices. Le corps humain contient plusieurs leviers, et il est actionné par l'énergie chimique des aliments. Les machines, autres que les machines à information, ressemblent à des organismes sans tête, et elles peuvent remplacer des ouvriers manuels auxquels on ne demanderait que leur force de travail. Une fois munies de servo-mécanismes à information, et capables par suite de se contrôler elles-mêmes, elles deviennent semblables à des organismes complets avec une tête, c'est-à-dire avec un système nerveux et des organes de perception. Elles visent un but donné, malgré les interférences accidentelles. Elles peuvent remplacer alors des ouvriers intellectuels, à qui l'on demanderait vigilance et initiative dans le cadre de leur mission. Selon la plupart des cybernéticiens, les organes des sens et les organes nerveux des êtres vivants ne seraient en principe rien d'autre que des machines à information et à contrôle selon information.

Dans *Erewhon* (1870), Samuel Butler s'était amusé à croire que les machines représentaient un nouveau règne, dangereux pour l'homme, et il prévoyait, comme particulièrement critique, le jour où les machines seraient rendues vraiment automatiques — il voulait dire, sans employer le mot, capables de se contrôler elles-mêmes sur information : « Jusqu'à présent, les machines reçoivent leurs impressions à travers et par l'intermédiaire des sens de l'homme. Une locomotive en marche lance un cri d'alarme aigu à une autre locomotive, et celle-ci lui fait place immédiatement, mais c'est à travers l'oreille du mécanicien que l'une a fait impression sur l'autre. Sans le mécanicien, l'appelée aurait été sourde au cri de l'appelante. Il fut un temps où il aurait semblé bien improbable que les machines pussent apprendre à faire connaître leurs besoins par des sons, même par l'intermédiaire des oreilles de l'homme. Ne pouvons-nous imaginer d'après cela qu'un jour viendra où elles n'auront plus besoin de cette oreille, et où elles entendront grâce

à la délicatesse de leur propre organisation ? ».

Ce jour est venu. Les machines s'informent l'une l'autre, et s'informent elles-mêmes.

L'INFORMATION

Le mot « information », dans son sens usuel, paraît nécessairement comporter un élément de conscience et de sens, et même cet élément semble essentiel. Nous cherchons à être bien informés sur la vie politique, sur les progrès de la technique, pour le simple plaisir de savoir. L'information, au sens ordinaire du mot, est la transmission à un être conscient d'une signification, d'une notion, par le moyen d'un message plus ou moins conventionnel et par un support spatio-temporel : imprimé, message téléphonique, onde sonore, etc. L'appréhension du sens est le but, la communication du support, le moyen. Eventuellement, nous avons besoin d'une information en vue d'un but utilitaire; l'information alors redevient moyen, l'action qu'elle déclenche ou contrôle devient le but. Depuis longtemps, le pragmatisme et le behaviourisme ont appris aux psychologues à mettre l'accent sur l'action plutôt que sur la conscience. La cybernétique adopte rigoureusement ce point de vue : le sens, la conscience dans l'information, n'a rien d'essentiel; ou plus exactement, le sens d'une information n'est rien d'autre que l'ensemble des actions qu'elle déclenche et contrôle. Si je dis à un homme qui occupe le même bureau que moi : « Il fait trop chaud ici, ouvrons la fenêtre », et que cet homme réponde : « En effet, quelle chaleur, ouvrons vite », il semble y avoir échange d'impressions conscientes encore plus évidemment que préparation d'un geste. Pourtant, la psychologie, même classique et académique, a reconnu depuis longtemps qu'une conscience qui ne provoquerait aucune réaction pourrait à peine être appelée une conscience. Je puis être tellement absorbé dans un travail que je ne sente pas la température excessive; et c'est au moment même où je réagis que la conscience apparaît. Mon

corps peut avoir réagi bien avant ma conscience, par les mécanismes de régulation thermique, tels que la transpiration, qui fonctionnent inconsciemment. De même, à bicyclette ou en voiture, j'ai freiné devant un obstacle, bien avant d'avoir peur. On peut même dire que « voir un obstacle », « avoir conscience d'un obstacle », c'est l'éviter. Si, distrait, je regarde dans la direction de l'obstacle sans réagir, et si je viens buter contre lui, peut-on dire que je l'ai vu? Si, à côté de moi, un automate, analogue aux animaux artificiels de G. Walter, avait détecté l'obstacle par sa cellule photo-électrique et l'avait contourné, lequel, de l'automate ou de moi-même, aurait donné le mieux l'impression de la conscience?

Si la pièce dans laquelle je travaille avait été climatisée par le moyen de machines réflexes, un appareil thermométrique aurait été informé de la température, et aurait informé à son tour les appareils de chauffage et de ventilation. Entre eux, aucun échange d'impressions, et pourtant, le résultat aurait été au moins aussi bon que celui qui est dû à mes réactions conscientes. Si l' « information », en ce sens, de machine à machine, est métaphorique, il faut reconnaître avec les cybernéticiens que la métaphore semble contenir pratiquement tout l'essentiel de la réalité.

Toute communication efficace d'une structure peut donc, semble-t-il, être appelée une information, et il n'est pas illégitime de dire que les variations de la pression barométrique « informent » le baromètre enregistreur, ou que les ondes sonores, transmises électriquement par le téléphone ou la radio, « informent » les appareils récepteurs ou enregistreurs. Cette définition objective de l'information — qui se trouve d'ailleurs conforme au sens primitif du mot — aura en outre l'immense avantage de la rendre accessible à la mesure. Si l'information est essentiellement le progrès d'un ordre structural efficace, elle sera le contraire d'une « destructuration », d'une diminution d'ordre. Cette diminution d'ordre a un nom en physique : l'entropie. L'information pourra donc être considérée comme le

contraire d'une entropie, et elle sera mesurable comme celle-ci [1].

CETTE DÉFINITION EST PARADOXALE

Malgré toute la bonne volonté que l'on peut mettre à reconnaître ses éléments de vérité, la conception cybernétique de l'information n'en est pas moins un paradoxe. Dans la transmission d'une structure d'une machine à une autre machine, ou d'une partie à une autre d'une même machine, une forme, finalement, se trouve transmise comme une unité signifiante, parce qu'un être conscient peut prendre conscience d'un résultat final comme d'*une* forme. Mais la transmission elle-même, tant qu'elle reste mécanique, n'est la transmission que d'une structure, ou d'un ordre structural sans unité interne. Un être conscient, en appréhendant cet ordre dans son ensemble, le fait devenir forme, mais à l'analyse, la transmission s'opère dans la machine par un fonctionnement de proche en proche ou par des fonctionnements partiels et isolables. La ligne sinueuse que je considère d'un seul coup, a été tracée point par point, ou tronçon par tronçon, par la plume du baromètre enregistreur. Les ondes sonores, au téléphone, ont été redessinées de la même manière par des relais électriques, et si une oreille, ou plutôt si un « je » conscient n'était pas à l'écoute, finalement, à tous les étages de la machine à information, on ne trouverait jamais que des fonctionnements morcelables et jamais une forme à proprement parler. L'utilisation de la machine par l'homme, pour son « information » au sens psychologique, fait illusion sur la nature de la machine. On lui attribue bénévolement à tous ses étages l'ordre formel qui n'apparaît qu'à la fin, grâce à quelque chose qui n'est pas la machine. Si j'ai oublié d'éteindre mon appareil de radio, et si le haut-parleur déclame un poème pendant mon absence ; si de plus, au studio émetteur, le disque tourne sans aucune surveillance,

(1) Cf. *infra*, ch. V.

il n'y a évidemment pas « récitation d'un poème » mais fonctionnements élémentaires incoordonnés, qui n'ont une structure consistante que d'une manière toute précaire et résiduelle. Il n'y a pas plus vraiment « poème récité » que « profil de Napoléon » sur le rocher sculpté par la seule nature. Que le monde physique et le monde des machines soient abandonnés à eux-mêmes, tout se désordonnera spontanément ; tout fera la preuve qu'il n'y avait jamais eu d'ordre véritable, d'ordre consistant, en d'autres termes, qu'il n'y avait jamais eu d'information.

Il peut y avoir, dans les mécanismes intercalaires de la machine à information, des effets de seuil ou de clé qui semblent effectuer pratiquement la sommation ou la « considération d'ensemble » et par suite, qui semblent transformer les structures et les fonctionnements élémentaires en une forme ou un ordre authentique. Par exemple un « lecteur automatique », du genre de celui que Pitts et Mac Culloch ont fabriqué pour permettre aux aveugles de se passer du Braille, transpose la forme des lettres, appréhendée de proche en proche par un balayage photo-électrique, en sons qu'un auditeur peut apprendre à identifier, comme il a appris à identifier les sensations tactiles fournies par les lettres Braille.

Cet appareil pourrait être perfectionné, et il n'est pas impossible, au moyen d'effets de clés, obtenus soit par un ensemble de cellules photo-électriques disposées en surface, soit par un seul tube électronique à flux dirigé et à grille écran utilisant des structures en surface, d'arriver à lui faire « lire » vraiment un texte imprimé. Mais ces effets de seuil et de clé, en eux-mêmes, se résolvent encore en fonctionnement de proche en proche, et non en information. Une clé appropriée ouvre une serrure par correspondance point par point de structures, et non par transmission d'information. Dire que la porte ne s'ouvre que si la serrure « reconnaît » la clé, c'est faire une métaphore d'intérêt douteux. Sans la conscience de l'aveugle, évidemment, la machine de

Mac Culloch est aussi inutile que la récitation du poème par le haut-parleur dans une pièce solitaire.

L'ORIGINE DE L'INFORMATION ET LES POSTULATS DE LA CYBERNÉTIQUE

Le paradoxe sur la nature de l'information se double d'un autre paradoxe sur l'origine de l'information. A vrai dire, la cybernétique n'a jamais énoncé explicitement, à notre connaissance, son point de vue sur l'origine de l'information. Le paradoxe résulte pourtant clairement du rapprochement de deux thèses énoncées par N. Wiener. La première de ces thèses est que les machines à information ne peuvent gagner d'information : il n'y a jamais plus d'information dans le message qui sort d'une machine que dans le message qui lui est confié. Pratiquement, il y en a moins, à cause des effets, difficilement évitables, qui, selon les lois de la thermodynamique, augmentent l'entropie, la désorganisation, la désinformation. La seconde est que les cerveaux et les systèmes nerveux sont des machines à information, certes plus perfectionnées que les machines construites industriellement, mais du même ordre que celles-ci, et qu'elles ne recèlent aucune propriété transcendante ou impossible à imiter par un mécanisme.

Combinons ces deux thèses ; il devient impossible alors de concevoir quelle peut bien être l'origine de l'information. Si les systèmes nerveux sont des machines à information et rien d'autre, selon la seconde thèse, on doit pouvoir leur appliquer le « principe de conservation de l'information » qu'énonce la première thèse. Il n'y a jamais plus d'information dans la « sortie » que dans l'« entrée » d'un cerveau. Quand j'envoie un message, c'est moi qui le compose, avant de le livrer à la machine. Pour le sens commun, je suis l'origine de l'information, la machine est un canal transmetteur. Le sens commun n'oserait sans doute pas ajouter, si on lui laissait le temps de la réflexion, que le « je » est créateur absolu d'informa-

tion. Il sait fort bien que le message envoyé n'est pas une création pure, même quand le rédacteur ne s'est pas servi d'un Guide de la correspondance commerciale ou d'un Manuel de savoir-vivre. Mais il sait aussi que des thèmes inspirateurs ont contribué à l'élaboration du message selon un mode très particulier. Le « je » n'est pas origine absolue, mais il n'est pas cependant un simple organe de transmission. Dans l'élaboration du message le plus modeste, on perçoit nettement qu'il ne s'agit pas seulement de laisser fonctionner son cerveau, mais qu'il s'agit d'insérer dans l'espace et de donner aux machines fonctionnant dans l'espace un « aliment », qui ne peut être pris simplement dans une autre partie de l'espace.

LE MOUVEMENT PERPÉTUEL DE TROISIÈME ESPÈCE

Si la cybernétique avait raison contre cette impression, un « mouvement perpétuel de troisième espèce » serait possible. Reprenons en effet les trois principales espèces de machines que nous avons sommairement distinguées avec N. Wiener : machines simples et mouvements d'horlogerie ; machines motrices à source d'énergie extérieure dont le type est la machine à vapeur ; machines à information. Une machine simple ne peut créer gratis du travail, un mécanisme d'horlogerie doit être remonté à la main : d'où l'impossibilité d'un mouvement perpétuel du premier ordre, et le caractère chimérique, depuis longtemps reconnu, des systèmes où, par l'effet du seul mode de montage, du travail serait créé qui compenserait les pertes énergétiques inévitables dues aux frottements. Une machine thermique ne peut marcher qu'avec une source d'énergie extérieure : charbon, essence, et de plus, selon le principe de Carnot, elle dégrade cette énergie, ce qui implique la nécessité de deux sources à des températures différentes, entre lesquelles l'énergie utilisée passe des états les moins probables (température supérieure à celle du milieu), aux états les plus probables (température identique à celle du milieu). Un

bateau, même sur une mer tropicale, ne peut marcher en refroidissant la mer ; ses pistons doivent refroidir de la vapeur chauffée d'abord à grands frais dans ses chaudières. D'où l'impossibilité du mouvement perpétuel de deuxième espèce. Enfin, les machines à information, en cela analogues à la fois aux machines simples et aux machines thermiques, ne peuvent théoriquement que garder, et pratiquement que dégrader, l'information qu'elles transmettent.

Leur rendement — en tant que machines à information, bien entendu, et non en tant que machines énergétiques — est certes bien meilleur que celui des machines thermiques, et l'on ne saurait leur appliquer tel quel un principe analogue au principe de Carnot. Elles n'ont pas l'équivalent du condenseur des machines thermiques, où l'information, après avoir travaillé, sortirait dégradée et plus proche du 0 absolu de l'information. Rien ne s'oppose même, théoriquement, à un rendement à cent pour cent, car, d'une part, l'utilisation de l'information par la lecture du message ne l'altère pas ou ne l'altère que d'une manière infinitésimale, et, d'autre part, les bruits de fond ou les parasites perturbateurs de l'information peuvent être, soit réduits asymptotiquement, soit purgés mécaniquement, quand les éléments d'un message menacent de tomber au-dessous d'un certain seuil de sécurité. Un message en système binaire, suite de 0 et de 1, un message en Morse, suite de traits et de points, peut être purgé de cette façon. Les traits trop courts ou les points trop longs peuvent être normalisés par des relais. Si le signal est tombé au-dessous, non seulement du seuil de sécurité, mais au-dessous du seuil de fonctionnement du relais, celui-ci a autant de chances d'aggraver l'erreur que de la corriger. Mais une bonne mise au point peut éviter cet accident.

C'est ce bon rendement, et même ce rendement théoriquement parfait, qui permet d'étendre indéfiniment une information donnée. On peut presque indéfiniment multiplier les exemplaires d'un journal

ou d'une photographie. On peut aussi amplifier une structure d'information. Mais reproduire ou amplifier une structure n'est pas augmenter l'information elle-même. Si les machines à information échappent au principe de Carnot, et à son plafond de rendement, elles n'échappent pas au principe de conservation de l'information ; elles ne peuvent pas plus créer de l'information gratis qu'une machine simple ne peut créer de travail gratis.

Quand la ligne téléphonique est trop longue, le récepteur ne perçoit plus qu'une friture où le dessin des ondes sonores est noyé. Si des relais convenablement espacés peuvent éviter cet inconvénient, aucun système concevable ne peut dispenser de fournir à la ligne un message élaboré. Un téléphone récepteur ne peut se mettre à parler de lui-même, pas plus qu'une roue ne peut devenir motrice par la vertu de son seul montage. Il est aussi impossible d'envoyer un message téléphonique en déclenchant automatiquement à l'émission une « friture » qui se transformerait progressivement en message à la réception, que de faire marcher un bateau sur la mer, en comptant sur un heureux hasard, grâce auquel les molécules d'eau viendraient frapper le bateau à la poupe avec une vitesse constamment plus grande qu'à la proue. Il n'est pas rigoureusement impossible que la friture de téléphone ou de la radio rétablisse localement un détail de l'information préalablement perdu dans le bruit de fond, ou que, dans une machine à calculer électronique, un chiffre soustrait à la somme à calculer par le mauvais fonctionnement d'une valve, soit ajouté par le mauvais fonctionnement d'une autre valve à un étage suivant, la deuxième erreur compensant la première, de même qu'il n'est pas rigoureusement impossible de faire voyager une particule microscopique de *A* à *B* en comptant sur l'agitation moléculaire. Mais il serait imprudent de beaucoup compter sur les fluctuations pour fabriquer un message, comme pour voyager sur la mer. Pour voyager il faut du charbon ou du mazout. Un bateau muni

de machines, même perfectionnées, mais sans combustible, ne suffit pas. Pour envoyer un message, une machine à information, si admirable qu'elle soit, ne suffit pas davantage. Il faut qu'un homme l'alimente, c'est-à-dire lui fournisse le message à transmettre. Si cet homme est encore une machine de même sorte que la machine qu'il alimente, et s'il ne peut créer d'information, on ne comprend pas que des messages puissent être envoyés. Le mouvement perpétuel de troisième espèce est aussi impossible que le mouvement perpétuel de première ou de deuxième espèce. Qu'est-ce qui joue, relativement aux machines à information, le rôle du charbon ou de l'essence dans une machine thermique ? L'objet de cet ouvrage est de répondre à cette question.

INTÉRÊT PRATIQUE DE LA CYBERNÉTIQUE

Cet ouvrage n'aura qu'en apparence un aspect critique et négatif. Notre critique porte sur les postulats de la cybernétique, non sur la cybernétique elle-même, dont l'intérêt pratique et théorique est immense. Les craintes académiques sur l'automatisation de l'homme par les automates nous paraissent absurdes. Les machines à information, les servo-mécanismes, les automatismes de toutes sortes, libéreront l'homme, non seulement du travail manuel, mais de ce qu'il y a de « servile » dans le travail de surveillance ou de contrôle. Elles libéreront son cerveau comme les machines à grande puissance ont commencé à libérer ses muscles. Elles le libéreront tout en multipliant son pouvoir. E. C. Berkeley a probablement raison quand il écrit que les machines électroniques ouvriront une nouvelle ère de la pensée humaine de la même façon que le char d'assaut a ouvert une nouvelle ère dans la tactique : « Au moyen âge, les cuirasses portées par les hommes d'armes suffisaient pour les protéger contre des projectiles peu efficaces. Quand l'arme à feu fut inventée, les cuirasses utiles auraient dû être trop lourdes. Mais la machine

et le moteur ramenèrent la cuirasse sous la forme du char d'assaut [1]. » De même, aujourd'hui, il y a déséquilibre entre le cerveau nu de l'homme et sa propre science. Il est trop faible pour porter le poids des énormes informations accumulées dans les bibliothèques par l'imprimerie. Les cerveaux motorisés pourront seuls utiliser cette accumulation et la rendre viable. L'ère du fantassin intellectuel est près d'être révolue.

Berkeley songe surtout aux machines à calculer. Mais les automates industriels ont encore plus d'intérêt pour aider l'homme à porter le poids, non seulement de ses informations, mais de ses techniques. Bergson, méditant devant le poids accumulé de la technique matérielle écrit : « Ce corps massif attend un supplément d'âme. » Mais ce corps des machines attend d'abord d'être perfectionné et neutralisé par des servo-mécanismes. C'est alors seulement que l'homme et l'âme humaine pourront être libérés du corps mécanique de la civilisation dont le fonctionnement deviendra aussi inconscient que le fonctionnement physiologique d'un organisme en bonne santé. L'homme, dans une civilisation où commencent à régner les machines, mais où il n'existe pas encore de servo-mécanismes, doit jouer lui-même le rôle de « serf », de serviteur de ses machines. Le plus dur esclavage, comme l'a remarqué Friedmann [2], coïncide avec le commencement de l'automatisation, lorsque la machine impose son propre rythme à l'ouvrier. Grâce aux machines à information, ajoutées aux machines à puissance comme une tête à un corps, le propre cerveau de l'homme est enfin libéré. Le seul cerveau humain, relativement aux machines à automatisme incomplet qu'il doit diriger, est aussi insuffisant que le cerveau des reptiles gigantesques de l'ère secondaire relativement à leur énorme corps. L'équilibre est rétabli si, en face des machines à puissance, il n'y a plus le cerveau humain nu, mais le

(1) E.C. Berkeley, *Giant brains, or machines that think*, p. 180.
(2) *Problèmes humains du machinisme industriel*, p. 173.

cerveau humain, *plus* les machines à information capables de jouer le rôle de ce qui, dans le système nerveux, exerce des fonctions régulatives automatiques. Le rapport :

$$\frac{\text{cerveau humain nu}}{\text{poids de l'organisme} + \text{poids des machines à puissance}}$$

n'est pas meilleur pour l'homme que pour les reptiles microcéphales. Mais le rapport :

$$\frac{\text{cerveau} + \text{machines automatiques à information}}{\text{machines à puissance}}$$

tend à rétablir, et sur un plan supérieur, la bonne situation d'où part l'homme qui n'est pas encore devenu un « vertébro-machiné ».

Certes, le vœu de Bergson n'est pas rempli encore : ce « supplément de cerveau » n'est pas un « supplément d'âme ». La vapeur, ou l'énergie atomique, auto-contrôlée par des servo-mécanismes, n'est pas encore, malheureusement, automatiquement guidée vers un emploi sage et raisonnable. Mais le supplément de cerveau est déjà un bien fort appréciable, et il est la condition première d'un supplément d'âme. L'homme libéré du travail servile, cérébral ou manuel, a au moins la possibilité de se cultiver et de dominer davantage son destin. La régulation automatique, pour un être vivant, n'est pas la sagesse, mais elle est bien condition et commencement de la sagesse.

L'automatisation complète de l'industrie n'est que la suite de la très longue évolution qui a déjà automatisé les organismes supérieurs. Elle aboutit à remplacer les machines physiologiques par des machines industrielles, à éliminer, non seulement la main et les muscles, mais les circuits cérébraux qui les commandent. Dans les contes de fées, des mains mystérieuses paraissent indispensables pour porter les flambeaux magiques. Dans les torchères stylisées,

des mains sculptées portent encore les lampes. Les portes de nos appartements ont encore des poignées, et la lumière électrique se commande encore par des commutateurs, qu'il faut manœuvrer. Dans une civilisation où règnera la cybernétique appliquée, les appareils lumineux s'allumeront d'eux-mêmes, sur « information » de cellules photo-électriques. Les portes s'ouvriront d'elles-mêmes devant nous, quand nous couperons sans le voir un rayon infra rouge. La main de l'homme n'aura plus à intervenir dans l'appareil de la civilisation, de même que la conscience-je n'intervient plus dans le fonctionnement des appareils organiques automatisés. L'outil semble encore prolonger la cénesthésie ; une machine ou un appareil ordinaire, nous disons encore que nous l'avons bien « en main », ses rétroactions imparfaites étant encore complétés par des rétroactions organiques. Une machine automatique fonctionne sans l'intervention de l'homme. L'âme et la main s'en sont retirées, mais pour être libres.

On sait que, dans notre cortex moteur, l'ensemble de toutes les commandes musculaires — de même que dans notre cortex pariétal l'ensemble des centres de sensibilité cénesthésique — forme une sorte d'*Homonculus* dont les proportions sont très différentes de celles de l'*Homo*, car il représente plutôt l'homme parlant et agissant que l'homme vivant. Cet *Homonculus* a un tronc et des jambes minuscules, mais une langue et des mains énormes. C'est que, par la main, jusqu'à présent, l'homme touche au monde des outils, ou des machines non automatiques, et, par la langue, au monde des symboles représentant des concepts. Or, les machines cybernétiques dispensent à la fois, en principe, de la langue et de la main. Les machines à calculer et à raisonner substituent le montage de leurs circuits à l'arrangement des signes du langage, et permettent de réaliser l'idéal leibnizien : « Au lieu de discuter, calculons. » Les machines à rétroaction d'autre part, substituent leurs montages automatiques aux manipulations et réali-

sent l'idéal baconien et cartésien : « Que les forces naturelles travaillent par elles-mêmes comme les artisans, et remplacent les artisans. »

INTÉRÊT THÉORIQUE

L'intérêt théorique de la cybernétique n'est pas moindre. On connaît scientifiquement dans la mesure où l'on sait fabriquer des modèles schématiques, dans la mesure où une technique peut essayer de reproduire les phénomènes à connaître. La physiologie et la psychologie ont beaucoup à apprendre du comportement des automates. Les difficultés de réalisation, avec lesquelles les techniciens sont aux prises, attirent l'attention des théoriciens et des observateurs sur le rôle et le mode d'action des organes correspondants. La technique commence souvent en s'inspirant de certaines fonctions physiologiques aperçues en gros ; mais très vite, la situation se renverse, et ce sont les progrès de la technique qui font mieux comprendre les fonctionnements physiologiques. Ce sont les catalyseurs qui ont fait comprendre le rôle des diastases. La pratique de la photographie a fait mieux comprendre le mécanisme de la vision. L'étude chimique des solutions-tampons a éclairé beaucoup d'aspects du métabolisme organique. C'est la technique des sondages par ultra-sons qui a attiré l'attention sur l'exploration auditive des obstacles par des chauves-souris. Il n'est pas douteux que la pratique de la mise hors circuit du cœur pendant une opération et son remplacement par une pompe automatique, fera progresser la connaissance des mécanismes physiologiques de la circulation. C'est le montage des retroactions, ou *feed back* mécaniques qui a attiré l'attention de Lorente de No sur le montage en *feed back* des connexions nerveuses. Ce sont les oscillations diverses des *feed back* mécaniques qui ont permis de débrouiller le mécanisme du tremblement dans le tabès d'une part, et dans le tremblement d'origine cérébelleuse d'autre part.

LES POSTULATS DE LA CYBERNÉTIQUE DEVANT LA LOGIQUE

Mais il serait aussi dangereux de croire aveuglément aux modèles offerts par la cybernétique que de les dédaigner. Les modèles mécaniques, ou plus généralement les modèles schématiques, instruisent à la condition qu'on les utilise sans dogmatisme, et sans poser en principe que tout, dans la physiologie et la psychologie des systèmes nerveux, doit être expliqué par des modèles de ce genre. Ils instruisent à la condition que l'on attende autant de lumière de leurs échecs que de leurs succès, et à condition que l'on ne décrète pas d'avance que tout échec est provisoire et apparent.

Les « raisonnements en gros » sont souvent dangereux, mais, dans la circonstance, il est difficile de ne pas donner raison à ceux qui, plus prudents que les cybernéticiens mécanistes, se tiennent ferme à cette remarque que le cerveau mécanique le plus perfectionné sera toujours par définition moins perfectionné que le cerveau vivant, et toujours décalé relativement à celui-ci. En effet, d'une part, le cerveau s'est fabriqué lui-même, d'autre part, c'est lui qui fabrique les automates qui l'imitent. Plus il fait de merveilles, plus son caractère sur-merveilleux apparaît. L'homme vivant garde toujours une avance sur ses œuvres, par définition ; il ne peut jamais être rattrapé par ses machines, puisque c'est lui qui les tire en avant.

Entendons-nous. L'avance gardée n'est pas quantitative ; elle est une différence d'ordre, et non de performances. Les machines à calculer battent aisément les meilleurs calculateurs, les tours à thyratron font mieux que les meilleurs ouvriers ; l'œil électrique, comme l'appareil photographique, sur beaucoup de points, fait mieux que l'œil vivant. Dubreuil [1] devant les machines perfectionnées de l'industrie

(1) *Standards* (B. Grasset).

américaine, éprouve une satisfaction d'humaniste plus touchante qu'éclairée, en constatant que l'épreuve finale de la pièce fabriquée se fait encore à la main. Mais le livre de Dubreuil est ancien, et il est probable qu'aujourd'hui, dans l'établissement industriel qu'il a visité, la main est remplacée jusqu'au bout, par un palpeur ou vérificateur électrique. Rien ne s'oppose à ce que les machines dépassent bientôt les organes dans les domaines où les organes ont encore momentanément l'avantage. Mais ce qui reste incontestable, c'est que l'organisme vivant est premier relativement aux machines. Celles-ci se fabriquent souvent au moyen d'autres machines et se contrôlent elles-mêmes, mais c'est l'organisme qui commence la chaîne et qui la tient.

Disons mieux, l'organisme comporte lui-même tout un ensemble de machines organiques, mais quelque chose dans l'organisme, ou au-delà de l'organisme visible, doit être encore premier relativement à ces machines organiques, puisque ce quelque chose les fait. Le mot organisme est profondément équivoque : il désigne à la fois l'ensemble des organes, et l'unité fabriquante et utilisante de ces organes. La fabrication des machines à calculer et à raisonner est seconde relativement à la fabrication embryogénique du cerveau vivant. Admettons que le fonctionnement des circuits et des aiguillages nerveux soit de même nature que le fonctionnement des circuits électriques, cela prouverait simplement, une fois de plus, comme on le sait depuis longtemps, qu'il y a des machines dans l'organisme, mais non pas que l'être organisé est machine. Cela prouverait que l'être inobservable qui se manifeste comme première cellule humaine est capable de construire, sans machine, des machines organiques capables à leur tour de fabriquer des machines automatiques non organiques, qui, elles-mêmes peuvent contrôler des machines non automatiques. Cela prouverait que ce que l'on appelle l'organisme est à la fois ce qui est observable dans l'espace et un x inobservable, qui tient

toute la chaîne des automatismes internes et externes.

Une fois la chaîne commencée, on peut constater qu'un anneau ressemble beaucoup à un autre : les circuits électriques auto-contrôlés ressemblent beaucoup aux circuits nerveux à fibres récurrentes, les appareils de photographie ressemblent à l'œil, les verres de lunettes ressemblent au cristallin. Mais le premier anneau doit nécessairement être d'un ordre tout différent. Rien dans la cellule initiale ne ressemble à un circuit nerveux ou à un cristallin. L'information active, ici, est absolue, à ne considérer que l'espace et le temps. Elle est originale dans tous les sens du mot.

Ce raisonnement en gros est inattaquable, bien qu'il ait le grave inconvénient de contraindre l'esprit sans l'éclairer, et bien qu'il ne puisse nous instruire sur la nature de ce qui n'est pas mécanique dans l'organisme vivant. Il est inattaquable comme les arguments en gros contre le mouvement perpétuel, qui dispensent d'examiner les pseudo-solutions proposées. En fait, la foi intégrale des cybernéticiens dans leurs modèles n'est pas sans ressembler quelque peu, psychologiquement, à la foi des chercheurs de mouvement perpétuel ou des quadrateurs du cercle. Elle est peut-être momentanément utile, par l'enthousiasme qu'elle éveille, mais elle peut rapidement devenir nuisible. Les renoncements rationnels, dans la science, rendent plus de services que les enthousiasmes excessifs. Reconnaître l'impossibilité du mouvement perpétuel a été un grand progrès, de même que renoncer à la quadrature du cercle. La foi aveugle aux modèles cybernétiques peut être utile aux techniciens. Elle les encourage à tout tenter. Elle peut être encore utile dans certaines provinces de la théorie. Longtemps encore, les physiologistes, notamment, auront avantage à postuler que tout se fait par montage et fonctionnement, et à demander aux techniciens d'imiter intégralement les fonctionnements physiologiques. Mais la foi aveugle, dès aujourd'hui, est nuisible en d'autres provinces scientifiques, par

exemple en psychologie et en embryologie. Philosophiquement surtout, elle trouble la vue, et elle empêche de voir clairement des chemins qui s'offrent pour un progrès important dans nos conceptions de la nature. Il est temps de chercher des directions de pensée et des postulats mieux adaptés à la réalité psycho-organique, car il se trouvera, nous le verrons, que ces directions s'accordent parfaitement avec la direction nouvelle des sciences physiques elles-mêmes. La cybernétique, malgré son esprit incontestablement « moderne », emprunte presque exclusivement à la physique classique et non à la microphysique. Ses postulats spatio-temporalistes sont déjà abandonnés par les physiciens contemporains. En rendant la cybernétique moins mécaniste on ne l'éloigne pas, bien au contraire, du point de vision scientifique du monde.

Il paraît bien surprenant — et invraisemblable — que les mathématiciens et physiciens éminents que sont les fondateurs de la cybernétique aient pu admettre des postulats aussi manifestement faux, et aussi manifestement apparentés à ceux qui sont à la base de l'erreur du mouvement perpétuel. On se surprend à se demander si ce n'est pas la critique qui est superficielle. L'erreur, si erreur il y a, est d'autant plus suspecte, qu'elle viendrait de ceux mêmes qui ont souligné le rapport étroit de l'entropie et de l'information. Tout le monde sait que la découverte de la dégradation de l'énergie a immédiatement posé des problèmes d'origine, problèmes jusque-là étrangers à la physique. Si l'entropie et l'information sont exprimables par des formules opposées mais parentes, ce qui vaut pour l'une vaut pour l'autre, et les problèmes d'origine se posent pour l'une comme pour l'autre. Il est curieux que cette conséquence n'ait pas été aperçue.

Mais il faut bien comprendre que les théoriciens aussi bien que les techniciens de la cybernétique sont au fond peu intéressés par tout ce qui n'est pas problème technique immédiat. Aussi, la critique des

postulats les toucherait peu, car il s'agit, en l'espèce, d'une négligence semi-volontaire plutôt que d'une erreur. Au fond, toute la science déterministe, avant Planck et Heisenberg, a toujours été fort indifférente aux critiques purement philosophiques ou logiques. Il y avait aussi quelque chose de contradictoire dans ce postulat d'un fonctionnement déterminé, dont l'enchaînement est partout, et l'origine nulle part, qui réduisait tous les êtres à n'être que de purs lieux de passage d'une causalité « infinie ». Le déterminisme — il vaudrait mieux dire « la théorie du strict fonctionnement spatio-temporel » — n'a succombé que devant une impossibilité technique palpable. En psychologie expérimentale, et en physiologie, même aujourd'hui, les expérimentateurs continuent à adopter en fait le postulat du déterminisme dans leurs études sur le comportement. Même lorsque, sous la pression des résultats d'expériences, leurs descriptions rendent de plus en plus justice au caractère inventif du comportement, un déterminisme caché est toujours réservé par une clause de style. Les cybernéticiens estiment qu'ils n'ont pas à être plus philosophes que les psychologues behaviouristes.

Si la thermodynamique, bien que déterministe dans ses postulats, a été contrainte de poser des questions d'origine, c'est pour des raisons techniques, non pour des raisons philosophiques. Les ingénieurs sont intéressés par le principe de Carnot et l'augmentation spontanée de l'entropie, parce que ce principe fixe une limite fâcheuse au rendement des machines, et que le combustible est rare et coûteux, non parce qu'il pose le problème de l'origine de l'énergie dans l'univers. La cybernétique, à ce point de vue, peut être plus négligente que la thermodynamique, car l'information, cet « aliment » des machines à information, ne semble pas être aussi coûteuse et aussi menacée de pénurie croissante que le charbon ou le pétrole. Le directeur artistique d'un poste émetteur de Radio peut s'inquiéter de trouver de bons créateurs d'informations — de bons chanteurs, de bons acteurs — et

il connaît leur prix de revient élevé. Les critiques artistiques peuvent gémir sur la pauvreté des émissions, et même, s'ils sont particulièrement pessimistes ou exigeants, ils peuvent se demander si l'on trouvera toujours des aliments pour ce gouffre d'inventions, de trouvailles, et de talents que sont les émetteurs radiophoniques. Mais le directeur technique, ou l'ingénieur, ne s'inquiète que d'obtenir une bonne modulation ; la prospection « minière » des ressources artistiques du pays n'est pas de sa partie, et il se tourmente encore beaucoup moins que l'ingénieur spécialiste des moteurs à explosion sur l'épuisement possible de ces ressources.

La cybernétique fabrique des automates et des machines à information de plus en plus perfectionnées ; d'autre part, elle trouve de plus en plus d'automatismes du même genre dans la physiologie et la psychologie des informateurs vivants. Elle tient les deux bouts de la chaîne, et poursuit ses deux ordres de travaux, sans s'inquiéter beaucoup de savoir comment ils se raccordent, et sans s'apercevoir qu'il y a tout de même trop d'invraisemblance à admettre, même implicitement à titre de postulat, qu'un jour viendra où les machines automatiques pourront, non seulement assurer l'émission de l'information, mais la fabriquer de toutes pièces ; qu'un jour viendra en somme où le directeur technique pourra faire fonction de directeur artistique, en attendant d'être lui-même remplacé par un directeur automatique.

Mais ce n'est là encore que la moitié des étranges conséquences contenues dans les postulats. A « informateur » automatique, « informé » automatique. Le système nerveux est censé être réductible à des machines, aussi bien dans ses fonctions réceptrices que dans ses fonctions exécutrices. Les auditeurs mécaniques auront d'ailleurs l'avantage de ne pas s'ennuyer si les émissions deviennent monotones et se répètent. Au début, on peut le supposer, par un raffinement dans leur volonté de reproduire exactement la vie, les ingénieurs trouveront le moyen

d'imiter mécaniquement l'ennui comme le reste. L'ennui est probablement, comme le suggèrent certaines expériences de Pavlov, en bonne partie un phénomène d'inhibition interne, engendré par la répétition inefficace du même excitant, et ce phénomène est parfaitement imitable par un mécanisme. Il suffit d'utiliser une force contre-électromotrice progressivement emmagasinée, et agissant à partir d'un certain seuil. Ce seuil une fois dépassé, les auditeurs automatiques feront la grève de l'écoute ou même enverront automatiquement des lettres de protestation au Directeur automatique de l'émission. Mais on trouvera vite plus expédient de supprimer les « mécanismes à ennui » et par suite, on sera dispensé de renouveler le stock d'informations de l'émetteur. La machine à information, en effet, nous l'avons vu, utilise bien l'information comme aliment, de la manière dont les machines thermiques utilisent le charbon, mais à la différence de celles-ci, elle ne dégrade pas nécessairement l'information comme telle. Si les postes de radio sont de gros mangeurs d'information, c'est pour des raisons toutes différentes de celles qui en font de gros gaspilleurs d'énergie rayonnée. Ce n'est pas parce qu'ils gaspillent l'information transmise c'est parce que les auditeurs se fatiguent du déjà vu ou déjà entendu, et ont besoin d'une « nutrition psychique » toujours renouvelée. Une fois les auditeurs vivants remplacés par des machines où l'on aura renoncé aux « organes à ennui », rien n'empêchera alors la réalisation du mouvement perpétuel de troisième espèce admis implicitement par les postulats de la cybernétique. Les émetteurs et récepteurs consommeront toujours de l'électricité, ils ne contreviendront pas au principe de Carnot et ne réaliseront pas le mouvement perpétuel de deuxième espèce, mais ils feront circuler le même stock d'informations dans un circuit qui pourra être fermé par un « retour » des automates informés aux automates informants. Le tout ressemblera aux mémoires automatiques des machines à calculer et

à leurs ondes entretenues dans des tubes à mercure.

On voit ainsi, qu'après tout, le mouvement perpétuel de troisième espèce n'est pas le résultat d'une erreur ou d'une bévue de la cybernétique, mais qu'il est impliqué dans la définition même de l'information telle que l'entendent les cybernéticiens. Seulement, on voit aussi, du moins nous l'espérons, que c'est tout l'ensemble de l'interprétation mécaniste de la théorie qui est réduit à l'absurde, et qui demande véhémentement une révision. Une circulation d'ondes en circuit fermé de machine à machine, sans origine ni sortie donnant sur une conscience individuelle ne peut être appelée une information. Ou alors on peut dire que les vagues de la mer, s'informent l'une l'autre quand elles naissent indéfiniment l'une de l'autre. Une information lointainement analogue à l'information consciente est peut-être à la base des phénomènes d'interaction de la mécanique ondulatoire. Mais un cycle de fonctionnements conjugués n'est sûrement pas une information.

LES MYTHES DE LA CYBERNÉTIQUE

Les exposés journalistiques et populaires de la cybernétique révèlent, à la manière d'une confession psychanalytique, un certain nombre de thèmes mythiques, d'ailleurs confus et contradictoires.

Les automates, à toutes les époques, depuis les dieux articulés des Égyptiens, jusqu'à l'Eniac, en passant par les jouets d'Archytas, les horloges à personnages de la Renaissance, les sujets mécaniquement animés de Vaucanson et de Jaquet-Droz, ont toujours été enveloppés d'une sorte d'*aura*. Le sombre éclat des Contes d'Hoffmann, d'Edgar Poe, de Villier de l'Isle Adam en témoigne. Les automates éveillent chez l'homme à la fois la crainte et l'orgueil.

La crainte surtout. La machine créée par l'homme, lorsqu'elle est trop parfaite, qu'elle marche toute seule, lui devient étrangère et hostile, car elle peut s'avancer vers lui ou contre lui, et prendre sa main

de chair dans sa main de fer. L'ouvrier peut être happé par le fonctionnement aveugle d'une machine ordinaire : simple accident. Mais l'ingénieur peut être visé et tué par un automate, capable de chercher et de suivre une cible, mais incapable de reconnaître son propre créateur : et c'est plus qu'un accident, c'est une sorte de tragédie de la Némésis. L'imitation mécanique de la situation de Frankenstein et de son monstre entraîne la même horreur. Cette horreur est aggravée si la créature mécanique peut calculer et raisonner avec une rigueur implacable, sans déviation sentimentale. Elle est aggravée plus encore si l'ingénieur humain se laisse, non plus tuer, mais contaminer en son âme par l'égoïsme mécanique de son œuvre. La machine devient alors une sorte d'âme damnée de l'homme. Des tyrans autrefois ont eu leur astrologue. Les tyrans futurs, on imagine qu'ils consulteront leur « cerveau électronique », capable d'opérer infailliblement tous les calculs de stratégie. Un chef d'État tout puissant, qui calcule les risques d'une guerre sait, heureusement, qu'il peut se tromper. Mais si une machine logistique conclut infailliblement que la guerre est avantageuse, il sera plus difficile au tyran de résister à la tentation. La logique mécanique deviendra fatalité.

L'orgueil aussi, pourtant. L'homme rêve, malgré les dangers de l'opération, d'être vraiment démiurge, de créer des êtres qui marchent tout seuls et lui échappent. Les machines à information ne le fascinent tellement que parce qu'elles lui semblent marquer un progrès décisif vers le vieux rêve de la démiurgie. L'utopie de la créature mécanique renouvelle, en l'inversant, le thème de la création de l'homme par Dieu. Le mythe d'une nouvelle chute originelle possible de sa créature à lui, tout en l'effrayant, le fascine et le flatte, car c'est lui qui jouerait alors le rôle de Dieu auquel on désobéit. Il est au fond déçu quand on le ramène à la raison, et quand on souligne — ce qui est pourtant l'évidence même — qu'une machine à calculer électronique n'est pas plus un cerveau sur-

humain qu'une machine à roue dentée, et qu'un avion sans pilote ou un projectile autoguidé n'a rien en lui-même de plus particulièrement maléfique que le régulateur d'un chauffage d'appartement. Il est déçu quand il est contraint de s'apercevoir qu'il lui est impossible de couper les liens qui relient ses créatures à sa propre vie, quand il est contraint de constater que sa technique échoue à vraiment créer, de même que sa science à vraiment comprendre.

Le bon sens a beau lui dire que si sa propre vie n'avait pas quelque chose de mystérieux et d'incalculable, il ne serait pas un être vivant, mais la Pensée ou l'Être unique et en soi, la raison, comme foi mystique, s'obstine à postuler une science et une technique intégrales. Ainsi que l'a montré Frankfort à propos des physiologues ioniens (1), il est beaucoup plus difficile qu'on ne l'imagine communément d'échapper à la pensée mythique. L'homme et la nature sont liés et il est encore plus impossible de rationaliser absolument la nature que de soulever la terre avec un levier sans point d'appui. Il y a des mythes dans le rationalisme absolu, tout autant que dans les imageries religieuses.

L'idée d'une raison humaine autonome, spéculativement comme techniquement, capable de juger de l'origine absolue des choses comme de créer une vie indépendante, est une conception mythique tout autant que l'idée d'un dieu fabricateur. Elle entraîne la croyance à une sorte de mouvement perpétuel comme dernier mot du Tout de l'Être. Du XVIIe au XVIIIe siècle, où, comme dans la Grèce antique, la raison a été progressivement laïcisée, en faisant des mathématiques, particulièrement de la géométrie, l'homme était censé participer à la raison divine. Au XVIIIe siècle, il ne participait plus qu'à une raison naturelle. Finalement, aujourd'hui, il ne s'agit plus que d'une simple cohérence conventionnelle. Les machines à calculer et à penser semblent représenter le dernier terme, extrême,

(1) *Before philosophy* (Penguin).

de cette évolution. Aristote attribuait à l'homme une âme raisonnable, surtout parce que l'homme était capable de faire des syllogismes et de compter. Il est vrai, comme le remarque Russell, que le système de numération des Grecs était si mauvais qu'il faisait du calcul un exploit. Aujourd'hui, quand les machines logiques et arithmétiques vont beaucoup plus vite que l'homme le plus intelligent, il est difficile de croire que ces machines sont immortelles, ou participent de l'esprit divin. Mais tout le « numineux », latent dans le rationnel absolu, ne leur en est pas moins attribué subconsciemment.

On peut dire encore que les machines à penser, ou les machines à comportement mécaniquement finalisé, semblent confirmer l'utopie philosophique de l'homme pur, comme « être raisonnable » et non plus « animal raisonnable ». De la définition classique de l'homme, le premier mot, le mot « animal » disparaît. Dans son roman d'anticipation *Last and first men*, O. Stapledon imagine pour des centaines de millions d'années, l'avenir de l'homme et des espèces apparentées à l'homme. Un des thèmes est celui des Grands Cerveaux. Par des procédés savants de culture *in vitro*, de développement embryonnaire dirigé, l'Homme de la troisième espèce s'efforce de créer des cerveaux géants, servis par une foule d'instruments auxiliaires, et débarrassés de tout l'appareillage organique. Plus de ces viscères qui, dans l'être humain actuel, ne servent le cerveau qu'en le troublant dans ses opérations intellectuelles par toutes sortes de poussées instinctives et d'émotions absurdes : « Nous devons produire un homme qui ne soit rien qu'homme, et non plus organisme humain — organisme, c'est-à-dire amas d'organes rudimentaires venus d'ancêtres primitifs et précairement gouvernés par des lueurs d'intelligence (1). » S'il est vrai que la perfection propre de la nature humaine est de n'avoir que des idées adéquates, l'homme vrai n'est-il pas la machine à penser ? Peu

(1) *Last and first men*, ch. VII.

importe que l'on y arrive par des techniques biologiques ou chirurgicales, en partant de l'homme de chair, ou que l'on fabrique directement et mécaniquement un cerveau avec des circuits électriques. S'il est vrai que « être homme », soit essentiellement et exclusivement « être raisonnable », la machine à penser est plus réellement humaine qu'un jouisseur ou qu'un passionné.

CHAPITRE PREMIER

LES PRINCIPAUX TYPES DE MACHINES A INFORMATION

En passant sommairement en revue les principaux types de machines à information, nous nous placerons à un double point de vue. Quelle est leur valeur comme modèles des actions psycho-biologiques ? Quel est leur rôle dans l'utilisation ou l'extension éventuelle de l'information ? Les deux grands types sont, d'une part, les machines à calculer et à raisonner électroniques, et d'autre part, les machines à rétroaction et à auto-régulation. Les machines du premier type, qui *traitent* l'information, sont plutôt du domaine de l'informatique que de la cybernétique.

MACHINES A CALCULER

Les machines à calculer usuelles de bureau sont à base de roues dentées, qui s'engrènent selon les rapports déterminés par le système décimal. Les machines analogiques sont des modèles mécaniques du phénomène que l'on veut étudier, et fournissent des informations : longueur, angle de rotation, etc., aisément transposables en mesure du phénomène. La machine à résoudre les équations différentielles comporte un intégrateur constitué par un disque horizontal, une roulette tournant sur la surface du disque, et une vis qui déplace le centre du disque relativement à la roulette. La rotation de la roulette dépend à la fois de sa distance au centre du disque et de la rotation du disque. Si, par exemple, le déplacement du centre du disque mesure la vitesse d'un véhicule, et si la rotation du disque mesure le temps, la roulette mesurera la distance parcourue.

Comme il n'y a visiblement dans le cerveau rien de semblable à des roues dentées, à des vis, ou à des disques, personne ne peut être tenté de trouver, dans ce genre de machines, une clé pour comprendre le fonctionnement cérébral. Aussi, les machines à calculer n'ont jamais intéressé les physiologistes ou les psychologues, à beaucoup près, autant que les automates proprement dits. Des plus simples de ces automates à commande hydraulique, Descartes, ce patron de la cybernétique, a déjà tiré au XVIIe siècle le modèle du réflexe, et tout l'essentiel de ses conceptions physiologiques. Mais il a fallu attendre le XXe siècle pour que les machines à calculer et les machines analogiques intéressent les philosophes après Pascal et Leibniz, autrement que par leur aspect logistique.

Les machines à calculer électroniques (l'Eniac, le Binac, l'Edvac, les Mark, etc.) sont conçues sur un tout autre principe, celui des circuits électriques contrôlés, c'est-à-dire maintenus ouverts ou fermés, par des valves électroniques analogues aux lampes de radio. La machine fonctionne, non par mouvements mécaniques, mais par ouverture ou fermeture de circuits. L'alternative *Courant-Pas de courant*, représente l'information élémentaire, le *Oui-Non* d'une réponse informante. Avec des *Oui-Non* élémentaires multipliés, on peut exprimer, ou apprendre, n'importe quoi, donner ou recevoir n'importe quelle information. Avec des *Oui-Non*, dans un jeu de société, on peut faire trouver à un chercheur d'abord ignorant un objet caché, un nom, un chiffre, une notion absolument quelconque. Une photographie, ou une image télévisée, n'est qu'un ensemble de *Oui-Non* lumineux bien coordonnés. L'intensité lumineuse en chaque point peut être en effet ramenée elle-même à des *Oui-Non* accumulés dans le temps.

On peut se servir de ce principe d'une manière directe pour les calculs numériques, en se passant complètement de roues dentées et d'engrenages. C'est particulièrement simple si l'on remplace le système décimal par le système binaire, sur lequel Leibniz, hanté par

l'idée d'un calcul universel, avait déjà médité. Dans le système binaire, la dyade remplace la décade, et tous les nombres peuvent s'écrire avec deux signes seulement 1 et 0, Oui ou Non. Deux s'écrira : « Une dyade, pas d'unité », ou 10. Trois : « Une dyade, une unité » ou 11. Quatre : « Une dyade de dyades », ou 100. Huit s'écrira : « 1 000 »; Seize, 10 000. Avec quatre unités d'information, on peut écrire les quinze premiers nombres. En notation binaire, les nombres sont en moyenne trois fois plus longs qu'en numération décimale, mais, pour des machines qui font des milliers d'additions à la seconde, cela n'a guère d'importance. Et les tables d'addition et de multiplication sont d'une simplicité admirable.

$$1 + 0 = 1 \qquad 1 \times 0 = 0$$
$$1 + 1 = 10 \qquad 1 \times 1 = 1$$

Pour l'addition, et pour les autres opérations, qui en dérivent, les machines électroniques emploient un montage dit *flip-flop*, qui utilise deux valves en bascule : fermer le circuit de l'une, c'est ouvrir celui de l'autre.

Les cellules *flip-flop*, comportant chacune deux valves en bascule, sont étagées, et chaque étage, par jeu de bascule, laisse passer une impulsion sur deux, ce qui correspond par conséquent au système d'écriture de la numération binaire, dans lequel le chiffre des unités change après chaque nombre successif, le chiffre des dyades après deux nombres, le chiffre des dyades de dyades après quatre nombres, etc. Les autres opérations dérivent sans grande difficulté de l'addition. Il est assez simple également de transposer les résultats en numération décimale.

MACHINES A RAISONNER

Des montages analogues peuvent servir pour les calculs logiques.

Le mathématicien anglais Boole, vers le milieu du

XIXe siècle (1) a montré que l'on peut réduire à un calcul algébrique le raisonnement logique.

C.E. Shannon, en 1938, a montré que l'algèbre de Boole pouvait se traduire en combinaisons de circuits ouverts ou fermés.

Sur cette correspondance de principe, Kalin et Burckhardt construisirent en 1941 une machine à calculs logiques.

Il n'est évidemment pas question que les machines à calculer, arithmétiques ou logiques, puissent augmenter l'information. Mais incontestablement, de telles machines peuvent paraître analogues au cerveau. Il y a effectivement, dans le cerveau, des circuits et des valves ou des commutateurs. Le cerveau n'est même, apparemment, qu'un ensemble de commutateurs et de circuits, dans lesquels un courant, qui n'est pas électrique, mais électrochimique se déplace toujours dans le même sens. Les commutateurs nerveux, les synapses, entre les neurones, fonctionnent comme les valves électroniques, selon une loi de tout ou rien. Bien entendu, il est fort douteux que les circuits cérébraux, qui travaillent dans une opération donnée, soient précisément montés comme les circuits électriques d'une machine quand elle effectue la même opération. Quand nous additionnons, nous n'employons pas le système binaire, et nos neurones ne se constituent pas en étages de « *flip-flop* ».

Quand nous raisonnons par « et », « ou », « si... alors », « mais... », il est bien probable que nous ne mettons pas simplement des circuits nerveux en série ou en parallèle. Nous avons, comme dit James, le « sentiment du mais » ou le « sentiment du parce que ». Il n'en reste pas moins que les deux opérations, physique ou physiologique, peuvent être apparentées, si l'atmosphère de sens qui enveloppe les opérations cérébrales est aussi peu essentielle que l'atmosphère émotive qui enveloppe souvent les réflexes. Si je freine brusquement devant un obstacle, ma peur, qui,

(1) *The laws of thought.*

souvent, arrive en retard, n'a rien à voir avec le montage qui a permis la réponse prompte et appropriée.

Un conducteur d'autobus, à un arrêt situé devant un carrefour, entend la sonnerie du receveur qui lui permet le départ. Mais le feu au carrefour est rouge. Il ne remet le véhicule en marche que lorsque le feu passe au vert. Il faut bien qu'il y ait une sorte de mise en série dans son cortex, équivalent au « et » des machines logiques. De même, le conducteur, dans l'autobus en marche, se prépare à arrêter à la prochaine station, soit s'il a entendu la sonnerie déclenchée par un passager demandant l'arrêt, soit, avec ou sans sonnerie, s'il aperçoit des clients sur le trottoir. C'est l'équivalent du « ou bien » des machines logiques. Le conducteur exercé n'a nul besoin d'une *atmosphère de sens* autour de ces deux opérations, et un montage automatique pourrait du reste le remplacer.

Les machines à calculer et à raisonner imitent aussi les opérations psychologiques auxiliaires du calcul logique ou arithmétique. Quand un homme fait une multiplication, il applique des règles apprises, il consulte sa mémoire de la table de Pythagore, il confie à sa mémoire, également, les résultats partiels obtenus. Il faut, d'autre part, qu'il soit capable de lire ou d'écouter les données du problème et d'exprimer les résultats obtenus. Perception, mémoire, consultation de mémoire, utilisation des règles, expression, tout cela peut être donné aux machines. Elles perçoivent les problèmes à résoudre et leurs données, transcrites sur bandes perforées; elles ont des mémoires (ruban magnétique, tubes à ondes entretenues), qu'elles savent consulter opportunément. Non seulement elles obéissent aux instructions, mais elles peuvent même choisir une partie des règles qu'elles appliquent, grâce à des organes sélecteurs qui décident automatiquement pour telle série d'opérations auxiliaires selon les besoins d'une opération plus générale commandée directement à la machine. Enfin, elles donnent les résultats imprimés et vérifiés.

On pourrait aisément corser la présentation d'une

machine à calculer ou à raisonner, en lui faisant lire vraiment les instructions au moyen d'un œil photo-électrique et en lui faisant parler les résultats au moyen d'un *Voder*. La « mentalité », ou la « pensée » d'une machine n'en resterait pas moins une pure métaphore. La machine ne peut que fonctionner; elle ne peut jamais déterminer elle-même la totalité des règles qu'elle applique, mais seulement une partie, strictement prévue dans l'ensemble de ses montages et non réellement choisie.

C.E. Berkeley (1) donne le schéma de montage d'une machine à calculer élémentaire qu'il appelle « Simon », et il offre même d'envoyer des instructions complémentaires aux amateurs. Cette machine n'emploie que quelques dizaines de valves et quelques dizaines de mètres de fil. Elle est capable de nous apprendre de grandes vérités telles que : $2 + 1 = 3$, et $2 - 1 = 1$. Elle est capable de remarquer que le premier de ces résultats est le plus grand, ou de choisir telle opération, selon que le premier des deux résultats est plus grand ou plus petit que le deuxième. Pour se faire une idée raisonnable de l'Eniac ou de l'Edvac, il est bon de penser qu'ils ne sont que des Simon agrandis.

MACHINES A INDUIRE

Elles sont encore, malheureusement, en grande partie à l'état de projets, et c'est bien dommage, car l'induction, à la différence de la déduction, paraît être une opération enrichissante quant à l'information, et par conséquent concerne de très près le problème de l'origine de l'information. Comme les cybernéticiens travaillent avec acharnement au problème de l'apprentissage ou du *learning*, et comme il faut, nous le verrons, dans le *learning*, une certaine induction sur statistique, on peut penser que des machines à tirer des lois générales à partir de données statistiques verront bientôt le jour. C.L. Hull, le behaviouriste américain,

(1) *Giant brains...*, p. 22, sqq.

a inventé, en 1925 déjà [1], une machine à faire des calculs de corrélation. Il s'agit d'un calcul, et par conséquent il n'est pas extraordinaire qu'une machine puisse l'effectuer. Mais, d'autre part, un calcul de corrélation est très voisin d'une induction. Les hommes de grande taille ont-ils en même temps une grande envergure des bras? Pour répondre à cette question, il faut prendre un mètre et mesurer la taille d'un grand nombre de sujets et leur envergure. En comparant les scores des sujets, et en appliquant les formules bien connues, on trouve que la corrélation est + 0,82. La machine peut faire le calcul quand on lui fournit les scores et c'est là, en somme, extraire une loi générale de données particulières, en accompagnant la loi d'un degré quantitatif de probabilité.

Une autre opération, très proche de l'induction, est l'interpolation, ou l'extrapolation, et plusieurs logiciens ont ramené l'induction à l'interpolation. Une machine peut aisément interpoler et extrapoler : l'interpolation entre deux nombres d'une table est une des opérations courantes des machines à calculer électroniques. L'exemple le plus simple possible de « machine » à interpolation est fourni par une règle ordinaire, à l'aide de laquelle on tire ou prolonge une ligne droite à partir de deux points donnés. Un compas, un compas de réduction, un curvigraphe, un pistolet de dessinateur, en sont des exemples presque aussi simples. Une machine utilisant ces instruments simples peut être capable de prolonger une série de nombres obéissant à une règle, ou de combler une lacune de la série :

5	7	9	11	13	15	(...)
100	90	81	73	66	(...)	55

Elle peut indiquer automatiquement la règle de la série. Elle peut même aussi corriger un nombre « faux » dans une série de nombres. Le nombre « faux » dans

(1) C.L. Hull, *An automatic correlation calculating machine* (J. Amer. Statist.), 1925, 20, p. 522-531.

les séries 4, 11, 13, 19, 20, 19, 16 ou dans 0, 0, 5, 9, 12, 14, 15, 14, ne saute pas aux yeux, mais une machine

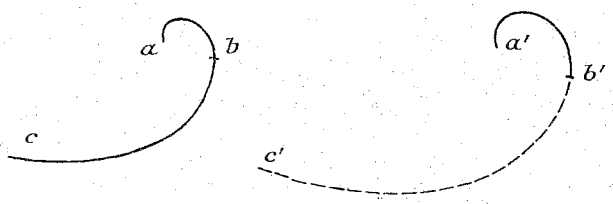


FIG. 1

qui les traduirait en graphiques et qui détecterait les anomalies des courbes par pression sur une membrane, le détecterait facilement. Or, toutes ces opérations passent pour des opérations intelligentes, exigeant un certain effort d'invention, au point qu'elles constituent un test classique de niveau intellectuel. Une foule d'« éductions de relation », à partir de corrélats donnés, ou d' « éductions de corrélats », selon une relation donnée — pour employer le vocabulaire de Spearman — actions que Spearman considère comme typiques de l'intelligence et comme « noégénétiques », c'est-à-dire comme impliquant une création de connaissances, peuvent être faites par des machines. Spearman donne comme exemple d'une « éducation de corrélats » (1) la tâche qui consiste à terminer une figure selon un modèle de proportions différentes.

On peut concevoir une machine amplificatrice qui non seulement reproduirait, en l'agrandissant, la partie *ab* mais qui, inversement, lorsqu'on lui imposerait le trajet a'*b*', reconnaîtrait, par une sorte d'apprentissage automatique, le degré d'amplification, et continuerait la courbe selon ce degré jusqu'à *c*'. En combinant les appareils des opticiens à mesurer le nombre de dioptries d'un verre de lunette avec un appareil à tailler les verres, on aurait une machine

(1) *The nature of intelligence and the principles of cognition*, ch. VII.

« intelligente », du moins si l'on prend à la lettre la définition de Spearman. Une machine interpolatrice aurait pu aider Kepler, et même, à la limite, elle aurait pu remplacer Kepler dans la tâche de tirer, des observations de Tycho-Brahé, les lois régissant les trajectoires planétaires. En fait, dès aujourd'hui, des radars, avec calculateur automatique, détectent la trajectoire d'obus de mortier de gros calibre, et déterminent par extrapolation, son point d'origine (1).

Compléter ou rétablir une information est une opération bien proche, presque indiscernable, de celle qui crée une information, presque indiscernable de l'invention. On peut considérer toute invention, même en apparence la plus spontanée, comme un rétablissement d'information. Lorsque des psychologues ont essayé de surprendre l'invention à sa source, ils ont eu plutôt recours à des tests de rétablissement d'une information incomplète ou brouillée : phrases ou mots à compléter, séries de dessins à remettre en ordre, etc. Dans la science ou la technique, l'invention est de même, presque toujours, une complétion ou un rétablissement d'information. Les cybernéticiens peuvent donc avoir quelque espoir de fabriquer des machines à inventer. D'autre part, il n'est pas sans vraisemblance que le cerveau de l'inventeur fonctionne souvent à la manière d'une machine interpolatrice, par complétion harmonieuse, par arrondissement des données, par recherche dynamique de simplicité, de symétrie, d'équilibre.

Sur ce point comme sur beaucoup d'autres, la cybernétique peut ici utiliser ce behaviourisme plus subtil qu'est la Gestaltthéorie. On sait que l'invention intelligente, pour cette théorie, ne représente ni une action transcendante, ni un pur tâtonnement non dirigé, mais une réorganisation spontanée du champ perceptif, isomorphe au champ dynamique cortical. Cette réorganisation s'opère selon le principe de moindre action ou de moindre tension.

(1) P. David, *Le Radar* (P.U.F.), p. 98.

Il est très intéressant de vérifier que la cybernétique, combinée avec la Gestaltthéorie, aboutit ici encore, si elle va jusqu'au bout de ses hypothèses fondamentales, au mouvement perpétuel de troisième espèce. Le principe de moindre action, dans la physique macroscopique, a, comme on sait, la plus étroite parenté avec le principe d'évolution vers l'entropie maxima. Ramener l'invention, la création, ou le rétablissement d'information au principe de moindre action, c'est donc, en fait, ramener l'information à ce qui, d'après la cybernétique elle-même, est précisément son opposé, c'est-à-dire à l'entropie. C'est l'augmentation d'entropie, la marche vers le symétrique, l'arrondi, l'équilibré, qui expliquerait finalement l'augmentation d'information, alors que l'information, c'est l'entropie avec le signe contraire. La contradiction est flagrante.

D'ailleurs, l'expérience montre que « l'économie de pensée » comme disait Mach, anticipant sur la Gestaltthéorie, que la recherche d'une théorie harmonieuse, bien arrondie, conduit beaucoup plus souvent, dans l'histoire des idées, à un malencontreux arrêt qu'à un progrès. Les informations et les théories trop « belles », trop simples, sont presque toujours fausses. Quant à l'invention proprement dite, par exemple dans l'ordre de la technique, il est par trop paradoxal d'interpréter la complication toujours plus grande des appareils industriels comme une marche vers de « bonnes formes ». Se perfectionner, pour une machine ou pour un organisme, c'est presque toujours se compliquer. Ce qui peut tromper, c'est qu'après avoir inventé un dispositif nouveau, plus perfectionné et plus complexe, l'inventeur — cela fait partie des réflexes intellectuels de l'ingénieur — cherche à éliminer les complications inutiles, en faisant servir au besoin un organe pour une double fin. Dans les automobiles, aujourd'hui, la commande du klaxon est montée sur le même levier que la commande de l'éclairage, de même que, dans l'organisme des Vertébrés, l'appareil génito-urinaire est mixte. Les machines réussies, comme les organismes réussis, ont par suite, un aspect extérieur sim-

plifié, arrondi, lisse, sans rajoutures. Les avions modernes, si complexes, paraissent plus simples à l'œil que les anciens biplans du temps de Farman. Un dauphin paraît plus simple qu'une holothurie, en réalité plus rudimentaire. L'économie, dans l'invention, n'est qu'un dernier et tardif perfectionnement, loin d'en être l'essence même.

On peut donc soupçonner que, si une machine à interpoler ou à induire paraît imiter certains actes intelligents selon la définition de Spearman, ce n'est pas que la machine soit intelligente, c'est que la définition est mauvaise. Spearman est tout le contraire d'un mécaniste en psychologie, et il entend bien que la « noégenèse » transcende le plan du fonctionnement mécanique, mais il a le tort de ne pas distinguer suffisamment, dans sa définition, entre ce qui est appréhension du *sens* d'une relation, et ce qui est imitable et jouable comme règle inscrite dans une machine. Les tests de complétion de mots dans une phrase ne ressemblent qu'en apparence à une complétion de nombres ou au prolongement d'une courbe. La machine à déceler les erreurs dans une série numérique n'est, au vrai, qu'une machine à déceler les points singuliers, la pseudo-erreur, c'est-à-dire le point singulier, pouvant ou non avoir ce caractère d'une erreur, selon le sens qu'un observateur conscient lui accorde. Elle peut être, au contraire, un « résidu » intéressant, au sens où les logiciens de l'induction prennent le mot. Aussi, les machines à induire ne peuvent jamais servir que d'auxiliaires pour la conscience, elles ne peuvent la remplacer. Quand les astronomes se servent d'un stéréoscope pour détecter, au moyen de deux photographies prises à quelque intervalle de temps, la petite planète qui s'est déplacée dans le champ stellaire et qui paraît, par suite, sortir de la photographie, ils utilisent bien un effet semi-mécanique, mais en vue d'une fin toute différente de la recherche d'une erreur. Une machine qui corrigerait toutes les anomalies, ne serait pas une très bonne machine à découvrir ou à inventer. Si, au lieu de l'esprit de Kepler, et de sa

confiance en Tycho-Brahé observateur, confiance plus forte que sa foi mystique en Pythagore, nous avions eu une machine à interpoler et à régulariser les *Gestalten*, cette machine aurait fort risqué de reconvertir les données de Tycho en points sur un cercle, au lieu de faire émerger la forme elliptique des trajectoires. Il faut que l'esprit interprète selon un sens pour que l'on puisse parler de véritable induction et d'invention. On sait qu'un des graves inconvénients des engins automatiques avec « tête chercheuse », pour la lutte anti-aérienne, est qu'ils sont toujours susceptibles d'être trompés sur l'identité des objectifs et de confondre ami et ennemi. Des signaux appropriés peuvent les guider; mais les accidents sont fréquents.

Les radars, qui défendaient Anvers contre les bombes volantes arrivant à faible altitude, avaient, paraît-il, tendance à se tromper d'objectif et à régler le tir sur les clochers des environs (1).

MACHINES A AUTO-RÉGULATION

Dans les machines à auto-régulation, l'information ne passe pas simplement de l'entrée à la sortie de la machine, avec transformations à sens unique, comme dans les machines à calculer; elle est utilisée en circuit récurrent, revenant de la sortie à l'entrée, en rétroaction, pour contrôler le fonctionnement même de la machine.

Considérons d'abord le cas intermédiaire d'un mécanisme dit asservi. Ainsi, la roue de commande du gouvernail d'un gros navire n'agit pas directement sur le gouvernail, son mouvement déclenche le fonctionnement de servo-moteurs qui font pivoter le gouvernail jusqu'à ce qu'il atteigne la position commandée; après quoi les servo-moteurs s'arrêtent automatiquement. L'information donnée par le timonier est utilisée par la machine qui se charge de fonctionner selon l'information. Il en est à peu près de même pour

(1) P. David, *Le Radar*, p. 98.

la commande d'un ascenseur. Si je presse le bouton « Cinquième étage », je donne une certaine « information » à l'appareil, qui sait l'utiliser.

Supposons maintenant que le timonier du bateau soit remplacé par un « conservateur de cap » gyroscopique. Le timonier, ou le Commandant de bord, ne donnera plus l'information que sous la forme d'un « idéal » général, il n'aura pas à lire à chaque instant la déviation relativement au cap fixé, le gyroscope donnera toutes les informations intermédiaires et techniques pour atteindre le but. Si le bateau dévie de sa route, c'est le gyroscope, ou, plus exactement, un appareil à « lire » la différence entre le cap fixé et la direction effective du bateau, qui en est informé, et qui informe lui-même les servo-moteurs.

La machine à auto-régulation ne se bornera pas, apparemment, à fonctionner, elle accomplira, apparemment, des actions finalisées, au sens étymologique du mot. Tout se passera comme si une certaine fin idéale contrôlait et corrigeait son fonctionnement jusqu'à ce que celui-ci ait amené la fin, par auto-régulation.

FEED BACK ET AUTO-RÉGULATION

C'est Maxwell, en 1868, qui a fait la première étude théorique d'un *feed back* industriel, en analysant le fonctionnement du régulateur à boules, qui assure à la machine à vapeur une vitesse constante, malgré les différences de charge. C'est essentiellement un pendule, solidarisé avec l'admission de la vapeur. Si la machine s'emballe, la force centrifuge soulève les boules qui, par des liaisons intermédiaires, diminuent l'admission. Si la machine, chargée ou freinée, ralentit, la force centrifuge diminue et les boules, descendant par leur propre poids ou sous l'action d'un ressort, augmentent l'admission. Le régulateur, « informé » par la vitesse de rotation, transmet l' « information » à la machine, qui diminue ou augmente sa vitesse en conséquence. La vitesse nouvelle « informe » de nouveau le

régulateur, et ainsi de suite. Le régulateur agit dans le sens opposé à celui du fonctionnement de la machine, il corrige ses écarts et il tend à amortir ses oscillations. La rétroaction est négative. Un thermostat est du même type, il régularise la température de la chaudière. De même type encore sont les appareils de pilotage automatique d'un avion. Si l'avion roule, ce roulis informe l'horizon artificiel à gyroscope vertical, qui fait fonctionner la valve de commande des ailerons, et redresse l'avion. Si ce redressement est excessif, une deuxième action s'amorce, qui amortit l'oscillation. L'étude des divers types d'oscillations dans le *feed back* négatif, pose des problèmes mathématiques et physiques délicats, dans lesquels nous n'avons pas à entrer.

Dans le *feed back* positif, le montage est inversé. L'énergie récurrente agit dans le même sens que celui du fonctionnement de la machine qui s'emballe ou revient à zéro *(runaway)*. Dans les deux cas, le fonctionnement n'est pas le résultat d'une simple poussée *a tergo* : une cause A (le fonctionnement primaire de la machine) produit un effet B, et un autre effet b, proportionnel à B. L'effet secondaire b est lié à A, sur lequel il produit une action récurrente. Plus exactement, b est comparé automatiquement par la machine à un « idéal » bi, inscrit dans l'appareil par l'ingénieur ou l'usager, et c'est la différence $bi - b$, qui produit une action récurrente sur A. Par suite, A devient A' et produit l'effet $B' + b'$.

L'automate est donc mécaniquement finalisé; il semble chercher par tâtonnements un état idéal.

Dans tout *feed back*, le courant récurrent $bi - b \rightarrow A$ peut être dit « informateur » de A. Dans un tir d'artillerie, par exemple, un officier, au poste d'observation avancé, téléphone au chef de batterie : « Trop long » ou « Trop court ». Un radar, enregistrant à chaque fois l'image du but et l'image du coup, peut corriger tout aussi bien l'appareil de pointage, par un *feed back* $bi - b \rightarrow A$. Le courant récurrent est une information automatique, qui joue exactement le même

rôle que l'information par un observateur conscient.

Si l'on considère à part chaque chaînon, dans le cycle du *feed back*, on trouve de la causalité pure, c'est-à-dire des poussées *a tergo*. Mais, comme il s'agit d'un cycle, ce qui est en arrière de chaque chaînon est aussi en avant de lui : l'idéal directeur se combine avec la poussée *a tergo*, et une finalité de fait semble émerger de la causalité mécanique. Cependant, le caractère cyclique, tout seul, ne suffit pas à caractériser un *feed back*. Il faut que, dans le cycle, s'introduise une information non contenue dans la structure de la machine. On peut dire en effet que tout fonctionnement de toute machine est cyclique, puisque la machine peut toujours revenir à son point de départ. On parle du cycle d'un moteur à explosion ou d'une machine à vapeur, même dépourvue de régulateur. Mais, dans une machine ordinaire, les différentes pièces sont simplement agencées pour se commander l'une l'autre d'une manière et à un moment déterminés. Si par exemple, une came montée sur l'axe d'une roue, fait lever à chaque tour un bras de levier, on ne peut dire que la came « informe » le levier, sans forcer jusqu'à l'absurde le sens du mot. La came pousse simplement le levier, d'une manière stéréotypée, et selon la structure de la machine. Dans le moteur à explosion, l'étincelle qui produit l'explosion qui fait tourner le moteur, qui commande la magnéto, est produite par la magnéto, et ainsi de suite indéfiniment. Dans une machine à *feed back*, le courant récurrent d'information agit aussi par une poussée *a tergo*, mais cette fois l'information n'est pas contenue dans la structure de la machine. Le régulateur à boules subit une poussée, et le registre d'admission subit, lui aussi, la poussée du régulateur. Il y a ceci de nouveau, que l'information-poussée que donne le régulateur n'est pas inscrite d'avance dans la structure de la machine. Elle tient compte des divers incidents, internes ou externes, qui peuvent modifier le régime de marche du moteur. On peut donc encore définir une machine à *feed back : un fonctionnement cyclique avec une dérivation régulatrice où passe un*

courant d'information, comparé automatiquement à un « idéal ». Dans une machine sans *feed back*, le surveillant conscient joue le rôle de la dérivation régulatrice; le surveillant observe le fonctionnement stéréotypé, il le compare avec l'idéal qu'il a pour tâche de garder, et il intervient pour rapprocher le fonctionnement stéréotypé de l'idéal. Le *feed back* exerce ces trois fonctions : il observe (1), il compare (2), il intervient (3) pour régulariser.

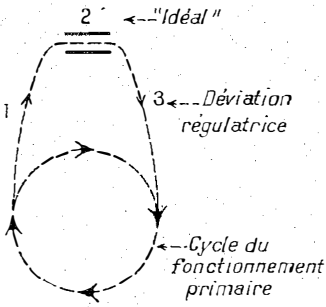


FIG. 2

Il ne faut donc pas confondre le progrès effectué dans le cycle du fonctionnement primaire lorsqu'un perfectionnement de l'agencement structural de la machine permet de se passer des muscles d'un ouvrier, avec le progrès réalisé lorsque la dérivation régulatrice, jusque là représentée par un surveillant, est exercée par une rétroaction, qui permet de se passer du cerveau d'un surveillant.

FEED BACK ORGANIQUES

L'organisme vivant est plein d'auto-régulation de ce genre et les physiologistes ont très vite adopté la notion de *feed back* que leur offrait la technique industrielle. C'était en général, dans l'espoir d'expliquer mécaniquement la finalisation de fait des organismes. Depuis longtemps, du reste, ils avaient défini sous d'autres noms, des systèmes de rétroaction. H.J. Jordan avait souligné la différence entre une action causale isolée, et la « pluri-causalité » connectée, ou le « canevas de causes » avec « amboception ». Une pomme tombe d'un pommier et tue une souris qui se trouvait là : action causale. Une pierre est supportée par trois morceaux de bois; entre ces trois morceaux de bois, un bout de lard : une souris vient ronger le lard, la pierre

tombe et tue la souris. Dans le piège, il y a « canevas de causes » et « amboception »; le lard tient d'un côté aux morceaux de bois, et de l'autre à la souris [1]. Dans l'organisme, la secrétine du duodénum, par exemple, joue le rôle d'« ambocepteur » entre l'acidité du suc gastrique qui, passant dans l'intestin, empêcherait la digestion intestinale, et le suc pancréatique, qui neutralise l'acidité gastrique.

On sait que les équilibres dans l'organisme ne sont pas, en général, des équilibres statiques, mais des équilibres homéostatiques; ils se maintiennent malgré des conditions externes variables. Si l'équilibre organique était statique, et faisait simplement la moyenne résultante des forces internes et externes, la vie serait bien précaire. En fait, l'équilibre organique n'est généralement pas une résultante. Il maintient intégralement une certaine valeur optimum. Notre sang garde exactement la même acidité, même si nous avons bu du vinaigre. Il ne devient pas plus fluide, même si nous venons d'absorber un litre d'eau. Les homéothermes gardent la même température constante, à l'équateur ou dans les régions polaires. Tous les processus homéostatiques [2] représentent des *feed back*, opérés en général par des systèmes — sympathique et parasympathique, glandes et muscles lisses, messagers chimiques, et solutions tampons — à action lente.

Les actes volontaires, de leur côté, représentent des *feed back* rapides, mettant en jeu des muscles striés et des circuits du système nerveux central. La Gestalt-théorie, dont nous avons eu, et dont nous aurons encore, plus d'une fois à souligner l'apparentement à la cybernétique, avait décrit ces *feed back* sous le nom de « processus circulaires ». Je suis dans l'obscurité, et une lumière, apparaissant sur la périphérie de mon champ visuel, me fait tourner la tête et les yeux, puis m'incite à marcher vers elle. Le fonctionnement de mes centres oculogyre et céphalogyre, puis de mes muscles locomoteurs, est contrôlé dyna-

(1) *Recherches philosophiques*, I, p. 191.
(2) Cf. W. Cannon, *La sagesse du corps*.

miquement par le résultat déjà obtenu, et par la tension résiduelle entre ce résultat et le but. Les gestaltists rejettent les explications par arcs nerveux préformés, qui obligeraient, pensent-ils, à supposer un nombre invraisemblablement grand de montages tout préparés. Les centres corticaux ne sont pas un ensemble de voies isolées et juxtaposées, il y a des interactions dynamiques « libres » entre toutes ces voies, analogues à celles d'un champ magnétique entre les spires, d'une bobine d'induction.

La cybernétique, sous sa forme orthodoxe, revient à la théorie plus classique de la circulation nerveuse assujettie aux conducteurs. Si je veux prendre un verre plein sur la table, les cellules pyramidales de l'aire motrice doivent être en état d'envoyer des influx aux muscles de mon bras. Mais il ne suffit pas que je ne sois pas paralysé, et que j'aie de bons effecteurs. Il faut que le système nerveux central soit, à chaque instant, informé de l'effet déjà obtenu par les premiers influx et que cette information soit combinée avec celle venant des autres organes sensoriels, pour que les influx ultérieurs achèvent correctement l'action. Si les circuits récurrents d'information étaient lésés, mes mouvements seraient maladroits et stéréotypés, comme la marche dans le tabès, où il n'y a pas paralysie, mais manque d'information récurrente.

Un automobiliste peut conduire correctement presque sans erreur, une voiture dont la direction est plus démultipliée que celle dont il a l'habitude. C'est qu'il se guide sur le résultat atteint et non sur une habitude motrice à sens unique. En fait, un conducteur d'automobile est incapable de dire même très approximativement, de quel angle il doit tourner le volant de sa voiture familière pour prendre une route à angle droit sur sa droite. Indice frappant du caractère tout à fait improvisé des mouvements d'effection. Un animal que l'on mutile après lui avoir fait apprendre à sortir d'un labyrinthe, de manière à lui interdire certains des mouvements appris, improvise des mouvements compensateurs et arrive d'une autre manière

au résultat, pourvu que certains des circuits récurrents soient intacts.

Cependant, la différence n'est pas très grande entre le processus circulaire des gestaltists et le *feed back* à circuits conducteurs des cybernéticiens. Un *feed back* n'est, après tout, qu'un processus circulaire « sur rails », un dynamisme canalisé. Le Gyro Sperry du pilotage automatique répond parfaitement au schème du processus circulaire, aussi bien qu'à celui du *feed back*. Les deux schèmes ont en commun l'essentiel : ils expliquent les régulations d'aspect finaliste, les comportements « molaires », prévisibles par leur but, indépendamment du détail des fonctionnements « moléculaires », sans faire appel à rien d'autre, pourtant, qu'à de la causalité efficiente. On peut dire de l'un comme de l'autre, du système à *feed back* comme du système à processus circulaire, qu'il peut être à la fois automatique et finalisé.

Mais l'opposition est absolue, de la cybernétique ou de la Gestaltthéorie, et des interprétations de la psychologie introspective qui verrait dans la finalité de fait des comportements, la manifestation d'un principe transcendant, irréductible à des explications ou à des montages selon les lois physiques, mécaniques ou dynamiques. Clark L. Hull, entre autres (1) a énoncé avec une particulière netteté, à l'usage des psychologues, le principe que l'on pourrait appeler : *Principe du Robot possible* : « On ne doit rien supposer se produire dans un organisme, qui ne puisse se produire aussi dans un robot entièrement automatique. »

SENSIBILITÉ INTÉRESSÉE ET PERCEPTION

La sensibilité « intéressée » d'un thermostat concerne la température : son organe de « perception » est un simple thermomètre. Le régulateur de Watt est sensible à la vitesse et « sent » la force centrifuge. Nous sommes peu impressionnés par ces métaphores, parce

(1) Cl.L. Hull, *Principles of behavior*, p. 27.

qu'il n'y a dans ces appareils, aucune mise en scène qui puisse rappeler la mise en scène de la perception, par un être vivant, d'un objet extérieur. Si l'information est fournie à l'automate par une cellule photo-électrique, et si l'automate est doué par son constructeur d'un phototropisme, l'effet est beaucoup plus surprenant. La tortue artificielle de Grey Walter, appareil à trois roues actionnées par moteurs électriques et accumulateur, est surmontée d'une cellule photo-électrique qui commande par relais les moteurs de manière à diriger l'automate vers la lumière. De plus, la tortue est douée d'un « tactisme » : quand la carapace heurte un obstacle, un circuit se ferme, qui neutralise le phototropisme, et libère un instant la roue directrice : l'appareil semble alors tâtonner, en festonnant autour de l'obstacle, avant de reprendre sa route vers la lumière. La cellule photo-électrique est d'autre part sensible à l'intensité de la lumière. Si la source est trop intense, elle agit comme un obstacle et la tortue la contourne. Mais lorsque son accumulateur s'est suffisamment déchargé, la lumière intense n'actionne plus alors l'«effet-obstacle», et la tortue se dirige vers elle. Si une lumière intense surmonte un appareil de recharge de sa batterie, la tortue semble aller chercher la nourriture électrique, jusqu'à ce que la cellule photo-électrique puisse agir de nouveau pour l'éloigner de la lumière vive. L'automate semble ainsi imiter, aussi bien la sensibilité interne que la sensibilité externe des êtres vivants, et ce que Tolman appelle la «demande variable» psycho-organique, telle que la faim [1].

Malgré leur caractère très spectaculaire, les « animaux » de Grey Walter sont des appareils assez grossiers. Leurs réactions ont un caractère de « tout ou rien », malgré la sensibilité à deux niveaux de la cellule. L'objet perçu, lumière ou obstacle, n'est qu'un déclencheur; il n'a aucun des caractères d'un signal ou d'un signe, agissant par sa forme, c'est-à-dire, au sens propre, apportant une information. Du même ordre

(1) W. Grey Walter, *The living brain*, ch. V.

sont la plupart des servo-mécanismes industriels qui utilisent la délicatesse de « perception » des cellules photo-électriques, soit pour protéger une installation, l'appareil déclenchant un dispositif d'alerte quand quelqu'un s'approche d'une plaque-capacité ou coupe un rayon infra-rouge, soit, ce qui est déjà d'un ordre plus relevé, pour diriger automatiquement des manipulations délicates ou dangereuses et pour guider le travail d'une machine selon un gabarit dont la forme même est explorée de proche en proche par la cellule.

Même dans ce dernier cas remarquable, où la machine semble capable de voir une forme, il est clair qu'elle ne perçoit pas, qu'elle ne « reconnaît » pas la forme comme forme, puisqu'elle se borne à en suivre de proche en proche le contour. Les cybernéticiens ont très vite saisi l'importance du problème de la perception et de la reconnaissance des formes comme *universals*, c'est-à-dire comme schèmes d'ensemble conservant psychophysiologiquement leur identité, malgré les différentes transformations de leur apparence géométrique au sens étroit du mot [1]. Nous reconnaissons un objet familier, que nous le voyions de loin ou de près, de face ou de côté. Nous reconnaissons un cercle comme cercle, et une assiette comme circulaire, qu'elle soit proche ou lointaine, et par conséquent qu'elle projette sur la rétine un cercle grand ou petit, et qu'elle soit de face, de profil ou de trois quarts, c'est-à-dire qu'elle projette sur la rétine un cercle, une ellipse, ou un trapèze allongé. Cette performance, d'après les postulats de la cybernétique, doit se faire par montages nerveux, et doit être imitable par montages mécaniques. La machine à lecture de Pitts et Mac Culloch, réalise, à l'aide de relais appropriés, un balayage[2] indépendant de la dimension des lettres à percevoir. Mais il est beaucoup plus difficile d'imaginer une machine à reconnaître une assiette, qu'elle soit de face, de profil ou de trois quarts, bref, une machine

(1) Cf. N. Wiener, *Cybernetics*, ch. VI, et R. Brain, *La notion de schème*, p. 33.

(2) Ou *scanning*.

qui fonctionnerait sur ressemblance et qui serait capable, pour employer les mots par lesquels Kant définit le rôle du schème, et que reprend Russell Brain, de « subsumer un objet sous un concept ». La tortue de Grey Walter se dirige vers sa « niche » quand sa batterie est déchargée, parce que cette niche est surmontée d'une lumière intense, qui déclenche l'appareil moteur, mais elle ne reconnaît pas la forme de sa niche quelle que soit la perspective.

N. Wiener a tenté d'améliorer la position du problème en remarquant :

1° Que l'appareil moteur de l'œil et des centres cérébraux adjoints est monté, non seulement pour amener sur la fovea un objet dont l'image est d'abord périphérique, mais, s'il s'agit d'objets dont nous connaissons familièrement une orientation plutôt qu'une autre, pour mettre son image dans cette orientation privilégiée. Il est désagréable et difficile de lire une page posée de travers, et nous la redressons au plus vite et instinctivement.

2° Que nous reconnaissons un objet surtout par ses contours, où s'opère le contraste entre deux régions de couleur ou d'intensité lumineuse différente.

3° Enfin et surtout, que les différentes transformations d'une forme selon la perspective constituent un « groupe » au sens mathématique du mot, groupe comprenant lui-même plusieurs sous-groupes : agrandissement homogène, groupe affine, rotation selon divers axes, translation, etc. Par suite, de même que la machine de Pitts, ou le « lecteur » de la télévision, explore et balaie une surface ordinaire à deux dimensions, on peut concevoir des machines à explorer les divers sous-groupes de transformation qu'impliquent les diverses perspectives d'un objet donné. De tels mécanismes existent peut-être dans le cerveau, combinés avec le centre de fixation foveale. En fonctionnant, ces mécanismes à « groupes de balayage » doivent donc nécessairement tomber sur une des transformations possibles d'un modèle standard, stocké dans notre mémoire (physiologique), ou du moins tomber dans les

limites d'une certaine marge de tolérance pour entrer en résonance avec le « modèle ». Cela nous permettra alors de reconnaître un objet comme semblable, et d'agir en conséquence. L'automate de Grey Walter, muni de tels « groupes » montés en relais, pourrait alors reconnaître sa niche, quel que soit le point de vue.

Supposons même qu'un de ces « groupes » soit détérioré. L'automate paraîtra alors souffrir d'une « agnosie » spécialisée tout à fait analogue aux agnosies diverses qui sont à la base, notamment, des différentes formes d'aphasie sensorielle. On sait combien il est difficile de classer les aphasies en usant des termes psychologiques, ou des classifications proprement linguistiques. Les variétés d'aphasies décrites par Head (verbale, nominale, syntaxique, sémantique) ne tiennent pas devant les faits. Mais c'est peut-être que le comportement linguistique, supposant un maniement de schèmes généraux, repose sur des « groupes » de reconnaissance et sur des mécanismes neuraux qui ne sont pas organisés d'une manière correspondant aux impressions conscientes ou à l'analyse conceptuelle du langage (1). Head (2) regrettait de n'avoir pas la hardiesse de parler, à propos de l'aphasie, du groupe x de fonctions qui se subdiviserait en « groupes a, b, c, d ». La cybernétique, en essayant de reproduire, sur des automates, les divers « groupes » dont parle Wiener, pour la reconnaissance et le maniement du langage, permettrait peut-être une analyse mécanique qui se révélerait plus profonde que toute analyse psychologique.

Sans aller aussi loin, il serait en tout cas possible de fabriquer des animaux mécaniques qui imiteraient de fort près le comportement instinctif selon les trois facteurs que les expériences de psychologie animale ont mis en évidence : seuil de sensibilisation, action selon une mélodie thématique, et enfin — ce qui nous intéresse spécialement ici — guidage par perception

(1) W. Russell Brain, *La notion de schème*, p. 39.
(2) Brain, 43, 449.

de généralités spécifiques. Il serait certes difficile d'imiter mécaniquement la perception conceptualisée de l'homme, et de fabriquer une machine qui, faite pour fuir devant les serpents, ne fuirait pas devant un orvet, ou qui, faite pour chasser les oiseaux, ne chasserait pas les chauves-souris. Mais il ne serait pas difficile d'atteindre le degré de finesse perceptive de la plupart des instincts animaux, déclenchés ou éveillés par des gnosies d'un caractère souvent très grossier, comme le montre l'efficacité des appâts et des leurres.

Il n'en reste pas moins que la cybernétique aurait tort de chanter victoire trop tôt, et de croire résolu le problème de la perception des formes. La perception d'un objet comme « *universal* » suppose de toute manière que le « groupe de balayage » hypothétique est capable d'activer à un certain moment un modèle mnémique, modèle que la cybernétique ne peut concevoir que matériellement existant, soit dans un certain nombre de cellules déterminées, soit selon la conception de Lashley (1), dans l'ensemble du cortex, où il serait diffusé comme système d'ondes. Or, cette activation, à son tour, on ne peut dire qu'elle s'opère quand l'« esprit » reconnaît la ressemblance du modèle mnémique et du percept actuel, une fois dûment transformé, car on ne gagnerait rien à reculer ainsi le problème. L'« esprit » n'est ici qu'un mot ou un *deus ex machina*, qu'il est de l'essence même de la cybernétique de rejeter. Il faudra donc admettre une résonance analogue aux résonances physiques, à la fois pour expliquer la formation du schème, de l'*universal*, et pour expliquer sa réactivation. Par exemple, pour que je reconnaisse la triangularité dans un triangle particulier, il faut qu'un modèle se soit d'abord formé à partir des triangles précédemment perçus, par élimination des éléments qui ne se renforcent pas : valeur des angles, dimensions des côtés. Puis, il faut que le triangle nouveau réactive le modèle « triangularité ».

(1) *Brain mechanisms and intelligence*, Chicago Press, 1929.

Une telle hypothèse est extrêmement peu satisfaisante. Sans parler de la difficulté de l'appliquer à des schèmes temporels (une danse ou une mélodie), ou impossibles à réduire à un schème structuré (par exemple, une « attitude amicale »), elle est tout à fait à côté de la réalité psychologique. Quand je reconnais une assiette, même vue de côté, l'assiette reste une ellipse allongée ou un trapèze, bien que je la sache ronde. D'après l'hypothèse, la conscience finale, après intervention des mécanismes de « groupe de balayage » et la résonance avec le modèle cérébral, devrait être celle d'une assiette ronde. L'expérience immédiate révèle une sorte de combinaison d'un caractère très particulier, où l'image sensorielle est comme transfigurée par un savoir, mais non pas transformée à proprement parler. Il est grave que la cybernétique soit ainsi amenée à disqualifier à ce point le témoignage de la conscience. Que l'atmosphère émotive ou même l'atmosphère de sens ne soit pas toujours essentielle dans le comportement, on peut l'admettre. Que même les interprétations psychologiques des gnosies ou des agnosies soient parfois superficielles, on peut l'admettre encore. Mais dans la perception de l'assiette, du triangle, ou de la niche, il est difficile de récuser l'intuition immédiate. Nous voyons tel triangle particulier, à la fois et indissolublement, comme triangle et comme particulier. Une résonance ne vient pas faire émerger les « trois angles », en brouillant tout le reste. Nous voyons l'assiette comme cercle vu obliquement, et non pas comme cercle ou comme ellipse redressée. L'étude de ce que les psychologues appellent les constances de la perception, révèle que l'atmosphère de sens au moins dans ce cas particulier, n'est pas un vague épiphénomène, mais une composante efficace de la perception, et qui obéit à des lois précises.

Le moins qu'on puisse dire, c'est qu'il est vraiment trop tôt pour déclarer, avec Northrop (1), que les

(1) *Science*, 107, 411.

machines à percevoir les universaux ont « une signification révolutionnaire pour les sciences naturelles, la morale aussi bien que la physique, et pour les théories sur le facteur normatif dans la loi, la politique, la religion et les sciences sociales », qu'elles permettent de « surmonter le dualisme de l'esprit et de la matière », du fait et de la valeur. Les gestaltists s'étaient déjà trop pressés d'annoncer qu'ils avaient résolu la même question (1).

BALANCE DES INTÉRÊTS ET ACTIONS COMPENSATRICES

Lorsqu'un chien veut attraper un morceau de viande, mais a peur du bâton de son maître, le bâton peut agir comme un obstacle qu'il contourne. Ou encore l'animal peut choisir une manière moins dangereuse d'arriver à son but. Un obstacle interne joue un rôle analogue à celui d'un obstacle externe. S'il a une patte paralysée, ou douloureuse, il peut avancer sur les trois autres, ou n'appuyer que légèrement sur le sol la patte sensible. La tortue de Grey Walter ne tient pas réellement compte de l'obstacle, ne fait pas réellement une balance entre l'obstacle et le « but ». Le contact de l'obstacle ferme un circuit dont l'action se substitue momentanément à celle du circuit phototropique. Pour imiter vraiment la balance entre deux actions possibles, il faut non seulement un *feed back*, mais un système de *feed back* composés. L'homéostat du Dr Ashby (2) est un appareil constitué par quatre éléments identiques, dont chacun réagit sur les trois autres. Un élément comporte un galvanomètre à aimant mobile qui commande la plongée d'un fil métallique dans un bac conducteur à gradient de potentiel. Comme chaque galvanomètre reçoit le courant de sortie de tous les autres (sans

(1) Cf. W. Kohler, *The place of values in a world of facts*, et R. Ruyer, *Philosophie de la valeur* (A. Colin).

(2) Cf. W.R. Ashby, *Les mécanismes cérébraux de l'activité intelligente*, et A. Ducrocq, *Appareils et cerveaux électroniques*, p. 144, sqq. Pour un exposé d'ensemble, cf. W. R. Ashby, *Design for a brain* (Chapman et Hall, 1952).

compter, naturellement son propre courant de sortie), l'équilibre de chacun est fonction de l'équilibre de l'ensemble. Si l'expérimentateur perturbe un des éléments en bloquant par exemple l'aiguille de son galvanomètre, le reste de l'homéostat s'adapte à cette nouvelle situation, cherche et trouve le moyen d'atteindre la position d'équilibre « prescrite ». De plus, les courants de sortie, avant d'arriver aux bobinages d'un élément, passent par des sélecteurs qui représentent eux-mêmes des *feed back*, montés selon des fonctions « en gradins », et qui modifient brusquement le *feed back* principal, quand, par suite d'un obstacle mécanique introduit par l'expérimentateur, il tendrait à prendre une position extrême, au lieu de chercher l'équilibre optimal. Le sélecteur recherche les *feed back* secondaires qui conviennent pour que le *feed back* principal puisse accomplir sa « mission », et que l'appareil puisse de nouveau chercher et atteindre l'équilibre prescrit.

L'appareil d'Ashby est capable d'exploits vraiment extraordinaires. Supposons que l'expérimentateur inverse les conducteurs d'un des *feed back*, de manière à le rendre positif, de négatif qu'il était, et à le faire fonctionner comme un régulateur à boules qui marcherait à l'envers et qui emballerait ou arrêterait la machine à vapeur, au lieu de régler sa vitesse. Le sélecteur intervient alors de lui-même pour chercher les *feed back* qui corrigeront, ou mettront hors circuit, le *feed back* inversé et feront retrouver l'équilibre. Si l'expérimentateur solidarise les aiguilles de deux galvanomètres par une tige rigide, l'appareil est de même capable de retrouver l'équilibre stable, au point que lorsqu'on enlève la tige solidarisante, l'appareil doit de nouveau tâtonner pour retrouver le précédent montage, un peu à la manière d'un homme guéri, mais désorienté parce qu'il s'était habitué à sa maladie.

Il existe des opérations correspondantes dans l'ordre physiologique. Si l'on réunit, par une tige rigide, les deux pattes gauches d'un chien, il sera

capable, bien qu'avec difficulté, de se remettre à marcher. Si l'on intervertit chirurgicalement sur un singe, comme dans l'expérience déjà ancienne de Marina, les muscles droits interne et externe du globe oculaire, ou si l'on intervertit, comme Sperry, le fléchisseur et l'extenseur du bras de l'animal, les mouvements normaux se rétablissent, très rapidement pour l'œil, plus lentement pour le bras, après une période d'incoordination. Koffka (1) faisait grand état de l'expérience de Marina. Il y voyait la preuve qu'un champ dynamique régulateur existe, indépendant des « rails » nerveux. Goldstein considère les cas analogues de compensation après lésion ou déficit, comme la preuve de son organicisme, et de l'indépendance des performances relativement à l'activité des parties (2). Il faut reconnaître que l'homéostat d'Ashby apporte un élément vraiment sensationnel dans le débat.

Son homéostat fonctionne par un ensemble de conducteurs et non par un champ dynamique « libre »; et pourtant, il réalise très exactement la régulation organique qui se produit après l'expérience de Marina. On peut donc désormais interpréter cette régulation comme un changement, lui-même automatique, des *feed back* nerveux, et non comme l'effet d'un rééquilibrage d'une *Gestalt* corticale. Si le conflit entre l'interprétation de Koffka et celle d'Ashby n'apparaît pas comme très grave — car, après tout, les actions et interactions des *feed back* sont bien des phénomènes dynamiques — c'est surtout contre l'organicisme et l'holisme de Goldstein que l'exploit de l'homéostat paraît apporter un argument décisif. L'homéostat n'est évidemment qu'une machine, et pourtant, il agit comme un tout, qui serait indépendant de ses parties, de leurs lésions ou servitudes accidentelles. On imagine aisément les développements philosophiques d'un organiciste, disciple de Goldstein, sur les performances de la machine d'Ashby, si on lui

(1) *The growth of the mind*, p. 78, sqq.
(2) *Die Aufbau der Organismus*, *passim*, particulièrement p. 140, sqq.

jouait le mauvais tour de les lui donner à interpréter en lui cachant qu'il s'agit d'une machine. Il y verrait évidemment une *Tendanz zum geordneten Verhalten*, avec *Auschaltung von Defekten*. Il ferait remarquer comment « chaque changement à un endroit implique un changement simultané à un autre endroit », et comment *die verschiedenen Veranderungen sind ein Einheit*. Nous ne prétendons certes pas que la théorie mécaniste d'Ashby soit vraie au fond, mais nous reconnaissons que la cybernétique marque là un point contre les théories antimécanistes.

Ashby considère son appareil comme étant un analogue du couple formé par le cerveau et le milieu, le cerveau devant s'adapter aux variations accidentelles et imprévisibles du milieu (1). Mais on peut le considérer aussi comme capable de chercher une balance des intérêts. L'automate paraît calculer son comportement à la façon d'un hédoniste, ou selon les formules de la théorie marginaliste. Sans doute, pour l'instant, les automates homéostatiques ne font pas de véritables calculs utilitaristes. Leur adaptation aux circonstances, malgré leurs tâtonnements, est instantanée, ou du moins « présentiste » ; nous voulons dire qu'ils ne prévoient pas ce que donnera leur action éventuelle avant de l'accomplir. Ils ne font que des expériences physiques, et non « mentales ». Mais il n'est pas exclu que l'on puisse construire des automates sur-composés dont l'homéostat ne représenterait qu'une partie, équivalente au cortex « spéculant », l'autre partie utilisant ensuite les résultats essayés sur l'homéostat. Les opérations de recherche d'équilibre et de conciliation des intérêts s'opéreraient d'abord en petit avant d'être effectuées en grand. Certains procédés, déjà industriels, peuvent nous donner une idée de ce que serait cette « expérience mentale mécanique », si l'on peut ainsi associer les mots ; écluses Vauban, à Strasbourg, commandées par des boîtiers hydro-électriques où les pressions,

(1) W.R. Ashby, *Design for a brain*, ch. III.

des deux côtés des vannes, sont reproduites sur une membrane métallique ; *Network analyser*, modèle réduit de l'ensemble des connections d'un réseau de distribution électrique, qui permet d'étudier les différents problèmes d'équilibre posés par les accidents ou les demandes inopinées dans le secteur (1).

CONDITIONNEMENT ET APPRENTISSAGE

Un automate peut-il être conditionné, peut-il apprendre à tenir compte de l'expérience, de manière à se comporter non seulement d'après les résultats instantanés obtenus, mais, à la manière des chiens de Pavlov, d'après les résultats *précédemment* obtenus? Pourrait-il, par exemple, apprendre à réagir au son, après avoir été monté pour réagir à la lumière, si le son se substituait à la lumière comme signal relativement à la fin visée? Tous les cybernéticiens s'attaquent avec confiance à cette importante question. Pour bien comprendre toute la difficulté du problème qu'ils veulent résoudre, il faut bien saisir qu'apprendre ne consiste pas à se comporter, même avec souplesse, selon un *feed back* tout monté. Apprendre, c'est essentiellement monter un nouveau *feed back*. Qu'est-ce qu'apprendre à conduire une automobile? C'est essentiellement monter un *feed back* cérébral opticomoteur (pour le maniement du volant), et auditivomoteur (pour l'utilisation de l'accélérateur et du levier de vitesse). Les conducteurs novices emballent leur moteur ou le laissent caler, parce qu'ils veulent utiliser un *feed back* plus « naturel », à base de sensations kinesthésiques, sensations insuffisamment précises pour informer assez finement, par circuit récurrent, la position du pied. Quand les informations auditives sur la vitesse du moteur commandent directement la position du pied sur l'accélérateur, l'apprentissage est terminé en principe. Or, un automate, nous l'avons vu, pourrait être monté pour

(1) Cf. H.L. Hazen, *The M.I.T. Network Analyser* Cambridge, Mass.).

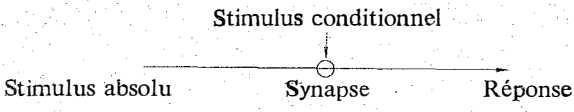
conduire une automobile. Un radar, ou des cellules photo-électriques, pourraient informer les effecteurs de direction ; un appareil acoustique pourrait informer les effecteurs d'accélération, ou les effecteurs à gradins pour les changements des vitesses. Bien plus, l'automate, comme un bon conducteur, pourrait, nous l'avons vu, passer d'une automobile à une autre, dont la direction est plus ou moins démultipliée, ou l'accélérateur plus ou moins sensible, puisqu'il se guiderait sur le résultat obtenu. Mais il faut prendre garde à une équivoque. Ce « transfert », d'une automobile à une autre ne serait pas un vrai transfert, d'apprentissage. L'automate n'apprendrait pas à conduire, il serait monté pour cette performance, mais il ne se monterait pas lui-même, il ne constituerait pas lui-même les *feed back* appropriés, comme l'apprenti humain ; il ne transposerait pas le *feed back* kinesthésique-moteur en un *feed back* auditivo-moteur plus efficace. C'est la modification ou l'improvisation d'un montage par l'exercice, et non le fonctionnement d'un montage, même permettant des effections improvisées, qui constitue l'apprentissage.

L'homéostat d'Ashby semble, il est vrai, répondre vraiment au problème. Il modifie le montage de ses propres *feed back*, quand il recherche son but *en dépit* d'un montage défectueux à l'origine. Ashby considère que sa machine peut expliquer pourquoi, dans les espèces vivantes, les *feed back* sont montés correctement et non à l'envers : la sélection naturelle a dû éliminer par exemple une espèce dans laquelle l'abaissement de la température du corps, au lieu de déclencher un frisson réchauffant, déclencherait une transpiration encore refroidissante. Elle peut expliquer encore comment l'expérience individuelle peut corriger un *feed back* qui ne conviendrait pas dans un certain contexte d'expérience, en changeant notamment son signe, positif ou négatif. Un enfant peut être forcé d'apprendre à rechercher une couverture rouge, mais à éviter une braise rouge. Les détails de ce réglage ne peuvent dépendre de l'action de la sélection

naturelle, pour la raison qu'à différents enfants, en différentes circonstances, peuvent convenir différents arrangements de rétroaction. L'homéostat peut corriger, précisément, un *feed back* monté à l'envers.

Mais ce qu'oublie le Dr Ashby, c'est que les unisélecteurs de sa machine choisissent seulement entre les montages inhérents aux circuits. Ils improvisent bien un comportement et un équilibre nouveaux, mais ils n'improvisent pas un montage nouveau. Si l'expérimentateur a inversé un *feed back*, « l'unisélecteur change alors ce *feed back* pour un autre, en recherchant l'un après l'autre, parmi les *feed back* disposés au hasard, jusqu'à ce qu'il en trouve un qui convienne. Une fois découvert, ce *feed back* est conservé » (1). On sait qu'au contraire, dans les expériences de conditionnement, n'importe quoi peut servir de stimulus conditionnel. Quand le chien apprend à saliver sur battement de métronome ou sur application d'un courant électrique sur sa patte, il est difficile de croire qu'un sélecteur cérébral a pu se borner simplement à choisir entre « des *feed back* nerveux disposés au hasard ». Dans le cortex, pourrait-on répondre à cette objection, il y a un nombre assez grand de neurones et de conducteurs pour que la sélection puisse toujours paraître une improvisation. Mais alors tout le poids de la difficulté est transféré à l'organisation biologique, qui, elle, n'a pas eu simplement à choisir entre des montages tout faits.

On peut concevoir — on s'y est essayé depuis fort longtemps — d'autres images mécaniques du conditionnement, en dehors de l'arsenal ordinaire de la cybernétique. Admettons, malgré les objections de plus en plus pressantes, et fondées sur les expériences, de la plupart des psychologues, que la neurologie du conditionnement puisse être schématisée ainsi :



(1) *Design for a brain*, ch. VIII. The ultrastable System.

On entrevoit, croit N. Wiener [1], un modèle mécanique de l'apprentissage. Le point important, au moment de l'établissement de la salivation conditionnelle, c'est que l'animal a faim, état ayant certainement une correspondance physiologique, par exemple une plus grande perméabilité des aiguillages. La faim est une sorte d'état interne d'alerte généralisée, qui change les seuils physiologiques, selon un type de message ou d'information dont l'équivalent social est fourni par une sonnerie de cloches ou une sirène d'alarme : « Avis à tous ceux que l'alarme concerne. » Si donc un stimulus *quelconque* se produit en même temps que le stimulus absolu, il peut, à la fois profiter de la perméabilité plus grande des aiguillages et la confirmer en l'accentuant, par effet de frayage. Cette modification équivaut donc à un changement de montage de la machine. Nous n'insisterons pas sur cette conception de Wiener, qui ne fait d'ailleurs que reprendre des hypothèses bien vieilles. Malheureusement pour elle, la psychologie expérimentale a montré que le vrai schéma du réflexe conditionnel est fort différent. Les deux stimuli ne sont pas simultanés, et surtout le stimulus conditionnel ne provoque pas la même réponse que le stimulus absolu, mais une réponse préparatoire à base corticale, alors que le réflexe absolu est un processus sub-cortical. Le réflexe conditionnel ressemble à une action volontaire. B.F. Skinner a montré que l'apprentissage par essais et erreurs et que l'action de ce que Thorndike appelle « loi de l'effet », c'est-à-dire le *stamping in* de l'acte qui aboutit à la satisfaction, était exactement équivalent au conditionnement de Pavlov. Dans la « boîte de Skinner », le rat apprend vite à s'approcher de la nourriture quand il entend le son de la boulette de viande que l'expérimentateur laisse tomber sur l'assiette d'étain. La séquence est exactement similaire dans les deux cas :

Pavlov : métronome — saliver — manger
Skinner : son de l'assiette — s'approcher — manger

(1) *Human Use of human beings*, ch. III.

La seule différence est que « s'approcher » est plus directement instrumental que « saliver ». Si le rat presse par hasard la barre qui fait tomber la boulette de nourriture, la séquence devient :

Barre — Presser — Son — S'approcher — Manger.

Il est bien clair qu'un automate à auto-régulation simple n'imite qu'en apparence la « loi de l'effet ». Le thermostat semble chercher une température donnée. Une fois cette température atteinte, il semble « satisfait », puisqu'il s'y tient. Un canon de D.C.A., avec radar, cherche aussi son objectif tant qu'il n'a pas obtenu l'effet « satisfaisant ». Mais pour que l'on puisse parler d'apprentissage ou de conditionnement, il faudrait que cette « satisfaction » porte sur les moyens et non seulement sur le but. L'être vivant sait trouver les moyens les plus expédients. « Presser la barre », pour le rat, est un acte « valorisé » par le succès.

Un automatisme secondaire doit donc nécessairement être superposé à l'automatisme primaire pour que la machine imite l'être vivant. Cet automatisme secondaire fonctionnerait lui-même sur information, mais sur information statistique des coups réussis, bref, serait capable d'induction. Or, les machines à induire, sans être inconcevables, nous l'avons vu, sont fort difficiles à réaliser. Encore est-il extrêmement douteux qu'il s'agisse d'induction authentique, et par conséquent de véritable apprentissage.

Le problème pourrait être un peu moins difficile s'il ne s'agissait pas de « satisfaction » et d'induction, mais d'une simple application de ce que Thorndike appelle la loi d'exercice (influence de la répétition, de la « récence » et de la « fréquence »), loi qui, à vrai dire, est loin d'être admise aujourd'hui sans discussion. N. Wiener encore, sans doute peu satisfait de l'hypothèse précitée, et s'appuyant sur des recherches récentes des laboratoires Eindhoven de la Société Philips [1], donne l'idée générale de ce que pourrait

(1) *Human Use of human beings*, ch. III, p. 69.

être un learning automatique fondé sur cette loi. Si j'appelle vingt fois par jour, au téléphone automatique, un collaborateur ou un ami très intime, la marche à suivre pour l'appel est aussi compliquée que pour appeler un correspondant occasionnel. Un être vivant, dans une situation de même type, ne tarderait pas à trouver, pour l'action souvent répétée, des voies particulièrement expéditives. Il faudrait donc que l'appareillage du téléphone automatique enregistre la fréquence relative des numéros appelés, et modifie de lui-même, par un *feed back* du second degré, son propre montage pour les « appels les plus fréquents ». On conçoit l'extrême difficulté de réaliser mécaniquement un appareil qui se modifie lui-même dans le sens approprié, autrement que par une simple usure mécanique. La simple usure peut équivaloir parfois à un perfectionnement, mais le rodage d'un moteur, l'assouplissement de chaussures neuves, l'augmentation de capacité d'un accumulateur après service, ne sauraient passer pour des cas authentiques d'apprentissage.

La cybernétique ne renonce pas pourtant à s'attaquer même au cas où une induction est nécessaire. Soit encore le canon de D.C.A. à pointage automatique. L'aviateur visé, pour échapper aux projectiles, modifie sa ligne de vol, mais il ne peut la modifier *ad libitum* : il est tributaire de la force centrifuge et des caractéristiques de l'avion, qui l'empêchent de virer trop court. Un pointeur humain prendrait l'habitude de ces mouvements d'évasion et pointerait les coups suivants en conséquence. Or, un appareil aussi peut le faire [1] par un *feed back* du deuxième degré, superposé au fonctionnement automatique du premier degré, et fonctionnant lui-même sur information statistique des mouvements d'esquive les plus courants des avions.

(1) *Human Use...*, p. 80.

CHAPITRE II

ACTIVITÉS ENCADRANTES ET MÉCANISMES ENCADRÉS

Il faut renoncer à prétendre remplacer le système nerveux conscient par des machines, il faut considérer les machines comme subordonnées aux systèmes nerveux vivants, et encadrées par eux. Il faut admettre d'abord et avant tout que le montage (au sens actif du mot) d'un mécanisme quelconque est tout autre chose que le montage (au sens passif) de ce mécanisme tout constitué et fonctionnant. Le montage actif est l'œuvre de la conscience, qui est créatrice de liaisons selon un sens. Le montage passif est l'ensemble des liaisons une fois qu'elles sont rétablies, et que le montage automatique peut se substituer aux liaisons improvisées par la conscience.

Quel est en effet l'élément commun de tous les montages automatiques ? Qu'est-ce que cherche spontanément le constructeur quand il veut imiter mécaniquement un comportement conscient ? La réponse tient dans ce mot : liaison. Le constructeur se demande toujours : « Quel genre de liaison établir pour obtenir l'effet désiré ? » Pour la machine à calculer, c'est évident. Le problème de construction, pour le radio-bricoleur qui veut faire un « Simon », comme pour les professionnels qui construisent un nouveau Mark, est un problème de liaison. Le constructeur se procure des centaines de tubes électroniques et des centaines de mètres de fil, et il se met à faire des soudures selon le schéma de montage. La machine de Kalin et Burckhard a existé en principe, du jour où Shannon s'est avisé que l'algèbre de la logique était traduisible en circuits électriques. Pour les automates à autorégulation, c'est non moins évident. Il faut seulement

se rappeler qu'il peut y avoir des liaisons d'un autre ordre que les liaisons par glissières ou fils électriques. Un champ électrique ou magnétique, une servitude dynamique quelconque, peuvent tout aussi bien servir qu'une liaison cinématique. Le fonctionnement du régulateur de Watt, par exemple, tient à l'établissement d'une liaison qui est d'une part cinématique (le régulateur se déforme et agit mécaniquement sur l'admission), et d'autre part dynamique (la déformation est opérée par la force centrifuge).

Mais avant le montage effectué, avant l'achat de fils et de matériel à souder, les liaisons devaient exister déjà par la conscience du constructeur. Une machine à régulation imparfaite doit être conduite par un surveillant, dont la conscience « ferme », en quelque sorte, le circuit d'un *feed back*, semi-mécanique, semi-psychique. La machine non encore construite existe comme schéma semi-différencié, dont les parties sont liées par le sens général de l'effet à obtenir. Avant ce schéma, il a existé, dans la pensée inventive, un pressentiment encore plus thématique. De la conscience pressentante à la conscience schématisante et survolante, puis à la conscience surveillante et qui complète la machine, on arrive enfin, par l'automatisme intégral, au remplacement total de la conscience par un jeu de « liaisons substituées » (1). Celles-ci reproduisent, par poussées ou tractions, par conductions de proche en proche, les liaisons primitives inhérentes au « survol absolu » qui caractérise la conscience. La conscience, le sens, n'est pas une atmosphère inefficace, c'est, si l'on peut opposer métaphore à métaphore, une « nébuleuse créatrice », dont l'automate n'est que le résidu. Le sentiment du « et » et du « ou bien » se transforme, par exemple, en un schéma de « deux chemins mis bout à bout » ou de « deux chemins équivalents ». Ce schéma se transforme à son tour en circuits électriques réels. Le sentiment : « La machine va trop vite, il faudrait

(1) Cf. R. Ruyer, *Eléments de psycho-biologie* (P.U.F.), ch. VIII.

diminuer l'admission », se transforme en « La vitesse devrait commander l'admission », puis en « Schéma de commande automatique », puis en : « Commande réelle par *feed back* négatif ».

La métaphore de la « conscience nébuleuse » n'est encore qu'une métaphore. Mais la cybernétique elle-même suggère une définition plus précise. La conscience sans machines auxiliaires est une sorte de mise en circuit du centre *x*, insaisissable, de l'individualité, avec le monde des sens et des valeurs. La conscience implique une sorte de rétroaction non mécanique, « axiologique », c'est-à-dire sensible aux sens et aux valeurs, irreprésentable en sa totalité dans le monde spatio-temporel, par laquelle des sens et des valeurs trans-spatiales informent, par récurrence, la partie spatiale des circuits nerveux. La conscience pressentante est en contact avec un sens ou un idéal invisible et inobservable, quoique non surnaturel, qui contrôle ses démarches réalisatrices. L'« idéal », matérialisable dans la machine automatique, est évidemment second relativement à l'idéal non matérialisé de l'être conscient. De même, les « liaisons substituées » sont secondes relativement aux liaisons improvisées par la conscience, ou le montage réel relativement au montage conçu. C'est parce que je veux avoir plus chaud que je remonte le thermostat. L'automatisation des machines est une sorte de projection spatiale de ce qui est hyper-spatial.

Le champ visuel, avec ses détails multiples, se surveille et se survole lui-même, dans une unité qui n'implique pourtant pas l'existence d'un point extérieur de surveillance. A partir d'un tel champ, par définition, toutes sortes de liaisons peuvent être improvisées et réalisées, car elles sont déjà virtuellement présentes dans son *unitas multiplex*. Aussi le passage de la conscience à la machine est toujours possible. Il n'y a pas *plus* dans la machine, mais *moins*. La machine est un extrait. Il y a moins dans le lien automatique, ou dans l'idéal matérialisé, que dans la conscience de l'homme qui assurait la liaison d'une

façon souple et improvisée, selon un idéal invisible. La main et l'œil, les conducteurs nerveux qui les dirigent, les parties observables du cortex qui contrôlent leur fonctionnement au moyen des *feed back* nerveux, sont eux-mêmes déjà des machines auxiliaires pour l'action directement dynamique de la conscience signifiante. Le montage de l'automatisme mécanique est précédé par des montages cérébraux, eux-mêmes commandés par l'action liante de l'intention visant un sens hyper-spatial, et informant le champ perceptif ou le champ de comportement selon ce sens. Si je suis très pressé, une valeur essentielle étant en jeu, mon psychisme d'abord, puis mon système nerveux, sont montés selon le thème : « Vitesse maxima selon les circonstances. » Éventuellement, une machine auxiliaire, bicyclette ou automobile, est mise en état de fonctionner pour cette vitesse maximum. La conscience enveloppe les montages cérébraux aussi bien que les montages mécaniques auxiliaires qui complètent ou remplacent les montages cérébraux, prête à corriger les uns comme les autres. Entre les rétroactions à liaisons conscientes, et les *feed back* mécaniques, le cerveau est le domaine des *feed back* mixtes, le lieu où les montages actifs se transforment en montages passifs. C'est une machine souple et non finie, aisément et provisoirement fermée selon des intentions changeantes.

Relativement à une machine dont l'automatisme est imparfait, la conscience de l'usager ou de l'ouvrier joue le rôle d'un pur auxiliaire, encadré par l'ensemble du mécanisme, et qui rattrape par liaisons improvisées ce que le montage de la machine laisse mal raccordé. A ce niveau, l'homme « complémente toutes les fonctions qui manquent à la machine » (1). Si par exemple, sur le tableau de bord d'une automobile, apparaît, sur un voyant rouge, l'indication : « Eau trop chaude », je suis obligé de m'arrêter et d'enlever le protège-radiateur que j'avais oublié.

(1) Cf. H. Marot, *The creative impulse in industry*, p. 4.

Un perfectionnement, réglant automatiquement l'obturation du radiateur selon la température permet d'éliminer mon souci conscient. On comprend donc la croyance des cybernéticiens. L'automatisme perfectionné remplace parfaitement les liaisons conscientes qui subsistaient intercalées dans le cycle des liaisons mécaniques mal ajustées. Donc, concluent-ils, l'automatisme représente le tout des liaisons conscientes. Mais on voit aussi leur erreur. La conscience « intercalée », loin de représenter la conscience en général, n'en représente qu'un rôle accessoire et accidentel. L'essentiel, c'est la conscience encadrante, enveloppante, qui a dû inventer et combiner l'ensemble des mécanismes de l'automobile comme instrument de transport. Les zones enclavées d'intervention nécessaire de la conscience, qui subsistent dans les fonctionnements mécaniques imparfaits, sont destinées à être éliminées. Mais il ne faut pas en conclure que les zones encadrantes peuvent aussi être éliminées. Un appareil bien automatisé peut être conduit sans souci conscient, mais il doit être construit avec d'autant plus de souci conscient. Parce que les lacs sont un phénomène géographiquement transitoire, il n'en faut pas conclure que les océans sont destinés à disparaître de la même façon.

LE « SET »

Nous allons examiner de plus près les rapports de l'activité encadrante et des mécanismes encadrés. Supposons que :

je [cherche à atteindre] un état organique de confort.

Hors crochets est la partie encadrante : l'individualité agissante d'une part, son idéal de l'autre. Entre crochets, la partie encadrée, qui pourra être plus ou moins mécanisée. L'état organique de confort n'est pas un idéal pur en ce sens qu'il n'a pas à être l'objet d'une pure invention. Je l'ai déjà éprouvé ; il est donc « mnémifié », et il dépend aussi de ce qu'est mon

organisme actuel. Mais, pur ou impur, il n'en a pas moins le caractère essentiel de l'idéal authentique, de n'être pas inscriptible matériellement dans un appareil. Interposons maintenant un appareil.

Assis dans mon bureau, l'hiver, je trouve la température un peu basse. [Je me dirige vers la chaudière de mon chauffage d'appartement, et je monte l'échelle graduée, interposée sur le thermostat, de 50 à 60 degrés. Le thermostat fonctionne, la température s'élève] et j'ai un sentiment de confort. Autre exemple. Je me rends chez un ami qui habite au cinquième. Arrivé à sa maison, je me mets en devoir [de monter l'escalier] pour atteindre l'étage. S'il y a un ascenseur, je [presse le bouton « Cinquième étage », j'attends que l'ascenseur exécute l'« ordre »], et j'entre chez mon ami. Un aviateur, s'il se sent dévié en direction ou si l'avion « roule », [consulte l'horizon artificiel ou le conservateur de cap, puis agit sur les commandes] et ramène son appareil. Si l'avion est muni d'appareils de pilotage automatique, le pilote n'a même pas à sentir la déviation, les gyroscopes, à axes vertical et horizontal, commandent eux-mêmes les manœuvres nécessaires pour corriger les écarts, par l'intermédiaire de servo-moteurs pneumatiques. L'aviateur n'intervient que si les automates ne fonctionnent pas, de même que je prends l'escalier si l'ascenseur est en panne, ou que je fais des mouvements pour me réchauffer si l'appareil de chauffage ne marche pas (*voir page 78*).

On pourrait indéfiniment multiplier les exemples et les tirer, soit d'un effort mnémique utilisant des moyens mnémotechniques auxiliaires, soit d'un effort d'imitation, d'économie, d'expression, etc.

On voit qu'à la phase 2, on peut avoir, soit la mise en fonctionnement d'une machine effectrice toute montée, soit le montage de ce que les psychologues appellent un « set ». L'usage s'est établi d'employer le mot anglais « set » pour désigner tout montage psycho-physiologique, tout ajustement neuro-muscu-

laire qui favorise une action, soit en la préparant (par exemple : « prendre l'attitude physique et mentale de départ pour une course »), soit en la favorisant par contrôle pendant que l'opération est en cours (par exemple : « tout sacrifier à la vitesse maximum pendant la course »). Le *set* agit comme facteur sélectif facilitant certaines réponses, et inhibant certaines autres. Le *set* est une mise en relation de l'appareil neuro-psychique avec une signification ou une valeur, par-delà la sensation brute. Sans le *set*, la sensation resterait à l'état d'impression inefficace et même, à la limite, cesserait d'être une sensation consciente. En conduisant une automobile, je ne puis être sans danger en l'état d'un peintre impressionniste. Je guette les véhicules débouchant des rues latérales, et toute ombre apparaissant, valorisée d'avance par le montage psychique : « Attention aux véhicules croisant ma route », déclenche très vite les mouvements appropriés. De même « Rouler à droite » est valorisé, relativement à « Rouler à gauche ». Ce qui est joué par le montage matériel d'un appareil, c'est toujours une valorisation de ce genre. Un thermomètre, dans une pièce, qui ne commande aucun réglage de température, est donc l'équivalent de l'état « impressionniste ». S'il est inséré dans un thermostat pour régler un appareil de chauffage, la température indiquée est valorisée efficacement, elle devient la température optima. Tandis que le montage d'une machine n'est valorisé que par l'intention humaine, l'intention humaine, commandant le *set* psychique qui y correspond, doit évidemment être en relation directe avec un sens ou une valeur. Le cortex cérébral, lieu des manifestations primaires des sets psychiques est en rapport avec deux mondes, le monde des sens et des valeurs, dont l'aperception est constituante du *set*, et le monde de notre espace, où il réalise l'effection selon le *set*.

Dans la plupart de nos actions, nous avons à la fois un « montage-but » (notre appareil psychophysiologique est monté selon le but visé) et un

1 Je veux avoir chaud	[2 Je monte le thermostat à 60°	3] La température de la chaudière s'élève	4 J'ai chaud

Ou bien :

1 Je veux avoir chaud	[2 Je me mets à faire des exercices violents	3] La circulation sanguine accrue réchauffe ma peau	4 J'ai chaud

Toutes les actions humaines sans exception peuvent être schématisées d'une manière analogue. Donnons quelques exemples :

1 Je me demande lequel de deux objets est le plus lourd	[2 Je les mets sur les plateaux d'une balance	3] La balance fonctionne	4 Je sais quel est l'objet le plus lourd

Ou bien :

1 .....]	[2 Je les soupèse l'un après l'autre en me servant du set psychique produit par le premier objet	3] L'effet psycho-physiologique de comparaison a lieu	4 .....
1 Je cherche le produit de deux nombres	[2 Je manœuvre une règle à calcul	3] La règle donne un chiffre	4 Je sais quel est le produit
1 Je cherche un motif de décoration	[2 Je fais tourner un kaléidoscope	3] Il forme un motif nouveau	4 Je m'en inspire pour dessiner le motif

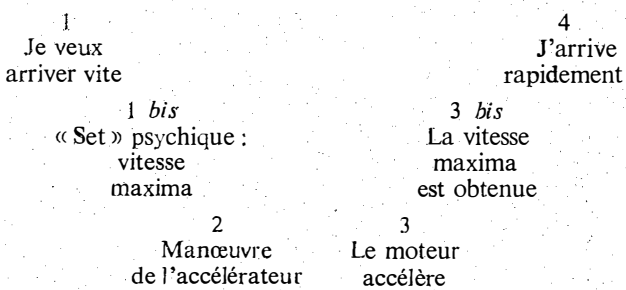
« montage-situation » (il est monté selon la situation actuelle). Par exemple, s'il n'y a pas d'ascenseur disponible, et si l'escalier est long et raide, je prends mon souffle, et j'adopte un rythme qui ne serait pas celui d'un « cent mètres ». Si je soupèse deux objets pour en comparer le poids, c'est le *set* psycho-physiologique, maintenu du premier au deuxième objet, plutôt que le souvenir du premier, qui me permet de faire la comparaison (1). Si je fais des exercices pour me réchauffer, le *set* est très différent de ce qu'il serait si je visais le rendement économique de mes mouvements.

Le montage tout fait d'un appareil, ou plus exactement, le dernier montage, opéré par la manœuvre du bouton ou du levier de commande, est l'équivalent du *set*.

Dans le cas du *set*, ce sont des machines organiques qui sont utilisées au lieu des machines externes. Mais toujours, même pour les êtres vivants les plus simples et les moins différents d'une macro-molécule, il y a interposition de machines dans l'effection de l'acte visé. En automobile, si je veux aller plus vite [je donne des gaz, le moteur accélère], mon désir de vitesse est satisfait. Dans une course à pied, si le coureur, près du but, se sent menacé par un rival, sa volonté de gagner, ou sa crainte d'être battu, déclenche une émotion c'est-à-dire, physiologiquement, une hypersécrétion d'adrénaline, qui accélère les dépenses musculaires. La volonté de gagner agit sur le système nerveux central, qui agit sur le système sympathico-surrénal, qui à son tour, en accumulant l'adrénaline dans le sang, abolit les effets de la fatigue musculaire. L'émotion peut être considérée comme un *set* très général, facilitant le passage de la volonté (ou de l'appréhension spirituelle d'une valeur), au *set* psycho-physiologique plus particulier, qui, à la manière d'une manœuvre sur une machine auxiliaire, permet d'atteindre le but.

(1) Cf. Woodworth, *Psychology*, p. 55.

Le *set* psycho-physiologique est naturellement déjà impossible à réduire à un pur montage mécanique, malgré la possibilité fréquente d'une substitution. L'automobiliste qui se met lui-même au *set :* « Vitesse maxima », fait les manœuvres les plus diverses selon les pentes, les tournants, les obstacles. On conçoit difficilement — bien que les progrès de la technique puissent y atteindre asymptotiquement — une automatisation de la conduite d'un véhicule telle, que le conducteur n'ait qu'à presser un bouton commandant : « Vitesse maxima selon les circonstances », pour que la machine l'obtienne mécaniquement et qu'entre la volonté pure du conducteur et la réalisation, il n'y ait aucun intermédiaire psycho-physiologique. Mais le *set*, s'il est psychique relativement au mécanisme subordonné, est déjà semi-mécanique, relativement à la volonté ou à l'intention pure. Il fonctionne thématiquement mais d'une manière semi-aveugle. La preuve en est dans les persévérations absurdes dont il est souvent l'occasion. Une « tâche » psychique, une fois montée, continue à agir, même quand elle ne correspond plus à une intention, à la manière d'une machine dont on a oublié d'arrêter le fonctionnement après usage. Dans la plupart des cas, au lieu de considérer le *set*, d'une part, et la machine, d'autre part, comme substituables entre eux, il vaut mieux les considérer eux-mêmes comme encadrés l'un dans l'autre. On aura ainsi :



Dans le cas du développement organique, nous n'avons pas le droit de nous projeter par empathie à la place de l'*x* organique, ou de dire que l'état final était le but que cet *x* visait, mais le schéma général n'en est pas moins exactement semblable à celui d'une action psychologique consciente, en ce sens que l'on trouve là aussi des mécanismes, généralement chimiques, interposés entre le début et la fin du développement. Telle région, elle-même déclenchée, déverse une hormone ou une substance organisatrice, qui produit des effets sur telle autre région — effets qui semblent répondre à un idéal visé. Dans la métamorphose des Amphibiens, ou dans la puberté des Mammifères, la thyroxine, ou les hormones sexuelles, agissent sur le développement, exactement comme l'adrénaline agit, dans l'émotion, sur le comportement. Le schème :

1	2	3	4
L'*x* organique tend vers l'état adulte	Déversement de thyroxine	Action sur les organes ébauchés	État adulte

Ce schéma est évidemment métaphorique en tant qu'il parle de « tendance » ou de « volonté » au stade 1, mais il est conforme aux faits en tant qu'il encadre les stades 2 et 3 par les stades 1 et 4. Car c'est un fait que la transformation « signifiante » sinon voulue, du jeune adulte, a les déclenchements chimiques pour « moyens ». La preuve en est que des organismes voisins emploient souvent des moyens très dissemblables pour arriver au même but.

Il peut exister des actions que l'on pourrait appeler directes, c'est-à-dire sans moyens. Je puis juger ou raisonner intuitivement, sans employer de machines ou de règles à calcul, ou même, peut-être, sans employer un *set* psycho-physiologique. En fait il est bien difficile d'affirmer qu'un *set* psycho-physiologique n'est pas interposé. Le calcul dit « mental » utilise très probablement des montages cérébraux

comme instruments, autrement on ne comprendrait pas qu'il fatigue. Le cas pratiquement universel est celui où, non seulement un, mais plusieurs fonctionnements, mécaniques ou psycho-physiologiques sont emboîtés les uns dans les autres en coffret chinois.

LA SCIENCE ET L'ENCADREMENT

La science est bien plus à son aise pour expliquer la région médiane, mécanique ou semi-mécanique, des actions, que pour comprendre leur origine et leur fin. Des doctrines comme l'existentialisme, les conceptions psychologiques qui font un sort au « je » comme celles de W. Stern ou M. W. Calkins, les théories vitalistes, biologiques ou psychologiques, sont difficilement accueillies. Il en est de même pour les philosophies de l'essence, platoniciennes ou husserliennes, ou pour l'axiologie, ou pour la théorie des types organiques. La science, en somme, néglige tout ce qui est « encadrant », qu'il s'agisse de l'« agent » ou de l'« idéal ». Quand il y a plusieurs « moyens » emboîtés, par exemple quand le fonctionnement d'un appareil auxiliaire est lui-même emboîté dans l'action, en demi-fonctionnement, du *set* psychologique, cette « loi de négligence » est encore plus frappante. Plus les moyens sont « centraux », plus ils sont clairs et abordables scientifiquement. Rien de plus clair que le fonctionnement d'un thermostat, d'un ascenseur, ou d'un Directionel Gyro Sperry, d'une règle à calcul. Le fonctionnement d'un *set* physiologique est déjà plus difficile à saisir. Plus difficile encore l'action d'une « tâche » psychique. Les psychologues de l'école de Wurtzbourg, comme les psychanalystes, ont été accusés de faire de la pseudo-science. Enfin, l'action ou la nature de la volonté, du « je » ou de l'*x* organique, le rapport intentionnel du « je » à un idéal, sont tout à fait mystérieux. On comprend donc que la science ait toujours essayé d'interpréter les éléments encadrants, 1 et 4, à partir des éléments encadrés, 2 et 3, l'action englobante à partir du fonctionnement auxi-

liaire englobé. La cybernétique n'est que la dernière tentative, la plus précise et la plus intéressante, pour réduire tout l'« encadrant » aux fonctionnements auxiliaires.

Et pourtant, les motivations instinctives ou volontaires donnent seules sens et possibilité aux montages auxiliaires. Des montages isolés n'ont aucun sens et, à la lettre, ne sont rien. Les automates de la cybernétique, n'ayant pas de motivation, ne sont pas des êtres. Les automates de Grey Walter sont de purs lieux de passage du stimulus à la réponse, alors que les êtres réels vont à leur but à travers moyens et obstacles. Les automates, à vrai dire, fonctionnent selon une volonté encadrante : celle de leur constructeur. Ils sont machines auxiliaires pour le constructeur comme toutes les machines construites par l'homme, et il est absurde de se servir de l'auxiliaire comme d'un modèle pour comprendre l'être autonome.

L'enchaînement causal mécanique de 2 à 3, l'enchaînement psychique à la fois causal et thématique, à la fois « poussée a tergo » et « orientation vers un optimum », du *set* psychologique, de 1 *bis* à 3 *bis*, supposent l'action finaliste 1-4. L'enchaînement mécanique est sans conscience; l'action du *set* psychologique est subconsciente, mais le tout est monté par la conscience intentionnelle.

L'ENCADREMENT AXIOLOGIQUE

Essayons d'adopter l'hypothèse de la cybernétique, et considérons l'homme agissant comme une pure machine automatique. Que gagne-t-on à cette hypothèse? Simplement de reculer le problème en le rendant plus aigu. Si l'homme qui, désirant avoir plus chaud, remonte le thermomètre de la chaudière, est encore lui-même pareil à un appareil mécanique; si le désir « d'avoir chaud » est inscrit matériellement dans son cerveau, comme la température voulue par lui est inscrite matériellement dans l'appareil, et si ce désir n'est rien d'autre que cette inscription matérielle,

par qui y est-il inscrit? Par quel super-ingénieur ou super-usager? Si l'ingénieur est pareil, en principe, à ses automates, quel est l'Ingénieur qui a fabriqué l'ingénieur? Nous ne prétendons pas qu'il n'y ait pas, dans le cerveau, au moment où il accomplit une tâche définie, un montage matériel réglant l'action de ses *feed back* nerveux. Mais l'établissement actif du *set* est nécessairement le propre de l'être réel dont le cerveau visible est l'apparence ou l'organe. Si l'action proprement dite, 1-4, n'est en réalité qu'un fonctionnement mécanique, il faudra avoir recours à un Dieu, ou plutôt à un Démiurge imaginé puérilement comme Ingénieur et Fabricateur. Si au contraire on admet, conformément aux faits, que chacun des systèmes emboîtants diffère qualitativement des systèmes emboîtés, que le *set* psychologique est différent du montage mécanique, et que l'intention consciente diffère à son tour du *set* psychologique, on aura là un moyen pour entrevoir, par une sorte d'extrapolation qualitative, la nature de ce qui encadre l'activité de l'homme et de tous les êtres vivants.

Car il faut, de toute manière, un encadrement, 0-5, lui-même peut-être complexe, à l'ensemble du système de l'activité humaine ou organique. L'animal ou l'homme n'est pas un commencement absolu. Les tendances ou les volontés, orientées par des valences ou des valeurs, qui contiennent les fonctionnements subordonnés, sont elles-mêmes des contenus enveloppés. Les êtres vivants ne sont pas les fabrications d'un Démiurge, ou d'un Grand Ingénieur, qui les douerait d'un certain nombre de sensibilités ou de « demandes variables », de la même manière que l'ingénieur donne arbitrairement à son automate, la « sensibilité » à la lumière ou au niveau de charge de son accumulateur, mais ils sont bien, en un sens plus subtil, des « créatures », des « automates axiologiques », créés et « encadrés » par un Transcendant qui fixe leur nature, et les valeurs auxquelles ils sont sensibles. Ces valeurs ou valences contrôlent leurs actions par une sorte de rétroaction axiologique ana-

logue, mais non réductible, aux *feed back* mécaniques des automates. Quelque chose, dans les instincts animaux, est imitable par machine. On peut faire des animaux, artificiels qui fuient la vue d'un bâton, comme le chien; qui se dirigent vers une source de chaleur, comme la punaise; qui nagent à contre-courant comme les poissons migrateurs; qui marchent en file comme les chenilles processionnaires. Mais, évidemment, quelque chose aussi, dans l'art divin, est plus subtil que l'art de l'ingénieur. Les valences qui actionnent les instincts, et surtout les valeurs qui actionnent les conduites humaines, ne sont pas réductibles aux montages mécaniques physiologiques, ou même psychologiques, qui en sont un monnayage. Lorsqu'un homme se fixe un but élevé, un idéal difficile à atteindre dans l'art, la morale, la technique, ses actions sont contrôlées aussi à chaque instant selon les résultats déjà atteints, par confrontation avec l'idéal visé. Schématiquement, la situation est la même que lorsque Elmer et Elsie, les tortues automatiques de Grey Walter, se dirigent vers une lumière modérée. Mais il serait par trop paradoxal de réduire les *feed back* axiologiques aux *feed back* mécaniques. Les êtres vivants sont à la fois dans l'espace physique et dans un espace axiologique. Les montages psycho-physiologiques, et déjà les cerveaux, en tant qu'appareils observables, ne sont que des projections, sur l'espace géométrique, d'une réalité qui les déborde. Les *feed back* visibles ne sont qu'un état « dégénéré » — au sens où les physiciens emploient ce mot — des *feed back* axiologiques. Un homme, désobéissant à l'idéal qui le contrôle habituellement — comme déjà un animal désobéissant à son instinct — est inquiet, troublé, insatisfait. Cette insatisfaction peut difficilement passer pour l'épiphénomène des mouvements oscillatoires qui ramènent les effecteurs de comportement vers l'équilibre normal. Le malaise que l'on éprouve à quitter sa ligne axiologique peut difficilement passer pour l'équivalent du martèlement que l'on éprouve sous la plante des pieds quand on a quitté sa géodésique

d'espace-temps et que l'on se sent « pesant ». La force d'un idéal n'est pas réductible à la force au sens physique. C'est même très exactement le contraire : la force, au sens physique, n'est qu'une apparence statistique des forces axiologiques élémentaires [1]. Comme il arrive souvent dans l'ordre psychologique, c'est l'action d'ordre supérieur qui doit donner le type d'explication de l'action élémentaire, et non l'inverse. Un artiste, qui manquerait de goût pour se juger et juger ses propres productions, ne pourrait progresser vers son idéal esthétique. Le goût, ou le jugement de valeur en général, a exactement la même fonction, dans les actes élevés, que les informations sensorielles dans les actes élémentaires. Un « daltonien moral », un homme atteint de cécité axiologique, ne sait pas comment réguler ses actions, de même qu'un aveugle ou qu'un tabétique ne sait comment réguler ses mouvements.

C'est dans un autre monde, trans-spatial, que l'homme, et déjà l'animal, cherchent des informations régulatives. On ne peut concevoir une machine capable de se régler et de s'informer elle-même par jugement de valeur. On peut, par métaphore, et par jeu de l'esprit, se représenter tous les efforts de l'humanité dans tous les ordres, au cours de toute son histoire, comme un vaste ensemble d'actions en *feed back*, dans lesquelles des idéaux invisibles (et d'ailleurs mal définis et changeants), contrôlent à chaque instant les résultats déjà atteints. Cette métaphore n'est pas sans valeur, mais elle n'est évidemment qu'une métaphore. La « régulation par valeur » est quelque chose de plus qu'une régulation mécanique. Les gens qui redoutent la mécanisation de l'humanité par la technique semblent croire que, par exemple, les automobiles, à force de se perfectionner, auront d'abord un pilotage automatique, puis seront capables de suivre d'elles-mêmes une route selon un programme, ce qui permettra au propriétaire de rester chez lui pendant que sa voiture

(1) Cf. R. Ruyer, *Néo-finalisme*, p. 219, sqq.

se promène; puis seront capables de choisir elles-mêmes leur itinéraire selon les routes indiquées comme pittoresques par un guide; puis seront capables d'explorer elles-mêmes les routes et de déterminer lesquelles sont pittoresques. Ces craintes sont entièrement puériles, précisément parce que, si les *feed back* axiologiques sont analogues aux *feed back* mécaniques, ils sont aussi essentiellement différents, et surtout enveloppent ces derniers. Quelque chose de trans-mécanique, en l'homme et au-delà de l'homme, encadrera toujours ses machines industrielles ou ses machines physiologiques.

CHAPITRE III

L'ESPACE DE COMPORTEMENT ET L'« ESPACE » AXIOLOGIQUE

Ce qu'il y a de plus choquant, dans les postulats non-mécanistes, c'est l'invocation d'un « trans-spatial ». Par un préjugé invétéré, « trans-spatial » paraît équivaloir à « surnaturel ». Ce préjugé est d'autant plus injustifiable qu'en physique même, les théoriciens emploient de plus en plus les « espaces de configuration » qui sont au-delà de l'espace ordinaire. Il est fort possible que certaines régions du trans-spatial se fondent imperceptiblement dans le trans-naturel. Mais, dans la région qui nous intéresse, le trans-spatial doit être considéré comme une hypothèse parfaitement positive.

Comme la question est d'importance capitale, il faut y insister et essayer de la clarifier au moyen de schémas. Pour les cybernéticiens orthodoxes, de même que pour les gestaltists, il doit être possible de figurer n'importe quelle rétroaction et n'importe quel processus circulaire, ou régulation dynamique d'une Gestalt, ou régulation homéostatique — nous avons noté l'étroite parenté de toutes ces notions — sans sortir de l'espace-temps des physiciens, ou tout au moins en restant dans un « champ de comportement » (Koffka) ou dans un *life space* (Lewin) qui, tout en ayant certains caractères particuliers qui l'opposent à l'« espace géographique » et à l'espace temps des physiciens, a du moins ceci de commun avec ce dernier qu'il ne fait appel à rien de transcendant, et que le temps n'y figure que comme une dimension banale, les coupes instantanées du *life space* se suffisent toujours à elles-mêmes dynamiquement. Le champ de comportement, l'« espace de vie » dans cette concep-

tion, possède des propriétés dynamiques immédiates. L'« histoire » n'intervient que médiatement, par ses effets dynamiques actuels. Il en est de même des intentions portant sur l'avenir. Les instincts animaux, comme les idéaux humains, ne sont ni innés, ni transcendants. Les changements qui se produisent continuellement dans le champ de comportement sont dus exclusivement — abstraction faite, bien entendu, des facteurs externes et de leurs effets perturbateurs — aux interactions dynamiques instantanées de ces parties. Quand l'organisation de ces parties présente des déséquilibres, le champ est instable, et il se produit des tensions. Les tensions, à leur tour, fournissent de l'énergie potentielle pour le travail de réajustement. Bref, les régulations, par *feed back* ou par Gestalt et self-distribution, ne sont pas essentiellement différentes dans le champ de comportement ou dans l'espace des phénomènes physiques. Dans l'un comme dans l'autre cas, les actions se produisent selon des forces *présentes* dans le champ. Si *A*, dans le champ de comportement, représente le « moi », ou plus précisément ma main, et *B* un objet éloigné, ayant un « caractère d'appel », l'éloignement de *B* relativement à *A* crée une tension. Cette tension diminue si *A* et *B* se rapprochent, elle augmente dans le cas contraire. *A* et *B* vont donc tendre d'une manière ou d'une autre à se rapprocher, selon le principe de moindre action. Bien entendu, la manière dont s'effectue cette diminution de tension est compliquée par le fait qu'il s'agit de l'espace de comportement et non de l'espace géographique. Ce n'est pas entre *A* et *B* comme objets physiques qu'il y a attraction. Aucun objet n'attire directement ma main (un aimant puissant ne l'attire que si elle tient une barre de fer). C'est entre *A* et *B* comme images ou réalités psychologiques.

Mais cette complication n'est pas d'autre sorte que celle des appareils industriels qui comportent un mécanisme-guide, auquel le fonctionnement général du système est « asservi ». L'attraction psychique ou le « caractère d'appel », d'après l'hypothèse, produit

directement des effets dans le champ de comportement, et indirectement, par le medium des organes d'effection asservis, dans le champ géographique, précisément parce que la tension ne peut diminuer dans le champ de comportement que si la distance diminue dans le champ géographique [1]. Pour les gestaltists comme pour les cybernéticiens, l'attraction dans le champ de comportement est néanmoins un fait entièrement analogue au phénomène physique, et ce sont encore des liaisons physiques qui solidarisent les deux domaines et font des gestes physiques un ensemble de systèmes asservis. *Le cerveau est une sorte de machine à faire jouer le principe de moindre action dans un domaine où il ne jouerait pas naturellement.*

Quand les yeux d'un bébé tombent sur un objet et quand il s'en empare pour le porter à sa bouche, il n'y aurait là, d'après l'hypothèse, qu'un effet dynamique instantané. Il n'y a pas à invoquer un instinct non actuel, une libido transcendante et protéiforme, un « sens » du geste, irréductible à son actualité physique. La force motrice du geste est fournie par les réserves d'énergie physiologique, sa direction par les mécanismes ou dynamismes nerveux dont le fonctionnement est assuré par une dérivation énergétique analogue à celle qui actionne le servo-mécanisme de direction monté sur une machine plus puissante.

Il suffit d'exposer soigneusement et fidèlement la thèse pour faire apparaître son invraisemblance, et surtout, ce qui est plus intéressant, pour faire apparaître le point où doit s'appliquer la correction indispensable. L'espace de comportement ne peut jouer son rôle que si on lui reconnaît une « dimension » hyper-géométrique et hyper-physique. A la différence

(1) Par exemple, W. Kohler écrit *(Gestalt psychology*, p. 390) : « A mesure que la distance augmente objectivement, la même chose, exactement, se produit dans le champ cérébral... physiologiquement, l'augmentation de distance dans le champ cérébral correspondra exactement à la tension qui, dans un champ de force, produit un effet dynamique dans la même direction. » « *As the distance is enlarged objectively, exactly the same occurs in the brain field.* »

des *feed back* ou des self-distributions physiques, les rétroactions et self-régulations psychologiques et axiologiques ne peuvent se concevoir que si on les plonge dans une « dimension » non géométrique, dont les propriétés sont irréductibles aux propriétés de l'espace physique. Un « objet vu » ne peut attirer la « main organe » que s'il a un *sens*, relativement, soit à un besoin conscient ou inconscient, soit relativement à une intention ou à un instinct visant un but non actuel. Et d'autre part, et parallèlement, la « distance », dans le champ psychologique, de la « main image » à l'« objet image », ne peut réguler, par rétroaction psychologique, le déroulement de l'action, que si elle est une « distance vue », par survol absolu, et non une « distance de proche en proche » dont seuls les effets dynamiques différentiels régleraient, par retour, le mécanisme nerveux, à la manière d'un radar dirigeant un canon de D.C.A. Aussi bien la dynamique que la cinématique des rétroactions psychologiques impliquent une hyper-dimension, un espace axiologique, combiné avec l'espace et les dimensions physiques. Le champ de comportement — et éventuellement sa contrepartie objective qui nous apparaît comme le cortex — n'est pas simplement une sorte de « machine analogique », fonctionnant sur le principe de moindre action, un tableau-guide, un servomécanisme dirigeant la mécanique du corps, c'est un « convertisseur », entre l'espace axiologique et l'espace physique. Ce que l'on appelle la conscience est l'acte même de conversion.

Aussi, on ne peut schématiser un *feed back* psychologique, où interviennent sens et valeur, sur un seul plan spatio-temporel, même si ce plan est censé représenter les quatre dimensions de l'espace-temps. Il faut y faire figurer l'hyper-dimension dont l'abouchement avec l'espace fournit à la fois le dynamisme de signification, commandant les dépenses d'énergie empruntées à la physiologie, et la régulation cinématique de l'action, par « information » au sens non métaphorique du mot.

Il y a contradiction à s'imaginer que les processus cérébraux obéissent encore à un dynamisme banal, « molaire », et aveugle, ou que le champ de conscience est simplement un lieu d'attraction ou de répulsion. Je vois *à la fois* ma main *A* et l'objet *B*, quand je dirige ma main sur l'objet; je n'éprouve pas seulement une détente dynamique « massive » quand ma main se rapproche de l'objet. De plus, la direction (*Richtung*) de l'acte, sous son aspect de mouvement géométrique, est enveloppée par son sens (*meaning*), au moins implicitement. Faute de cette « signification enveloppante », son dynamisme ne serait qu'une « fonction monotone » de la distance entre la main et l'objet et tout détour serait impossible. Faute de signification, il perdrait même tout dynamisme. Si je ne sais plus pourquoi je fais un mouvement, le mouvement s'arrête bientôt, à moins qu'un thématisme subconscient, encore chargé de « sens », ne relaie mon intention consciente. Il faut bien qu'interviennent finalement, au-delà des mécanismes auxiliaires effecteurs, un survol absolu de la situation, et une aperception conjuguée de la situation géométrique et du sens, ou de la valeur réalisable à partir de cette situation géométrique. Il faut qu'un idéal trans-actuel entre dans le circuit du *feed back* nerveux, pour que celui-ci fonctionne. Il faut, en d'autres termes, que l'information directrice soit autre chose qu'une poussée. Il faut que le système organique soit « asservi », non seulement à ses appareils nerveux, mais à un idéal trans-spatial dont les *feed back* cérébraux ne sont que des auxiliaires. Il faut enfin que cet idéal trans-spatial soit directement dynamique, quelque infime quantitativement que soit ce dynamisme relativement aux dynamismes subordonnés qui amplifient ses effets dans le monde physique.

LE RELIEF AXIOLOGIQUE

Dans la plupart des actions et des perceptions, des valeurs-guides plus ou moins incarnées dans des

thèmes psychologiques, des significations, transcendantes à l'espace, plus ou moins incarnées en « savoirs », et rattachées à l'ici-maintenant, sous-tendent le dynamisme que l'on croit figurable dans le seul plan de l'actuel. Si j'observe de loin un enfant qui joue sans surveillance sur le bord d'une falaise abrupte, je sens une plus violente impulsion à m'élancer pour le retenir, à mesure qu'il s'approche plus dangereusement du bord. S'il y a un garde-fou, je n'éprouve rien de semblable, à condition que je le sache solide. L'effet dynamique du bord de la falaise, l'effet inhibiteur, sur mes réactions, de l'image du garde-fou, sont évidemment incompréhensibles si l'on fait abstraction des « savoirs » signifiants qui transfigurent leur image. Ces significations et valeurs ne viennent pas modifier l'équilibre des éléments de la perception actuelle, à la manière dont les mémoires mécaniques modifient les *feed back* mécaniques quand le programme de l'automate commande leur mise en circuit, ou à la manière dont l'attraction d'un corps céleste vient se combiner avec l'attraction des autres corps. Elles sont une sorte de présence permanente derrière la scène spatio-temporelle, elles lui donnent, par combinaison, une sorte de *relief axiologique*, analogue à l'impression de profondeur produite par la combinaison de deux images dans la vision stéréoscopique.

Ce « relief axiologique » traduit l'effet psychologique de la dimension hyper-géométrique. Il concerne l'« important » ou « le valable » comme le relief ordinaire concerne la profondeur. Il se traduit par des sentiments ou des émotions organisées, par une impression d'« intensité d'importance », comme le relief ordinaire se traduit par une impression de distance étagée. Il donne éventuellement des sensations de vertige émotif analogues au vertige de la profondeur, quand une dénivellation trop brusque dans le relief de l'important ou du valable vient nous surprendre, et quand nous sentons qu'une infime différence de notre comportement spatio-temporel produira une différence

vitale dans notre équilibre axiologique. Sur le bord d'une falaise, un seul pas dans le sens horizontal peut produire une chute verticale mortelle. De même, parfois, un seul mot, un seul geste, peut nous perdre ou nous sauver, dans la « dimension » des sens et des valeurs.

Reprenons un exemple tiré de Stendhal, et que discute K. Lewin (1). Julien a résolu de prendre la main de Mme de Rénal. Lorsqu'arrive le moment où il doit la quitter, il n'a pas encore eu le courage de réaliser son dessein. A dix heures moins un quart, dans une angoisse qui lui fait presque perdre la raison, il se dit : « Quand l'horloge sonnera dix heures, je ferai ce que j'ai décidé, sinon je me ferai sauter la cervelle. » Cet exemple paraît montrer qu'un événement futur peut exercer une forte influence sur le comportement, mais, conteste K. Lewin, s'agit-il vraiment de futur? Si un enfant essaie d'attraper un jouet visible, mais difficile à atteindre, le but, certainement, est psychologiquement présent. Il est évident que, pour Julien, le but, « prendre la main de Mme de Rénal », est, de même, partie de son « espace de vie » présent. Ce n'est que le contenu-objet du but psychologique présent qui est dans le futur, comme fait physique ou social. La réalité psychologique actuelle de sentiments tels que la crainte, l'espoir, le doute, ne dépend pas de la question de savoir si le contenu-objet de tels sentiments existe dans un sens physique ou social.

Ces remarques sont incontestables. Mais ce qui est, pour Julien, « derrière » la situation actuelle, le troublant jusqu'à l'angoisse et la folie, ce n'est pas le futur, c'est un idéal signifiant. La résolution de Julien est en rapport avec son idéal de vie, elle n'a de sens que par lui. Le vertige mental du héros est un cas, s'il en fût jamais, de vertige devant un « relief axiologique ». Un geste minuscule le perd ou le sauve, comme un pas de l'enfant, sur la falaise, peut le précipiter. L'« espace

(1) *Principles of topological psychology*, p. 82, Mac Graw Hill, New-York.

de vie » n'est ce qu'il est que par l'« idéal de vie » qui l'enveloppe. La main de Mme de Rénal, n'est, par elle-même, comme image dans la conscience de Julien, ni attractive, ni répulsive. Elle n'est attractive que parce que la prendre signifie, pour Julien, « conquête héroïque ». Elle n'est répulsive que parce que la prendre signifie « geste inconvenant et dangereux ». L'ambivalence angoissante de l'action projetée n'est concevable que par son rapport avec deux significations antagonistes, situées à des distances différentes dans l'espace axiologique, chacune donnant lieu, prise isolément, à un dynamisme axiologique particulier. Le fait de l'ambivalence, à lui seul, peut servir d'objection décisive aux schémas géométriques « plats » en psychologie. Dans l'espace de vie, nous l'admettrons, le futur n'agit pas vraiment, et tout est « actuel », c'est-à-dire présent. Mais le présent n'est dynamique que parce qu'il est en tension avec un idéal-guide qui, lui, est trans-actuel. La résolution de Julien, « prendre la main de Mme de Rénal à dix heures », n'est qu'une projection dans l'espace et le temps de son idéal parmi des milliers d'autres possibles. Les propriétés de la projection ne s'expliquent que par les propriétés de la réalité totale, de même que les ombres, dans le dessin plat d'une sphère, n'ont de sens que par la sphère réelle à trois dimensions.

LES IDÉAUX INDÉTERMINÉS

Faute de la dimension axiologique, on comprend mal que la plupart de nos buts puissent avoir de l'indétermination. L'on ne voit pas du tout comment il est possible de faire figurer ces buts indéterminés dans un « espace de comportement » topologique, ou dans le schéma d'un *feed back* exclusivement nerveux. Ce n'est pas résoudre cette difficulté que d'invoquer la distinction entre l'indétermination de *contenu* du but idéal, et la détermination concrète du *fait psychologique* lui-même. Supposons un artiste, ou un inven-

teur, hanté jusqu'à l'angoisse par un idéal esthétique ou scientifique qu'il pressent, mais n'arrive pas à réaliser. Cette tension ou cette angoisse est, dira-t-on, comme fait psychologique, parfaitement déterminée néanmoins. Mais c'est là jouer sur les mots. Personne ne nie que l'embryon, à chacune des phases de son développement, ne soit quelque chose de concret, et de bien déterminé. Mais ce « concret » n'en est pas moins abstrait et indéterminé, relativement au type adulte ou relativement à une phase plus avancée de la différenciation. Il en est exactement de même dans le cas de l'artiste ou de l'inventeur. Ses pressentiments sont des faits psychologiques précis, ils sont ce qu'ils sont. Mais il faut ajouter aussitôt : ils ne sont ce qu'ils sont que parce qu'ils sont sur le chemin d'un idéal non encore réalisé. Cette transitivité hyper-géométrique, ou, si l'on veut, hyper-concrète, fait partie de leur être même, et explique seule leur caractère dynamique. Ce n'est pas le pressentiment-du-but, c'est le but-dont-il-a-pressentiment, qui attire l'artiste.

Les mathématiciens qui, avant Lobatchevski, essayaient de démontrer le postulat des parallèles, étaient orientés par un idéal qui n'était déterminé qu'en gros : « Trouver une démonstration inattaquable ». Bien plus, dans la circonstance, cet idéal exprimé en gros, n'était pas l'idéal authentique qui était : « La géométrie non euclidienne ». Loin de pouvoir être schématisé, l'idéal ne projetait qu'un reflet trompeur dans la réalité psychologique des chercheurs. Et pourtant, c'est un idéal inobservable de ce genre qui polarise la vie d'innombrables artistes ou inventeurs, c'est un idéal moral ou social inobservable, ou caché sous des déguisements utopiques, qui polarise la vie d'innombrables militants et les fait lutter contre vents et marées. Ces vents et ces marées, c'est-à-dire les forces ou obstacles actuels, sont figurables sans trop d'artifice sur l'espace de comportement, mais il n'en est pas de même pour l'idéal qui les contrebalance, car il n'est situable nulle part, sans être pourtant un utopique *Nowhere*.

Par quelque biais qu'on le prenne, le problème de l'action psycho-biologique est insoluble si l'on ne fait intervenir la dimension hyper-géométrique. Soit, par exemple, l'idée de possibilité. « Les concepts fondamentaux que nous utilisons pour représenter une situation doivent être des concepts dont on peut dériver sans ambiguïté certains événements comme possibles, d'autres, comme impossibles (1). » Mais l'homme qui cherche à réaliser un idéal ne sait pas toujours, il s'en faut, si la réalisation est possible ou non. S'il s'agit seulement de prendre un verre plein sur la table sans le renverser, en l'absence visible d'obstacles, la possibilité est comme inscrite dans le champ visuel. Ce possible est au fond déjà transphysique, car il ne se définit que par « survol » et « savoir », mais enfin, il est aisément calculable. La réussite du *feed back* est prévisible sans ambiguïté. Mais un inventeur, par définition, ne peut jamais savoir clairement, dans son « espace de vie », si ce qu'il cherche est possible. Au moment où il aperçoit cette possibilité, par définition, son problème est virtuellement résolu. La possibilité n'est pas une notion simple. Elle comporte des étages qui correspondent à des « distances » différentes le long de la dimension hyper-géométrique. Si les possibles étaient inscrits dans le champ, et si la situation dynamique était intégralement figurable, l'activité s'arrêterait dès que serait atteinte la position d'équilibre. Les « actualistes » sont bien obligés de reconnaître que, surtout pour l'homme, cette conséquence est contredite par les faits. Krech et Crutchfield, tout en soutenant, avec Lewin dont ils se réclament, que « le champ psychologique a une tendance constante à s'orienter dans le sens de la réduction de la tension », sont bien obligés d'ajouter que « cela n'implique en aucune façon que la réalisation d'un état d'équilibre soit le but de l'activité individuelle (2) ». Mais on voit mal comment ce fait incontestable peut se concilier avec l'hypothèse.

(1) K. Lewin, *Principles of topological psychology*, p. 16.
(2) *Théorie et problèmes de psychologie sociale*, p. 88.

LES BARRIÈRES IDÉALES

Les barrières qui empêchent l'écolier d'arriver à la solution d'un problème de mathématiques, bien qu'il « avance » vers la solution, ne peuvent être mises sur le même plan que les barrières physiques, ou même que les barrières sociales (bien que celles-ci comportent toujours une composante idéale), qui l'empêchent de sortir pour aller jouer. Il y a des barrières entre le monde spatio-temporel et le monde de l'hyper-dimension. Visiblement, l'humanité doit franchir des barrières pour conquérir le monde encore inactuel de la technique future. Les découvertes de l'électronique, des plastiques, de l'énergie nucléaire, du plutonium, ne se sont pas heurtées au même genre de difficultés que celles qui empêchaient les Européens, avant Colomb, d'aller en Amérique. Il y a aussi pour nous, dans l'état actuel de la technique, des accès faciles ou difficiles vers le trans-spatial, des libres régions et des barrières plus ou moins fortes, avec des communications et des cheminements. L'évolution biologique déjà s'est faite par conquêtes successives et franchissement de barrières dans le domaine trans-spatial. Elle s'est faite bien davantage par conquêtes techniques, à la manière de la science occidentale des derniers siècles, que par conquête géographique à la manière de la découverte de l'Amérique par Christophe Colomb. C'est presque toujours l'annexion d'un domaine technique qui permet ensuite l'annexion géographique, aussi bien dans l'évolution biologique que dans l'évolution culturelle de l'homme. Une locomotion idéale précède et permet la locomotion physique. Les organismes marins n'ont envahi la terre ferme qu'après avoir appris à respirer l'oxygène aérien. L'homme ne s'est déplacé dans l'atmosphère qu'après avoir trouvé le moteur à explosion, et le moteur à réaction lui ouvre la possibilité de voyages interplanétaires. La cybernétique elle-même représente un domaine de possibles qu'il fallait conquérir

par cette locomotion idéale dans le trans-spatial qu'est l'invention. La « céphalisation » de l'industrie humaine continue la céphalisation des Vertébrés et des Simiens, et elle assure la maîtrise de l'homme sur le milieu géographique. Le succès même de la cybernétique lui cache la condition de ce succès, par les mêmes raisons générales qui font que la technique industrielle, triomphe de l'esprit inventif, et conquérant du trans-spatial, apparaît aux esprits superficiels comme le triomphe du matérialisme, et par là même illusion encore plus générale, qui fait croire à l'homme que son intelligence et sa raison sont autonomes, complètement coupées de l'instinct animal, de cet instinct qui est pourtant la manifestation primaire des liens de l'espace-temps et du trans-spatial.

CHAPITRE IV

LA COMMUNICATION

La communication entre deux hommes *A* et *B*, c'est-à-dire la transmission d'informations de l'un à l'autre, s'opère selon un schéma tout à fait analogue à celui de l'action d'un individu *A*, visant une fin, et se servant d'un fonctionnement subordonné. Si *A* veut communiquer à *B* une idée qu'il vient d'avoir, il l'exprime par une phrase, s'il n'est ni muet ni aphasique, phrase qui se manifeste physiquement par des ondes aériennes modulées, et par des trains d'ondes électriques, s'il use du téléphone. Ces trains d'ondes sont retransformés en thèmes signifiants par *B*, s'il n'est ni sourd ni agnosique, et finalement ces thèmes signifiants redeviennent en *B* l'idée de *A*.

Identité	spirituelle
1	 4
idée de *A*	idée de *A* en *B*
Suggestion	analogique
1 *bis*	..... 3 *bis*
thèmes expressifs	thèmes compris
Correspondance	mécanique
2	 3
téléphone émetteur	téléphone récepteur

Comme il s'agit de deux centres conscients, et non d'un centre conscient et d'un idéal, la symétrie entre 1 et 4, 1 *bis* et 3 *bis*, 2 et 3, est encore plus parfaite que dans le schéma d'une activité simple, et le tout est aisément réversible. Les machines à communication

sont mécaniquement réversibles : le téléphone, la lampe à trois électrodes, l'appareil d'enregistrement phonographique, peuvent, au prix de légères modifications, émettre aussi bien que recevoir des signaux. L'appareil bio-psychologique de la tête de l'homme est réversible également, selon un mode qu'il est difficile de concevoir comme mécanique : il peut transformer une idée en thèmes expressifs et en mots, s'exprimer, et il peut transformer des mots ou des thèmes en idées, comprendre. La voie de la compréhension n'est pas exactement la voie de l'expression. Elle passe par l'oreille et les aires sensorielles, non par le larynx et les aires motrices. Mais les « thèmes signifiants » et les « thèmes compris », comme réalités psychiques, sont isomorphes, et ils se modèlent parfois directement les uns les autres par suggestion analogique.

Quant à l'idée comprise, enfin, elle n'est pas seulement « la même », analogiquement, que l'idée exprimée, elle est la même absolument, sauf perturbations psychiques de cette idée, spirituelle. Et il serait absurde de parler de réversibilité mécanique à son sujet. L'individuation de l'idée dans les psychismes de *A* et de *B* ne doit pas faire méconnaître qu'elle reste, essentiellement, une seule et même idée. Si les « je » spirituels de *A* et de *B*, par opposition à leurs « moi » psychiques ne sont pas, comme l'idée, absolument « un », ils tendent au moins vers l'unité, et ils l'atteindraient sans doute s'ils étaient purement spirituels. C'est là du moins le rêve de toute mystique, au-delà de toute technique. Et la mystique a raison en ceci que, sans l'identité idéale des « je » et des idées, aucune technique de communication ne serait possible, de même que, sans le « survol temporel » et l'éternité relative du « je », aucune technique d'action ne serait concevable.

Dans le cas de la communication comme dans celui de l'action, tout le système a pour axe de symétrie le fonctionnement actuel, ici maintenant, d'une machine encadrée. Si les paroles de *A* sont enregistrées sur

disque, un temps plus ou moins long peut s'intercaler dans cet « actuel ». L'inertie structurale du disque, comme probablement l'inertie en général, implique certainement un rapport à l'espace-temps fort complexe, et non pas fort simple, comme on l'a cru longtemps. Mais cette complexité ne change rien au fond du phénomène.

Il existe un cas intermédiaire entre celui de l'action individuelle, et celui de la communication interindividuelle, c'est celui de l'auto-consultation mnémique. Si j'ai une idée, je « la confie » à ma mémoire, et parfois, je prends quelques notes sommaires pour m'aider à la retrouver. Puis, je me consulte moi-même, en m'aidant au besoin des notes prises, et si tout va bien, je retrouve la « même idée ». L'inertie des notes manuscrites ou des enregistrements mécaniques ou magnétiques; le maintien, certainement d'une tout autre nature que l'inertie mécanique, des sets psychiques qui constituent la partie psycho-biologique de la mémoire, font le pont entre l'idée inventée et l'idée ressaisie, entre « je » et « je ».

Naturellement, la psychologie positiviste ou mécaniste, particulièrement la psychologie qui s'inspire de la cybernétique, traite le problème de la communication exactement comme elle traite le problème de l'action. Elle considère exclusivement la partie intercalaire, encadrée, de la communication, et prétend traiter la partie encadrante comme de même nature. De même qu'elle réduit l'action au fonctionnement des feed back, elle réduit la communication entre consciences à une transmission structurée, allant d'un élément *A*, transmetteur, à un élément *B*, récepteur. A la limite, on peut considérer le transport matériel comme une forme de communication, bien qu'en général la communication soit un transport d'information, non un transport matériel. D'après la cybernétique, il n'y a pas plus de raison de faire intervenir la conscience dans la théorie de la communication que dans la théorie de l'information. La communication n'a pas lieu nécessairement de personne à personne.

Elle peut être de machine à machine, ou d'une partie d'une machine à une autre partie. Supposons qu'une station météorologique *A* enregistre, heure par heure, la température, la pression barométrique, la vitesse du vent, et qu'un gardien téléphone les données ainsi enregistrées à une station *B*. Si la situation du gardien en *A* devient trop inconfortable, on peut fort bien le remplacer par un automate qui communiquera par transmission électrique avec la station *B*. Supposons que celle-ci soit chargée d'utiliser les informations reçues pour guider par radio des avions. Un automate, là encore, peut remplacer le personnel. Les avions eux-mêmes peuvent éventuellement voler sans pilote. Si l'on parle d'information et de communication quand il y a des ouvriers aux stations, ou des pilotes sur les avions, on ne voit pas pourquoi il deviendrait illégitime d'en parler encore lorsque les ouvriers ont été remplacés par des automates. Ce qui est remplaçable, avec avantage, dans un système, ne peut être la partie essentielle de ce système.

La thèse est aussi inacceptable dans le cas de la communication que dans celui de l'action. Il est bien évident que les seuls irremplaçables sont au contraire les sujets qui agissent, échangent des messages, et dominent leurs techniques variées. Une pure transmission de structure informante ne devient information et communication que lorsque le « support » est expression d'un sens conçu par une conscience et qu'il est l'occasion d'une saisie de signification par une autre conscience. La partie spatio-temporelle de la communication informante peut être réduite presque jusqu'au point d'évanescence. Deux consciences spirituelles presque identifiées, et même un « je » et un « tu » psychiquement accordés, se comprennent presque sans échange de paroles ou de signes. Par une exagération inverse de celle des mécanistes — ce qui n'empêche pas leurs descriptions de la communication des consciences d'être très supérieures à celle des cybernéticiens — les phénoménologues et existentialistes passent comme les mystiques à la limite, et

croient que l'on peut supprimer tout intermédiaire matériel, ou même psychique, dans la communication des consciences. La vérité est que, d'un « je » à un « tu », l'intention de communiquer est en effet plus essentielle que la technique de communication. Les innombrables et assez vaines théories sur l'origine du langage ont accordé en général beaucoup trop d'importance aux occasions présumées qui ont pu faire naître telle ou telle technique d'expression. La vérité est que le langage existe virtuellement à l'instant même où deux hommes ou deux hominiens, l'un en face de l'autre, prennent conscience d'être un « tu » et un « je » personnel ou mieux, selon l'ingénieuse théorie de G. H. Mead, d'être des « tu » interchangeables. L'homme s'est vite arrangé pour parler dès qu'il a pu vouloir « signifier ». Et il a pu vouloir « signifier » dès qu'il a vu en l'un de ses compagnons un être conscient.

D'ailleurs, les inter-communications de deux animaux dépassent, elles aussi, les pures transmissions physiques de signaux. Elles restent dans la zone du psycho-biologique et de l'instinct, elles supposent des gnosies et praxies instinctives plutôt que des prises de conscience de signification, mais elles supposent, elles aussi, un passage dans le monde trans-spatial, et ne se réduisent pas à la « partie médiane » mécanique.

Déjà toute perception, humaine ou animale, est un mixte. Elle comporte une part, dans ses origines physiologiques, de pure communication mécanique ou physique, qui peut toujours se ramener probablement à un certain ordre d'impacts de photons, et d'autre part, elle est connaissance ou, si l'on préfère, appréhension de sens ou appréhension d'êtres dans leur signification.

Si la perception instinctive ou intelligente est déjà impossible à figurer tout entière dans l'espace, à plus forte raison la perception et la compréhension d'un langage. Or, toute communication authentique est un langage. Un langage implique toujours un ensemble de moyens mécaniques et physiologiques de commu-

nication, fonctionnant dans le plan spatio-temporel, en un trajet « horizontal ». Il implique d'autre part deux centres conscients, l'émetteur et le récepteur capables d'expression et de compréhension, c'est-à-dire capables de participation « verticale », trans-physique, avec un monde d'idées, et capables de convertir les idées en structures et les structures en idées. Il implique de plus un code, plus ou moins incarné dans des habitudes ou des mémoires, cheminements psychologiques ou canalisations conventionnelles guidant la participation verticale, et facilitant l'invention inhérente à l'expression ou à la compréhension.

La cybernétique, qui nie cette dimension verticale trans-physique, nie aussi, bien entendu, le caractère spécifiquement psychologique de la mémoire et des codes. Elle croit que toute mémoire, simple stockage de structures, est imitable par modèle mécanique, et qu'elle n'a pas à être interprétée comme portant sur des sens. Elle croit que les modèles mécaniques de la mémoire permettent précisément de rejeter, comme une hypothèse mystique et inutile, l'idée même d'un domaine trans-physique du sens. De même qu'elle considère la communication mécanique des structures, non comme l'auxiliaire, mais comme le tout de l'information, elle considère la mémoire psychologique, non comme l'auxiliaire de la circulation verticale le long de la dimension trans-physique que nous avons définie, mais comme le tout de ce qui, dans l'information, paraît ajouté par le récepteur aux structures communiquées. Le sens d'une information, c'est le fonctionnement qu'elle commande. Le sens d'une communication selon un code, c'est l'ensemble des structures stockées qu'elle « décroche ». La cybernétique confond un pur décrochage d'informations matériellement enregistrées et stockées, avec l'évocation d'un potentiel mnémique, lié à un sens, et qui ne peut être dans l'espace.

Les machines à calculer électroniques ont des « mémoires » capables de conserver une grande quantité d'informations : systèmes de valves électriques

ouvertes et fermées, rubans magnétiques, tubes à mercure à oscillations entretenues, etc. Ces enregistreurs mécaniques seraient des modèles vrais de la mémoire psycho-biologique et les procédés utilisés, selon le montage de la machine, pour mettre en circuit leur mémoire, seraient l'équivalent de nos codes. Ainsi les machines à « mémoire mécanique » seraient capables de corriger les fautes d'impression ou les fautes d'orthographe, à condition d'avoir un stock suffisant de modèles de mots correctement écrits et à condition aussi que les mots à corriger ne soient pas trop mal orthographiés.

La confusion d'un décrochage, d'un déclenchement avec une évocation mnémique est grossière. Les évocations mnémiques provoquées par la réception d'un message n'ont rien de commun avec l'utilisation d'informations stockées par une machine; elles sont indissociables d'une re-création du sens, selon la capacité intellectuelle du récepteur, c'est-à-dire selon qu'il est en circuit avec un monde plus ou moins riche d'idées et de significations et non avec des « casiers typographiques » plus ou moins bien garnis.

UNE UTOPIE DE WELLS

Dans son Utopie: *Barnstaple chez les Hommes-dieux*, Wells suppose que ses Terriens, Anglais et Français, arrivés sur la planète inconnue, entendent le discours d'un de ses habitants qui leur explique d'abord quelle est sa fonction. A sa grande surprise, chacun des Terriens a compris comme si l'Utopien parlait sa langue familière. Mais chacun a entendu selon le niveau de son intelligence et de sa culture. L'un a entendu : « J'étudie l'action des champs nucléaires sur les électrons », et un autre : « Je pèse les corps solides. » Cette utopie de Wells représente une bien meilleure philosophie du langage et de l'information que la théorie de Wiener. Et elle n'est pas tellement loin des faits. Le langage entre les hommes est souvent semblable à une « induction » biologique : la même substance chimique déter-

mine des différenciations très dissemblables selon les aires embryonnaires ou les tissus touchés. Il est semblable à une sorte d'invitation très générale à comprendre. Nous essayons toujours de trouver un sens aux messages reçus, quand ils nous paraissent obscurs ou contradictoires. Tout informé s'informe toujours lui-même, par une irremplaçable invention. Les codes linguistiques ne sont jamais des procédés de correspondance automatique à l'état pur, et l'invention des codes serait inconcevable si une certaine information primaire ne pouvait s'opérer, sans code, avec un minimum de transmission spatiale, dans une communion spirituelle presque immédiate. De même, les auxiliaires mécaniques de la mémoire seraient inconcevables si la mémoire était purement mécanique. Lorsque l'on consulte, comme on dit, sa propre mémoire, le « je » actuel n'est pas semblable à un homme qui se dirige vers un registre rangé dans sa bibliothèque pour l'ouvrir et le déchiffrer; il se consulte lui-même, sans moyen de communication interposé, ou, plus probablement, avec des moyens seulement psychiques. Il n'a pas à apprendre à lire en lui-même. Sa mémoire lui fournit presque directement un sens, véhiculé parfois par des thèmes psychiques auxiliaires, mais indépendant de tout code et de tout déchiffrement. Du « je » actuel au « je » mnémique, il n'y a pas de dialogue. Car, même lorsque l'effort mnémique s'accompagne de langage intérieur, ce n'est pas le « je » mnémique qui parle comme un « autre », et que nous écoutons, c'est le « je » actuel qui s'interroge pour aider l'effort télépathique de réunion du « je » actuel et du « je » mnémique provisoirement disjoints. Dans l'effort mnémique, comme dans l'effort d'invention — où « je » participe à une sorte de « je universel » — le dialogue intérieur n'est certainement pas essentiel, et il manque souvent, en fait, comme l'ont montré les expériences.

Or, communication et information entre deux personnes, ou même entre deux individus psycho-biologiques, ne sont pas aussi différentes que l'on pourrait croire d'une auto-consultation mnémique. Deux indi-

vidus vivants, participant à la même mémoire spécifique, ne sont pas deux individus absolument distincts, autrement la reproduction croisée ou l'hérédité double, paternelle et maternelle, serait impossible. Surtout, deux personnes participant au même monde d'idées, familières l'une à l'autre, dialoguent un peu comme un homme délibère avec lui-même, ou consulte sa propre mémoire. L'un est pour l'autre, un peu un « je » mnémique. Les mécanismes intercalés comptent à peine.

UN MYTHE DE N. WIENER

Cependant, de même qu'il y a des aliénations momentanées de l'être conscient, saisi par le mécanisme qu'il ne domine plus, ne peut-il y avoir, dans la communication, une aliénation ou une inversion de même genre? C'est ce que prétend N. Wiener (1), dans un mythe anticipateur curieux. Au lieu de deux individus, se téléphonant des messages à travers l'Atlantique, on peut imaginer, puisque le transport matériel n'est qu'un cas particulier de la communication, que l'individu « se fait téléphoner » lui-même par une machine. Grâce aux communications par radio-télévision et Ultrafax, un architecte peut fort bien, étant en Europe, diriger la construction d'une maison en Amérique, en envoyant ses instructions et ses plans à un entrepreneur qui lui rend compte à tout moment de l'état des travaux. Il agit ainsi ailleurs que là où il est matériellement. L'entrepreneur, dans cette opération, joue le rôle indispensable de centre récepteur. L'architecte, par communication, transporte ses propres idées dans la tête de l'entrepreneur. Jusqu'à présent il faut cette autre tête, et qui soit consciente. Mais si tout est mécanique dans la communication, y compris les deux « bouts », ne peut-on concevoir la possibilité d'un transport par communication, non plus seulement des instructions ou des plans de l'architecte, mais de

(1) *The human use of human beings*, p. 110.

l'architecte lui-même? Nous envoyons notre voix par téléphone, pourquoi ne pourrions-nous pas envoyer notre larynx par un téléphone perfectionné? Le larynx, et l'organisme tout entier ne sont, dans l'hypothèse mécaniste, qu'un *pattern*, comme la voix. L'architecte, au lieu de prendre le bateau ou l'avion, se ferait, si l'on peut dire, télégraphier en Amérique. Un lecteur automatique déchiffrerait son organisme en Europe, en le détruisant à mesure, et un appareil récepteur, non moins automatique, le ferait apparaître dans le Nouveau Monde. Ainsi deux consciences ne seraient plus indispensables comme point d'attache de la communication. Il y aurait communication pure; il n'y aurait plus d'êtres communicants. Le mythe de Wiener est exactement l'inverse de l'idéal mystique. Inverse et symétrique : la dualité des communicants se résorbe dans la mécanique, au lieu de se résorber dans l'esprit.

Ce mythe est moins saugrenu qu'il ne paraît au premier aspect. La physique contemporaine, surtout depuis l'ère de la mécanique ondulatoire, tend effectivement à effacer les différences entre transport matériel et communication. La plupart des communications modernes se font par ondes; or, les particules dites matérielles aussi bien que les corpuscules de lumière, les électrons aussi bien que les photons, sont indissociables des trains d'ondes. Le mythe de l'information-transport est donc peut-être, comme le rêve des alchimistes de faire de l'or, déjà réalité à l'échelle microscopique. Il est fort douteux, toutefois, que L. de Broglie manifeste beaucoup d'enthousiasme pour cette « conséquence » fantastique de la mécanique ondulatoire.

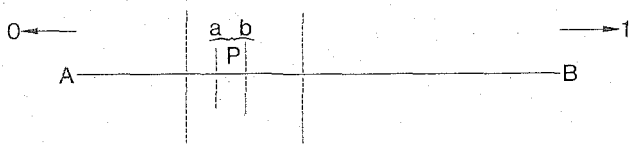
Sans aller aussi loin que le mythe de Wiener, il faut reconnaître que, dans certains cas, tout à fait ordinaires et courants, une semi-aliénation se produit dans la communication ou le transport. Au lieu que l'homme, par sa conscience, encadre les mécanismes de transmission subordonnés, c'est lui qui se transforme en une sorte de colis inconscient. Quand je voyage en wagon-lit et que je m'endors, je ne suis guère autre chose. Il est vrai que c'est ma propre volonté qui a décidé mon

transport, avant de s'endormir pendant le voyage : je me reçois en quelque sorte moi-même à la gare d'arrivée. Un cas analogue, mais plus frappant, est celui où je me fais anesthésier pour une opération chirurgicale. Le chirurgien demande naturellement le consentement du malade avant l'opération, mais ensuite le malade est traité comme un corps inerte. Si le patient a un arrêt du cœur, et si le chirurgien ne le ranime que par massages, il se récupère lui-même au réveil un peu comme s'il se retrouvait au-delà de l'Atlantique, après l'avoir traversé sous forme d'ondes. Dans ces derniers cas, en réalité, le principe d'encadrement n'est pas violé. La conscience encadre la suppression volontaire de la conscience, pendant le transport spatial ou temporel de l'organisme.

CHAPITRE V

L'ORIGINE DE L'INFORMATION

Shannon et N. Wiener sont parvenus à définir avec précision la notion de quantité d'information. L'information élémentaire, nous l'avons vu, est l'alternative « Oui-Non » ou toute autre décision « binaire » : 1 ou 0, droite ou gauche, etc. C'est l'unité d'information ou « hartley » :



Si l'on devait localiser un point sur une ligne, ou décrire une figure donnée avec une précision parfaite, la quantité d'information devrait être infinie. Pratiquement, une description, une localisation, une mesure, ne sont jamais parfaites. Soit un point *P*, dont nous savons simplement qu'il est situé quelque part, sur une ligne entre *A* et *B*. On nous informe ensuite, par 0, signifiant moitié gauche, ou par 1 signifiant moitié droite, qu'il est dans la moitié gauche, puis, dans la moitié droite de cette moitié gauche, etc. Le nombre, en numération binaire, de forme 0, 010101..., qui exprime notre information ne peut jamais être une série indéfinie de 1 et de 0. L'information a une précision limitée. Elle ne donne jamais, finalement, qu'une zone de probabilité *ab*, entre *A* et *B*. Ici, par exemple, le cinquième chiffre après la virgule est indéterminé. La quantité d'information est limitée à quatre chiffres

après la virgule. La quantité d'information gagnée par le passage de *AB* à *ab*, est donc le logarithme d'une probabilité. La formule qui l'exprime est exactement la formule de l'entropie, logarithme d'une probabilité également, mais avec le signe contraire. L'information est une entropie négative.

Ce résultat a surpris, il a même paru « sensationnel ». Il est pourtant tout naturel, et on le comprend aisément. Supposons en effet que la ligne *AB* représente une barre de métal à une certaine température uniforme. On porte la zone *ab* à une température supérieure. La deuxième loi de la thermodynamique implique que, bientôt, les températures s'égalisent et redeviennent uniformes : l'entropie du système augmente. Alors que, dans l'exemple précédent, l'information, sur la place du point *P* entre *A* et *B*, augmentait à mesure que se restreignait la zone *ab*, dans le cas de la barre chauffée, au contraire, l'entropie augmente à mesure que les températures s'égalisent, et que la zone *ab* se fond dans l'ensemble *AB*. L'augmentation de l'entropie est donc équivalente à une diminution de l'information, et inversement. Rien d'extraordinaire à cela, encore une fois, puisque l'information est synonyme de structuration ou d'organisation, et l'entropie synonyme de désorganisation. Tant que la zone *ab* est à une température supérieure à celle du reste de la barre, la barre dans son ensemble a un certain degré de structuration ; elle est « informée » au sens étymologique du mot, et par suite, comme observateur, je suis informé — au sens ordinaire du mot — qu'un fait particulier s'est produit en *ab*. Quand l'entropie est devenue maxima, l'agitation thermique est homogène dans toute la barre, et l'information est minima ; les zones de probabilité, auparavant distinctes, sont fusionnées. Si j'écris avec une mauvaise craie sur une mauvaise ardoise, l'homogénéisation rapide de la poussière de craie sur toute la surface de l'ardoise est un phénomène analogue à une augmentation d'entropie, et c'est en même temps une perte d'information : les mots écrits deviennent illi-

sibles. Si la « friture » au téléphone ou à la radio atteint une certaine intensité, ou si les modulations trop faibles descendent au niveau des fluctuations qui provoquent la friture, les paroles deviennent indistinctes.

Ceci posé, puisque toute machine, quelque perfectionnée qu'elle soit — y compris les machines à calculer ou les automates à *feed back* — en tant que fonctionnant selon les principes de la thermodynamique, ne peut qu'augmenter l'entropie, il est évident que, corrélativement, elle ne peut que diminuer l'information. Le bruit de fond, au téléphone ou à la radio, peut brouiller un message, mais il est impossible de supposer que le pur hasard des fluctuations reconstitue un message d'abord brouillé, ou constitue de toutes pièces une information, impossible ou aussi improbable que le gel d'une bouilloire mise sur le feu. L'entropie va dans le sens des états les plus probables; l'information, de signe contraire, est donc une « anti-probabilité » ou, pour reprendre une ancienne expression d'Eddington, un « anti-hasard ». Le hasard ne peut rendre raison de l'anti-hasard. La communication mécanique d'information par machine ne peut rendre raison de l'information elle-même, puisque la machine ne peut que la dégrader, ou, au mieux, la conserver. La cybernétique ne peut échapper à la contradiction. Si « aucune opération par machine sur un message ne peut gagner d'information » et si, d'autre part, « il n'y a plus de raison de considérer que le mode essentiel de fonctionnement de l'organisme vivant soit différent de celui d'un automate » (1), d'où vient donc l'information ?

Une question analogue s'est posée, à la fin du XIXe siècle, précisément au moment de la vulgarisation du principe de la dégradation de l'énergie. D'où viennent se demandait-on, les formes « supérieures » de l'énergie ? On en a immédiatement tiré des réponses, métaphysiques et théologiques, censées valables pour l'univers tout entier. On en a même tiré une nouvelle preuve de l'existence de Dieu. Puisque l'univers est

(1) N. Wiener, *Cybernetics*, p. 56.

pareil à une horloge dont le ressort se détend, il faut bien qu'à l'origine l'horloge ait été remontée par quelqu'un. Le « Dieu horloger » du XVIIIe siècle, démodé, revenait sous la forme du « Remonteur d'horloge ». Dieu n'était plus le *Watchmaker* de Voltaire et de Paley, il était le *Winder up.*

Mais les problèmes qui concernent l'univers dans son ensemble éveillent très facilement, et sans doute à bon droit, le soupçon d'être mal posés. Il est bien peu de philosophes aujourd'hui, et il est encore moins de savants, qui s'inquiètent beaucoup au sujet du « remontage initial » de l'énergie.

Le problème de l'origine et de la création d'information, est, au contraire, précis, limité, et pressant. Si *A* parle à *B* au téléphone, si *A* laisse à *B* un message sur une ardoise, l'origine de l'information, apparemment, a quelque rapport avec l'organisme de *A*. Sans doute, le message envoyé n'est pas créé *ex nihilo.* Son émetteur conscient a été lui-même informé, instruit, éduqué dans un milieu social où existent d'innombrables instruments d'information. Mais il n'en joue pas moins, dans le cas particulier, le rôle d'une source d'invention ou de création. Celui qui dicte un message l'invente plus que celui qui l'écrit sous dictée. Il est un « remonteur » d'entropie, dans la mesure exacte où il est un informateur actif. Il est absurde de supposer qu'il n'existe dans le monde que de purs transmetteurs. Avant l'information communiquée, il y a l'information créée. On est presque tenté, ici, de ne pas discuter plus avant et de condamner la cybernétique sans autre examen, comme on condamne d'office les projets de mouvement perpétuel.

Les cybernéticiens et les mécanistes ont pourtant essayé de sauver leur thèse en utilisant les notions d'auto-catalyse, de fluctuation et de systèmes couplés. Examinons leur « solution ».

Ils font d'abord remarquer, et sur ce point, nous l'avons vu, ils ont raison, que, si la formule mathématique de la quantité d'information et celle de l'entropie sont les mêmes avec le signe contraire, une dissymétrie

apparaît néanmoins entre information et entropie : une machine ne peut augmenter la précision de l'information qu'elle transmet, mais elle peut « l'étendre »; les rotatives d'un journal ne peuvent corriger les coquilles des placards, mais elles impriment l'article à des milliers d'exemplaires.

Si l'on considère, non plus la quantité, mais l'extension de l'information, il n'y a pas incompatibilité entre l'augmentation — normale — d'entropie, et l'extension de l'information. Les rotatives d'un journal, quand elles fonctionnent et impriment des milliers d'exemplaires, consomment de l'énergie électrique, qu'elles dégradent normalement en chaleur. Le résultat de leur fonctionnement est donc à la fois : extension de l'information, et augmentation de l'entropie. Le phénomène chimique de l'auto-catalyse, si important dans les structurations organiques, doit être une extension d'information de ce genre : la molécule de l'auto-catalyseur, imprime, en quelque sorte, sa forme sur des milliards de molécules voisines.

D'autre part, il n'est nullement contraire aux principes de la thermo-dynamique que, localement, dans un système non isolé et en échange énergétique avec le reste du monde ou un système plus vaste, l'entropie puisse décroître et non augmenter, pourvu qu'au total l'augmentation soit supérieure à la diminution. Or, les êtres vivants sont, évidemment, des systèmes non isolés. Dire qu'ils peuvent déroger au principe de Carnot, en sous-entendant qu'ils ont ainsi une propriété tout à fait spéciale et extraordinaire c'est, soulignent les cybernéticiens et mécanistes, jouer sur les mots. Ils représentent toujours des systèmes couplés. Ce qui serait extraordinaire, s'ils étaient isolés, ne l'est pas du tout, si l'on considère l'ensemble « organisme-aliment » ou « organisme-lumière solaire ». Le gel de l'eau dans une glacière n'a rien de surprenant, comme le serait le gel, suprêmement improbable, de l'eau sur une chaudière allumée, car la glacière dépense de l'électricité, comme les rotatives d'un journal. Comme toutes les machines thermiques, la glacière crée un « ordre »

local au prix d'un « désordre » général plus grand.

La photo-synthèse des végétaux est une réaction qui paraît miraculeusement remonter une pente, au lieu de la descendre. Mais il ne faut pas oublier que les molécules du végétal capturent des quanta de lumière qui leur fournissent directement l'énergie nécessaire pour cette remontée (1). Le système « végétal-lumière » descend la pente, bien que le végétal considéré isolément, la remonte et paraisse augmenter la quantité d'énergie libre en diminuant l'entropie. Soit un escalier aboutissant à un sol formé de fin gravier. S'il n'y a ni vent ni pluie, le gravier ne peut remonter sur les marches de l'escalier. Une grosse averse peut néanmoins faire sauter beaucoup de petits cailloux, jusqu'aux marches inférieures, et un très petit nombre, par chance, jusqu'à une hauteur « extraordinaire », improbable.

Ces notions de systèmes couplés, de fluctuations et d'auto-catalyse donneraient ainsi le moyen de comprendre comment les organismes vivants, tout en obéissant aux lois ordinaires de la physique, peuvent, non seulement étendre l'information, mais en augmenter la quantité, en accroissant la complexité de leurs structures (2). On peut en effet considérer les gènes comme des molécules auto-catalytiques, qui impriment leur « ordre » dans tout l'organisme visible. Par exemple les molécules de chlorophylle peuvent avoir leur « moule » ou leur « type » dans le germen du végétal. Et d'autre part, ce qui est plus important, les structures des molécules-types elles-mêmes peuvent résulter d'une accumulation de mutations provoquées par rayons ultra-violets, rayons gamma, rayons cosmiques, qui les « montent » progressivement.

En somme, le phénomène de la photo-synthèse fournit les principaux éléments de cette tentative pour concilier l'inconciliable. L'édification des organismes

(1) Harold P. Blum, *Time's arrow and evolution*, p. 15 et 32 (Princeton, 1951).

(2) Cf. E. Schrödinger, *What is life?* (Cambridge, 1948) et Pierre Auger, *L'homme microscopique* (Flammarion, 1952).

vivants est une sorte de gigantesque photo-synthèse. Les structures organiques s'édifient par accumulation des mutations provoquées par les photons les plus énergiques et, d'autre part, le flux d'énergie avec lequel les organismes sont « couplés » explique facilement les remontées locales de pente dans le fonctionnement de ces structures. C'est comme si l'eau formait d'abord le moulin, et faisait ensuite tourner la roue. Il n'est pas jusqu'à l'invention psychologique qui ne soit concevable comme une sorte de mouvement brownien, concernant, non des mouvements de molécules, mais des états cérébraux, dont certaines fluctuations heureuses sont captées et maintenues (1). L'homme qui téléphone à un autre n'est donc pas, en réalité, créateur d'information. Il est pareil à un moulin sur un « courant d'ordre » ou d' « entropie négative », qu'il dégrade, comme tout autre système réel, mais en canalisant le courant de telle sorte que des remontées locales soient possibles momentanément. L'énergie nécessaire pour téléphoner est empruntée aux aliments ingérés les jours précédents et la structure même du message, c'est-à-dire les canalisations complexes qui transforment l'énergie alimentaire en « énergie de discours », résulte des structures organiques et sociales édifiées progressivement depuis les espèces vivantes jusqu'à l'homme civilisé, par des mutations, triées et conservées.

Les physiciens ont donc eu raison de ne pas s'émouvoir du problème théologique de la remontée entropique et de l'origine de l'ordre homogène. Mais ils auraient le plus grand tort de s'imaginer que le problème de l'origine de l'information et de l'ordre structuré est aussi peu inquiétant. Aucune courbure ou torsion de l'univers ne peut rebâtir automatiquement le moulin, ou ressusciter le meunier.

Un homme dont le métier consiste à rédiger des lettres, peut être aidé effectivement dans son travail par un secrétaire, ou par un guide de la correspon-

(1) P. Auger, *L'homme microscopique* (Flammarion), p. 46. Cet ouvrage est d'ailleurs plein d'idées très ingénieuses.

dance commerciale, mais il n'est pas aidé sensiblement par une augmentation de nourriture et du flux « d'énergie libre » qui passe dans son organisme. Ce courant « d'entropie négative » ne l'aide en rien à mettre de l'ordre dans ses idées ou dans ses phrases — au contraire même, s'il mange à l'excès et s'il a des digestions difficiles. Certes, s'il est privé de nourriture, si sa ration alimentaire ne lui fournit pas assez de calories, il ne pourra travailler, de même qu'un moulin s'arrête si le courant tarit. Mais il ne faut pas confondre dynamique et cinématique, flux de force, et perfectionnement structural. L'arrêt du courant arrête le moulin, mais ne le fait pas tomber en ruines. Le retour du courant le remet en marche, mais ne le répare pas s'il est accidenté. L'organisme vivant, étant constitué, pour la plus grande partie, de machines subordonnées, obéit aux lois générales de l'énergétique. Si j'ai un cheval qui me tire des fardeaux, il faut que je le nourrisse, comme il faut que je mette de l'essence dans une automobile, si je veux qu'elle grimpe les pentes. Un cheval, et même un homme qui grimpe une pente, ne contrevient que pour un regard superficiel au deuxième principe de la thermodynamique, puisqu'il est « couplé » avec le flux d'énergie de ses aliments — nous l'accordons très volontiers. Mais un homme qui compose un message téléphonique et qui est, apparemment, source d'information, pose un tout autre problème. On n'explique pas l'information contenue dans le message par « l'information » (au sens d' « ordre homogène », par l'énergie chimique ordonnée contenue dans ses aliments. Si l'on branche un moteur électrique supplémentaire sur un téléphone, on fait changer le bruit de fond, par exemple, on le rend aigu, mais on ne le fait pas parler intelligemment pour cela. Ce changement de bruit de fond, comme l'échauffement local de la barre métallique dans notre premier exemple, peut m'apporter une certaine information — l'information qu'un moteur nouveau a été branché. De même, l'effet Doppler informe les astronomes sur la vitesse radiale des étoiles ou des nébuleuses. Mais pour expliquer

l'information infiniment plus complexe du message, il faut recourir à un ordre de même degré, ou d'un degré voisin, de complexité, il faut recourir à un ordre structuré, et non à un ordre homogène. Le couplage : « champ de fluctuations + ordre homogène », ne donne encore qu'un « champ de fluctuations à un niveau différent ». Ce couplage ne fournit pas l'équivalent d'une modulation complexe. Il en est ici de même que pour le principe de relativité. Sa portée est très restreinte, et les invariants qu'il laisse intacts sont tout l'essentiel de l'univers. Suivant les mouvements des observateurs, l'un voit, au dernier wagon d'un train, un carré rouge là où un autre voit un losange vert, mais l'ordre et l'agencement structural du train et de ses voyageurs est le même pour tous les observateurs. Une différence de leurs mouvements ne peut transformer une *Mountain* en *Pacific*, ou un voyageur en une voyageuse.

L'invention psychologique, comme le développement et la différenciation biologique, va de thèmes signifiants à thèmes signifiants. L'homme qui improvise un message au téléphone a d'abord l'idée générale de ce qu'il veut communiquer; ce thème général évoque des habitudes linguistiques elles-mêmes abstraites, qui dominent les effecteurs phonétiques et les mémoires spécialisées du vocabulaire, à la manière dont les rythmes locomoteurs embryonnaires enveloppent, en les précédant, les réflexes plus particuliers des membres. Les efforts des psychologues pour surprendre l'invention à sa source, par exemple pour surprendre la naissance de l'hypothèse, ont échoué. Mais on peut surprendre plus aisément cette invention mineure que constitue le rétablissement, par un être conscient, d'une information altérée ou dégradée. Si un disque a un défaut matériel, ce défaut s'aggrave à chaque audition. Mais l'auditeur, attentif au sens, corrige mentalement le défaut. Lorsqu'un manuscrit antique a été beaucoup recopié, par des copistes peu intelligents ou qui travaillaient machinalement, les fautes ont souvent tendance à s'aggraver, à la façon des

défauts d'un disque, mais un philologue ingénieux arrive parfois à rétablir la leçon originale. Cette régulation psychologique, tout comme la régulation biologique, est liée au caractère thématique de la véritable information. L'appréhension du sens, enveloppant et dominant les matériaux subordonnés, est indépendante de leur imperfection : la relation enveloppe les « corrélats » et peut les reconstituer. L'être informé, aussi bien que l'être informant, est en participation avec le domaine des sens, comme l'organisme avec le domaine des thèmes spécifiques, et c'est pour cela qu'il peut corriger la lettre d'un message. La communication mécanique n'a d'autre rôle, comme l'outillage dans l'activité humaine, que d'aider le récepteur à trouver par lui-même le sens. Il en est de l'information comme de l'imitation. *B* ne peut comprendre un message de *A*, comme il ne peut imiter *A*, que s'il est capable, ou *presque*, d'inventer lui-même ou d'élaborer lui-même un message analogue. Ce « presque » est le secret, non seulement de la communication, mais du progrès indéfini de l'information dans le monde réel. Le monde trans-spatial des essences et des thèmes « fait grâce » au système spatial incomplet, et apparaît pour le compléter. Ce qui est impliqué par le sens, mais non actualisé, s'actualise gratuitement.

A partir des informations incomplètes — parfois trompeuses — d'un problème de mots croisés, je remplis les cases vides, et j'arrive à refaire sans faute le modèle inconnu de moi. Ces trois termes : $\frac{\text{Herbe Sang}}{\text{verte} \quad \ldots}$ évoquent immédiatement le quatrième terme.

On peut concevoir aisément une machine capable de résoudre des problèmes de proportions, arithmétiques ou géométriques, parce que le « sens » est matérialisé par la construction humaine de leurs liaisons mécaniques. On conçoit mal une machine à faire des mots croisés. Or, l'invention en général peut être considérée comme un rétablissement d'information selon une « proportion » de sens. L'invention consiste, comme dans les problèmes de mots croisés, à compléter un

système, entrevu dans son sens général, à partir de données fragmentaires. Si le système ne subsistait de quelque manière au-delà de l'espace et du temps, l'invention, l'augmentation d'information, serait une impossibilité. Si, au-delà des *visibilia*, il n'y avait des *invisibilia*, des essences analogues à ce qu'est la clé du mot croisé, l'invention serait non seulement insaisissable psychiquement — ce qu'elle est — mais inconcevable. Si elle est insaisissable psychiquement, c'est que le « je » conscient n'est pas vraiment créateur de l'information inventée, et qu'en un sens il la reçoit comme une grâce d'un autre monde. Si elle est concevable et effective cependant, si l'homme a réalisé des composés organiques nouveaux, et même de nouveaux atomes, s'il a fabriqué d'innombrables machines inédites, s'il a trouvé des routes vers le nouveau monde de la technique et des œuvres de la culture, c'est que ce nouveau monde *était* à explorer.

Le rôle du hasard n'est pas négligeable dans l'invention, mais il a été exagéré. Même dans l'emploi spontané du procédé par essais et erreurs, chez l'homme et les animaux, le hasard joue un rôle beaucoup moindre qu'on ne l'avait d'abord cru. Le hasard ne vaut que capté. Les fluctuations de niveau des grains de gravier sous l'action d'une averse, ne produisent un effet durable que s'il y a des marches d'escalier pour recevoir les grains. Ce qui tient lieu des « marches d'escalier » dans l'invention ne peut être qu'une « préstructuration » entrevue par la conscience dans le monde des possibles. Sans *capture* des fluctuations, les fluctuations non seulement ne font rien, mais littéralement, ne sont rien. Compter sur les fluctuations pures pour créer l'être conscient du sens, est donc une contradiction, puisque la fluctuation ne crée quoi que ce soit que relativement à une intention consciente pré-existante.

S'il ne faut pas confondre fluctuations pures et fluctuations captées, il ne faut pas davantage en prendre occasion pour revenir à l'idéalisme banal. Ce n'est pas la conscience humaine qui fait exister les

thèmes artistiques ou techniques, pas plus qu'elle ne crée vraiment l'œuvre. Elle est *medium* entre le monde des possibles et le monde des choses. Le hasard des combinaisons kaléidoscopiques n'aide mon invention que parce que je participe aux possibles esthétiques, parce que je suis tendu vers eux. Une sorte de résonance m'avertit que je peux clicher une fluctuation valable. Dès lors, elle vivra comme thème esthétique, de cette vie que Focillon et J. Bayet ont bien décrite, portée de conscience en conscience dans l'histoire de la culture.

De jeunes animaux, jouant avec des tiges de bois de longueur inégale, peuvent, par un hasard extraordinaire, tomber sur le motif de la grecque, comme un potier athénien; mais comme leur conscience n'est en rapport qu'avec les thèmes organiques de leur espèce, aucune résonance ne se produira. Pour eux, il n'y aura aucune différence entre

et

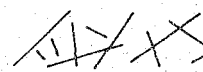


FIG. 3

Ils ne seront éventuellement sensibles qu'à la constitution fortuite d'une forme qui se trouvera correspondre à la « gnosie » d'un instinct. L'essentiel, pour une conscience, c'est le champ de possibles qu'elle « couvre ». Tôt ou tard les œuvres correspondantes seront faites : le champ des possibles entrevus sera converti en informations nouvelles. N. Wiener remarque (1) qu'il était vain de faire un tel secret de la bombe atomique américaine pour les rivaux russes, car la connaissance générale que la bombe *est possible*, puisque déjà réalisée, représentait, dans la circonstance, l'information décisive. Cette remarque fort juste peut être retournée contre la conception cybernétique de l'information. Un inventeur qui explore

(1) *The human use of human beings*, p. 140.

un domaine nouveau ne possède pas, par définition, une information décisive de ce genre : il ne sait d'avance si ses efforts aboutiront. Mais le possible qu'il entrevoit dans le monde réel, joue à peu près le même rôle que, pour les savants russes, la connaissance du fait que la bombe atomique était *certainement* réalisable, puisque réalisée. Le possible entrevu joue le même rôle, simplement avec plus de risques d'erreur.

La mauvaise psychologie des théories mécanistes de l'information et de l'invention, s'aggrave donc d'une mauvaise philosophie. Les physiciens n'ont pas le droit de parler de « conformité à des possibles », et s'ils prennent ce droit (1), ils ne sont plus mécanistes. L'intuition des possibles est la clé du problème de l'origine de l'information. Mais cette intuition est caractéristique de la conscience et de son rapport avec un « trans-spatial ». L'admettre, c'est donc renoncer aux « explications » par le mécanisme et le hasard.

Contrairement à une croyance encore très répandue, l'hypothèse de fluctuations fortuites « clichées », comme origine des structures et de l'information, est une hypothèse inconsistante.

(1) Comme le fait, par exemple, A. Auger, *L'homme microscopique* (Flammarion), *passim.*

CHAPITRE VI

ANTI-HASARD NÉGATIF ET ANTI-HASARD POSITIF

Il y a un rapport étroit entre l'augmentation de l'information et la présence d'un domaine de conscience. La conscience, c'est-à-dire l'appréhension des essences, et leur conversion en formes actuelles bien liées est *anti-hasard* positif par excellence, bien que toutes les liaisons puissent jouer le rôle d'anti-hasard. Mais décrivons d'abord, en partant de l'analyse de l'irréversibilité, ce que serait un anti-hasard négatif, ou «pur».

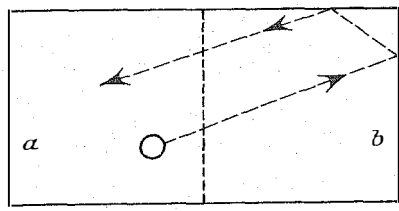


FIG. 4

Les phénomènes mécaniques sont réversibles. Si le rectangle *R*, formé des carrés *a* et *b*, représente un billard aux bandes parfaitement élastiques, une bille, allant de *a* à *b*, peut revenir de *b* à *a*, et inversement. Il en est de même si le rectangle représente un récipient contenant un très petit nombre de molécules, d'abord toutes concentrées en *a*. Elles peuvent aller et revenir. Mais si les molécules sont très nombreuses, la loi des grands nombres rend ce retour général très improbable. Aux pressions habituelles, et avec un nombre de molécules voisin du nombre d'Avogadro, la fluctuation dans le nombre des molécules en *a* et des molécules en *b*, est insignifiante, relativement au nombre total des molécules. Pour atteindre une fluctuation au cent millième — donc extrêmement faible et difficilement observable

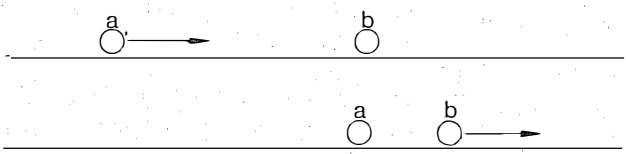
— la probabilité n'est que de l'ordre de 1 sur un dénominateur comportant un million de millions de zéros.

Dans le mouvement brownien, la réversibilité est réalisée parce que les particules dont on observe l'agitation sont très petites et reçoivent par suite à chaque instant un nombre limité de chocs moléculaires répartis inégalement sur leurs différentes faces. Les particules poussent les molécules et sont poussées par elles, indéfiniment. Leur énergie cinétique se transforme en agitation moléculaire, et inversement. Les particules du mouvement brownien sont, en un sens, de grosses molécules qui participent directement à l'agitation moléculaire, et qui ont la même énergie cinétique moyenne que les molécules au milieu desquelles elles se trouvent. On peut considérer un ballon sans moteur, dans l'air, comme pareil à une grosse particule. Théoriquement, il peut arriver qu'il reçoive sur une de ses faces, pendant un temps appréciable, plus de chocs moléculaires que sur l'autre face, de telle sorte qu'il se mette à avancer sans moteur. Il tirerait alors directement sa vitesse de l'énergie cinétique des molécules qui le frapperaient. Mais ce phénomène est impossible selon le calcul des probabilités : l'écart probable nécessaire pour sa production n'a qu'une chance sur un nombre si effroyablement grand de chances contraires, qu'il est tout à fait exclu. Dans le cylindre d'une locomotive, les molécules très rapides qui frappent une face du piston ne sont pas équilibrées par des molécules aussi rapides de l'autre côté; aussi, on n'a pas besoin de compter, pour faire marcher le piston, sur une fluctuation improbable des pressions. La pression de la vapeur résulte d'un ordre homogène, opéré à grands frais par la chaudière moyennant une dépense d'énergie chimique dont l'origine lointaine est le rayonnement ordonné du soleil.

ANTI-HASARD ET FILMS INVERSÉS

Un phénomène mécanique réversible devient donc irréversible dès qu'intervient la loi des grands nombres.

Supposons deux billes *a* et *b*, la bille *a* venant frapper la bille *b* immobile. Si l'on fait abstraction de l'effet



de rotation, après le choc, *a* restera immobile et *b* se mettra en mouvement avec la même vitesse que *a* avant le choc. Mais on peut arbitrairement choisir les axes de référence, et rien n'empêche de décrire le même phénomène en considérant *a* comme d'abord immobile, et *b* d'abord en mouvement. Par suite, j'ai aussi le droit de concevoir qu'à un instant donné je fasse rebrousser chemin à chaque bille en lui imprimant une vitesse exactement opposée à sa vitesse actuelle. Tout se passera comme si, le mouvement ayant été cinématographié, on projetait le film à l'envers. La projection du film à l'envers sera simplement l'équivalent du changement d'axes de référence : « *a* choquant *b* » devient « *b* choquant *a* ». Les lois du choc seront respectées dans le film inversé comme dans le film direct. L'inversion du temps équivaudra purement et simplement à un changement d'axes de référence spatiale. En outre, le film renversé ne troublera pas notre raison : il nous présentera un phénomène à la fois familier et naturel, et d'autre part, il ne fera rien apparaître miraculeusement.

Supposons maintenant sur un billard un grand nombre de boules blanches immobiles dans la partie *b*. On lance à toute vitesse, dans le tas, une bille rouge venant de *a*, en filmant l'opération. Les billes blanches choquées les premières, vont à leur tour heurter les autres ; il s'établira une agitation générale dans laquelle la bille rouge n'aura aucun rôle privilégié. Si les chocs n'étaient pas amortis et si les bandes et les billes étaient parfaitement élastiques, l'agitation, répartie sur l'ensemble du billard, durerait indéfiniment.

Projetons maintenant le film à l'envers. Nous verrons d'abord l'agitation des billes; bien qu'inversée par la projection du film, elle nous paraîtra tout à fait normale. Mais à un certain moment, nous verrons tous

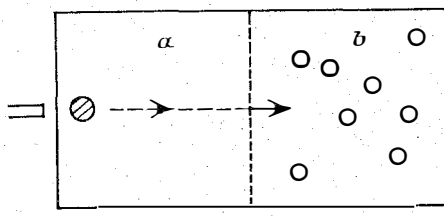


FIG. 5

les mouvements se concentrer sur la bille rouge pendant que, par l'effet des chocs communiqués, les billes blanches redeviendront immobiles. A la fin, la bille rouge filera à toute vitesse vers la bande *a*. Le cas de la bille rouge sera tout à fait analogue à celui du ballon. En outre, à la fin du film, les blanches seront toutes concentrées dans la partie *b*.

Le film renversé, bien que conforme à la loi de conservation de l'énergie, ne paraîtra pas, cette fois, naturel ou rationnel. Il nous paraîtra produire quelque chose *ex nihilo*. Le changement de sens du temps — opéré par l'inversion du film — ne pourra, cette fois, être considéré comme l'équivalent d'un changement d'axe de référence spatiale. Chaque bille blanche convergeant vers un point rigoureusement déterminé paraîtra exiger un système de références bien approprié. La convergence elle-même des mouvements sera un phénomène gratuit, analogue au miracle de l'apparition fortuite de l'Énéide. Ce ne sont pas seulement nos habitudes mentales qui seront troublées, contrairement à ce que soutiendrait un disciple de Hume. C'est notre raison, qui sera scandalisée, ou qui le serait si elle ignorait l'artifice du film. Car elle serait obligée devant le phénomène, de supposer la réalisation d'un fait extrêmement improbable, contrairement à la loi de Bernouilli, et analogue à ce

que serait la sortie d'un nombre énorme de Six dans un jeu de dés ou de Pile dans un jeu Pile ou Face. Cette supposition, pour peu que se prolonge le fait extrêmement improbable, c'est-à-dire la tombée indéfinie de Six ou de Pile, équivaut très vite à une violation du principe de non contradiction. En effet, la loi fondamentale du calcul des probabilités, c'est-à-dire la loi des grands nombres, repose sur une pure combinatoire abstraite, elle est confirmée par les faits, mais elle n'est pas tirée des faits, contrairement à une croyance assez répandue. Admettre, sans plus, l'anti-hasard à l'origine de la tombée continue des Pile, après avoir établi, par un calcul aussi simple que deux et deux font quatre, la proportion mathématique des diverses combinaisons possibles, cela équivaut à affirmer, et à nier en même temps : « Les combinaisons mixtes sont en prédominance écrasante. »

Lorsqu'un dé retombe indéfiniment sur la même face, nous en cherchons la raison dans une dissymétrie du dé, ou dans le fonctionnement caché d'un mécanisme invisible. Dans le film inversé, par hypothèse, nous ne pourrions trouver la raison de la dissymétrie dans les mouvements des billes de billard. Nous serions en présence de l'anti-hasard pur, au sens négatif du terme. L'anti-hasard pur mimerait l'effet d'un système de liaisons sans apporter réellement et positivement ce système de liaisons entre les mouvements divers des billes.

Si l'on trouve, en effet, le moyen de garder, par des liaisons, l'ordre et le rangement primitifs dans un phénomène, sa réversibilité n'a plus rien de rationnellement scandaleux. Si je laisse tomber une pierre, elle n'a aucune chance de remonter sans une nouvelle dépense d'énergie, parce que le mouvement d'ensemble de ses molécules s'est transformé en mouvements désordonnés. Mais si la pierre était attachée à une corde et descendait par mouvement pendulaire, elle remonterait naturellement parce que, grâce à la corde, l'ordre d'ensemble des mouvements de ses molécules serait conservé. De même, si la pierre était

attachée par un lien élastique, ou si elle pouvait tourner en s'enroulant autour d'un fil comme un yoyo. Si la bille rouge de notre exemple était attachée par un lien élastique à la bande *a*, elle y reviendrait évidemment sans miracle. Les liaisons gardent l'organisation. *Les liaisons sont le seul anti-hasard rationnel, le seul dont on ait le droit de parler.* Mais il faut encore distinguer deux cas :

a) L'anti-hasard est simplement conservateur : il empêche l'ordre homogène de se transformer en désordre et en mélange.

b) L'anti-hasard est vraiment positif, il crée de l'ordre. Il n'arrête pas seulement l'augmentation de l'entropie, il augmente l'information. Dans ces deux cas, il y a toujours liaisons, mais liaisons d'espèces différentes. Il est évidemment capital de voir en quoi consistent ces deux espèces.

a) *Les systèmes de liaisons conservateurs.* — La plupart des machines conservent cinématiquement l'information, l'étendent (sans l'accroître), ou la transforment d'une manière stéréotypée selon leurs articulations, par des effets de rails, glissières, cames, etc. Les machines utilisant des résonances diverses ne diffèrent pas essentiellement des machines cinématiques. Les machines peuvent aussi conserver dynamiquement l'information ou l'ordre homogène, par exemple au moyen de liens élastiques, ou de champs de force. Les systèmes de self-distribution, capables d'auto-régulation après accident perturbateur, où l'on a voulu voir la clé de l'apparition naturelle d'un ordre à partir du désordre, sont pourtant machines pures et simples à ce point de vue, et ne créent ni ordre homogène, ni information proprement dite. Ils *récupèrent* dynamiquement l'ordre primitif, ou l'ordre qui leur est inhérent, mais ne l'accroissent pas. Si l'on agite et mélange de l'eau et de l'huile, un ordre homogène se rétablit spontanément, l'huile se retrouve sur l'eau. Mais il n'y a rien là de plus extraordinaire que ne le serait le retour de la bille rouge si elle était tenue par un fil élastique. La pesanteur et la différence

de densité jouent ici le rôle d'une liaison dynamique. Dans un ascenseur en chute libre, l'eau et l'huile ne se ré-ordonneraient pas. Les tentatives d'allure savante pour expliquer l'invention, en psychologie ou en biologie, par des régulations dynamiques, reviennent à cette erreur monstrueuse, de croire que l'augmentation d'entropie peut être en même temps, et en elle-même, une augmentation d'information. Cette erreur n'est pas différente de celle qui consisterait à croire que l'on peut faire un système de mouvement perpétuel au moyen de liens élastiques et de retours indéfinis à l'équilibre.

Un cas intéressant de machine conservant un ordre ou une information est celui du tuyau. Ce n'est sûrement pas un hasard si la machinerie organique en fait un si grand usage. Un mammifère en contient des centaines de kilomètres, et Lichtenberg a pu dire que toutes les fonctions vitales essentielles utilisaient des tuyaux. On peut ajouter que le tuyau est d'une importance capitale dans toute civilisation. Le tuyau en effet, entre autres propriétés, peut combiner cinématique et dynamique, articulations et élasticité, effet de rail ou de glissière, et effet de *Gestalt.*

b) *Les systèmes de liaison qui augmentent l'information.* — Ils créent de l'ordre structuré, et il est évident qu'ils doivent être d'une autre nature et faire intervenir toute autre chose que les systèmes de liaison conservateurs fonctionnant dans l'espace-temps. Examinons d'abord un cas intermédiaire et litigieux, celui de la mémoire et de la conscience mnémique. On me donne un paquet de cartes bien rangées par couleurs, et je le bats longuement. Je puis ensuite le réordonner conformément à l'ordre primitif. On me fournit des colonnes de pièces de monnaie, toutes soigneusement rangées face vers le haut. Je joue avec ces pièces à Pile ou Face. Au bout de quelque temps, les Pile et les Face s'égalisent. Mais je puis ensuite retourner toutes les pièces tombées Pile et reconstituer les colonnes ordonnées primitives. Alors qu'il aurait fallu attendre très longtemps un hasard extrêmement impro-

bable pour me faire revenir à la situation de départ, grâce à la conscience mnémique, au contraire, la restauration de l'ordre primitif est presque instantanée. C'est précisément ce rôle d'économiseur de temps de la conscience mnémique, comme de la conscience en général, qui manifeste le plus clairement, sinon le plus profondément, son caractère d'anti-hasard (1). En réordonnant les cartes ou les pièces de monnaie, je ne remonte pas l'évolution de l'entropie à proprement parler : je dépense autant de calories à effectuer ces opérations réordonnantes, qu'à jouer à pile ou face en laissant faire le hasard, ou en battant le paquet de cartes. J'en dépense autant, mais il n'y a aucune raison de supposer que j'en dépense plus. L'énergétique du phénomène est ici inessentielle.

Si l'on tient à le comprendre sans sortir des principes mécanistes et des liaisons examinées sous les rubriques précédentes, il faudra nécessairement avoir recours à une théorie de la conscience mnémique qui la ramène à une sorte d'élasticité cérébrale. Les cartes qui se dispersent, les pièces qui retombent au hasard, seraient analogues à la boule rouge tenue par un fil élastique, et revenant à la bande d'où elle est partie. Le souvenir de l'ordre primitif, matérialisé dans mon cerveau, expliquerait le retour de l'ordre primitif, comme guidé par les fils invisibles.

Cette conception, grossière et invraisemblable, peut contenir une petite part de vérité, parce qu'un organisme est *aussi* machine, et comporte des feed back nerveux ou des *Gestalten* physiologiques qui peuvent effectivement jouer un certain rôle dans les régulations mnémiques particulièrement simples. Mais elle ne va pas très loin. En effet, la conscience mnémique se fond imperceptiblement dans la conscience inventive. Or, comment, dans le cas de l'invention proprement dite, les liens élastiques supposés peuvent-ils s'accro-

(1) Cf. P. Valéry, *Eupalinos*, p. 102 « ...Comme si les actes éclairés par une pensée abrégeaient le cours de la nature; et l'on peut dire, en toute sécurité, qu'un artiste vaut mille siècles, ou cent mille, ou bien plus encore. »

cher à une physiologie cérébrale ou à un dynamisme de type classique ? La tension qu'éprouve l'inventeur, son orientation dynamique, est bien réelle, mais elle a lieu nécessairement, non entre éléments dans l'espace, par définition non donnés, puisqu'il s'agit d'invention, mais entre une structure spatiale incomplète, et un « structurant » actif hyper-géométrique, et informant à partir d'un autre « monde ». L'anti-hasard créateur et positif implique bien un système de liens, mais entre deux mondes, et le propre de la conscience n'est pas tant, négativement, d'économiser le temps d'interminables fluctuations fortuites, que d'être intermédiaire dynamique entre les deux mondes, le monde des sens, essences et thèmes, et le monde spatial des structures incomplètes. Même si je n'ai jamais vu de cartes rangées, ou de colonnes de pièces de monnaie toutes tournées côté Pile, comme ma conscience est « survol absolu », et encadre de possibles l'actuel, elle saisit les ressemblances des couleurs et des figures, et l'idée « lui vient » — elle viendrait infailliblement à un enfant en train de jouer — de réunir les figures semblables et de ranger les pièces de monnaie. Dans cette figure, où les deux « cœurs » sont mêlés à des figures différentes, je saisis immédiatement leur ressemblance, malgré leur ségrégation. Leur distance physique n'est pas physiquement supprimée par le « survol » conscient, elle n'est pas surmontée par cheminement d'influences ou par résonance, ou par fil élastique. La figure de droite n'est pas automatiquement appliquée sur la figure de gauche. Les deux figures restent où elles sont, et pourtant, elles sont vues semblables ; elles sont « liées » au

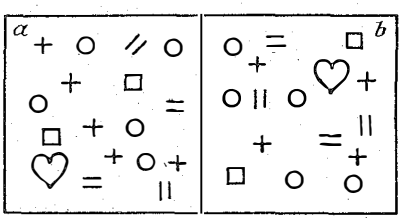


FIG. 6

même schéma signifiant a-spatial. Et *par suite*, elles deviennent virtuellement associables dans un rangement physique. L'invention qui consiste à imaginer de ranger des figures selon leur ressemblance n'est pas d'un niveau très relevé ; elle ressemble à un fonctionnement. Aussi, on peut concevoir une machine à « perception », et capable de ranger des cartes selon leur figure ou couleur, ou même une machine capable de reproduire à distance une figure gabarit. Mais le fonctionnement de cette machine aurait un mode fort différent de celui de la modeste action psychologique qu'elle imiterait. Les tours industriels modernes, équipés de cellules photo-électriques et thyratron ne reproduisent une figure-gabarit qu'en l'explorant de proche en proche. La conscience saisit une ressemblance, et par suite agit selon cette ressemblance, indépendamment de tout cheminement spatial. Même si l'un des deux cœurs était incomplet, la conscience « survolante » en le mettant en rapport avec le schéma a-spatial qui est son sens, serait capable de le compléter.

LIAISONS ET CONSCIENCE

Il reste une difficulté. Si les liaisons, quelles qu'elles soient, apportent l'élément positif de l'anti-hasard, elles doivent avoir des caractères communs, et l'on saisit mal quel rapport, autre que métaphorique, il peut y avoir entre des liaisons mécaniques et des liaisons conscientes. Tant que ces rapports ne seront pas éclaircis, on sera toujours tenté de donner la priorité aux liaisons mécaniques, et de ramener les liaisons conscientes aux liaisons mécaniques. Mais on peut démontrer que ce sont les liaisons de conscience qui sont primitives.

LE RETOUR MNÉMIQUE

La priorité des liaisons conscientes apparaît déjà dans le cas intermédiaire de la mémoire. Bien que la

mémoire, organique ou psychologique, n'augmente pas l'information, elle reconstitue une forme selon des modes qui ne peuvent être ramenés à l'action de liens mécaniques ou dynamiques, à l'action de fils élastiques ou de tuyaux, sous quelque forme que ce soit. Le retour dans l'espace de la forme adulte spécifique, à partir d'une cellule germinale, ne peut s'expliquer sur le mode du retour de la bille rouge tenue par un lien élastique. Aucun « fil » — représenté par un calquage physique ou l'action d'une substance chimique spéciale pour *chaque* détail structural — ne peut unir un à un les détails structuraux d'une cellule et ceux de l'organisme adulte composé de milliards de cellules semblables, quant à leurs chromosomes, à cette cellule germinale. Malgré les répugnances des biologistes, il devient de plus en plus évident que le retour mnémique ne s'opère pas dans notre espace, mais s'opère d'un monde de types *vers* notre espace, le long d'une dimension hyper-géométrique. Les régulations embryologiques, si étendues et si frappantes, puisqu'elles réussissent à faire une forme normale, même après découpage, bouleversement, déficit, excédent, transplantation, sont l'indice que, dans le développement, des informations régulatives sont à l'œuvre. Or, il est parfaitement certain qu'il ne peut s'agir de *feed back* mécaniques, comportant des circuits récurrents et des conducteurs situables dans l'espace, puisque, par définition, de tels circuits n'existent pas encore dans un organisme qui est précisément en train de fabriquer les montages qui serviront plus tard pour son comportement adapté, et qui n'a pas encore de système nerveux. Il est non moins certain qu'il ne s'agit pas davantage de *feed back* dynamiques, utilisant des champs de force et non des circuits, car les expériences ont condamné l'hypothèse de Vogt et de Goertler, ainsi que les interprétations gestaltistes de la régulation organique. Il reste donc qu'il s'agit de régulations analogues aux régulations par *feed back* axiologique, contrôlé par un idéal trans-spatial. L'idéal régulateur, dans la

reproduction biologique, est surtout mnémique : l'organisme nouveau n'invente pas à proprement parler sa forme, qui est celle de l'espèce. Il n'est capable que de ces inventions de détail que sont les harmonisations régulatives. Mais il s'agit bien d'un idéal trans-spatial, et l'apparition de la forme dans l'espace-temps est une épigénèse, comme l'invention proprement dite.

Quelque chose de semblable à ce retour du type, du monde trans-spatial à l'espace, se produit aussi dans la mémoire psychologique, puisque la redintégration à partir du fragment évocateur ne s'opère pas en « jeu de domino » comme on le croyait autrefois, mais par aperception d'un sens ou d'une expressivité.

RETOUR DU TYPE ET LIAISON MICRO-PHYSIQUE

Alors qu'il est impossible de comprendre le retour du type mnémique ou du type normal en invoquant un guidage mécanique, l'inverse est non seulement possible, mais s'impose, d'après les résultats les plus certains de la science contemporaine. Toute liaison ou toute élasticité doit être interprétée en dernière analyse comme un « retour du type ».

Dans les théories contemporaines des liaisons, on arrive à une limite de l'explication structurale. L'explication *par* la structure suppose toute une grammaire : espace, distance, proximité, corpuscules individuels, continuité, déplacement cinématique, qui est inapplicable à l'explication *de* la structure. L'atome est une action structurante, non une structure fonctionnante. L'explication *par* la structure ne reprend, progressivement, une certaine valeur, que lorsqu'on arrive à l'échelle cristalline et déjà, partiellement, à l'échelle moléculaire. Il est bien vrai, par exemple, que les deux atomes d'hydrogène forment, avec l'atome d'oxygène dans la molécule d'eau, un angle un peu supérieur à 90° et que cet angle, fait géométrique, explique certaines propriétés

de la molécule d'eau. Mais l'action structurante de l'atome même ne peut être évidemment comprise encore, sous peine de cercle vicieux, par une autre structure spatiale. Cette action suppose une rédintégration de type. Un organisme aussi fonctionne partiellement *selon* sa structure. Mais sa structuration même n'est évidemment pas un fonctionnement selon une structure. « Se différencier » ne peut être ramené à un « fonctionnement selon des différences » qui, par hypothèse, ne sont pas encore présentes dans l'espace. Les êtres fondamentaux de la microphysique ressemblent, en cela, aux organismes. Un atome ne ressemble ni à un système de self-distribution, ni à un mécanisme à notre échelle, fait ou non de main d'homme. Sous l'influence de la Gestaltthéorie, on croit souvent encore qu'il n'y a pas de milieu entre un mécanisme cinématique à glissières, et une *Gestalt*. On croit que toute structure est nécessairement l'un ou l'autre. Cette classification laisse précisément échapper le cas le plus central et le plus important qui est celui de la structure se formant selon un type trans-spatial et selon des liaisons hyper-géométriques, dont on ne peut trouver le modèle que dans l'action d'un thème conscient et signifiant. La structure de l'atome « arrive » dans l'espace selon des compatibilités ou incompatibilités abstraites, irréductibles à des fonctionnements de proche en proche.

LE DÉTOUR

Dans tout domaine individualisé de la microphysique, dans tout domaine de liaisons primaires, où l'individualité des constituants est perdue en partie dans l'individualité du système, l'expérience révèle des *comportements* analogues à ceux que permet, dans les individualités psycho-organiques,

(1) Cf. R. Ruyer, *Le psychologique et le vital*, Bull. Soc. franç. de philos., novembre 1938.

l'existence de champs de conscience à survol absolu. Un cas particulièrement clair est celui du détour [1]. Considérons trois cas :

a) Dans le lit d'un torrent asséché, un bloc rocheux est tombé, qui fait barrage. Les pluies remplissent à nouveau le torrent. Les eaux font un détour et contournent le bloc rocheux. Il ne s'agit visiblement là que d'un pseudo-détour. La foule des molécules d'eau s'écoule aveuglément et creuse un lit détourné par l'effet de lois physiques banales.

Un cas en apparence très différent est celui d'un détour dynamique. Dans un champ magnétique ou gravifique, les trajectoires sont incurvées comme si un centre attractif ou répulsif exerçait une action à distance. Mais la situation est tout à fait la même que pour l'eau du torrent. Les corps décrivant les trajectoires ne vont nulle part ; ils obéissent de proche en proche à la dynamique « molaire » du champ. En fait, d'ailleurs, les molécules d'eau n'arrivent pas davantage en contact avec les molécules de silice du rocher ; elles sont repoussées dynamiquement.

b) Une conduite d'adduction d'eau, dans une région montagneuse, peut utiliser les lois de l'hydrostatique pour franchir des dénivellations pourvu que, finalement, le point d'arrivée soit au même niveau que le point de départ. Chaque siphon, ou chaque partie en U, constitue un détour, qui n'est, lui aussi, qu'un pseudo-détour combinant détour cinématique et détour dynamique. La masse d'eau obéit, là aussi, aveuglément et de proche en proche, aux lois de l'équilibre.

c) Un animal, trouvant un obstacle sur son chemin, ne vient pas buter contre lui, il se détourne d'avance pour l'éviter et reprendre ensuite sa route vers le but. C'est évidemment le seul détour authentique. Mais voyons ce qu'il suppose. Le comportement de l'animal est dirigé selon un champ où position actuelle, direction, et obstacle, sont donnés à la fois, dans un survol absolu. C'est dire qu'il s'agit d'un champ de conscience. Expliquer les propriétés du

champ de conscience par celles d'un champ cortical hypothétique, régi par les seules lois d'un dynamisme molaire, n'est évidemment qu'une fausse solution. L'animal, entré par accident dans une impasse, peut rebrousser chemin en tournant le dos momentanément à son but, alors que l'effet d'un dynamisme molaire ne pourrait que le retenir indéfiniment prisonnier dans l'impasse. L'eau, dans la branche montante d'un tuyau en siphon, peut aussi aller dans une direction opposée à son point d'arrivée final, mais c'est parce que les deux colonnes d'eau sont en équilibre instantané. L'animal, au contraire, met en balance, non de pures forces, mais des actions-moyens selon leur sens relativement au but. Le sens, la signification d'une action, relativement au but, peut alors dominer le sens vectoriel du mouvement momentané. Le «montage vers le but» n'est pas intégralement matérialisé dans le cerveau. Même quand l'ani-

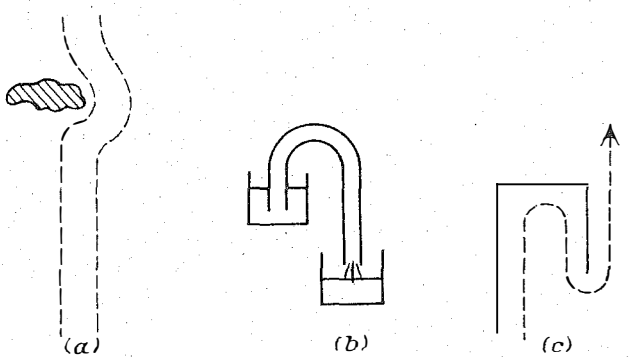


FIG. 7

mal est dans une impasse-piège, d'où il ne peut matériellement sortir, le «montage vers le but» ne s'en manifeste pas moins, objectivement, par des efforts répétés, et subjectivement par de l'inquiétude. L'homéostat composé du Dr Ashby, qui tâtonne de manière à corriger un montage défectueux, ne peut cependant sortir d'une impasse dynamique ; il n'évite pas les points

morts. Si le détour, opéré d'avance par l'animal dans son champ de comportement conscient avant d'être effectué dans son champ géographique, n'était que la projection d'un équilibre homéostatique cérébral, l'animal devrait être aussi calme lorsqu'il est tombé dans un piège en impasse que lorsqu'il a atteint son but — aussi calme que l'homéostat au point mort.

d) Or, il y a, en microphysique, un phénomène qui constitue une quatrième sorte de détour. Le cas le plus connu est l'effet-tunnel ou effet Gamow, mais il est très général. Malgré une « barrière de potentiel », analogue à la margelle autour d'un puits, et située à une « hauteur » telle qu'elle empêcherait indéfiniment la sortie d'une particule, si elle était pareille aux particules de la physique classique, la « particule » microphysique a un certain nombre de chances de sortir, et une certaine proportion de sorties se réalisent effectivement. Il ne peut être question ici, pour expliquer le franchissement de la margelle, d'invoquer une sorte de siphon, ou de glissière, ou de lien élastique agissant selon un guidage quelconque. La particule ne suit pas une trajectoire représentable de proche en proche comme celle des molécules d'eau dans un tuyau. Le forçage de la margelle est exclu par la situation dynamique « molaire ». Mais les modèles ondulatoires permettent de comprendre l'effet-tunnel, car les ondes de probabilité — de présence de la particule — peuvent contourner ou traverser une barrière de potentiel.

Le détour microphysique, bien qu'il ne ressemble pas non plus, au moins dans l'état actuel des conceptions scientifiques, au détour conscient, n'en est pas moins beaucoup plus proche de celui-ci que des autres. Il est caractéristique que les physiciens ne puissent éviter d'employer des termes empruntés à la psychologie pour caractériser le détour microphysique. La particule, par les ondes de probabilité qui la constituent, « explore l'espace », au lieu de décrire simplement une trajectoire ; elle est « présente

potentiellement » dans tout un domaine de probabilité [1]. Au lieu que la particule classique ne *va* nulle part et que la fin de son mouvement est simplement le résultat des mouvements élémentaires antécédents, la particule microphysique « tient compte » de la « légitimité énergétique intrinsèque » de l'état final, et intègre les « moyens » d'y parvenir dans une action unitaire où le temps, aussi bien que l'espace, semble survolé, comme dans un détour opéré consciemment et selon des calculs. L'action microphysique, comme l'action psychologique, semble être sur fond d'utopie et d'uchronie, sur fond de : « Car autrement... » Son actuel est environné de possibles « entrevus ».

En tout cas, le détour microphysique et le détour conscient sont visiblement apparentés. Ils concernent l'un et l'autre des actions vraies et individualisées. Les détours d'autre type sont des cas dégradés, qui n'apparaissent que par la multiplicité des actions individuelles, qu'il s'agisse d'individus conscients ou d'individus microphysiques. Une foule canalisée dans les couloirs du métro ou dans les rues d'une ville ne diffère guère, quant à sa capacité de détour, d'une foule de molécules d'eau canalisée dans un tuyau. Elle aussi vient buter stupidement contre un obstacle qui obstrue accidentellement sa route. Chacun des individus qui la composent calcule sa marche, par survol conscient, relativement aux individus immédiatement voisins, mais l'absence d'un survol général dégrade le comportement de la foule comme telle.

La liaison de canalisation, dans tous les cas, et la structuration qu'elle applique aux foules amorphes, ne peut sans contradiction servir à expliquer les liaisons élémentaires et les structurations qui s'actualisent *de novo*. Les ondes stationnaires, qui *constituent* les couches électroniques de l'atome, ne peuvent encore être pareilles à des ondes *dans* un tuyau sonore.

(1) L. de Broglie, *Continu et discontinu*, p. 30, 36, et P. Auger, *L'homme microscopique*, p. 97-98.

Les électrons, ou les ondes associées, ne circulent pas entre des parois solides. Un tuyau, ou un système de glissières conductrices conserve l'information ; il en retarde la dégradation, ou encore, il matérialise, à l'usage d'une foule aveugle, une information créée auparavant par un champ de conscience. La canalisation en siphon et en U a été construite par un ingénieur. De même la route, ou la voie ferrée qui contourne des obstacles, sinue au mieux selon la pente, ou passe par des ponts et des tunnels. Les quelques canalisations naturelles que l'on peut citer (puits artésiens, sources intermittentes, ponts naturels, etc.) n'ont guère d'importance et sont vraiment des *lusus naturae*. Il faut évidemment qu'une certaine « linéarisation » (1) primaire de la causalité, ou plutôt de l'activité individuelle, se produise directement par survol et calcul des possibles, pour que les linéarisations secondaires, par tubes ou glissières, soient concevables sans contradiction ou régression à l'infini. Si tout le domaine de la microphysique est précisément la zone où « il faut s'arrêter », et où « l'on peut s'arrêter », c'est que les individualités microphysiques sont des sources d'information et de structuration aussi primaires qu'un champ de conscience. Les liaisons structurantes ne peuvent être encore expliquées par des canalisations ou par des parois. Autrement, il faudrait encore une paroi ou un rail pour « linéariser » la paroi ou le rail, et ainsi de suite, indéfiniment.

Ce qui nous empêche de saisir cette évidence, c'est qu'à notre échelle, les mouvements des corps ou des corpuscules nous paraissent canalisés tout naturellement par la consistance matérielle des mobiles. Mais le mouvement, d'après la mécanique ondulatoire, est toujours propagation, et non transport matériel. Le mouvement d'un mobile supposé substantiel n'est que l'apparence seconde d'une propagation électrique, lumineuse, et, plus profon-

(1) Selon l'expression de G. Bachelard.

dément d'un système d'ondes de probabilité. Un certain comportement ondulatoire doit être défini avant que l'on sache ce qui se propage, et ce qui se meut. La manière de se propager est plus fondamentale que « le corps se déplaçant dans l'espace » (1). Dès lors, il faut bien que cette propagation d'information qu'est, au fond, le mouvement, se canalise d'elle-même, invente ses liaisons dans son propre champ. Sans cette auto-canalisation par invention, c'est-à-dire par participation à un type ou à un possible choisi entre des possibles et des non-actuels, rien ne pourrait exister dans notre espace ; tout se perdrait dans l'homogénéité absolue, ou l'information zéro. Il faut bien que, dans les domaines microphysiques, l'information liante *apparaisse* ; elle ne peut être simplement *conduite*. Elle apparaît par épigénèse, comme apparaissent les différenciations organiques ou psychologiques.

Si Descartes, par sa physiologie, est l'ancêtre des cybernéticiens, il est, par son embryologie, le père de tous ceux qui veulent faire de la morphologie synthétique, c'est-à-dire qui veulent expliquer l'apparition des formes par le jeu des seules lois physiques ordinaires. Il est caractéristique que toute l'embryologie cartésienne repose sur le recours à des liaisons de type *a*), soit dynamiques, soit cinématiques. Les ébauches des organes fondamentaux, et surtout de l'organe fondamental par excellence, le cœur, sont dues, selon Descartes, à une sorte d'équilibre dynamique — *gestalt* avant la lettre — à un « bouillonnement » produit par la rencontre des deux germes. Puis, la circulation modèle l'appareil circulatoire, comme une eau sauvage creuse son lit. Et enfin, les autres organes sont le sous-produit des canaux ou des tuyaux ainsi formés : le rein, la vessie, les uretères sont les *excrementa* de la veine cave ; les organes des sens sont les *excrementa* cérébraux ; ils

(1) Cf. G. Bachelard, *L'activité rationaliste de la physique contemporaine* (ch. II et IX).

sont apportés par les canaux comme les sédiments par une rivière [1]. Comme ces liaisons de type *a*) ne peuvent tout au plus que garder l'information et non l'augmenter, la tentative cartésienne, fort grossière, était vouée à l'échec. Mais l'on peut dire que les tentatives les plus modernes, dans la mesure où elles font aussi appel à des liaisons de même type, ne sont pas plus valables.

En fait, les différenciations organiques apparaissent à partir de formes plus simples, et ne peuvent être rapportées à des régulations dynamiques. Les ébauches qui deviendront l'appareil circulatoire, par exemple, apparaissent de place en place, avant le flux de la circulation, et fusionnent ensuite pour former le réseau vasculaire. C'est au point, comme l'ont montré les expériences récentes de Jolly, que la destruction de l'ébauche cardiaque présomptive n'empêche pas le développement de l'aorte, correspondante. C'est l'organisme qui forme activement lui-même ses tuyaux, ses canaux, et ses conducteurs — par définition sans tuyaux préalables, sans canaux et sans conducteurs. De même, dans l'ordre psychologique, si je me déplace dans un terrain où il n'existe ni routes, ni chemins tracés, dans mon champ de comportement apparaissent des trajets et des itinéraires improvisés, sans doute inspirés par la forme jamais tout à fait homogène du terrain, mais non rigoureusement déterminés par elle. L'ingénieur qui trace les routes cherche la plus grande économie et le meilleur rendement, mais il n'obéit pas passivement, dans son effort créateur, au principe de moindre action, à la manière d'une goutte d'eau sur un plan incliné. Il s'inspire d'un type idéal, qu'il travaille, avec risque d'erreur, à réaliser. En cherchant les moyens appropriés, en établissant les divers tronçons de route, il tient compte du point d'arrivée, en même temps que du point de départ. Et il en est de même pour les tuyaux et liaisons auxiliaires dans

(1) Cf. Dreyfus Le Foyer, *La médecine cartésienne*, Rev. de Métaph., janvier 1937, p. 251.

l'organisme vivant. Ils ne sont jamais de purs effets, des sommations de fonctionnements ou d'équilibre de proche en proche, ou des lits creusés par l'effet d'un dynamisme aveugle. Les vaisseaux qui servent à la respiration pulmonaire sont formés dans l'embryon, oxygéné par le sang maternel, avant de servir pleinement, et inversement, les vaisseaux *qui, à la nais-*

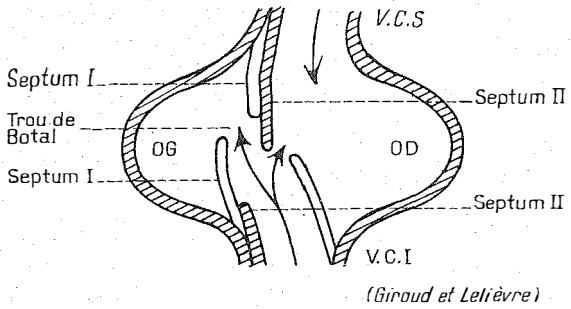


FIG. 8

sance, ne servent plus, ne disparaissent pas à la manière de l'ancien lit d'une rivière asséchée.

A la naissance, le canal artériel qui, dans l'embryon, reversait la petite circulation dans la grande, improvise une fermeture physiologique par contraction de la paroi, puis il s'oblitère anatomiquement. Le trou de Botal qui faisait communiquer le cœur droit et le cœur gauche, subit une occlusion physiologique ; puis il se ferme, trois ou quatre mois après, par soudure anatomique. Présences ou absences de vaisseaux sont visiblement subordonnés à autre chose qu'à de pures causes *a tergo*. La fermeture physiologique du trou de Botal semble, il est vrai, s'effectuer d'une manière purement mécanique — ou du moins « causaliste » — par l'effet de l'augmentation de la pression sanguine dans l'oreillette gauche.

Les *septa* qui constituent ses parois, surtout le *septum primum*, fonctionnent comme valves et s'acco-

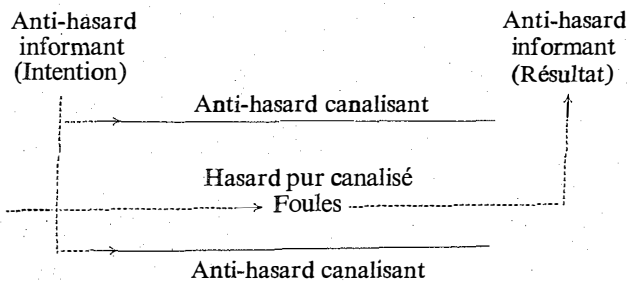
lent. Mais alors, il faut encore expliquer pourquoi les *septa* se sont précisément formés d'avance, d'une façon telle qu'au moment voulu, un effet purement mécanique puisse les faire fonctionner selon les besoins de l'organisme.

La mémoire organique, nous l'avons vu, ne peut être le résultat du fonctionnement de l'organisme. Les canaux, tuyaux, instruments auxiliaires des liaisons et de circulation une fois constitués, les usagers qui s'en servent, hommes, bêtes, globules, humeurs, ondes, particules, peuvent se réduire à l'état de foule aveugle obéissant à des impulsions ou à des forces globales, mais c'est mettre les choses à l'envers que d'expliquer leur constitution même par ce qui n'est précisément permis que par cette constitution primaire.

Nous retrouvons donc ici encore, dans l'action structurante, dans l'action de l'anti-hasard positif, le même schéma d'encadrement que dans l'action en général ou la communication. L'improvisation directe, dans un champ nécessairement analogue à un champ de conscience, de liaisons informantes, est fondamentale, primaire, irréductible. Toute information nouvelle est une invention analogue à l'invention consciente, elle est l'effet d'un thème unifiant. Ensuite, l'anti-hasard positif et créateur encadre des appareils auxiliaires qu'il a constitués et qui représentent, eux, un anti-hasard conservateur ou canalisant : liens matériels, conducteurs, guides, etc., qui fonctionnent en enchaînements de secours et qui, parfois, se substituent complètement aux liaisons conscientes primitives. Toutes les machines organiques pourraient servir d'exemple (1). L'anti-hasard conservateur canalise et enveloppe à son tour les foules amorphes, composées d'individualités qui ne réagissent les unes sur les autres que bord à bord et de proche en proche. Que les appareils auxiliaires de conservation se dégradent, le hasard pur l'emporte sur l'anti-

(1) Cf. R. Ruyer, *Eléments de psycho-biologie*, ch. VIII : Les enchaînements substitués (P.U.F., 1946).

hasard, et l'information diminue irrémédiablement si l'anti-hasard positif ne vient les reconstituer ou les remplacer.



CHAPITRE VII

L'AVANT-APRÈS ET LA CYBERNÉTIQUE

Si l'on pouvait isoler les divers types de liaisons, le temps aurait une allure très différente selon le type considéré à l'état pur. Les liaisons mécaniques, à glissières, permettant un fonctionnement indéfini et réversible, seraient dans un temps également indéfini et réversible. Les liaisons dynamiques macroscopiques sont dans un temps réversible et indéfiniment oscillant. Les liaisons bord à bord dans une foule — c'est-à-dire l'absence de liaisons générales dans la foule considérée comme un tout — aboutissent à un désordre maximum, et sont dans un temps irréversible dont le « plafond » est une homogénéité maxima dans une absence indéfinie de temps. Les liaisons informantes de l'action consciente sont dans un temps irréversible et qui aboutit — si l'on considère une action consciente individuelle et isolée — également à un « plafond » et à une absence indéfinie de temps, une fois que l'action est arrivée à son terme optimal. Deux points sont remarquables. Le premier, est qu'aucun type de liaison à l'état pur ne fournit le temps de l'expérience ordinaire, qui est irréversible, continu, et sans « plafond ». Ce temps ordinaire est nécessairement un « composé ». Le second point est la curieuse ressemblance entre le temps des foules et le temps de l'action consciente. L'un et l'autre sont irréversibles et à « plafond », extrêmal dans un cas, optimal dans l'autre. L'un et l'autre ont, selon l'expression d'Eddington, une « flèche ». Relativement à l'information, ces flèches ont toujours une orientation déterminée, puisque l'information est minimum au plafond du temps des foules, maxi-

mum au plafond du temps de l'action consciente. C'est leur rapport qu'il nous faut étudier maintenant, car la ressemblance de ces deux temps a trompé les cybernéticiens.

Selon la thèse de N. Wiener (1), les machines à information, à la différence des machines du type mouvement d'horlogerie, seraient, tout comme les êtres vivants, dans un temps authentique, avec avant et après, irréversible. Elles seraient dans le temps de la mécanique statistique de Gibbs et non dans le temps de la mécanique classique. Elles seraient même, d'après N. Wiener, dans le temps bergsonien.

Il est déjà curieux que cette thèse s'oppose diamétralement à la thèse de Schrödinger (2). D'après ce dernier la conservation d'information par les organismes oblige à comparer ceux-ci à une molécule au zéro absolu, où l'entropie est nulle, à un *clock work* qui fonctionnerait sans aucun frottement, et conserverait ainsi intégralement son ordre.

Enfin, N. Wiener n'est pas parfaitement au clair sur le rapport qu'il établit entre le temps des machines thermiques et le temps des automates à information. Il les rapproche, pour les opposer au temps réversible de la mécanique newtonienne, tout en les opposant entre eux. Il les rapproche assez naturellement puisque, nous l'avons vu, entropie et information sont des notions contraires et symétriques. Il les oppose, parce qu'une machine thermique fonctionne en dégradant de l'énergie tandis qu'un automate à feed back utilise l'information dans son fonctionnement même, de l'« entrée » à la « sortie », sans la « consommer ».

L'UTOPIE DES TEMPS INVERSÉS

Il remarque d'abord, très ingénieusement, que nous ne pouvons observer un système autre que le nôtre, que nous ne pouvons communiquer avec lui,

(1) *Cybernetics*, ch. I.
(2) *What is life*, ch. VI et VII.

que si la direction du temps est la même dans le système observé et dans le système observateur. Le fait même que nous voyions une étoile signifie que sa thermodynamique est semblable à la nôtre. En effet, nous percevons la lumière qui arrive vers nous et qui aboutit à notre œil ou à une plaque photographique, nous pouvons voir les étoiles qui émettent de la lumière, mais nous ne pourrions voir des étoiles qui, éventuellement, « rayonneraient à l'envers », c'est-à-dire absorberaient de la lumière. Nous connaissons notre passé, mais non notre futur. Rétines, ou plaques photographiques, ne peuvent jouer leur rôle que si elles reçoivent des informations émanées de l'étoile, à un instant présent dont le passé n'est pas contaminé par un désordre de l'avant-après. Si nous avions des images anticipantes, des *pré-images*, comme nous avons des images résiduelles, des *after images*, la vision, comme la photographie, serait bien difficile. Si nous voulions communiquer avec un être dont le temps irait à l'envers du nôtre, il nous serait impossible de percevoir ses messages informants comme messages. Supposons que cet être *B* veuille nous envoyer à nous, *A*, comme message ou signal, un carré, en le traçant sur le sable. Comme notre temps irait, par hypothèse, à l'inverse du sien, nous verrions d'abord au moment *a* pour nous, *b*' pour lui, de faibles traces indistinctes, qui se préciseraient ensuite en devenant un carré au moment *a*' pour nous, *b* pour lui. Ce carré disparaîtrait soudainement pour nous à notre instant *a*' correspondant à l'instant *b* où *B* le trace. Mais, comme nous aurions vu, nous, selon notre avant-après, se former le carré progressivement et de lui-même, nous attribuerions sa formation à des causes naturelles, et par suite il ne ressemblerait en rien pour nous à un signal. Sa disparition brusque nous paraîtrait une catastrophe également naturelle (1).

Cette utopie de Wiener ne prouve pas exactement

(1) *Cybernetics*, p. 45.

ce qu'il veut lui faire prouver. Supposons en effet qu'au lieu d'un simple carré — dont la formation progressive pourrait en effet passer, à la rigueur, pour une cristallisation ou un *lusus naturae* — *B* envoie un message très complexe, comportant de nombreux caractères d'imprimerie. Il nous faudrait de la mauvaise volonté, même dans ces conditions, pour ne pas comprendre le message comme message.

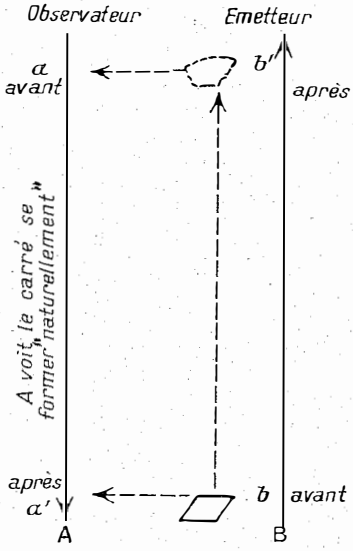


FIG. 9

L'utopie des temps inversés est moins utopique que Wiener ne l'imagine, car en fait, la conscience, sans inverser le temps thermodynamique, tout au moins le survole, et pour de larges tranches de temps, n'est pas astreinte à l'instant par instant. Laissons de côté l'hypothèse de l'inversion, et considérons *B* comme un être conscient ordinaire que nous observons. Il arrivera très souvent que, de *a* à *a'*, nous devinerons progressivement en commençant par un pressentiment vague, et en finissant par une perception précise, les intentions de *B*. Si *B* nous est hostile, nous pouvons pressentir son hostilité par des effets-signes très légers, *s*, *s'*, *s''* déchiffrables néanmoins pour un psychanalyste. Ces effets-signes, émanés des intentions ou des complexes de *B*, remontent en quelque sorte le cours du temps, pour nous, et même éventuellement pour lui s'il est inconscient de son hostilité latente. Ils le remontent, ou tout au moins, ils éma-

nent d'une source *S*, intemporelle ou sur-temporelle relativement à la tranche de temps considérée. Dans l'invention également, il arrive très souvent que l'inventeur pressente, par des effets-signes, une idée encore cachée et dont il a, en quelque sorte, des « pré-images » et non des *after images*. Les premières ébauches, imparfaites, arrivent avant la réalisation claire, exactement comme, dans l'utopie de Wiener, le carré à demi-effacé est perçu par *A* avant le carré nettement tracé.

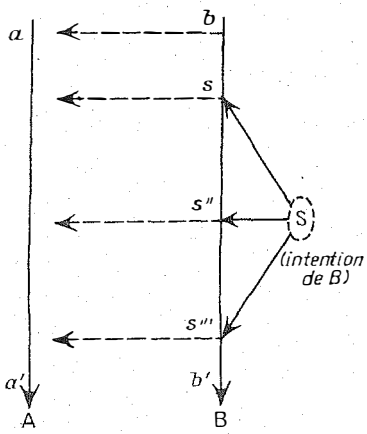


FIG. 10

Un métaphysicien serait même en droit d'utiliser le schéma des deux temps inversés — ou des deux temps dont l'un est plus « survolé par conscience » que l'autre — pour interpréter, selon une finalité cosmique ou théologique, l'évolution des espèces vivantes. Cette évolution nous semble avoir des causes naturelles : mutations, sélection, adaptation, etc. Par suite, les esprits positifs se refusent à voir un sens, une idée, derrière les formes organiques et leur évolution. Mais il s'agit peut-être de la même illusion, due à la même interversion, ou au même décalage de notre temps relativement à celui du Démiurge ou de l'Élan vital, qui fait que *A* interprète le carré tracé par *B* comme une cristallisation naturelle, ou un *lusus naturae*, alors qu'il est « signifiant ».

En tout cas, il est incontestable qu'un simple changement de rythme temporel, dans un message signifiant, suffit souvent à en rendre difficile la compré-

hension, ou même la reconnaissance. Inversement, on peut faire retrouver une signification perdue, en changeant un rythme inapproprié. Au cinéma accéléré, les mouvements de tâtonnement des plantes à vrille, l'éclosion des fleurs, paraissent étonnamment intentionnels. Et rien ne prouve que ce ne soit pas le rythme de cinéma qui soit le « bon » rythme. Si nous pouvions voir un montage cinématographique, fait sur des documents précis, et représentant en quelques minutes l'évolution de l'homme à partir de ses ancêtres simiens, la céphalisation progressive, le redressement à partir de la marche quadrupède, le changement d'aspect de la face et du regard, il est fort probable que les interprétations « signifiantes » de l'évolution gagneraient beaucoup d'adeptes, et que même les positivistes, peut-être, attacheraient moins d'importance au fait que des mutations accumulées paraissent expliquer, de proche en proche, l'apparition de l'homme. Ces mutations, insérées dans l'apparition d'ensemble, ne nous paraîtraient plus que comme des moyens subordonnés.

Au XIXe siècle, on croyait souvent effacer les différences de nature entre les choses, ou rendre suffisamment raison de leur spécificité, en les « noyant » dans une évolution très lente. Il a fallu tout l'arsenal de la phénoménologie pour échapper à ce préjugé. Les sens et les fins n'apparaissent souvent qu'au prix d'une inattention systématique aux détails et aux moyens subordonnés. De même que des ruines, presque effacées sous le sable, sont méconnues par les voyageurs pédestres, et révélées seulement par la photographie aérienne, de même qu'il n'y a plus de beauté dans un tableau pour celui qui le regarde au microscope, ou qu'il n'y a plus de beauté humaine pour Gulliver à Brodbignac, de même il n'y a plus d'information signifiante pour un Gulliver du temps qui adopte un rythme inapproprié.

LES MACHINES ET LE PRÉSENT

Mais revenons à la thèse de Wiener sur le temps des machines à information. La physiologie du XIXe siècle s'inspirait des machines thermiques et considérait ces automates naturels que sont les organismes comme des machines à brûler des sucres et des graisses. C'était le bilan énergétique, ou la balance du métabolisme, qui attirait surtout son attention. Mais aujourd'hui, la physiologie s'intéresse surtout aux opérations effectuées à un bas niveau énergétique, comme dans les tubes électroniques, où ce qui compte, ce n'est pas la balance énergétique, mais la fidélité avec laquelle les messages sont reproduits ou utilisés. Elle ne s'inspire plus de la seule thermodynamique, mais de la théorie physique des communications (1). Elle considère les organismes comme des automates couplés avec le monde extérieur, non seulement par leur flux d'énergie, leur métabolisme, mais par le flux des impressions, des messages arrivant et des messages partant. Les organes de réception des automates sont l'équivalent des organes sensoriels, leurs organes d'effection sont l'équivalent du système musculaire. Entre ces deux sortes d'organes, entre l'« entrée » et la « sortie » des machines, d'autres ont pour fonction, comme le système nerveux central, d'emmagasiner des informations, des règles d'action, et de contrôler l'effection selon la perception des résultats déjà obtenus. Dans les automates, qu'ils soient naturels ou fabriqués, le temps, conclut N. Wiener, a encore bien plus évidemment un sens que dans les machines thermiques. On ne peut intervertir les messages arrivant et les messages sortant, et il est aussi impossible d'imaginer le fonctionnement d'un automate qui aurait des pré-images ou dont la mémoire précéderait les messages d'arrivée, que d'imaginer un être vivant qui connaîtrait son avenir, et non son passé. Il est donc clair que la relation « entrée-sortie » est

(1) *Cybernetics*, p. 53.

dans un temps à sens unique, et implique un ordre défini passé-avenir. « Ainsi, les modernes automates existent dans la même sorte de temps bergsonien que les organismes vivants, et l'on ne trouve aucune raison dans les considérations de Bergson, de croire le mode essentiel de fonctionnement des organismes vivants différent de celui des automates de ce type. »

Nous avons reconnu qu'effectivement la ligne du présent passait bien entre l'« entrée » et la « sortie » des machines à information, et, plus généralement, était fixée par le fonctionnement en cours de toute machine auxiliaire d'une action. Seule une machine en fonctionnement peut fixer le présent avec précision. Il semble bizarre, à première vue, de faire passer une telle ligne de clivage métaphysique entre l'« entrée » et la « sortie » des machines. Mais il suffit, pour se convaincre, de regarder sans prévention autour de soi. A ce moment précis, la pointe de ma plume dépose de l'encre sur ma feuille, commandée par ma main, qui écrit une phrase selon un montage psychique qui, lui-même, répond au sens que je veux exprimer, et qui vise une vérité. La vérité, le sens, et même la phrase qui veut l'exprimer, s'« étalent » temporellement — la vérité sort même tout à fait du temps — mais la pointe de ma plume fonctionne dans un présent fort précis. Dans la rue passent des automobiles ; à chaque fraction de seconde, une étincelle, automatiquement allumée, fait exploser l'essence et pousse le piston de façon à porter le conducteur de l'automobile vers tel lieu précis, répondant à une intention psychologique, enveloppée par un « idéal » plus large. Des oiseaux chantent sur les arbres du square, leur larynx fonctionne dans le présent rigoureux des vibrations sonores selon une pulsion instinctive beaucoup plus libérée du temps et du présent, et qui répond elle-même à l'on ne sait quelle intention vitale, vieille comme le monde. Même les piétons n'avancent pas sans machine intercalée. Leur intention d'aller quelque part, pour réaliser quelque chose, enveloppe l'action d'une « tâche » subcons-

ciente qui enveloppe elle-même les fonctionnements physiologiques et la mécanique chronologiquement rigoureuse, d'une série de chutes arrêtées. Une ligne idéale du présent ne coupe ponctuellement l'activité que par les machines. Sans les machines, l'actuel serait un *specious present* d'ampleur variable selon le degré d'incarnation de l'activité.

L'AVANT-APRÈS ET L'ENTROPIE

Mais il reste à savoir si les machines seules, qu'elles soient *clock work*, machines thermiques, ou machines à information, pourraient donner, indépendamment de leur enveloppement par la conscience, non seulement le présent, mais le temps fléché, du passé à l'avenir. On peut poser ce problème d'une façon plus précise.

Existe-t-il un critère purement physique, vraiment à l'usage des physiciens, de l'avant et de l'après? A cette question, les physiciens répondent, en général, avec un confortable sentiment de sécurité : « Oui, ce critère objectif existe. Pour savoir si l'instant *t'* est après l'instant *t*, il suffit, par exemple, de prendre la température d'un corps chaud placé à côté d'un corps plus froid : si cette température est plus basse à l'instant *t'* qu'à l'instant *t*, c'est que *t'* est après *t*. L'augmentation d'entropie donne la flèche du temps. » Mais cette réponse, ainsi que l'a fait remarquer incidemment Eddington (1), et explicitement Watanabé (2), renferme un cercle vicieux. Pour savoir si l'entropie va en augmentant ou en diminuant, il faut déjà que j'aie, directement et psychologiquement, l'intuition du sens du temps. Imaginons un physicien qui n'aurait pas cette intuition, et qui serait seulement capable de mesurer les températures, et la valeur de l'entropie. Il trouverait donc des nombres différents en *t* et en *t'*. Mais pourquoi donc, entre ces trois hypothèses : 1° « il y a des entropies diverses » ;

(1) *La nature du monde physique*, p. 106.
(2) *Revue de métaphysique*, 1951, octobre.

2° « l'entropie va en diminuant »; 3° « l'entropie va en augmentant », choisirait-il automatiquement la troisième? Pour que ses observations diverses aient un numéro d'ordre, il faut déjà qu'il ait le sens du temps. Il ne pourrait pas savoir si l'observation *b*, de l'entropie *b*, est après l'observation *a* de l'entropie *a*, et doit, par conséquent, être considérée comme deuxième observation, s'il n'avait pas le sens du temps. Par conséquent, $b > a$ ne fixe pas le sens du temps. Si le physicien, guidé par une impression psychologique anormale — nous voulons dire, différente de la nôtre — croyait que *b* est avant *a*, il croirait par là-même que l'entropie a diminué. Il changerait l'énoncé de la loi, et n'aurait aucune raison de contredire son intuition.

Une première raison de penser que l'évolution de l'entropie, telle qu'elle nous apparaît, *suppose* une direction intuitive du temps, et ne *fixe* pas objectivement cette direction, c'est que cette intuition subsiste, même quand nous observons des phénomènes mécaniques réversibles. Grâce à cette intuition seule, je puis parler d'un sens de fait pour un phénomène réversible en droit. Les lois newtoniennes ou einsteiniennes, combinées avec des données cosmologiques, fixent, admet-on généralement, le sens de rotation de la terre et, par conséquent, le sens de rotation apparent des corps célestes. Soit, mais encore faut-il que moi, observateur, je ne croie pas que « huit heures » est avant « sept heures ». Car, dans ce cas, je trouverais, sans m'en étonner, que les lois astronomiques font que le soleil se lève à l'Ouest, et non à l'Est. En fait, par combinaison des lois astronomiques et de mon intuition psychologique du temps, le soleil se lève à l'Est et non à l'Ouest. Dire que le phénomène est réversible, c'est dire que ma raison ne *serait* pas choquée si le soleil se levait à l'Ouest. Mais je mets la phrase au conditionnel, preuve que, malgré la permission de ma raison, ma sensibilité, ou je ne sais quoi, sent directement quel est l'avant et quel est l'après.

Pour savoir dans quel sens vont les aiguilles d'une

horloge et si huit heures est après ou avant sept heures, j'ai besoin de cette intuition. Peu importe que l'horloge soit un *clock work* idéal, sans frottement, ou un mécanisme imparfait, que des frottements internes rendent justiciable de la mécanique statistique de Boltzmann ou Gibbs. Car, encore une fois, rien ne m'assurerait que « entropie augmentée » signifie « instant ultérieur », si je ne le savais déjà. Le deuxième principe de la thermo-dynamique est indissolublement, comme l'a souligné Watanabé, à la fois psychologique et physique, sinon il serait une simple tautologie : « L'entropie augmente avec le temps. » Si l'on définit, après cela, le sens du temps par l'augmentation d'entropie, le principe devient alors : « L'entropie augmente avec l'augmentation d'entropie ». Pour que le principe signifie quelque chose, il faut qu'il devienne : « Étant donnée notre intuition de l'avant-après, l'entropie augmente selon le sens psychologique de l'avant-après ».

Il ne faut pas s'imaginer que le caractère hybride, psychologique et physique, du deuxième principe de la thermodynamique soit un cas unique et exceptionnel. Toutes les notions vraiment fondamentales utilisées par les physiciens sont nécessairement liées à l'intuition consciente, en vertu du même principe que ce que nous avons appelé le « principe d'encadrement » des machines par la conscience. L'observation scientifique se fait le plus souvent par machine interposée. Mais il faut bien arriver à une prise de connaissance de ce qu'elle indique, c'est-à-dire à la sensation et à la perception consciente.

La notion fondamentale de simultanéité est tout aussi bien un « mixte » psycho-physique que la notion d'avant-après. Bien que l'on méconnaisse généralement cet aspect de la théorie de la relativité restreinte, il est cependant incontestable. Le raisonnement d'Einstein revient à reconnaître que la simultanéité est une notion vide si elle est seulement conçue ou imaginée dans l'abstrait, et si elle n'est pas réalisable dans une observation concrète. Dire que deux éclairs

sont simultanés pour un système de référence, c'est dire que, si je suis lié à ce système et si j'observe les deux éclairs grâce à deux miroirs inclinés, je les verrai ensemble dans mon champ de conscience. Bien entendu, je puis me faire remplacer avantageusement par une machine précise capable de mesurer la simultanéité au millionième de seconde; mais il faudra toujours que je lise le résultat pour lui donner un sens, et dans n'importe quel cas, la simultanéité ne sera « réalisée » que par le survol absolu d'un champ de conscience où les détails multiples sont à la fois distincts et pourtant présents, sans être réellement « à distance » les uns des autres à la manière des corps dans l'espace. Ce n'est que « dans » mon champ de conscience que je puis regarder deux horloges à la fois et constater leur synchronisme, sans que leur distance dans la sensation unique doive être, comme la distance physique, vaincue par les moyens physiques de propagation et d'information. S'il n'en était pas ainsi, la difficulté de définir la simultanéité serait rejetée à l'infini et non pas résolue. L'univers quadri-dimensionnel de Minkowski, comme l'a montré Eddington, est entièrement construit sur la base psychologique de l'ici-maintenant, sur le « vu-ici-maintenant ». Toute la théorie de la relativité a consisté à abandonner la croyance à un « maintenant » universel et abstrait, pour ne plus croire qu'au « vu-ici-maintenant » concret et psycho-physique, limitant la zone du passé absolu et du futur absolu, et séparant l'avant et l'après par une zone « d'ailleurs absolu », où se logent des événements dont la simultanéité, étant inobservable, n'a ni signification ni réalité.

L'erreur faite avant Einstein était donc commise en vertu d'une confusion d'ordre psychologique autant que physique. Si l'on croyait à la simultanéité absolue indépendamment de toute possibilité d'inter-action et de signalisation, c'est que l'on confondait la conception abstraite d'une simultanéité avec une observation. La simultanéité absolue d'avant Einstein était, elle aussi, rapportée à la psychologie, mais à la psycho-

logie mythique de la pensée pure, non à la psychologie concrète de la sensation, à ce mixte psycho-physique qu'est la sensation ou l'observation. L'erreur consistait bien, sans doute, comme on l'a souligné, à séparer radicalement le temps et l'espace, mais cette erreur elle-même était l'effet inévitable d'une erreur préalable et plus fondamentale, qui consistait à séparer radicalement le psychologique et le physique. La notion de simultanéité absolue reposait sur une illusion psychologique, de même ordre que celle qui fait croire, aux primitifs ou aux névrosés, à l'ubiquité et à la toute-puissance de la pensée. La conscience a bien, en un sens, ubiquité et même toute-puissance, mais dans le domaine limité de survol absolu qui est son être, où il n'y a pas besoin de propagation de proche en proche, où il peut y avoir simultanéité, action et inter-action, dans un « ici-maintenant » concret, non ponctuel et pourtant unitaire.

On ne doit pas interpréter le caractère psycho-physique du deuxième principe de la thermodynamique, comme semble le faire Watanabé, dans le sens d'un idéalisme tout scolaire, qui consisterait à dire : « C'est l'observation qui crée le sens du temps de l'univers physique. » Cette interprétation serait aussi fausse dans ce domaine que dans les autres, aussi fausse que, par exemple la formule connue : « C'est l'échelle d'observation qui crée le phénomène », ou que toute autre adaptation moderne de l'« Esse est percipi ». Le fait que l'inter-action réelle est psycho-physique et s'opère dans un ici-maintenant « domanial », dans une monade d'action, n'est pas une confirmation de la thèse idéaliste selon laquelle l'Esprit et la Connaissance créeraient le monde. Leibniz est aisément adaptable à la science moderne, mais non Berkeley. Supposons que *A*, un être conscient, observe, non un phénomène physique ressortissant à la mécanique de Gibbs, mais un autre organisme conscient *B*. Ce ne sera pas alors le sens intuitif du temps de *A*, qui créera le sens du temps de *B*, puisque *B*, lui aussi, possède un sens intuitif du temps, et qu'il

aurait, d'après l'hypothèse, tout autant de droit à créer le sens du temps de *A*. Si *A* observe *B* encore à l'état embryonnaire, on ne pourra davantage dire qu'il crée le sens du développement organique. Le paradoxe serait trop gros de dissocier le développement organique ou l'embryologie du comportement et l'activité psychologique. Par raison de continuité, il faut donc bien admettre que tout développement organique, animal, végétal, microbien, est dans un temps dont la « flèche » ne dépend pas de l'observation.

Si maintenant *A* observe *B* à l'état de cadavre et « se désordonnant » selon les lois physiques d'augmentation de l'entropie, par raison de continuité encore, il faudra bien admettre que son observation ne crée pas plus le sens de la désorganisation que celui de l'organisation vitale.

L'AVANT-APRÈS ET L'ACTIVITÉ

La vérité est que le sens du temps de *A* est le sens même de son activité informante et de son travail réalisateur. C'est le travail psycho-organique qui fait le sens du temps, ou du moins qui constitue la matière première de l'avant et de l'après. S'il n'y avait pas d'êtres vivants, pas d'organismes, au sens large, dans l'univers, il n'y aurait pas un sens du temps. Cela ne revient pas du tout à dire que c'est l'observation des phénomènes par un être vivant et conscient qui fixe le sens du temps. C'est le fait même du travail et de l'action informante qui produit, ou contribue à produire l'avant et l'après. Et comme, d'après la physique moderne et la biologie, il est impossible de mettre une coupure absolue entre les individualités organiques les plus primitives et les molécules, c'est de tous les individus vrais de l'univers — aussi bien de ceux qui passent encore traditionnellement pour des êtres physiques que de ceux qui passent pour organiques — que l'on peut dire qu'ils sont des activités et que, par conséquent, ils contribuent directement à la production de l'avant et de l'après. Le paradoxe est que,

lorsqu'on arrive à ces atomes d'activité que sont les actions et inter-actions quantiques, la distinction avant-après, probablement, n'a plus de sens (1).

C'est pour cela qu'il est vain de prétendre suivre par notre pensée, douée de mémoire et d'avant-après psychologique, la marche, crue progressive, d'un électron sur ce que l'on appelle métaphoriquement sa trajectoire, ou de prétendre suivre sa rotation propre. Cette opération est aussi vaine que de penser la simultanéité absolue en l'absence d'inter-action. L'électron ne parcourt pas sa trajectoire dans un « de proche en proche » spatial et dans un « instant par instant » ou dans un « avant-après » temporel, calqué sur l'avant-après de nos actions à plus grande échelle. Le de proche en proche temporel de l'avant-après, comme le de proche en proche spatial, ne peuvent s'appliquer aux individus premiers, qui ne « dominent » pas de « sous-individualités ».

Mais si l'on considère les individus complexes et, au sens large, « organiques », le sens du temps résulte du rapport de leur activité intentionnelle, en « survol absolu », et des mécanismes subordonnés qui réalisent de proche en proche cette intention intemporelle. Le temps « fléché », tel qu'il règne dans l'évolution organique et la vie psychologique, est un mixte de deux éléments, en eux-mêmes non temporels : la pensée pure, sans machines physiologiques ou mécaniques, qui nous est inaccessible, mais dont nous nous approchons, et qui est en dehors de la durée; le fonctionnement pur, par poussées *a tergo* entre éléments multiples, qui n'est dans la durée que par une conscience surveillante. C'est parce que notre conscience intentionnelle utilise des *sets* psychiques et des machines qu'elle est temporalisée, et même, peut-on ajouter, qu'elle est vraiment conscience psychologique, pensée qui s'aperçoit elle-même au lieu de se perdre dans la transparence, sur-consciente, de l'essence. La conscience est dans le temps « fléché » parce qu'elle est

(1) Cf. H. Reichenbach, *Les fondements logiques de la mécanique des quanta* (Conf. H. Poincaré, juin 1952).

veille et effort, travail et non acte pur, travail toujours tendu vers une intention intemporelle, mais freiné et poussé à la fois par le jeu des moyens multiples subordonnés. Spinoza se sentait éternel quand il pensait, mais sûrement pas quand il rédigeait ses pensées avec une mauvaise plume d'oie. Le morceau de sucre mis à fondre dans l'eau, que Bergson prend comme exemple, n'éprouve sûrement pas lui-même cette fusion comme une durée. Chacun de ses liens moléculaires, peut-être, au moment où il se dénoue, mais non le morceau comme tel, qui n'a aucune individualité. Mon désir d'avoir de l'eau sucrée est lui aussi, bien qu'en un tout autre sens, relativement intemporel. C'est la fusion du sucre -enveloppée-par-mon-désir-d'eau-sucrée, c'est l'attente de sa réalisation automatique, qui est vraiment temporalisée. Le temps est le produit de deux facteurs : un « éternel relatif » et une « machine enveloppée ».

Les *sets* psychiques sont, en un sens, à ranger dans la catégorie des machines enveloppées. C'est le propre de l'action psychologique de se transformer en état mnémique. L'action psychologique est une information originelle par abouchement de l'individu au monde des essences et valeurs; l'état psycho-mnémique représente une sorte de capitalisation de ce travail informant. L'état psycho-mnémique est une action devenue être, à demi-substantifiée, et facilitant le travail ultérieur, comme le capital industriel et social facilite le travail social. Si nous avions une « mémoire de l'avenir », c'est-à-dire une appréhension directe de la forme par contemplation pure, il n'y aurait pas besoin de conversion active et de travail, il n'y aurait pas de sens du temps.

Quant au sens de l'évolution de l'entropie, il ne constitue pas un problème distinct de celui du sens de l'action et du travail informant, puisque l'entropie est une « désinformation », une négation de l'activité individuelle systématisée. Il y a augmentation de l'entropie, dégradation vers le mélange homogène, dès qu'un système individualisé se défait et devient une

foule, dès que les éléments incoordonnés ne sont plus qu'en inter-actions non systématiques, et obéissent à la loi des grands nombres. Le sens du temps selon le deuxième principe de la thermodynamique est donc fixé *a contrario* — objectivement, et non par la vertu magique de l'observation — par le sens du temps dans le travail individuel. Cesser de travailler comme individu, si des liaisons conservatrices ne maintiennent pas le capital d'information accumulé, c'est automatiquement laisser se dégrader l'information. Un organisme mort n'est plus qu'une foule de molécules, et il est automatiquement dans le temps de la thermodynamique. Ce temps de la désorganisation continue naturellement le temps de l'organisation, comme l'étalement d'une tache colorée sur un papier très absorbant continue naturellement son apparition, produite par une goutte d'encre tombée de ma plume. Le temps de la thermodynamique, dont le cours est observable par l'augmentation de l'entropie, n'est donc pas un temps distinct du temps de l'action psycho-biologique, en ce sens que ces deux temps auraient une origine distincte, et qu'il faudrait chercher comment ils peuvent se raccorder malgré cette différence d'origine. La dissipation des formes, dès que cesse l'action informante, est corrélative de l'information active elle-même. C'est parce que je suis capable de voir apparaître la couleur que je puis observer sa disparition, et il serait absurde d'interpréter le fait en disant que la décoloration demande un temps différent du temps de la coloration. C'est parce que je suis constituant actif de formes, que j'ai le « sens » de l'information, et par suite aussi le sens de la « désinformation ».

Seule l'activité psycho-biologique, qui sent immédiatement son propre sens (*meaning*), peut avoir l'intuition du sens (*richtung*) à la fois de l'information qu'elle crée et de la désinformation. Seule l'activité peut éprouver à la fois ses succès et ses échecs.

La cybernétique se leurre en croyant que ses automates sont dans le temps bergsonien. Nous ne perce-

vons la désorganisation que parce que nous sommes des activités organisantes. La conscience est toujours activité ordonnante, travail d'organisation et d'information, anti-hasard. Certains *phénomènes* psychiques ressemblent à des augmentations d'entropie (par exemple l'oubli banal, par opposition à l'oubli freudien par acte positif d'inhibition et de refoulement, encore que l'existence même de l'oubli banal soit contestée), mais ces phénomènes ne sont justement pas des *actes* de conscience. L'acte de conscience proprement dit est toujours création ou re-création d'information; l'acte de conscience nous donne donc par définition un avant-après. Tout travail conscient est « fléché » et cette flèche donne par opposition la flèche de la désorganisation faute de travail.

Les films projetés à l'envers donnent un spectacle contraire à la raison entendue à la fois comme principe de calcul mathématique et comme habitude et impression de rationalité. Ils sont contraires à la raison mathématique parce qu'ils présentent des phénomènes qui ne sont pas conformes à la loi des grands nombres. Ils sont immédiatement contraires à l'impression de rationalité, parce qu'ils présentent des résultats gratuits obtenus sans activité informante ou, au contraire, parce qu'ils présentent des activités qui aboutissent à une désinformation. Dans un film à l'envers, les morceaux d'un bol cassé refont un bol entier, sans effort et sans travail, alors que nous savons par expérience directe qu'il est difficile de réparer de la vaisselle. Un peintre filmé à l'envers, a l'air d'effacer sur sa toile des couleurs, et il finit avec l'air confus d'un amnésique, comme s'il avait travaillé à devenir amorphe et vague, alors que nous savons par expérience que le travail précise les idées. Si, en fait, nous voyons le film renversé comme renversé, et si l'artifice de la projection ne suffit pas, en fait, pour renverser pour nous le sens du temps, c'est encore parce que nous travaillons psychologiquement en assistant attentif à sa projection.

L'efficacité causale ne peut être saisie directement

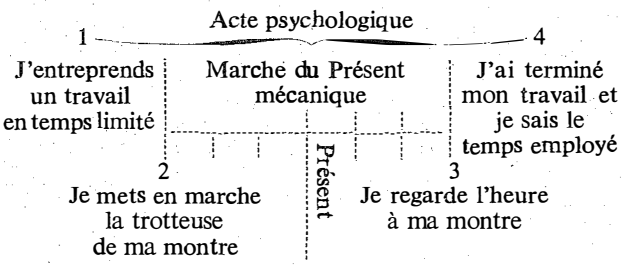
dans le choc mécanique de deux billes qui se communiquent du mouvement. Sur ce point la critique de Hume est valable. Mais il en est tout autrement pour une activité sensée, soit en moi, soit hors de moi. Je « suis » ma propre activité sensée. Dire que j'en ai l'intuition serait même insuffisant, car mon activité consciente n'est pas autre que « je ». Quant à mon activité instinctive et inconsciente, il m'arrive d'y assister comme du dehors, en y découvrant des sens après coup, et comme s'il s'agissait de l'activité d'un autre. Même dans ce cas, j'en saisis le sens, beaucoup moins par induction, sauf dans les cas malgré tout exceptionnels dont s'occupe la psychanalyse, que par intuition. L'activité instinctive et surtout l'activité pleinement consciente des autres, peut être l'objet pour moi d'une intuition, tout autant que ma propre activité quand elle n'est pas activité spirituelle pure. Ce n'est certes pas par une induction que j'interprète comme « effort pour ne pas glisser », les gestes d'un homme qui se cramponne sur une pente dangereuse. Ou alors il faudrait admettre que c'est aussi par induction que je comprends mes propres gestes semi-instinctifs pour ne pas tomber, comme ayant le sens « essayer de ne pas tomber ». La gaucherie inévitable de la phrase manifeste la gaucherie de l'interprétation. L'avant-après, dans mon activité-travail comme dans l'activité-travail observée chez les autres est donc une intuition primaire. La critique de Hume est valable, mais elle a une portée extrêmement limitée. Elle ne s'applique qu'aux cas théoriques où, précisément, nous l'avons vu, l'inversion du temps, réalisée par un film projeté à l'envers, équivaut à un simple changement d'axes de référence spatiale, et où la raison n'est pas plus choquée de voir la bille *A* immobile, puis mise en mouvement par la bille *B*, que de voir la bille *B* immobile, puis mise en mouvement par la bille *A*. Elle ne s'applique plus, dès qu'il y a action organisante, ou désorganisation. Le sens de l'actualisation, l'intuition de son efficacité, l'avant-après, tout cela ne fait qu'un.

TEMPS ENVELOPPÉ ET TEMPS ENVELOPPANT

Il reste toutefois, avant de tirer le bilan de cette discussion, un dernier point à préciser. L'action psychologique, organisatrice et informante, est la source de l'avant-après. Mais une action psychologique, considérée isolément et individuellement, donnerait bien l'avant-après, mais non l'avant-après *continu*, et, semble-t-il, impersonnel, du temps de l'expérience courante. L'action accomplie, il y a un avant et par suite un après, mais un après qui n'a aucune raison d'être suivi régulièrement d'un autre après. Le temps de l'action n'est qu'une pulsion isolée. L'avant-après d'une action est une sorte de qualité pure, matière première indispensable et fondamentale de l'avant-après du temps quotidien, mais qui, à elle seule, serait aussi loin du temps quotidien que la physique quantique est loin de la physique ordinaire — et, d'ailleurs, pour des raisons analogues.

Aussi, on comprend fort bien pourquoi, lorsqu'un psychologue acharné à retrouver les données immédiates de la conscience, ou un phénoménologue, animé de la volonté de mettre de côté les explications et les théories pour revenir aux choses elles-mêmes, se met en face du temps vécu, ce psychologue ou ce phénoménologue ne trouve pas le temps linéaire, le temps-dimension. Pas d'écoulement continu, pas d'instants ou d'intervalles régulièrement ordonnés comme des points sur une droite, pas de temps vide avec un avant-après tout préparé dans lequel prendrait place, comme dans l'espace, l'action consciente. Le psychologue ou le phénoménologue a parfaitement raison : l'actuel vécu coïncide avec le présent, mais n'est pas à confondre avec la notion abstraite d'instant présent. L'actualisation n'est pas un avant→maintenant→après linéarisé. Car l'actualisation est l'existence réelle elle-même, tandis que la ligne passé→présent→avenir n'est qu'une schématisation. Mais le phénoménologue va trop loin, s'il croit pouvoir éliminer tout avant-après

de ses descriptions. Il les retrouve sous des synonymes. La « rétention » et la « protension » de Husserl, sont des synonymes plus concrets, et en effet meilleurs, de l'avant et de l'après, mais ce sont bien des synonymes. De même que la physique des actions élémentaires doit trouver un moyen de rejoindre la physique macroscopique, il faut que le temps de l'action psychologique puisse rejoindre le temps quotidien. Il le rejoint par le procédé général d'encadrement des mécanismes auxiliaires, ou des foules canalisées, que nous avons longuement étudié :



La marche du mouvement d'horlogerie, ou l'écoulement du sable dans le sablier, jouent le rôle de l'automatisme auxiliaire de toutes les activités. L activité psychologique enveloppe le tout, mais son actuel, accompagné par l'actuel physique et statistique de l'écoulement du sable ou de la détente du ressort régularisée par l'échappement, devient un présent se déplaçant sur une ligne symbolique. Son avant-après, qualitatif et primaire, devient un avant-après linéaire. Dans le cas du temps aussi, nous pourrions, à la rigueur, nous passer des mécanismes auxiliaires et de leurs montages, par un montage ou un *set* psycho-physiologique : celui-là même, par exemple, qui permet les « réflexes de trace », et sert à l'estimation psychologique approximative du temps écoulé. L'automate interposé, ou même le jeu semi-indépendant du *set* psycho-physiologique, ne peut que refléter, en le précisant, le temps de l'acte psychologique, de même que

la balance reflète la volonté de choisir selon le poids et la précise, sans avoir pourtant, par elle-même, la faculté de choisir. Au fond des fonctionnements mécaniques auxiliaires, on retrouverait sans doute des actions authentiques, fondamentalement de même sorte que l'activité psychologique. Il y a des interactions quantiques dans toute dépense d'énergie.

Mais ces actions élémentaires n'interviennent dans les mécanismes à indiquer le temps que statistiquement, et par un jeu aveugle de poussées de proche en proche, tandis que l'activité psychologique englobante et survolante est unitaire et finalisée. Elle profite de la linéarisation du temps mécanique, l'utilise comme moyen de précision, mais elle ne lui doit pas l'avant-après inhérent à toute actualisation.

Les physiciens se sont toujours quelque peu moqué des subtilités philosophiques sur la nature du temps, parce qu'ils savent bien que le philosophe lui-même sera obligé de tirer sa montre. Eddington, par exemple (1), imagine une discussion entre Bergson et l'astronome officiel : « Je crois bien que le philosophe aurait eu le meilleur, du moins en paroles. Après avoir montré que l'idée de l'astronome sur le temps était absolument un non-sens, le professeur Bergson aurait terminé la discussion en consultant sa montre, et en courant prendre le train partant à l'heure établie par l'astronome. » De même, le Bulletin de la Société française de philosophie contenant la communication de G. Berger sur le caractère mythique du temps commence par cette phrase : « La séance est ouverte à 16 h 30 », et le conférencier (2) s'excuse, d'ailleurs avec l'ironie de la pleine conscience, « de devoir rester dans les limites du temps qui lui est imparti », pour prouver à ses auditeurs que le temps est un mythe.

Ce sont pourtant bien, au fond, les analyses philosophiques qui sont justes. Le temps de l'astronome officiel, ou le temps du physicien de la thermodyna-

(1) *La nature du monde physique*, p. 53.

(2) *Approche phénoménologique du problème du temps* (Bulletin de la Société franç. de phil., juillet-septembre, 1950, p. 93).

mique, n'est qu'un temps auxiliaire, et il est aussi illégitime de le considérer comme fondamental que de considérer les automates comme fournissant le modèle vrai des êtres vivants. L'homme qui consulte sa montre semble reconnaître la primauté du temps mécanique, mais il n'en est rien. L'homme n'a fabriqué des garde-temps et des horloges que pour servir d'auxiliaires à son temps intuitif. Les horloges, comme toutes les machines, ne sont que le prolongement des organes ou des *sets* psycho-physiologiques et ne sont rien sans l'organisme vivant. L'actualisation psycho-biologique, l'avant-après primaire, n'est pas un simple fonctionnement dans le temps, elle fait le temps. Elle implique une information créatrice, que le présent du fonctionnement ne peut que mimer. C'est pourquoi, il y a un sens absolu du temps, même quand les mécanismes encadrés sont mécaniquement reversibles. Deux hommes qui conversent au téléphone, n'intervertissent pas le sens du temps, chaque fois que l'un d'eux écoute après avoir parlé, et devient passif après avoir été actif. Au-delà de la communication physique opérée le long de la ligne, il y a actualisation créatrice, aussi bien lorsqu'un interlocuteur écoute que lorsqu'il parle, parce qu'il doit réaliser le sens. L'homme qui consulte sa montre est comme l'homme qui prend un train de nuit où il s'endormira jusqu'à l'arrivée : c'est consciemment et volontairement qu'il se subordonne provisoirement à un mécanisme qu'il a créé. Si mon réveil me réveille le matin, c'est que j'ai voulu le soir être réveillé à une heure déterminée, que j'ai remonté le mécanisme et ajusté l'aiguille de la sonnerie en conséquence.

Le temps en général — par opposition aux mécanismes qui le mesurent — n'est toutefois pas à la disposition de l'homme. Ma conscience encadre le temps de ma montre, que j'ai achetée pour savoir l'heure, et que d'autres hommes ont fabriquée. Mais mon organisme psycho-biologique, capable de dominer unitairement une foule de fonctionnements auxiliaires, et de « faire le temps » dans son domaine, est aussi,

à son tour, dominé par des centres d'activité de plus grande envergure que la sienne, et pour lesquels la vie des individus doit représenter une sorte d'écoulement statistique analogue à ce qu'est, pour le « je » dominant, le métabolisme cellulaire. Le conférencier qui choisit de se subordonner au temps des horloges pour prononcer une conférence sur le caractère mythique du temps; l'homme qui met son réveil sur 7 heures pour se faire réveiller le lendemain, ne peuvent choisir de ne pas vieillir et de ne pas mourir, et de n'être pas eux-mêmes, dans leur vie, organique et psychologique, encadrés par les générations qui les ont précédés et qui les suivront. Il n'y a rien là de nouveau et d'inattendu, puisque, nous l'avons indiqué, le schéma d'encadrement peut être à multiples étages, jusqu'à l'Encadrant absolu, en passant par les Espèces vivantes, dont les individus ne sont en un sens que des organes ou des cellules subordonnées. Ces multiples étages d'Agents ou de centres d'activité, sont naturellement constituants de temps concrets, d'actuels, et d'avant-après qualitatifs plus ou moins larges. Nous survivons à nos cellules, comme l'espèce humaine nous survit. Enfin, l'Encadrant absolu n'est pas dans le temps, bien qu'il soit source dernière de toute actualisation.

CHAPITRE VIII

L'ORIGINE MIXTE DE L'INFORMATION

L'étude des machines à information donne la certitude positive que l'information vient d'une source trans-mécanique et, au sens étymologique du mot, méta-physique. Mais nous n'avons pas pu nous dispenser, dans tout cet ouvrage, de faire beaucoup de métaphysique, non seulement au sens étymologique, mais au sens ordinaire du mot. Et la thèse de l'information trans-mécanique se heurte de son côté à une objection très grave, la même que l'on peut faire à tout Platonisme, à toute explication faisant appel à un monde d'essences, de valeurs, de potentiels. Elle ne serait qu'une pseudo-explication par un vain doublage. Si l'information du monde actuel, si l'alimentation des machines à information s'expliquent par la participation des individus à des idées ou à des formes d'un monde trans-actuel, qu'est-ce qui informe ce monde trans-actuel lui-même? Qu'a-t-on gagné à déplacer ainsi le problème?

LE DILEMME

On sait avec quelle vigueur Meyerson a souligné ce dilemme : ou comprendre un phénomène, en ramenant à une pure identité, par déduction à partir d'autres phénomènes, les éléments de nouveauté qu'il semble contenir; ou admettre la nouveauté comme absolue, et renoncer à comprendre. On sait aussi comment Meyerson refuse de s'en laisser imposer par les camouflages qui tentent de dissimuler le dilemme par une pseudo « tierce solution ». Par le recours à l'« état de puissance », nous fabriquons un

semblant d'explication, là où l'identité fait manifestement défaut [1]. La conception de l'information et de l'origine de l'information que nous avons opposée à celle de la cybernétique paraît, à première vue, une pseudo-solution de ce genre. L'homme qui compose un message ou improvise une action, l'organisme qui se développe en se structurant, les êtres qui se montent eux-mêmes, ne peuvent s'expliquer par le fonctionnement des montages ou des feed back mécaniques. Mais nous prétendons qu'ils sont régulés au moyen de *feed back* axiologiques passant par un monde trans-spatial. Quelle différence, pourrait objecter un disciple strict de Meyerson, entre la pré-formation et l'épigénèse, si l'épigénèse est conçue comme une préformation dans laquelle la forme existe d'avance, non dans l'espace, mais dans un monde trans-spatial?

LES SOLUTIONS DU DILEMME

Les théories philosophiques de l'origine de l'information sont très peu nombreuses, malgré les apparences, parce que l'esprit humain, devant ce problème, tourne toujours dans le même cercle. On peut distinguer :

1° Les théories idéalistes de type platonicien, selon lesquelles l'information dans le monde sensible est due à des formes idéales qui descendent en quelque sorte dans notre monde, ou s'y manifestent d'une manière ou d'une autre. Malgré l'aspect différent de leur philosophie, Platon, Aristote, Leibniz, adoptent ce schéma;

2° Les théories mécanistes qui rejettent l'idée d'un réservoir de formes transcendantes et font sortir l'information de pures combinaisons fortuites d'éléments existant dans notre espace, ou les théories « géométriques » pour lesquelles les modes dérivent d'une nécessité géométrique inhérente à la nature des choses, comme dans les philosophies de Descartes et de Spinoza;

(1) *L'explication dans les sciences*, ch. X.

3° Les théories dialectiques, pour lesquelles les formes nouvelles apparaissent selon une nécessité logique immanente à la Réalité unique qui pose d'elle-même ses divers moments.

Il n'est pas bien difficile de voir que ces trois types de théories, si opposés en apparence, se ressemblent. Ces théories sacrifient la nouveauté à la rationalité et font appel à la notion de puissance. C'est évident pour les théories des formes substantielles dérivées de Platon. Ce n'est guère moins évident pour les théories dialectiques, et Meyerson n'a pas manqué de le souligner. Hegel, dans sa *Philosophie de l'Histoire*, parle de l'Esprit du monde qui « développe son unique nature », qui « demeure toujours le même ». C'est moins apparent, mais non moins certain, pour les théories de type démocritéen, comme l'a souligné Hamelin avec raison. La matière prend, comme disait Descartes de son côté, « toutes les formes possibles ». Le possible sert donc de guide à l'information du monde. Les modes spinozistes sont virtuellement contenus dans la réalité.

Ces trois théories adoptent la première branche du dilemme meyersonien. Elles veulent tout expliquer, même au prix d'une « réduction » de la nouveauté. D'autres théories, en général bien plus récentes que les premières, adoptent la deuxième branche du dilemme, renoncent à expliquer et admettent la nouveauté absolue au prix de la rationalité. On peut distinguer : 1° Les théories de l'expérience pure, avec le pluralisme, le « tychisme », de James ou de Peirce, et en général, l'empirisme absolu, qui accepte l'expérience de la nouveauté comme toutes les autres expériences ; 2° Les théories de l'émergence (Lloyd Morgan, Alexander), de la contingence (Boutroux), de l'évolution créatrice (Bergson), de la liberté pure (Sartre), c'est-à-dire sans normes, sans valeurs ou essences contrôlantes, de la liberté telle que l'entend l'existentialisme.

On voit encore plus aisément la parenté étroite de ces deux derniers genres de théories : elles rejettent

la notion de puissance; elles se défient des concepts et de la logique, de la nécessité ou du déterminisme. Tandis que les trois théories du premier type sont des théories du « plein métaphysique », les deux dernières croient au « vide métaphysique », qui permet les aventures individuelles et imprévisibles, les hasards au sens fort du mot, alors que le hasard de type démocritéen et mécaniste semble n'être chargé que de remplir des cases toutes préparées par les possibles.

Notre propre étude, à partir de la cybernétique, de l'origine de l'information, nous a conduit nettement vers les théories du premier genre et plus précisément vers les théories de type platonicien. Comment échapper aux graves objections qu'il est si facile d'adresser à ce genre de théories — surtout à l'objection du « vain doublage » — et que les contemporains, bien plus tentés en général par la nouveauté au prix de la rationalité que par la rationalité au prix de la nouveauté, ne cessent de souligner?

Lorsqu'il s'agit d'une information mnémique, de la répétition d'un souvenir ou d'une forme organique, l'objection anti-platonicienne n'est pas grave. Puisque les milliards d'individus qui naissent reproduisent une forme spécifique, il faut bien que l'information de chaque individu ne soit pas réellement improvisée et créée à chaque fois *ex nihilo*. Et si l'expérience montre qu'il n'y a pas pré-formation dans notre espace, il faut bien conclure à une préforme guidante, au-delà de notre espace. Un disciple de Meyerson ne manquera pas de triompher devant ce qui lui semblera un simple déplacement naïf du problème. Mais c'est lui qui a tort. Une re-production n'a pas à être expliquée comme une production. La forme n'étant pas originale, il est normal de chercher son origine ailleurs. Certes, l'idée d'un type trans-spatial est au moins aussi obscure que la forme spatiale. Mais qu'y faire? Si les faits biologiques d'information reproductrice indiquent qu'au-delà de la nature spatio-temporelle, il y a une surnature, qui n'a d'ailleurs rien de surnaturel au sens théologique du mot, on ne voit pas pourquoi on ne

suivrait pas ces indications sous le vain prétexte que l'hypothèse de ce monde trans-spatial n'est pas une explication totale et « anhypothétique ». Il est intéressant d'élargir la sphère de ce qui est connu, même si l'on n'atteint pas le point où le connu devient l'Intelligible. Il est intéressant de découvrir ce monde de types mnémiques au-delà de notre espace physique, de découvrir qu'il y a plusieurs continents dans la « nature », prise en un sens plus large que celui de la nature spatio-temporelle. Au lieu de discuter, dans l'absolu, sur la légitimité, et le sens d'une métaphysique au-delà de la science, il serait bon de définir une sorte de métaphysique plus modeste, qui serait une cosmologie du connaissable, au-delà de l'observable.

La question change d'aspect lorsqu'il s'agit, non d'une information mnémique, mais d'une information vraiment nouvelle, d'une invention. Non qu'il soit permis, nous avons dû le constater souvent, de faire une coupure franche entre mémoire et invention. D'une part, une reproduction psycho-organique n'est jamais stéréotypée, elle est toujours capable de régulation; d'autre part, une invention n'est jamais libre; elle ressemble à une reproduction typique en ce qu'elle est comme guidée par le filigrane d'un possible. Il y a des genres et des espèces dans les inventions techniques, comme dans les organismes, et il arrive très souvent que les mêmes idées naissent dans plusieurs cerveaux à la fois, comme les multiples exemplaires individuels de la même espèce peuvent se développer à des milliers de lieues de distance. Néanmoins, la différence reste grande, et une théorie de la réminiscence pour l'information inventive, a quelque chose de naïf et de choquant. Considérons par exemple les engins les plus récents créés par la technique. Il serait ridicule de dire que l'inventeur de la bicyclette a été guidé, comme le jeune esclave du Ménon, par l'intuition-souvenir d'un Type idéal, contrôlant ses efforts comme son radar contrôle un canon de D.C.A. à pointage automatique. Il serait ridicule de dire que tant que la bicyclette avait deux roues inégales et pas

de roue libre, l'esprit des inventeurs n'était pas tout à fait satisfait, de même qu'un homme qui cherche à se rappeler le nom *Warburton* n'est pas satisfait tant qu'il ne parvient à saisir que le nom déformé : *Walliston*, mais qu'une fois le type mnémique idéal atteint, la coïncidence satisfaisante se manifeste en ce que tout le monde est content et que le modèle de la bicyclette n'évolue plus.

Il ne suffit pas d'abandonner l'habillage mythique de la théorie platonicienne pour la rendre viable. Il semble qu'il faille en abandonner bien plus encore, en fait, presque tout. Les organismes eux-mêmes ressemblent à beaucoup de points de vue à des « artefacts » et s'il est ridicule d'imaginer que l'idée de la bicyclette ou de l'appareil photographique trônait de toute éternité dans le monde idéal, en attendant d'inspirer les inventeurs, il est presque aussi absurde d'imaginer que l'œil, ou le système des leviers musculaires des vertébrés préexistait idéalement aux organismes réels. Qu'un monde trans-patial soit « conservateur » mnémique des types organiques ou des idées psychologiques une fois inventées, c'est une hypothèse presque inévitable. Mais qu'il soit le lieu des Types expliquant l'invention même des formes organiques au cours de l'évolution, ou le lieu des essences expliquant l'invention des idées dans les consciences individuelles, l'hypothèse paraît inévitablement fantastique et naïve à la fois.

Mais lorsque l'on a abandonné « presque tout » du platonisme, lorsque l'on a renoncé à croire expliquer l'information de notre monde par des formes toutes faites dans un monde transcendant, on s'aperçoit néanmoins que quelque chose d'essentiel doit en être gardé, à savoir un certain dualisme entre les valeurs ou les sens entrevus par l'agent et les lois du monde physique que cet agent canalise dans la direction de cette valeur ou de ce sens. Même Bergson, si prompt à dénoncer le « tout fait » dans les explications de la nouveauté, garde un dualisme au fond platonisant, quand, dans une métaphore d'ailleurs peu heureuse,

il parle d'un « courant de conscience lancé à travers la matière ». La matière ne représente qu'une notion vague, et la conscience n'est pas un courant. Elle est ce qui survole et encadre les mécanismes auxiliaires qu'elle monte et agence de manière à les forcer de fonctionner selon sa propre direction axiologique. Mais il y a bien, en effet, dans toute information, une sorte de rencontre entre un thème conscient et des lois physiques domestiquées. Pour sortir des abstractions, nous prendrons deux exemples, l'un très simple, l'autre très compliqué.

a) *La verseuse.* — La verseuse n'est pas née, dans l'esprit de son inventeur, d'un thème idéal tout formé, mais elle est née d'une intention sensée : garder un liquide chaud, et pouvoir le verser commodément. Cette intention elle-même est en partie fonction de connaissances acquises au contact des lois physiques. Elle est néanmoins un thème relativement informe. La forme déterminée de la verseuse réelle naît de la rencontre entre l'intention et les lois géométriques, mécaniques et physiques. Il faut d'abord un corps central, ouvert à la partie supérieure, puisqu'un liquide soumis à la pesanteur tendrait à s'étaler. La base doit être assez large pour la stabilité. Il faut de plus un bec ou un canal de versement. Le haut du canal doit arriver à la même hauteur que le corps selon la loi des vases communicants. Si un fabricant trouvait bon de dessiner une verseuse selon ce modèle — que l'on donne à critiquer dans les tests d'intelligence — il percevrait vite la protestation efficace des lois physiques. Sans l'attendre, par une expérience mentale reposant sur la connaissance des lois physiques autant que par un acte intelligent proprement dit, il rend le tuyau verseur « conforme » aux exigences de l'hydrostatique. L'anse,

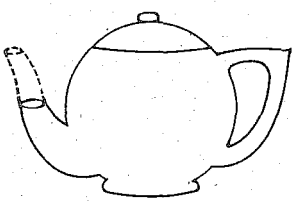


FIG. 11

dans les modèles plus raffinés doit être peu conductrice de la chaleur pour que la main qui la saisit ne soit pas brûlée, le couvercle doit être arrêté par un rebord intérieur, etc. La forme et les dimensions de la verseuse doivent se conformer aussi à la forme et aux dimensions de la main et de l'organisme de l'homme. Mais cet organisme lui-même, nous l'avons vu, est né de la rencontre d' « intentions » vitales primitives avec les lois physiques, et, par conséquent, il n'y a, dans notre analyse, aucun cercle vicieux. D'autre part enfin, la forme de la verseuse, comme de tous les ustensiles ménagers, est stéréotypée dans une culture artisanale ou industrielle, elle est conservée dans une tradition ou une mémoire sociale, comme sont stéréotypées les formes organiques dans la mémoire biologique. L'histoire des techniques peut suivre les avatars de ses formes dans les diverses cultures.

b) *L'astronautique.* — L'astronautique est un exemple tout à fait approprié, précisément parce que l'astronautique suppose l'accumulation des techniques les plus raffinées, et qu'elle demande même des techniques qui ne sont pas encore au point. L'astronautique est encore en grande partie à l'état d'expérience mentale. Elle permet donc de surprendre le « devenir » de l'invention et de l'information, car elle est aussi en cours de « réalisation ». Des fusées réelles sont déjà construites. Les effets de la surpesanteur et de l'impesanteur ont été essayés sur des animaux. D'autre part, la mécanique céleste est capable de décrire d'avance, avec précision, les trajectoires avantageuses pour un but donné, parmi les trajectoires possibles. Mais c'est une foi, une intention d'ordre spirituel et trans-physique, qui unifie toutes ces techniques partielles, pour les diriger vers la réalisation. L'homme sait d'avance en quoi ces techniques sont encore insuffisantes. Il marque d'avance les zones non encore remplies qui l'obligent à travailler et à inventer encore. Avant de voyager dans l'espace interplanétaire, il doit progresser encore dans l' « espace » des possibles techniques.

Considérons plus précisément la forme qu'aura l'astronef. Cette forme n'est encore, à beaucoup de points de vue, qu'un possible assez vague, aussi vague que la forme de l'avion pour le jeune Blériot. Un dessinateur, illustrant un roman d'anticipation, ne serait pas embarrassé pour « passer du schéma à l'image », et pour représenter une fusée interplanétaire en utilisant, sans rigueur, des détails inspirés des V2 et des avions stratosphériques. Mais un ingénieur est déjà capable de préciser plus sérieusement le possible thématique de l'appareil, par exemple en tenant compte du « rapport de masse » entre le carburant et le reste de l'appareil, en calculant la forme générale de l'équipement intérieur. La règle à calcul à la main, il peut éliminer d'avance les formes « fausses », suggérées par de pures associations d'idées. Ce qui le dirige, dans le modelage de la forme d'un engin nouveau, c'est évidemment la connaissance des lois physiques, et non seulement des lois « théoriques », mais aussi, au sens cournotien du mot, des situations « cosmologiques », telles qu'elles règnent dans les régions concernées par l'intention humaine.

Le ballon stratosphérique de Piccard, au sol, avait la forme, surprenante pour des yeux habitués aux sphériques ordinaires, d'une poire allongée, la plus grande partie de l'enveloppe pendant jusqu'à une nacelle hermétique, elle aussi très différente du panier habituel. Cette forme inusitée était commandée directement par la connaissance du fait qu'à 20 km d'altitude le gaz se dilaterait beaucoup à cause de la diminution de pression. De même encore, l'aile deltoïde des avions modernes est commandée par l'aérodynamique spéciale aux vitesses supersoniques. De même enfin, on imagine aisément comment tout, dans l'astronef, doit être commandé par la connaissance des lois physiques. Une verseuse, dans l'astronef, serait inutile, du moins si le voyage ne se fait pas sous accélération constante. Dans l'impesanteur, il faudrait une gourde en peau, puisque le liquide ne tomberait pas.

On saisit en même temps le double rôle indispensable de la conscience. Elle est, d'une part, une intention et une foi, prolongeant l'intention et la foi qui animent tous les organismes vivants. Les hommes envahiront les planètes du système solaire, poussés par la même foi qui anime le lichen envahissant un vieux mur. Elle est d'autre part survol absolu, c'est-à-dire connaissance unitaire des domaines où règnent des lois physiques statistiques. Par suite, elle est capable de saisir d'avance pour les canaliser, les effets inévitables de ces lois au lieu de les subir. Un « possible d'intention » ne se réalise pas de lui-même comme un « possible de fonctionnement ». Dans la fabrication d'un outillage élémentaire, la méthode par essais et erreurs peut suppléer, dans une faible mesure, à la conscience capable d'expérience mentale. Mais, dans la technique avancée, cette méthode est impraticable. L'invention de la forme doit s'opérer par prévision, et au moyen de protections ou canalisations préventives.

Bien plus, on peut dire que la forme inventée n'est, d'abord, que l'ensemble des protections et canalisations préventives qui expriment directement la différence entre un domaine non survolé, où jouent des lois physiques par inter-action de proche en proche, et ce domaine survolé. Membranes protectrices et tuyaux de canalisation, les machines rudimentaires — organiques ou techniques — ne sont guère que cela. Un organisme élémentaire est fait de membranes et de tuyaux ou vacuoles. « Informer » un domaine, c'est d'abord le clôturer en canalisant les forces extérieures dangereuses. Un pas de plus consiste à utiliser les lois physiques canalisées en les faisant travailler selon l'intention directrice. Un moteur à explosion ou un moteur musculaire canalise le travail de l'énergie chimique. La fusée interplanétaire elle-même n'est encore, théoriquement, qu'un tuyau ouvert à un bout, et accéléré par l'énergie des forces qu'il canalise. La réalisation, bien entendu, en est effroyablement complexe. La fusée V2, dont le principe est si simple, avait une telle tuyauterie, qu'on l'a baptisée le « cauchemar du plom-

bier ». La complication de l'astronef sera certainement vertigineuse. L'engin sera à la V2 ce qu'un organisme de mammifère est à celui d'un ver de terre. Mais le principe fondamental de l'information d'un domaine physique reste le même : une canalisation des forces physiques. L'axiome de Bacon : « Natura non nisi parendo vincitur » n'est pas seulement un mot profond, il est un des mots les plus profonds et fondamentaux qui aient jamais été prononcés. Il souligne le dualisme inévitable à l'origine de toute information, et il donne le secret, manqué par les diverses théories que nous avons énumérées, de la production d'une forme nouvelle.

Devant le cas de l'astronautique et de l'astronef, chacune de ces théories paraît insuffisante jusqu'au comique. L'idée éternelle de l'astronef est encore plus risible que l'idée éternelle de la bicyclette. Aussi risible est l'interprétation mécaniste qui expliquerait la fabrication de l'astronef, soit par triage machinal et sélection naturelle, soit par une sorte de déduction pure, alors que le rôle de la foi est aussi évident que celui de l'expérience mentale. Quant aux explications dialectiques, on a d'avance la nausée, rien qu'à imaginer les phrases qu'un Hegel contemporain écrirait sur le sujet. Passons aux thèses irrationalistes. Elles feraient hausser les épaules aux ingénieurs qui se battent contre des lois physiques obstinées et inflexibles et qui cherchent péniblement un chemin étroit entre des impossibles techniques plus durs et plus escarpés que des rochers. L'aventure astronautique n'a rien d'une « aventure » aux sens existentialiste et littéraire du mot. La liberté humaine, qui rendra un jour l'homme capable de se promener dans le système solaire et d'en exploiter à sa guise toutes les ressources, a peu de chose à voir avec le « surgissement métaphysique » d'une liberté absolue et sans normes. La fabrication pénible et lente des engins nécessaires n'a rien d'une émergence gratuite, ni d'une sorte de conversion spontanée de l'intensif à l'extensif ou du schéma à l'image, par pur effort mental.

CYBERNÉTIQUE AMBITIEUSE ET CYBERNÉTIQUE EFFICACE

Relativement au dilemme meyersonien, la cybernétique que nous appellerons ambitieuse, celle qui adopte les postulats mécanistes totalitaires, est à ranger dans le premier groupe, rationaliste, parmi les théories monistes mécanistes. Elle en a toutes les criantes insuffisances. Mais la cybernétique, comme technique pure, et dépouillée de ses prétentions, est au contraire une admirable illustration pour comprendre l'origine mixte de l'information. Reprenons encore le cas privilégié de l'astronautique. A. Ducrocq (1) a souligné le rôle particulièrement important qu'y jouaient les questions d'échelle. Une astronef, en vertu de la loi du rapport de masse, est inconcevable au-dessous d'une certaine dimension minima qui représente très probablement plusieurs milliers de tonnes. Cette énormité nécessaire créera de graves difficultés de réalisation. Supposons que l'évolution organique ait abouti, non à un vertébré intelligent, l'homme, mais à des fourmis intelligentes, qui auraient édifié une civilisation dans un coin limité de la terre, par exemple en Cornouailles. Ces fourmis, à l'aide de machines à leur taille, ou du même ordre de grandeur, auraient exploré toute l'Angleterre. Puis, à l'aide de télescopes, elles auraient pu découvrir, dans le lointain, les îles voisines, et même les côtes du continent. Mais, pour traverser la mer, elles auraient dû nécessairement construire des bateaux d'une taille suffisante pour résister aux vagues — taille gigantesque relativement à leur propre dimension — et munis de moteurs également gigantesques. La conduite, comme la construction de ces bateaux et de ces moteurs, n'auraient été possibles pour elles qu'au moyen de relais et de servo-moteurs en étages. Un tableau de bord minuscule n'aurait pu commander directement qu'à des automates, seuls capables, ensuite, de manœuvrer

(1) *L'humanité devant la navigation interplanétaire*, p. 185, sqq.

les gigantesques moteurs. Cette image est mieux qu'une image, car l'homme, devant l'énergie atomique et le plan à mettre au point d'une fusée interplanétaire, est tout à fait dans la situation d'une fourmi devant le moteur à explosion et le bateau à franchir les mers. Dans les deux cas, le développement de la cybernétique et des automates est une condition essentielle de la réussite. Machine à calculer, servo-mécanismes, automates à feed back, sont indispensables pour permettre à l'homme de continuer la conquête du monde.

Les organismes eux-mêmes, au moins ceux qui dépassent la taille des virus, n'ont déjà été possibles que par des automatismes en relais. Un homme adulte, relativement à la cellule initiale, est encore bien plus gigantesque qu'une astronef de 10 000 t relativement à un homme adulte. Toute la physiologie macroscopique des organismes multi-cellulaires représente un ensemble de machines à puissance commandées par l'intermédiaire de machines à information. Les formes organiques sont déjà le résultat d'un mixte de foi ou d'intentions axiologiques, conjuguées avec une canalisation technique des lois physiques macroscopiques. Il n'est donc pas surprenant que les physiologistes aient tellement à emprunter à la cybernétique mécaniste. Mais il n'est pas moins évident qu'ils ont tort, s'ils croient pouvoir passer à la limite et dogmatiser sur ces relais mécaniques. Si les théories mécanistes de l'invention des formes sont absurdes relativement à l'astronautique, elles sont absurdes aussi, et exactement pour la même raison, relativement à la physiologie des organismes. La cybernétique efficace, désolidarisée de la cybernétique ambitieuse, apparaît alors pour ce qu'elle est vraiment : un auxiliaire de la vie et de l'intention consciente, indissociable de la vie et de la conscience.

PROBLÈMES SUBSISTANTS

Nous en voyons trois principaux.

1° L'objection meyersonienne n'est pas résolue philosophiquement. Nous ne sommes pas parvenus,

semble-t-il, à « renvoyer dos à dos » les deux sortes de théories de la nouveauté. En fait, en rattachant l'information inventive à un mixte de conscience intentionnelle et d'aménagement des lois physiques, nous tombons dans le premier type de théorie : la nouveauté était contenue virtuellement dans la conscience, les lois physiques, les sens et valeurs visés par la conscience. Nous avons souligné nous-même que les liaisons des montages passifs étaient d'avance données, comme liaisons conscientes du montage actif; qu'il y avait, en un sens, *plus* dans la conscience que dans l'automatisme substitué; et que la machine n'était qu'un *extrait* du champ de conscience, *unitas multiplex*, où toutes les liaisons possibles sont virtuellement présentes.

2° Tout dualisme, ou tout pluralisme philosophique, est peu satisfaisant. C'est comprendre les choses à moitié que de laisser subsister plusieurs principes ou plusieurs domaines distincts. Or, nous avons laissé subsister l'opposition du monde des sens et des valeurs, et du monde spatio-temporel; nous avons laissé subsister aussi l'opposition de l'individualité psycho-biologique et de son idéal directeur.

3° Enfin, l'information inventive dans le domaine atomique et micro-physique est nécessairement, nous l'avons vu, d'un genre très différent de celui de l'information au niveau des lois « secondaires » et des phénomènes macroscopiques. Le « natura non nisi parendo vincitur » ne peut s'appliquer de même façon à la manière dont une molécule-virus trouve le moyen de se réparer et de se reproduire, en captant des molécules plus simples, et à la manière dont l'animal utilise l'eau ou l'air pour respirer en le canalisant dans des branchies ou des poumons, ou à la manière dont l'homme utilise un courant d'eau pour faire marcher un moulin, ou une éjection de particules pour faire marcher une fusée. Il n'y a ni vrais tuyaux, ni vraies membranes dans un virus qui n'est guère qu'une molécule.

Sans prétendre échapper à ces difficultés, qui sont étroitement connexes, nous pouvons remarquer qu'elles

se neutralisent en grande partie l'une l'autre. Le monde spatio-temporel, où règnent les lois de la physique macroscopique, n'est pas une sorte de matière, analogue à la Matière, primordiale et ennemie, du vieux dualisme gnostique; il résulte seulement de la multiplicité des individus, qui, eux seuls, sont vraiment primaires. Le monde spatial n'est matière qu'en tant que colonisé ou colonisable par ceux de ces individus qui sont plus entreprenants que les autres. Les liaisons et les agencements enchaînés, les canalisations, les machines, n'apparaissent que lorsqu'un colonisateur entreprenant, et dont l'empire directement gouverné a déjà atteint un ordre de grandeur important traite en masse la foule des individus subordonnés, au lieu de les annexer en détail comme il se borne à le faire au niveau de la microphysique. La respiration ou l'assimilation, dans un gros végétal ou un gros animal, pour lequel l'air et l'eau apparaissent comme une matière, un courant continu à utiliser, prolonge naturellement la respiration ou l'assimilation moléculaires, dans lesquelles l'air et l'eau jouent un rôle comme molécules annexes d'un système entièrement structuré.

La matière, comme obstacle ou auxiliaire traité en masse, n'apparaissant qu'avec le progrès de la colonisation, il ne subsiste donc plus comme problème philosophique, que la dualité agent → idéal. Mais cette dualité est elle aussi, créée par la multiplicité des individus. S'il n'y avait qu'un seul et simple Agent, en face du monde idéal, il ne pourrait y avoir de conscience psychologique proprement dite, et il serait comme résorbé dans ce monde idéal, à la manière dont la volonté divine au dire des théologiens, ne fait qu'un avec l'entendement divin. La conscience psychologique comme *champ* de conscience — et non comme intention actualisante pure — ne se conçoit, elle aussi, que comme phénomène secondaire. Le champ de conscience type est le champ visuel qui, lorsque j'élabore une information — lorsque j'écris une lettre ou dessine — m'apparaît d'abord comme une page blanche. Pour avoir ce champ à ma disposition, il

faut que j'aie des yeux, formés de cellules sensorielles nombreuses. L'étendue psychologique « sur » laquelle je tracerai les lignes de mon invention, en me contrôlant moi-même selon l'idéal entrevu, est en correspondance avec l'espace physique qui, lui-même, suppose une multiplicité d'individus.

Or, c'est dans la conscience comme champ de conscience, que les possibles et les liaisons possibles paraissent inscrits d'avance. C'est relativement à cette conscience-champ que les liaisons substituées de la machine paraissent n'être qu'un simple extrait de l'*unitas multiplex*. La conscience n'est « multiplex » que secondairement à la colonisation opérée par la conscience intention « unitas » de type primitif. La conscience visuelle, comme page blanche pour l'invention et l'information, est déjà un mixte de transspatial et de spatial. Le champ de conscience, comme étendue psychologique, correspondant à l'espace du domaine physique « survolé » est le résultat d'un croisement de la « dimension » non physique — où le « je » vise l'idéal — avec la partie du monde des foules et des multitudes, à informer et à lier selon cet idéal, mais aussi selon leur fonctionnement propre. C'est pour cela que l'invention y paraît virtuelle, et que, par suite, l'objection meyersonienne paraît conserver sa force. Mais il faut remarquer que cette « virtualité » est fort différente de la « virtualité » naïve qui cacherait, comme dans une boîte, des formes qui en sortiraient ensuite pour apparaître dans l'espace. Le « survol absolu » de la page blanche donne tout et ne donne rien. Il permet l'invention, mais laisse tout à inventer. Les sens ou thèmes que j'entrevois, comme dans un étrange « nulle part », comme dans une dimension imaginaire au-delà de la page blanche, ne guident ma plume que dans un « à peu près » qui me paraît désolant, mais qui est la place même laissée à mon existence réelle. La conscience-champ n'est dotée que d'une « créativité », d'une virtualité d'invention de formes, et non d'une virtualité de forme. Sur la page blanche, si je cherche la duplication du carré, comme

l'esclave de Platon, je n'ai aucune réminiscence en filigrane qui puisse me guider. Seulement, par survol absolu, je puis prolonger une droite, tracer des lignes auxiliaires, constater des égalités ou inégalités, juger l'évidence de l'insuccès ou de la réussite selon mon intention. Bref, je peux prendre des initiatives qui sont à la fois libres et cependant conformes à la plage de possibilités où ces initiatives se déroulent.

L'objection meyersonienne s'applique-t-elle encore à la « créativité » même ? N'est-ce là qu'un mot dissimulant l'absence de solution ? Il arrive au moment où la raison doit bien s'arrêter pour faire place à la théologie ou à la métaphysique. Disons donc que cette « créativité » de la conscience ne peut être conçue que comme une parcelle de la Créativité cosmique, de ce que nous avons, grâce à la cybernétique, défini comme l'Encadrant absolu, comme le fil qui traverse toutes les activités conscientes individuelles, elles-mêmes encadrantes des montages psycho-physiologiques et des mécanismes auxiliaires.

CHAPITRE IX

PROBLÈMES DE LA CYBERNÉTIQUE EN 1967

CYBERNÉTIQUE ET « INFORMATIQUE »

On a pu remarquer que le mot de cybernétique était moins employé, depuis une dizaine d'années. Ce n'est certes pas parce que l'objet de la cybernétique : la technique et la théorie de l'information, s'est révélé illusoire, ou sans unité véritable. La physique, la biologie, la psychologie, et la sociologie de l'information, les techniques y attenantes, l'étude générale des communications et des langages, se développent sans cesse. Mais ce développement même est tel que les spécialistes éprouvent moins le besoin de se référer à un titre général. Le mot « informatique » conviendrait peut-être mieux, mais il s'est lui aussi désintégré par excès de développement. Il désigne, parfois exclusivement, les techniques de traitement des grandes masses d'informations par les ordinateurs. Et il continue, concurremment avec le mot cybernétique, à désigner la théorie générale de l'information.

Les grands ordinateurs ne sont pas des machines cybernétiques au sens propre du mot. Ils ne sont pas des machines finalisées, à rétroaction. Ils présentent au manager désireux d'être informé, des informations « digérées ». Ils tiennent le rôle du Secrétariat à qui la direction demande : « Faites-moi donc un état des employés, selon leurs salaires, ou leur ancienneté ». Ils permettent une décision en connaissance de cause, et qui tient compte de facteurs multiples, difficiles à considérer mentalement tous à la fois. L'ordinateur peut aussi remplacer l'expérience mentale : le manager peut essayer sur l'ordinateur quel serait l'effet de telle ou telle décision — surtout si les ordinateurs sont couplés avec des calculateurs analogiques, pour

la recherche opérationnelle ou « l'optimisation » en général.

Un effet inattendu des ordinateurs, est que les services de la firme qui en a décidé l'achat coûteux doivent réorganiser toute l'affaire en fonction de l'ordinateur. Ils découvrent aussi, parfois, que les circuits tout montés de l'ordinateur *(hardware)*, sont en partie inutiles, et même nuisibles pour cette réorganisation. Ils peuvent même découvrir que s'ils avaient réalisé cette réorganisation d'abord, ils auraient pu se dispenser de l'achat de la machine (1).

Les performances modestes des grands ordinateurs, même complétés par des calculatrices analogiques, font d'abord paraître étrange la croyance persistante du public, même cultivé, qui s'obstine à leur attribuer un rôle dans les grandes décisions politiques. Ainsi, aux Rencontres de Genève, en 1965, des hommes fort instruits, interrogeaient avidement le mathématicien polono-américain Ulam, qui était supposé être dans le secret, sur le rôle des machines à décision dans la guerre du Vietnam.

A la réflexion, cette croyance, bien qu'évidemment fausse, n'est pas absurde. Un chef d'Etat, s'il pouvait être parfaitement informé, prendrait de meilleures décisions, avec ou sans « informatique ». Mais aucune machine n'ira jamais chercher d'elle-même les informations vraiment essentielles, si on ne les lui fournit pas à son « entrée ». Un ordinateur aurait fort bien pu répondre, comme le Ministre de la guerre français, à la Chambre, en 1870, qu'à l'armée « il ne manquait pas un bouton de guêtre », si on ne lui avait fait « digérer » que des états d'équipement.

LES JOUETS

Les jouets cybernétiques, dont le type reste la « tortue » de Grey Walter, et l'Homéostat d'Ashby, perfectionné par le Dr Sauvan et devenu le « Multis-

(1) Cf. Goodman, *Man and automation* (Pelican 1957), p. 59.

tat », semblent un peu passés de mode. On leur préfère des montages pour un but précis : perception, lecture, apprentissage, etc.

Les cybernéticiens se sont enfin aperçu que, dans les machines industrielles finalisées par rétroaction, la finalité est double, ou à double étage (1). Il y a d'abord la « production » de la machine elle-même, qui est sa fin primaire, sa ligne principale de flux de matériaux. Et il y a d'autre part le flux d'informations au service de la ligne de production, et qui se fait à l'envers de celle-ci. Une chaudière est faite pour chauffer, avec ou sans thermostat. *La rétroaction ne « finalise » donc pas à proprement parler la machine*, comme le répétaient les cybernéticiens. Toute machine industrielle est déjà finalisée — par la conscience humaine qui l'a fabriquée — quant à sa ligne principale de production et de rendement. La rétroaction surajoutée guide, améliore le rendement de la finalité primaire. Mais sans cette finalité primaire, il n'y aurait rien à guider, à améliorer, ou à contrôler.

Or, un jouet mécanique, à la différence d'une machine industrielle, n'a pas de finalité primaire, c'est-à-dire ne prolonge pas, en la servant, la finalité primaire de l'homme. Le jouet ne sert à rien — il ne sert qu'à amuser, par ses mouvements et ses virevoltes, indépendamment d'un rendement quelconque de ces mouvements. L'industrie japonaise a fabriqué, par exemple, une boîte qui est une sorte de « jouet pur » : on l'ouvre, une main articulée en sort, et referme le couvercle; c'est tout. On peut de même fabriquer des jouets qui ne sont que des mécanismes à rétroaction. Leur moteur ne sert qu'à alimenter cette rétroaction même. Une machine à vapeur jouet n'actionne rien d'autre que la soupape de sûreté et le régulateur. Les

(1) Comme F.H. Allport l'a souligné, en critiquant la théorie cybernétique de la perception *(Theories of perception*, Wiley New-York), 1955, dans l'organisme, comme dans la machine finalisée, la finalité est à deux niveaux : a) ma vue guide ma main, cherchant un verre d'eau (finalité seconde, en rétroaction), b) mais d'abord j'ai soif et je veux boire (finalité primaire).

« tortues » de Grey Walter ont eu immédiatement, sous une forme simplifiée, un grand succès comme jouets. Elles ne font rien; mais elles le font « avec soin » et semble-t-il « intelligemment ». L'homéostat d'Ashby, le Multistat du Dr Sauvan, ne font rien non plus. Ils ne sont que des systèmes de rétroaction conjugués et se contrôlant l'un l'autre. Leur finalité seconde, sans finalité primaire, ne signifie rien.

LES MACHINES A ENSEIGNER

C'est la pédagogie qui a été le plus directement touchée par la cybernétique, en ces dernières années. La pédagogie cybernétique a été l'objet d'un véritable engouement, surtout dans les milieux progressistes (1). Les prévisions sur la future « industrie du savoir » sont parfois assez délirantes.

L'enseignement par machines, ou l'enseignement programmé, est sorti tout entier de la « boîte de Skinner ». Mais si Skinner en est le père, Pavlov en est le grand-père. Dans la boîte de Skinner, destinée au conditionnement instrumental, le rat apprend par lui-même qu'en pressant sur une pédale, il fera tomber une boulette de nourriture. Les rats ont bénéficié d'une pédagogie scientifique avant les hommes.

On remarquera 1. Que le rat, dans la boîte, est fortement « demandeur », (il est affamé). 2. Qu'il est seul vivant et conscient : il doit trouver par lui-même la pédale moyen de nourriture. 3. Que « l'instructeur », (Skinner) a disparu, que son rôle est matérialisé dans la disposition de sa boîte, et que ce rôle a consisté à présenter au rat, bien découpé, un problème bien défini : trouver la pédale et sa fonction. 4. Que le rat, après réussite, n'est pas seulement « *informé que...* il y a une pédale. Le rat est muni d'un *savoir*, plus permanent, correspondant vraisemblablement à un montage dans son système nerveux : « la

(1) Voir *le Bulletin de l'association de Pédagogie Cybernétique.* (Gauthier-Villars), et le numéro spécial de *Europe*, mai-juin, 1965.

pédale est « à presser », pour obtenir la nourriture.

Il suffit de remplacer le rat par l'élève désireux d'apprendre l'orthographe, une langue étrangère, l'algèbre élémentaire et de remplacer la boîte de Skinner par une machine présentant un problème programmé et progressif, et apportant la possibilité d'assimiler une suite de savoirs élémentaires, et l'on a l'essentiel de la pédagogie cybernétique. Par exemple, l'élève qui apprend l'anglais est « informé » (sensoriellement), par une série de dessins, et par une série de mots, vus et entendus; il doit alors compléter une phrase à lacunes : « *A... (dog, man, cat, book) ... on a rug* », par un bon choix de mots-pédales et il ne peut continuer que s'il a trouvé. La récompense est, ici, le succès même.

La pédagogie cybernétique inverse le schéma de la pédagogie dite traditionnelle, dans laquelle le maître est actif, l'élève passif; dans laquelle le maître transmet des informations, parle, pendant que l'élève écoute. Ainsi, l'enseignement du Coran, les cours magistraux des Universités, et aussi l'enseignement par Radio — ce qui prouve par parenthèses qu'il ne suffit pas d'avoir une machine, même à informations « audio-visuelles », pour être dans la pédagogie cybernétique.

Dans la pédagogie cybernétique, au contraire, c'est l'élève qui a le rôle actif. Il cherche le bon moyen, le bon instrument; le maître, ou plutôt sa machine programmée, ne fait que sanctionner l'effort : l'élève est informé du succès (en rétroaction), et par suite (selon les lois psychologiques de l'apprentissage), il mémorise le bon moyen, et peut monter ainsi en lui, progressivement, une « chaîne informationnelle interne ». Le maître est tellement passif, qu'après avoir passé beaucoup de temps à programmer son enseignement, il peut avoir, une fois en classe, l'impression de perdre son temps, car il ne fait plus que surveiller l'activité des élèves.

L'élève doit être fortement motivé, non par un instinct comme l'animal, mais par un « idéal ». C'est la condition *sine qua non,* qui l'oppose complètement

aux jouets mécaniques à « apprentissage ». Il doit inventer à chaque instant la bonne solution, en une sorte de cercle vicieux toujours surmonté, dans lequel il remplit un « blanc » en s'informant lui-même [1]. Même au niveau élémentaire de l'apprentissage d'une langue ou d'un métier manuel il n'y a pas dressage, mais auto-dressage, ce qui est fort différent. (Bien que tout dressage suppose un minimum d'auto-dressage, c'est-à-dire de petites initiatives de l'élève). Il y a auto-didactisme contrôlé, création mentale, embryologie mentale contrôlée, mais spontanée.

La pédagogie cybernétique, malgré son caractère apparemment mécaniste, est à l'antipode d'un dressage. Mais si elle mâche trop la besogne à l'élève elle retourne en fait à un quasi-dressage, aussi machinal que les récitations du Coran ou du Catéchisme, à l'ancienne mode. Dans l'éducation des jeunes gens et des adultes, il vient un moment où il faut leur laisser le temps de réussir, non une suite de tests, coordonnés par l'instructeur, mais une « œuvrette ».

L'APPRENTISSAGE

Pour la théorie, le point le plus important à retenir de la pédagogie cybernétique, c'est la différence entre la réception d'informations *occasionnelles*, fonctionnelles, guidant ou infléchissant le comportement, et la réception d'informations *structurantes*, qui ne sont pas destinées à modifier le comportement immédiat du récepteur, mais à modifier le récepteur lui-même, en devenant en lui savoir, connaissance [2]. On peut écouter une phrase en anglais; 1) pour y obéir et y répondre, 2) pour apprendre l'anglais. Par un cercle vicieux voulu, analogue au procédé : « Supposons le problème résolu... », l'adepte de la pédagogie cybernétique attend que l'apprenti, par invention ou hasard,

(1) Cf. R. Ruyer, *Paradoxes de la conscience et limite de l'automatisme*, Albin Michel, 1966, p. 34, sqq.

(2) Cf. *Cahier du Centre international de Synthèse* (Zurich, 1956, III, 10-32).

réponde à l'information occasionnelle, comme s'il en possédait déjà le code, ou le montage interne, correspondant. L'expérience montre en effet que c'est là un moyen rapide de faire apprendre. Lorsque l'apprentissage est réussi, l'apprenti ne se distingue plus d'un organisme réagissant, disons « instinctivement », c'est-à-dire selon sa nature — que l'on entende par là sa structure spatiale, ou sa structure spatiale composée avec des éléments trans-spatiaux — à l'occasion d'informations à utiliser immédiatement. On parle sa langue maternelle, apprise pourtant, on répond à une phrase par une phrase, sans avoir besoin de « consulter » sa mémoire ou sa grammaire. Le savoir, « intégré », n'est pas une sorte de source interne d'informations, « observable » ou consultable comme un dictionnaire. Le savoir est « participé ».

Les théories cybernétiques de l'apprentissage, si elles veulent rester sur le plan du mécanisme, doivent donc expliquer comment un flux d'informations reçu par la machine M peut devenir nouvelle structure de la machine transformée M'. Elles doivent expliquer comment une machine à rétroaction ou à programme peut, à la suite d'informations reçues, et selon les résultats obtenus, non seulement répondre *selon* son montage ou programme, mais modifier ses montages ou son programme. Ainsi, les versions modifiées de IBM 704 et 709, ont, selon l'expression de Wiener, un programme du second ordre *(higher programing)* ; elles sont programmées pour modifier d'elles-mêmes leur comportement de base, d'une certaine manière, qui dépend des résultats obtenus dans leurs premiers essais. La machine à jouer aux échecs du MIT ne possède d'abord que les organes lui permettant de déplacer une pièce sur l'échiquier, une mémoire temporaire, une mémoire permanente, des combinateurs d'information, et des organes de transmission. Quand elle joue une pièce, le déplacement s'enregistre dans la mémoire temporaire. S'il n'est pas conforme aux règles du jeu, un « partenaire » humain le signale à la machine par une touche, et la machine transfère dans

sa mémoire permanente le « souvenir » du mouvement fait, accompagné de l'indication : « Interdit ». Ensuite, elle comparera avant d'agir le mouvement d'abord décidé aux mouvements interdits, et agira en conséquence. Elle apprend donc le code de l'action, elle le met dans sa structure, sans que ce mode y ait été placé d'avance. De la même manière, elle apprend non seulement les coups permis, mais les coups efficaces.

Il s'agit apparemment bien là d'un modèle conforme de l'apprentissage, et non d'un « simulateur ». La double mémoire, par exemple, temporaire et permanente, a très probablement des correspondances réelles. W. Grey Walter avait déjà utilisé la double mémoire dans l'établissement de Cora (simulateur de conditionnement) qui, adjoint à son automate, le transforme ainsi en *Machina docilis* : Un chevauchement temporel du stimulus I avec le stimulus II est enregistré et accumulé par la mémoire 2, et préservé par une troisième mémoire, sous la forme d'oscillations électriques de basse fréquence.

Dans la machine à jouer aux échecs, c'est la machine qui joue le rôle de l'élève actif. Le partenaire humain ne joue que le rôle du maître surveillant l'assimilation par l'élève de l'enseignement programmé. Théoriquement, l'homme pourrait être remplacé par une autre machine, II, déjà « enseignée », et communiquant son « savoir » intégré à la première machine, I.

A voir les choses de plus près, des doutes s'élèvent. La machine I n'est active qu'en apparence : ses essais sont corrigés du dehors. Le bon comportement lui est inculqué progressivement au lieu d'être inscrit d'avance dans sa structure. C'est toute la différence avec une machine qui n'apprend pas. Elle n'est capable (1) que d'apprentissage externe « forcé », tandis qu'un enfant « peut déduire, de ce qu'il a appris par l'apprentissage externe auquel le soumet son entourage, sa règle

(1) Cf. A. Deweze, *Traitement de l'information linguistique* (Dunod, 1966), p. 69.

de conduite face à une situation inédite : il apprend à apprendre, il pratique l'auto-apprentissage ».

L'analyse du jeu d'échecs simplifié à neuf cases (l'*Hexapion*, de Martin Gardner) où les coups sont représentés par le choix d'une « boîte-type » d'une situation, et où l'automate devient imbattable, selon sa structure même, après avoir perdu onze parties, a montré qu'un automate joueur de vrais échecs serait impossible à réaliser selon le même principe, car il nécessiterait plus de « boîtes-types » qu'il n'y a d'atomes dans la Voie lactée, et un temps tout aussi astronomique pour calculer les combinaisons valables (1). Et de plus, il ne jouerait même pas, à proprement parler, aux échecs : l'issue du jeu serait entièrement prédéterminée, puisque l'on interdirait a priori toute décision susceptible d'amener l'adversaire de l'automate à la victoire (2).

Un vrai modèle d'apprentissage qui ne ramènerait pas à une simple *Machina labyrinthea*, avec un nombre rapidement gigantesque de combinaisons, impliquerait des réalisations beaucoup plus difficiles, notamment des modèles de perception des formes, de reconnaissance et d'établissement de catégories de formes analogues, d'établissement d'un « vocabulaire » correspondant aux catégories, et d'une syntaxe d'emploi. Comme le remarque Michael Scriven, il est beaucoup plus difficile de réaliser une imprécision contrôlée qu'une précision contrôlée, alors que l'inverse est vrai pour l'homme.

LA PERCEPTION DES FORMES ET LA LECTURE

Il en est pour les « machines à apprentissage »

(1) En effet, contrairement à un préjugé tenace, ce n'est pas parce qu'un calculateur électronique fait des milliers de multiplications à la seconde qu'il peut effectuer *n'importe quel* calcul, dans le temps d'un éclair. La lumière a beau aller très vite (à notre échelle humaine); elle met plus d'un million d'années pour venir de la nébuleuse spirale la plus proche.

(2) A. Deweze, *Op. at.* p. 74.

comme pour la « conquête du cosmos ». Les progrès réalisés, par leur modestie à l'échelle vraiment cosmique, ont surtout montré que le but était peu accessible. Un voyage sur le système de Sirius, ou sur la nébuleuse d'Andromède, est même tout à fait exclu. La seule « perception », ou « reconnaissance de formes » (par balayage perfectionné par des procédés simplificateurs utilisant des effets de clé), sans être impossible, à la condition que les formes à percevoir soient suffisamment standardisées, est déjà difficile. La reconnaissance par la machine de la lettre A comme A, dépend de quelque chose de plus que la recherche d'une coïncidence de la forme avec un exemplaire cliché dans la « mémoire ». Quelque concept de « A-ité », si l'on peut ainsi parler, doit être formé (1). Ce quasi-concept, étant mécanique, ne peut être fondé que sur des traits communs aux diverses formes que peut prendre la même lettre, et cependant susceptibles d'être distingués des formes des autres lettres. Pour ce faire, on peut procéder d'abord en balayant

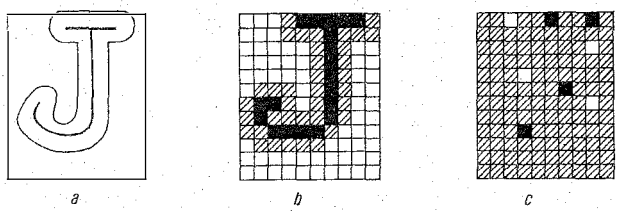


FIG. 12 - Minimalisation des fonctions d'identification. (d'après Deweze)

a) caractère original et son enveloppe ;
b) trame type (caractère-enveloppe quantifié en 3 niveaux) ;
c) trame type réduite.

la lettre selon un cadre constant, et en enregistrant les groupes de points de rencontre caractéristiques de la lettre comme séquence de signaux. Puis on recherche la simplification maxima, ou le minimum des fonctions d'identification, en analysant ces groupes de

(1) Cf. Donald Michie, *Machine intelligence*, (Penguin Science Survey. B, 1965), p. 61.

points au seul point de vue, par exemple, de leur homogénéité, ou hétérogénéité interne. Pour cette recherche, la machine elle-même est utilisée : on essaie tous les « masques » possibles, et l'on sélectionne les séquences suffisamment discriminantes, avec une erreur probable acceptable.

Un procédé analogue peut être appliqué à d'autres discriminations perceptives, chez l'homme comme dans une machine. Par exemple R.N. Shepard a montré que les discriminations auditives ou visuelles des signaux Morse se font essentiellement sur deux caractères de ces signaux : 1. leur longueur, 2. leur degré d'hétérogénéité interne. Le lecteur humain emploie spontanément des procédés analogues à ceux de la machine. On reconnaît par exemple, surtout dans l'écriture manuscrite, un m, un n, un double n n, un double m m, par la longueur différente dans la même homogénéité interne.

Bien entendu, la lecture, par tête magnétique ou par système optique, est facile lorsque l'écriture est complètement standardisée. La machine peut employer alors n'importe quel critère externe codé. Ainsi la machine à lecture automatique des caractères magnétiques normalisés de American Bankers Association. Mais évidemment le vrai problème est la lecture de lettres et d'écrits non standardisés sur lesquels la machine ne possèderait aucune information a priori, géométrique ou topologique. Elle devrait être programmée de telle sorte qu'elle élabore elle-même les critères d'identification (1).

Une machine à lire peut théoriquement toujours réussir à élaborer quelque critère d'identification, au cours d'un « apprentissage forcé » — si l'on peut parler d'apprentissage dans la circonstance. Car la machine — ou ses divers montages — n'est pas différente ici d'une série d'outils qu'un homme essaie pour garder le meilleur.

(1) Braverman, *Essais pour apprendre à une machine à reconnaître des formes visuelles* (1962), cité par A. Deweze, *Op. at*, p. 132.

LES MACHINES A TRADUIRE

Le découragement des chercheurs pour la traduction automatique est notoire. Les travaux continuent, parce que les linguistes et les professeurs de langue se sont aperçu que, de toutes manières, il est de bonne méthode de faire comme s'ils cherchaient la réalisation d'une machine à traduire. Ce but, réalisable ou non, est un bon guide pour l'analyse d'une langue, ou du langage en général. Il en est exactement comme pour la pédagogie cybernétique, ou pour la recherche opérationnelle : elle se heurte vite à des impossibilités et au dilemme d'être ou simpliste, ou infiniment encombrant (si l'on décompose les questions pour en épuiser la complexité). Mais elle est utile, parce qu'elle oblige celui qui prépare le programme à être précis dans l'expression de sa pensée, et à détailler les problèmes au lieu de se fier à l'intuition. Comme le dit très justement Deweze — mais c'est vrai pour l'histoire de toutes les techniques — il s'agit dans tous ces cas d'un véritable « enseignement mutuel » homme-machine.

Une traduction n'est pas un simple décodage. Une machine en-code et dé-code aisément, parce que la transformation porte, non sur des significations, mais sur de simples supports, équivalents, d'une signification. Substituer b à c, c à b, d à c, etc., puis rétablir le texte primitif, ne présente évidemment aucune difficulté. Mais substituer une phrase française à une phrase anglaise de signification équivalente est une autre affaire, parce que la correspondance n'est pas, en général, d'un mot à un autre, mais d'une unité de sens à une autre, par des supports phonétiques ou graphiques sans correspondance univoque. Par suite, il est impossible de matérialiser un code de transformation qui conservera la signification. D'un texte à l'autre, tout se passe comme si le traducteur devait obligatoirement passer par la région, non spatiale, du sens. Et en fait, le traducteur humain « réalise » toujours (mentalement) le sens du mot, de la phrase, du

texte à traduire. Le point important, souligné par L. Couffignal, est que, jusqu'à présent, les seules informations mécanisables (dans leur conservation, transmission, transformation), sont des informations univoques, c'est-à-dire dont le support correspond à une seule sémantique. Quand ce n'est pas le cas, on ne peut opérer le court-circuit d'une traduction-décodage.

Point plus important encore, la difficulté de la traduction automatique confirme qu'il est impossible de définir l'information par la simple mesure de l'ordre, ou de l'anti-désordre (neguentropie). Cet ordre n'est que le support physique d'une sémantique (c'est-à-dire d'une signification, d'une expressivité, d'un effet psychologique en général). C'est l'ensemble « support-sémantique », qui est l'information. Or les effets psychologiques d'un support sont capricieux, du point de vue du déterminisme orthodoxe : ils ne sont pas sans lois, mais ces lois ne sont pas exprimables en termes de structure spatio-temporelle seule. Les structures du support ne sont isolables que pour leur traitement physique (envoyer une dépêche, l'enregistrer, etc.). Mais les effets psychologiques tiennent à une combinaison *sui generis*, que l'on peut comparer à la perception du relief à partir d'un dessin à deux dimensions sur une surface. On peut calquer, téléviser ce dessin, et par là provoquer à distance la perception du relief dans l'esprit du spectateur. Mais cette provocation, ou ce guidage, n'est pas infaillible — comme le prouve l'étude des illusions perceptives, où le contexte psychologique et même culturel joue un si grand rôle (1). Pour obtenir ou garder l'effet psychologique de relief, ou plus généralement de signification, il faut souvent retoucher le support.

Dans les machines à traduire, l'exploration du contexte dans le support est la seule possibilité de « guidage », le seul équivalent possible, imparfait, de la « remontée » à la région du sens par le traducteur

(1) Cf. R.L. Gregory, *L'œil et le cerveau* (Hachette, 1966).

humain. Cette exploration est souvent efficace (de même que, pour la perception du relief, l'exploration, par l'œil, du contexte observable de l'objet dessiné [1]). Faute du contexte, le traducteur humain hésiterait tout autant que la machine.

Mais il est évident que le contexte *du seul support*, comme observable spatio-temporel, n'est pas l'équivalent du « contexte » psychologique de l'émetteur. Pour traduire en anglais la vieille chanson française :

Orléans, Beaugency,
Notre Dame de Cléry,
Vendôme, Vendôme.

de manière à obtenir un effet psychologique analogue, l'exploration du contexte ne servirait à rien. Il faudrait trouver des noms de villes anglaises dont le pouvoir d'évocation serait analogue pour un Anglais (comme Waterloo, ce nom de défaite curieusement donné à une place, disait Alphonse Allais, est pour un Anglais l'équivalent d'Austerlitz). Dans tous ces cas, le support est tellement agglutiné à l'effet psychologique qu'il ne peut en être séparé.

L'analogie de l'emploi des indices de contexte par la machine et par l'homme, encourage beaucoup les zélateurs de la traduction automatique. Car ils font ce raisonnement : l'homme n'interprète pas un support d'information sans indice, sinon il risque de se tromper. Or un indice, étant physique, peut aussi bien guider une machine. Mais l'analogie est partielle et fallacieuse, parce qu'il y a un « contexte » psychologique, et non seulement un contexte de support, dans toute émission et réception d'information au sens complet du mot [2].

(1) R.L. Gregory, *Op. at*, p. 172 : l'ellipse vue comme cerceau, la courbe vue comme flaque, etc.

(2) Cf. R. Ruyer, *Paradoxes de la conscience et limite de l'automatisme* (Albin Michel, 1966), chap. XI.

LA « MENTALITÉ »

Ce mot est une sorte d'euphémisme scientifique pour remplacer les mots « esprit », « conscience », « psychisme ». D'après le Dr Sauvan « l'approche des fonctions de la mentalité est frappée d'un tabou extrêmement sévère, d'inspiration métaphysique ». Le tabou est bien peu efficace, car depuis Grey Walter, Ducrocq, Ashby, on a fait tellement d'efforts en ce sens qu'il serait trop long de les examiner, même succinctement. Ces efforts, réussis ou non, n'ont pas conduit leurs auteurs à la potence ou au bûcher comme sacrilèges.

Le Multistat, combiné avec le Modèle S4 et S5 du Dr Sauvan, est capable, selon lui, non seulement de choisir ses moyens, comme l'Homeostat d'Ashby, mais ses buts, en changeant de « plage de satisfaction », si par exemple, il subit un trop grand afflux d'informations. S4 est capable de ce que le Dr Sauvan appelle une « homéostasie informationnelle ». Il se protège contre les informations perturbatrices, et il accueille par des voies privilégiées les informations « signifiantes ».

Ce serait là un modèle de l'instinct ou plus généralement un « mécanisme épigénétique ». Ainsi, les rats de Richter, ou les enfants atteints d'un trouble surrénal, choisissent « instinctivement » leur nourriture, selon la quantité de sel optima : ils n'ont en cela aucun instinct inné ; ce choix est guidé par une homéostasie organique, et il n'y a pas de pré-formation. Mais il faut qu'ils isolent un certain type d'informations-stimuli. L'embryogénèse même, qui paraît programmée strictement, comme un déroulement automatique, n'est qu'une auto-adaptation à des informations rigoureusement filtrées. S5 est un modèle de mémoire. Sa mémoire forme un réseau maillé, ou tout est interconnecté (malgré des sous-ensembles, avec certaines inhibitions réciproques). Par suite, d'après son auteur, il a pouvoir de créativité,

d'imagination, d'intuition, d'association d'idées, d'abstraction, par choix d'un cheminement optimum dans le réseau maillé exploré en parallèle. Ce qui, remarque le Dr Sauvan, conduit l'automate à la « croyance », quasi paranoïaque, que son comportement, ou ses idées, sont non seulement les meilleurs, mais les seuls possibles. C'est précisément pourquoi, conclut le Dr Sauvan, bouclant ainsi la boucle, notre propre cerveau, qui fonctionne selon ce principe, ne peut admettre que le fonctionnement de la machine soit de même type que le sien (1).

De quoi alors la synthèse de S4 et S5 ne serait-elle pas capable? Le système résultant serait auto-finalisé, auto-déterminé, et entièrement autonome. Il serait même capable d'une véritable réflexion.

Au lieu d'entrer dans une discussion de détail, il est intéressant de souligner, qu'en dehors de la cybernétique, il y a deux grands responsables pour ces tentatives de modèles de la « mentalité ». D'abord tout le mouvement de la psychologie behaviouriste, ensuite la thèse de G. Ryle pour définir « l'esprit », non comme une sorte de substance ou de réalité spécifique, mais comme un simple nom donné à certaines dispositions et fonctions d'éléments que personne ne songerait à qualifier de « spirituels » ou de « mentaux ». Voici des exemples de la sorte d'adjectif ou de nom à quoi appartient le mot « mental » ou « mentalité ». La Constitution britannique n'est pas une chose que l'on trouve à côté de Downing Street, du Parlement, mais quelque chose d'un ordre logiquement supérieur. Quand on a visité le Parlement, Downing Street, Buckingham, il ne reste pas à voir, en quelque autre endroit, la Constitution. L'adjectif « mental » ne désigne pas un mode d'être, un statut, tel qu'on puisse raisonnablement demander d'une chose ou d'un événement donnés s'ils sont mentaux ou physiques, dans l'esprit ou dans le monde extérieur. « Parler de l'esprit d'une personne... c'est

(1) Cf. *La Pédagogie cybernétique*, 4 décembre 1964.

parler des capacités, des possibilités, des inclinations, que cette personne possède, de faire et de défaire certaines sortes de choses dans le monde ordinaire ». C'est en ce sens que l'on est intelligent, paresseux, exactement comme le verre est « cassant », une horloge « exacte », ou une voiture « rapide ».

On voit l'aise qu'une telle conception a pu donner aux cybernéticiens cherchant des « modèles » de « mentalité ». Appliquons-la aux machines finalisées diverses, ou aux machines électroniques à calcul logique ou mathématique. Elles se comportent comme des animaux conditionnables, ou même instinctifs ; ou elles obtiennent de bons résultats opérationnels. Il n'est ni plus ni moins légitime de parler de leur « mentalité » (d'un ordre logiquement supérieur à celui des phénomènes physiques, des courants électriques passant par leurs valves et leurs conducteurs, mais non distincts, comme une substance à part dans un monde à part), que de parler de la mentalité, de l'intelligence, ou de la paresse d'un homme vivant (d'un ordre supérieur aussi au plan des cellules nerveuses ou des influx nerveux, mais non distincts). En ce sens, une machine a un corps — ses organes visibles — et un « esprit », qui n'est autre que son rendement fonctionnel, tout comme la Constitution britannique, ou une horloge, ou une voiture, ou le verre, est « efficace », ou « exacte », ou « rapide », ou « cassant ». Comprendre un message, c'est réagir d'une certaine manière efficace au message, ou le mettre en relation correcte avec des « mémoires », ce n'est pas éprouver, en comprenant, une sorte de « sensation mentale ».

Turing (1) soutenait que si un Robot pouvait être construit de telle sorte qu'il réponde à une interrogation comme un être humain, nous aurions à convenir qu'il « éprouve » quelque chose, ou du moins nous n'aurions ni plus ni moins de raisons de le croire que pour un être humain. Depuis cette époque,

(1) *Computing Machinery and Intelligence*, Mind. 1950

les savants se sont beaucoup moins intéressés à cette question que les philosophes, les théologiens, et les artistes, peut-être parce qu'ils voient mieux la difficulté de construire une machine qui donne des réponses, même élémentaires.

Voici par exemple un dialogue entre un homme et une machine, « Raphael », (Memo 59, R.L.E. et M.I.T. computational center [1]).

L'homme - Combien de doigts Jean possède-t-il ?
La machine - Je ne sais pas si un doigt est une partie de Jean.
L'homme - Il y a une main à chaque bras.
La machine - Je comprends.
L'homme - Il y a deux bras en une personne.
La machine - Je comprends.
L'homme - Combien de doigts a Jean ?
La machine - Combien de doigts par main ?
L'homme - La main a cinq doigts.
La machine - Je comprends.
L'homme - Combien de doigts a Jean ?
La machine - La réponse est « dix ».

Le dialogue n'est pas de très haute volée. (L'on peut néanmoins admirer le bon sens de la machine, qui, à la différence de beaucoup d'humains, attend de savoir avant d'affirmer). Mais le lecteur comprend que le « je comprends » de la machine, n'a pas plus de portée que n'aurait, fixé par le vendeur sur une prise de courant à essayer les lampes électriques, un transparent qui ferait apparaître, quand la lampe s'allume, les mots : « Cher client, je suis en bon état ».

Devant ce genre de performances, on n'éprouve pas encore le besoin de fonder, comme le suggérait M. Calogero [2], une société pour réprimer la cruauté envers les Robots, ou de se demander, comme Michael Scriven, s'il serait possible de construire un Robot menteur, le mensonge étant la preuve d'un décalage,

(1) Cité par Donald Michie, *Penguin Science Survey B*, 1965.
(2) Aux Rencontres internationales de Genève, 1965.

donc d'une dualité, entre l'éprouvé et l'exprimé, donc de l'existence de l'« éprouvé ».

LA « MENTALITÉ » ET LA FONCTION D'ASSIMILATION

L. Couffignal a rapproché la « fonction de mentalité » et la fonction biologique d'assimilation de l'énergie chimique extraite des aliments : « On peut dire que les organes (le tube digestif, l'appareil respiratoire et circulatoire) ont pour « matière d'œuvre » l'énergie, qu'ils extraient des données constituées par l'air et les aliments, et qu'ils fournissent aux autres organes... ceux-ci à leur tour donnant à l'énergie chimique les formes qui conviennent à chaque cellule ». (1)

Une remarque critique ici : F. Bonsack (2) a souligné qu'il convenait de corriger le langage couramment employé. Ce n'est pas l'énergie des aliments que nous consommons, mais seulement de l'énergie utilisable, de la neguentropie. Non seulement nous ne consommons pas de l'énergie, mais on doit dire que l'énergie ne joue aucun rôle, qu'elle n'a aucune valeur par elle-même; elle n'est pas consommée (ce qui serait incompatible avec le principe de conservation de l'énergie), on la retrouve quantitativement intacte après l'avoir utilisée. Ce qui a été consommé, détruit, anéanti, après l'assimilation, c'est la neguentropie, c'est-à-dire l'ordre ou le non-désordre de l'énergie.

Or, continue L. Couffignal, il est une autre « matière d'œuvre » que l'organisme reçoit du milieu, au même titre que l'énergie, c'est l'information. Toutes les opérations informationnelles : transmission, conservation, combinaisons d'information, l'homme peut les réaliser.

Cette conception peut être critiquée. Rappelons en effet que l'information est constituée elle-même. 1. d'un support, 2. d'une sémantique, — d'un ensemble de significations — son élément essentiel ;

(1) *La cybernétique*, P.U.F., 1963, p. 55.

(2) *Information, thermodynamique, vie et pensée* (Gauthier-Villars, 1961) p. 87.

et que la signification psychologique n'est pas toujours, il s'en faut, une simple face du support, comme le prouvent les difficultés de la traduction automatique, mais qu'elle a une certaine autonomie. Le support est essentiellement le langage, en tant que transmissible comme suite de signaux (en général par modulation d'une onde porteuse).

Or, les supports d'information représentent bien, comme l'ont montré Shannon et Wiener, de la neguentropie, de l'énergie « ordonnée ». Au niveau des supports, la fonction de mentalité est donc bien analogue à la fonction biologique d'assimilation de la nourriture. Une onde porteuse modulée, reçue par l'oreille et « assimilée » par l'aire auditive, est bien analogue à de la viande ou du sucre, dont l'énergie chimique structurée est assimilée. Mais qu'en est-il au niveau de la signification, dont les éléments, encore une fois, ne sont pas toujours en correspondance univoque avec les structures du support?

Les cybernéticiens n'ont pas attaché suffisamment d'importance à un paradoxe, signalé par Schaffroth, commenté par Costa de Beauregard, paradoxe sur lequel, dans le chapitre VI de cet ouvrage, nous avions de notre côté attiré l'attention. Supposons que le support d'information soit un ensemble de formes au sens physique, embrassable d'un seul regard, cartes à jouer étalées, livres d'un rayon de bibliothèque, lettres d'un clavier de machine à écrire, etc. Dès que la structure de l'ensemble est « perçue », c'est à-dire *prend pour support la conscience visuelle*, (et non plus le champ électro-magnétique, ou la photographie, ou l'écran de télévision), il n'importe plus que les éléments de l'ensemble soient en ordre ou en désordre objectif, et représentent plus ou moins de neguentropie. « Je » reconnais telle carte, ou tel livre, même si les cartes et les livres sont disposés au hasard — et cela, sans balayage optique de proche en proche, ou sans manœuvre de dépassants, de perforations ou d'indices magnétiques. L'information psychologique par le champ visuel est indépen-

dante de l'ordre, ou désordre, des objets que ce champ représente; je vois mon encrier sur la table, à quelque endroit qu'il y soit.

L'assimilation sémantique de l'information, à la différence de l'assimilation de l'aliment, est, au moins en partie, indépendante de la neguentropie de son support. Je sais où est l'as de trèfle, le dictionnaire anglais, la lettre n sur le clavier, même si les éléments de l'ensemble dont ils font partie sont *mal* rangés, ou rangés au hasard — alors que mon organisme ne trouve pas son compte s'il n'a à assimiler, comme aliment qu'une protéine déjà « désordonnée ».

LES PATTERNS

La dactylo exercée improvise des schémas de frappe, en « ensembles » coordonnés sur son clavier, (où les lettres ne sont pas dans l'ordre alphabétique). Même si elle tape sous dictée informante, il faut qu'elle transforme cette information auditive en schémas moteurs dans l'espace, sans balayage visuel du clavier. Elle peut d'ailleurs aussi composer directement sur son clavier et dans ce cas, elle improvise les *schémas* des mots de ses phrases, avant le schéma moteur des lettres pour taper chaque mot. Les cybernéticiens Grey Walter, Couffignal, et les linguistes depuis longtemps, ont aperçu l'importance des schémas spatiaux ou temporels : catènes et enchaînements de catènes, comme moyen d'accès à l'analyse de la partie sémantique de l'information.

Le mot anglais *pattern* est souvent employé pour désigner ces schémas. Il vient du mot français « patron », et il a à peu près le sens de « patron pour couturière » (forme-type pour la coupe d'une robe). Malheureusement pour les puristes anti-franglais, le mot « patron » serait trop souvent équivoque. Le *pattern* est « anti-hasard » : un enfant frappe au hasard les touches du clavier, la dactylo frappe selon le « patron » moteur des mots. Même si l'enfant passe son doigt sur les files de lettres, dans

l'ordre du clavier, il ne produit rien de signifiant, malgré cet ordre physique. Il faut rompre cet ordre pour produire *pattern* et donc, sens.

L'effet psychologique produit par une action physique est généralement perçu selon des *patterns*, parfois arbitrairement, comme lorsqu'on introduit un rythme dans une succession régulière de sons, ou des figures imaginaires dans un ensemble de points répartis au hasard. Le *pattern* est individualisé dans la conscience ; il se fixe dans la mémoire, il peut être transposé à des matériaux différents (comme un patron de robe), il peut être reconnu dans un ensemble confus, déchiffré, désigné, imité, modifié globalement. Un joueur de billard ne se trompe pas de bille — bien que les deux blanches soient indiscernables physiquement — parce qu'il fait, ou voit, le *pattern* du coup qu'il joue, ou que joue son adversaire.

Le *pattern* signifiant peut être superposé au *pattern* sensoriel. Il s'unit si intimement avec lui, comme le montrent les illusions perceptives, qu'il est artificiel de séparer les deux *patterns*. Mais il reste que c'est la signification qui est active, et activante du *pattern* unique résultant. C'est particulièrement évident quand, par exemple, dans une planche du test de Rorschach, ou dans une pseudo œuvre d'art : poème, musique ou peinture produite par machinerie aléatoire, on perçoit des figures signifiantes : on se croit lecteur ou auditeur passif, alors que l'on est actif.

L'AUTONOMIE DES « SÉMANTÈMES » ET LES TROIS TYPES DE CONTINUITÉ

La cybernétique aura ainsi contribué, comme malgré elle et malgré ses tendances mécanistes, à introduire la notion, très révolutionnaire relativement à la science classique, mais qui s'impose aujourd'hui dans tant de domaines, de l'autonomie des significations, des *patterns*-en-tant-que-produits-par-les-significations, disons des « sémantèmes », ou

encore des « génidentités sémantiques ». (1)

Une comparaison est ici très éclairante. La physique naïve (des atomistes antiques, ou des mécanistes du XVIIe siècle,) n'a cru à la réalité et à la continuité temporelle que de la matière. Puis, la physique énergétique a défini un autre type de réalité et de continuité temporelle : l'énergie. Quand la bille A frappe la bille B, ce ne sont pas seulement les billes matérielles qui se conservent, c'est le mouvement, et l'énergie cinétique, qui change de « support » matériel au moment du choc. Une onde est une réalité tout autant qu'un morceau de matière : elle a une continuité temporelle, une génidentité, formelle, aussi bien que son « support » : la corde ou les molécules d'eau. Puis, on s'est aperçu que l'énergie — ou les génidentités formelles — pouvait être première et autonome, et se passer de support matériel. Un champ d'énergie, électro-magnétique ou gravifique, n'a pas besoin d'éther ; il est une sorte d'énergie-matière dans l'espace-temps. Il est pareil, dit Gamow, à un serpent, qui transporte avec lui son mouvement d'ondulation. Un atome dit matériel est un système d'ondes, et il serait vain de chercher une sous-matière comme support de ces ondes.

Or les *patterns* et les sémantèmes représentent une troisième espèce de continuité. Un mot d'une langue, par exemple, ne doit pas sa consistance temporelle à sa matière ou à sa forme. S'il se transmet de bouche en bouche et de dictionnaire en dictionnaire, ce n'est pas comme une onde. Il doit sa consistance à son sens, dont il est symbole porteur, support formel, assez libre d'ailleurs, puisque les mots changent de sens et les sens de mots. De même que l'énergie ondulatoire est le plus souvent liée à un support matériel, mais peut aussi s'en détacher, un sémantème est lié à la forme d'une information-support, mais il peut aussi s'en détacher. Dans la traduction, le traducteur (non mécanique), remonte au sens,

(1) Cf. R. Ruyer, *Paradoxes de la conscience et limites de l'automatisme* (Albin Michel, 1966), chap. VI.

pour le faire passer d'un support à un autre. Dans la communication, à l'inverse, l'émetteur passe du sens à un support, tandis que le récepteur passe de ce support et de son information-neguentropie, au sens. Nous cherchons des mots pour exprimer notre pensée. Dans l'histoire des cultures, ce qui intéresse l'historien, ce sont des idées, des thèmes, des schémas ou des *patterns* d'institutions ou de techniques etc.

Les continuités thématiques et sémantiques, tout en ressemblant aux continuités matérielles et formelles, ont un caractère très particulier, du moins en première apparence : elles semblent indépendantes de l'espace et du temps ; elles semblent pouvoir y entrer et en sortir. Une idée peut être perdue, retrouvée, reperdue, soit que son support subsiste incompris, puis compris de nouveau, soit même que, tout support étant perdu, l'idée soit réinventée. On peut reprendre un problème, puis l'oublier ou le laisser de côté, et le reprendre de nouveau. On peut reprendre aussi un apprentissage en cours, après avoir fait tout autre chose dans l'intervalle.

Cette indépendance à l'égard de l'espace est-elle une pure apparence? Nous touchons ici, probablement, au clivage essentiel entre deux interprétations rivales et irréductibles, non seulement de la cybernétique, mais de la philosophie et de la science.

1. L'on peut refuser d'admettre que les sens et les sémantèmes soient réellement détachables de l'espace-temps, en considérant comme mythologique une telle conception. Il faut donc admettre alors que l'idée, le sens, quand il paraît « perdu », est cliché dans les cerveaux (matériels), ou dans des supports mécaniques auxiliaires de la mémoire cérébrale. Cela revient à considérer comme illusoires, au fond, les continuités sémantiques, en les ramenant aux continuités matérielles ou formelles.

2. On peut admettre franchement cette autonomie à l'égard de l'espace-temps. C'est ce que nous avons fait en considérant que les rétroactions mécaniques

et les « contrôles » matérialisés n'étaient qu'une forme limite et dégénérée des rétroactions et contrôles à idéal. L. Couffignal, qui reste cependant « spatialiste », en considérant la « mentalité » comme une sorte de fonction d'assimilation des informations, n'est pas très loin de cette conception, puisque cette comparaison suggère que les sémantèmes sont autonomes, et peuvent se détacher de leur support.

Il nous semble que, depuis 1954, la science même a fait de nombreux pas dans cette direction — non seulement les sciences humaines qui ont toujours postulé l'autonomie des idées, même sans toujours avouer ce postulat, mais même les sciences physiques. Elles sont aujourd'hui beaucoup moins attachées aux principes conservatifs dans l'espace-temps, même pour la matière-énergie (ce qui autorise le même détachement a fortiori pour les sémantèmes). Si l'énergie se conserve, la neguentropie ne se conserve pas. On le sait depuis Carnot et Bolzmann, et Bonsack l'a encore souligné vigoureusement : le principe de Carnot implique que quelque chose quitte le monde. D'autre part, selon Hoyle, on doit admettre une création continue de matière, qui apparaît ainsi dans l'espace (ou crée de l'espace supplémentaire de telle sorte que la densité moyenne du cosmos soit constante, l'expansion compensant la création).

On ne voit donc pas ce qu'il y aurait de mythologique à admettre pour les sémantèmes ce que les physiciens admettent tous pour la neguentropie et quelques-uns pour la matière-énergie. S'il y a de la mythologie, c'est bien plutôt dans le postulat arbitraire qui suppose sans preuve que toute subsistance de signification est toujours à base de mémoire matérielle. Postulat d'autant plus inadmissible que, pour la physique contemporaine, la subsistance matérielle d'une mémoire mécanique est elle-même, comme tout ce qui est matière, subsistance de système ondulatoire. Si nos idées, inconscientes, subsistent « gravées » dans les protéines cérébrales, ces protéines ne sont, comme toutes les molécules, que des systèmes ondu-

latoires. La notion de « gravure » n'a de sens que pour les phénomènes à notre échelle. Faut-il donc admettre que ces systèmes ondulatoires sont à leur tour « gravés » sur une sous-matière ? La physique a abandonné la vieille théorie de l'éther. La théorie de la subsistance des idées comme « gravées » sur une matière, n'est pas plus justifiée que la théorie de l'éther, considéré comme support matériel indispensable des ondes lumineuses.

LA DOUBLE COHÉRENCE DES MACHINES ET DES ORGANISMES

L'autonomie des sémantèmes apparaît clairement dans ce que l'on peut appeler la double cohérence des machines. Une machine 1) est solide matériellement si elle est bien construite ; elle est toutefois vouée, après le détraquage, à la rouille, et finalement au cimetière des vieilles ferrailles (sauf si elle passe, par grand hasard, au Musée des Arts et Métiers). 2) Mais une machine, comme type technique, a encore une autre cohérence. Elle apparaît dans l'histoire de la culture ; elle dérive d'une autre machine, elle est reproduite, et perfectionnée. On dit parfois d'une *conception* technique qu'elle est « solide ». L'histoire des machines n'est pas l'histoire de millions d'assemblages de morceaux de bois ou de métal, c'est l'histoire des idées techniques. Un être du monde physique (macroscopique) n'a de cohérence que d'une seule sorte : la dégradation d'un système montagneux, d'un fleuve ou d'un rocher, est irrémédiable. Tandis qu'une machine, usée, peut être réparée ou remplacée par une autre du même type.

La « deuxième cohérence » de la machine est empruntée évidemment à l'organisme humain : c'est l'homme qui l'invente, l'entretient, la répare, la reproduit, ou la perfectionne progressivement selon ses idées.

Mais tout organisme, en général, possède *par lui-même* une « double cohérence ». Chaque individu,

tout « solide » qu'il soit, est voué à la mort : il y a des cimetières pour les hommes, comme pour les automobiles. Mais l'animal, ou l'homme, comme espèce, subsiste beaucoup plus longtemps, en passant de support en support individuel. L'homme octroie, prête à la machine sa propre cohérence, son immortalité « typique », ou « idéale ». Sans l'homme, évidemment, la machine, même supposée matériellement solide, ne pourrait que se dégrader, comme un rocher.

On voit clairement l'absurdité, non seulement de comprendre l'homme par la machine, mais de recourir, pour expliquer la solidité typique de l'homme et de ses idées — source de la solidité « typique » de la machine — à la solidité matérielle de son cerveau ou des protéines cérébrales. Et d'ailleurs, l'embryogénèse montre directement que ce cerveau est refait pour chaque individu.

Il ne reste alors, à l'interprétation matérialiste, que la ressource de mettre la continuité des organismes dans la matière-forme des protéines génétiques, qui à chaque embryogénèse reconstruiraient comme de micro-machines à programme et rétroaction, un organisme individuel, avec son cerveau, et ses mémoires cérébrales toutes prêtes. La *double* cohérence de l'organisme s'appuierait ainsi, étrangement, sur la cohérence *simple* de sa réalité matérielle. Il est vraiment plus rationnel d'expliquer la double cohérence de l'organisme vivant par le fait qu'il est un mixte des trois modes de continuité : les continuités matérielles et formelles d'une part, et les continuités sémantiques d'autre part, l'autonomie des sémantèmes assurant la continuité typique de l'homme d'abord, et, indirectement, des machines qu'il construit, l'organisme visible étant en participation avec des sémantèmes inobservables.

LE PROBLÈME DES COPIES

L'autonomie des sémantèmes à l'égard de l'espace-temps est la clé de la subsistance indéfinie des formes

vivantes, qui à la différence des structures du monde physique, ne se perdent pas — du moins en leur type — dans le « bruit de fond » qui submerge toute chose. Elle est aussi, d'abord, ce qui assure la multiplication même des formes, contrairement aux apparences.

Pour L. Brillouin (1) l'information, (ou, en général, la forme), d'une part se dégrade selon le principe de Carnot généralisé, d'autre part peut être multipliée par copiage, transmission « pédagogique », etc. Un corps chaud perd de sa chaleur, qu'il passe à un corps plus froid (avec perte de neguentropie). Un homme informé, Pierre, passe son information à Paul, qui en recueille au moins une partie, en la dégradant quelque peu, en général. La différence avec le premier cas est que Pierre, lui, n'a rien perdu en communiquant son savoir. Un professeur, à ses trente élèves, apprend la table de Pythagore ; chaque élève se rappelle, mettons, la moitié de la table. L'information a donc été multipliée par 16 (1 pour le professeur, qui sait toujours sa table, et 15 pour les élèves).

Il y a multiplication de l'information, bien que les principes de la physique soient satisfaits par la dégradation en cours de route. Bien plus, d'après L. Brillouin, les deux phénomènes, dégradation et multiplication, sont liés. Il y a une sorte de compensation : la multiplication, la création d'ordre dans les récepteurs, doit être payée par une consommation de neguentropie. Quand un livre est tiré à 10.000 exemplaires, chaque exemplaire représente la même information que le manuscrit, mais il a fallu fournir de la neguentropie aux presses, et chaque lecture demande quelque dépense en lumière, ou en métabolisme cérébral.

F. Bonsack (2) voit les choses tout autrement. Il soutient, contre L. Brillouin, que l'augmentation

(1) *Vie, matière et observation* (Albin Michel 1959), p. 117, sqq.

(2) *Information, thermodynamique, vie et pensée* (Gauthier-Villars) p. 103.

d'information n'est qu'apparente. Les informations, du maître et des élèves, ne sont pas indépendantes ; elles proviennent toutes de la même source, elles sont liées. Même si l'on additionne l'information du maître et celle des élèves, l'information totale ne dépasse pas celle du maître. Dans tous les cas d'un message retransmis, l'original, selon la physique, se dégrade. De même, dans tous les cas d'une forme qui se propage, se répercute en échos, se multiplie dans des miroirs. Entre deux miroirs parallèles, un objet apparaît multiplié à l'infini ; mais l'information est-elle donc multipliée ou augmentée ? On peut toujours découper un « chemin de transmission » d'une forme ou d'une information, en autant de segments que l'on voudra, et l'on peut décréter que chaque segment multiplie donc l'information. On peut placer un récepteur de radio ou de télévision dans chaque mètre cube autour du poste émetteur ; en chaque point de l'espace je peux théoriquement placer mes yeux et avoir une copie du paysage. Les images (physiques) d'un objet ne sont jamais que la forme de cet objet en déplacement, et en dégradation. Le découpage est arbitraire. Du point de vue de la réalité physique, il n'y a là qu'un phénomène global d'extension-dégradation. Le couper en tranches, par miroirs récepteurs ou par détecteurs quelconques, ne multiplie rien.

C'est parce que les disciples, ou les lecteurs vivants et conscients, ne sont pas pareils à des miroirs ou à des appareils récepteurs placés sur le chemin d'un flux d'information se dégradant, qu'il y a multiplication vraie des informations. En fait, les disciples peuvent, non seulement perdre beaucoup moins que 50 % de l'enseignement du maître, mais ils peuvent ne rien perdre du tout, et même, s'ils sont plus intelligents que lui, ils peuvent rétablir et perfectionner ses idées.

LA CONSCIENCE COMME SUPPORT DES INFORMATIONS

Les sensations des êtres vivants, comme phénomènes d'abord physiologiques, peuvent être des images dégradées. Mais quand elles deviennent perception, c'est-à-dire information psychologique dont le support est le champ de conscience, la signification se réaffirme en son autonomie. C'est ce que les physiologistes, après les psychologues, découvrent aujourd'hui, naturellement à leur manière, et en opposant l'œil, ou l'oreille, non pas à la conscience active qui comprend leurs signaux, mais au cerveau. (1) Tout en continuant, selon leurs postulats, à parler du cerveau comme d'un appareil matériel qui opère le déchiffrage des signaux, ils le font intervenir, en fait, comme s'il était un esprit, qui fait des hypothèses, essaie et se trompe, raisonne par implications, hésite s'il n'a pas suffisamment d'indices pour conclure. Ce n'est pas la première fois, dans l'histoire des sciences, que, par souci de positivité, on tombe dans une conception magique pire que celle que l'on veut éviter. Examinons plutôt directement, et sans attribuer au cerveau de pouvoirs magiques, les propriétés particulières de la conscience comme support d'information.

A. Plutôt que « la conscience », ce qui risquerait de conduire à des personnifications mythiques, considérons un champ de conscience, par exemple un champ visuel lorsque la sensation, ayant cessé d'être une image, physique, dans l'espace physique des ondes et des photons, est devenue « image » subjective, mais n'est pas encore perception.

Selon R.-L. Gregory (1) l'œil fournit au cerveau « une information codée »... « Nous pouvons comparer le phénomène à celui du langage écrit : les lettres et les mots sur la page ont une certaine signification pour ceux qui connaissent la langue. Ils affectent le cerveau de façon adéquate, mais ce ne sont pas

(1) R.L. Gregory, *L'œil et le cerveau* (Hachette, 1966), p. 7.

des images... Aucune image interne n'est impliquée dans ce processus ».

Cette thèse mêle le vrai et le faux. Le vrai est que le champ visuel conscient, qu'il soit obtenu déjà au niveau de la rétine, ou seulement de l'aire occipitale, ou à un niveau intermédiaire, n'a pas à être regardé. Il est, comme nous l'avons souvent souligné, (1) « surface absolue », c'est-à-dire « surface » non géométrique, « surface-sujet », qui n'a pas besoin d'un point de perspective dans une troisième dimension. Mais il est faux que le cerveau (ou la conscience), travaille en quelque sorte, dans la perception, sur renseignements codés, (2) et se forme l'*idée* de l'objet-sensation. C'est là revenir à la conception de la conscience, *devant* la sensation-objet. Le champ de conscience visuel est une présence absolue et informée, avant d'être, secondairement, interprété selon tous les thèmes et sémantèmes de l'organisme psychique.

Gregory (3) voit un commencement de preuve de sa théorie du codage dans les découvertes récentes des physiologistes Hubel et Wiesel. En présentant à un chat « préparé » des barres lumineuses sous des angles divers, ils enregistrent dans son cerveau des décharges de certaines cellules, quand la barre est dans une certaine orientation, et d'autres cellules quand l'orientation est autre. D'autres cellules encore entrent en action quand il y a mouvement du stimulus dans certaines directions. Gregory en conclut qu'il n'y a pas d'image cérébrale, mais seulement des combinaisons codées d'activités cellulaires. Il est probable qu'il existe en effet des analyseurs cellulaires sélectifs de ce genre : la vision des couleurs les implique, de même que la sensation de mouvement à la périphérie du

(1) R. Ruyer, *La Conscience et le Corps* (P.U.F., 1936), *Néo-finalisme* (P.U.F., 1952).

(2) La traductrice de Gregory, Colette Vendrely, suggère naturellement, selon la mode du jour, que le code est du type du code de l'A.R.N. de la génétique.

(3) *Op. cit.*, p. 69.

champ visuel sans conscience d'un mobile défini. Il en est de même dans l'audition, où les notes, graves et aiguës, sont plus finement analysées que par les meilleurs récepteurs physiques. Mais on ne voit pas en quoi cela contredit l'intuition, difficilement rejetable du champ d'ensemble de la sensation, avec *patterns* et catènes, formes et mélodies, immédiatement expressifs sinon signifiants et utilisables, champ d'ensemble à partir de quoi certains éléments sont spécialement sélectionnés, selon des analyseurs particuliers subordonnés.

B. C'est ce caractère de champ de conscience d'être une « surface-sujet » qui en fait un support d'information sans analogue dans le monde physique.

1. Le passage, pour une forme ou une information, d'un support physique à un support de conscience produit des effets très particuliers. Le support conscient peut, à la limite, *donner* une signification, ou une expressivité, c'est-à-dire une sémantique au sens large, à une forme physique qui n'en a aucune. La conscience transforme toute forme et même toute apparence de forme, en information. Elle « lit », comme texte, même ce qui n'est pas un texte. Ce fait a été d'une importance capitale dans l'histoire de l'humanité, et même dans l'histoire de la vie. Les animaux « lisent » aussi ; eux aussi créent de fausses significations, mais seulement selon leurs instincts. L'homme voit partout des « sens », même dans le monde physique, dans les constellations, dans les montagnes et les océans, dans les cataclysmes et les saisons, dans la sécheresse et l'inondation, aussi bien que dans les épisodes de sa vie et de celle des autres vivants.

Ce n'est d'ailleurs pas là pure illusion : les phénomènes physiques ont bien un sens *pour lui*, menaçants ou favorables. On comprend qu'il soit aux aguets pour les signes précurseurs. L'erreur est seulement de confondre les froncements de sourcils de la nature, avec les froncements de sourcils d'un autre être humain.

La lecture des phénomènes physiques peut même devenir scientifique, quand, dans des instruments enregistreurs, le phénomène est canalisé en dérivation, pour s'incrire lui-même (baromètre, sismographe, compteurs divers). L. Couffignal a proposé de considérer de tels instruments comme créateurs d'information. Mais l'information n'est créée qu'au moment où ils sont lus. Les baisses des baromètres, en elles-mêmes, font partie de l'orage physique, de même que les images physiques du soleil, non perçues, font partie du soleil. Les enregistreurs et compteurs ne sont que des commodités de perception.

2. Le champ de conscience comme « surface-sujet » permet le conditionnement ou l'apprentissage vrai, et non simulé. Contrairement aux thèses de G. Walter et du Dr Sauvan, il ne suffit pas d'un chevauchement spatial ou temporel des deux stimuli, l'absolu et le conditionnel, pour produire le vrai conditionnement, il faut que l'animal « remarque », comme on dit, ce chevauchement, et qu'ainsi, se crée en lui un vrai *pattern*, fait de signification, où la configuration est indissolublement liée à la motivation thématique. Il faut une véritable conceptualisation, et aussi une véritable valorisation. G. Walter a d'ailleurs reconnu, depuis, que le conditionnement et l'apprentissage demandent un *patterning* actif, attentif, et sélectif (qu'il attribue, naturellement, au cerveau, selon son postulat) : « Il serait aisé de fabriquer une machine auto-pilote pour un véhicule de façon à lui faire éviter des obstacles, et maintenir une vitesse constante, même dans un trafic dense. Mais la douer d'un système de reconnaissance visuelle qui distinguerait les signaux rouges de toutes les autres lumières rouges, signaux qu'elle classerait dans la même catégorie que les lettres *HALT* ou *ARRET*, ou que le bras tendu de l'agent de police, ce serait un problème d'un tout autre ordre ». (1)

3. La surface-sujet qu'est le champ de conscience

(1) G. Walter, *Physics of the brain* (Penguin Science Survey A, 1965), p. 89.

permet l'invention, parce qu'elle est une sorte de canevas pour « matrices à compléter », comme dans les tests de niveau intellectuel. Si je vois une collection ou une série de formes, je peux remarquer immédiatement leur type, leur catégorie, en éliminer la forme qui fait disparate, mettre en ordre les formes déplacées, compléter la série incomplète, remplir un blanc, inventer le terme manquant de la relation devinée. L'imprimé matériel d'un test psychologique en matrice n'a évidemment pas plus de tendance à se compléter qu'une feuille blanche à se couvrir par elle-même d'écriture. Une fois transférée par perception sur le champ de conscience comme canevas universel, la matrice a au moins une chance de se compléter comme d'elle-même.

Certes, la conscience est souvent stupide. Pendant des années pour l'individu, et pendant des millions d'années pour les espèces, la création intelligente au niveau de la perception consciente — seconde relativement à la création intelligente primaire des organismes d'eux-mêmes par eux-mêmes — est restée difficile, et le mot « immédiat » paraît peu justifié. Il est légitime cependant, en ce que l'intelligence des êtres vivants sort directement de leur conscience. Tous les animaux, même inférieurs, spontanément généralisent et conceptualisent. Les machines se comportent « intelligemment » par leur seul montage, sans être conscientes, tandis que l'intelligence des vivants est inhérente à leur conscience : leurs « montages » intelligents (pour un détour, par exemple) sortent de leur conscience « optique ».

LES MATRICES DE STEINBUCH

Cette différence apparaît très clairement, depuis les intéressantes tentatives de Steinbuch et Piske (1) pour utiliser des matrices dites d'apprentissage. Ces

(1) *Learning matrices and their applications*. Exposé dans A. Deweze, *Traitement de l'information linguistique* (Dunod, 1966), p. 187, sqq.

matrices sont destinées à la perception mécanique des formes, et à la catégorisation. Mais Deweze a montré qu'elles pourraient être considérées comme des modèles de mécanisme d'invention (1). Les matrices de Steinbuch sont de vraies matrices, au sens mathématique du mot, c'est-à-dire sont des tableaux (réalisés physiquement), de rangées et de colonnes connexes. Les colonnes correspondent aux critères caractéristiques de la *structure* des objets à percevoir, les rangées correspondent aux *catégories* (ou « significations ») auxquelles l'objet appartient. Pendant la phase d'apprentissage, on applique un signal aux colonnes caractéristiques de structure, et en même temps aux rangées de « signification » correspondantes, ce qui crée une liaison conditionnelle. Puis, la matrice peut passer à la phase active ou « savante » : si on lui présente une forme (lettre, schéma d'un arbre, d'une maison, d'un appareil) elle en dégage la catégorie (ou signification). Si inversement on lui signale une catégorie, elle en dégage des caractères structuraux.

On peut monter ces matrices pour fonctionner avec des signaux non binaires, mais analogiques, et de manière à les rendre insensibles à un certain nombre de variations. Elles « reconnaissent » alors une forme, même déplacée, tournée, ou distordue. Pour en faire des mécanismes d'invention, il suffit de combiner plusieurs matrices correspondant à des objets ou concepts différents, et de leur faire chercher systématiquement les compatibilités ou incompatibilités de ces objets, soit dans un but prédéterminé, soit sans préméditation — comme dans l'invention, où il est important de n'avoir pas d'idée préconçue, qui risque toujours de barrer une combinaison possible.

On voit clairement — sur ce genre de question, l'intuition est irrécusable — que l'intelligence humaine ou animale ne fonctionne pas selon les matrices de Steinbuch, c'est-à-dire par une sorte de balayage

(1) *Op. cit.*, p. 197.

conjugué à double entrée. Du moins, l'intelligence sous sa forme élémentaire d'intuition consciente ou d'intelligence « optique » au sens de Köhler. Lorsqu'un animal fait un détour facile, ou reconnaît sa niche, lorsqu'un bébé reconnaît sa mère sous d'autres vêtements, lorsqu'un homme distingue les écrous et les vis dans sa boîte d'outils, il utilise le caractère de « surface absolue » du champ visuel. Forme et signification ne sont pas dissociées, et elles ne disparaissent pas, l'une et l'autre, dans la réponse-comportement. Il est parfaitement vrai, par contre, que l'intelligence optique est vite débordée. La conscience ne peut toujours directement passer du désordre à l'ordre. Le savant, et même l'homme dans la vie ordinaire, procède alors à des examens, d'abord aveugles puis systématiques, des combinaisons possibles, comme dans un labyrinthe non spatial. Il monte alors, secondairement, des sortes de « matrices de Steinbuch ».

C'est vrai, par exemple, pour les problèmes de puzzle ou de « blocs glissants », pour tous ces tests, de caractère encore matriciel, mais où il est difficile de visualiser les combinaisons intermédiaires qui constituent des détours indispensables vers la solution. Ainsi le *Passalong test*, ou le *Huit-test*, dans

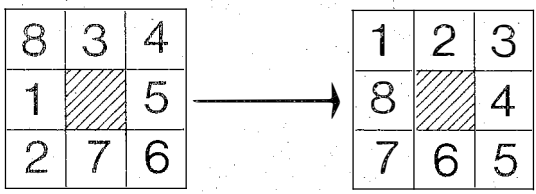


FIG. 13

lequel huit chiffres, placés dans une surface à neuf cases, avec une case vide, doivent être glissés de manière à changer leur ordre. Le sujet testé par ce genre de puzzle, après quelque pratique, commence à entrevoir et à se formuler une idée de ce qui est

bon ou mauvais, comme position intermédiaire. Il sent les positions qui sont sur la bonne voie. Il semble qu'une machine pourrait dégager de même, et peut être plus nettement et plus vite que l'homme, les principes stratégiques de l'emploi de positions intermédiaires (1).

LES CORRECTIONS ET L'INVENTION

Une opération parente, et presque indiscernable de l'invention, est la correction, le rétablissement d'une information altérée, selon son sens. Le remplissage du blanc d'une matrice-test peut être considéré comme une correction, plutôt que comme une invention. C'est la correction qui permet la multiplication vraie de l'information par *restitutio ad integrum* du texte spontanément dégradé. La thèse officielle de la cybernétique est que la correction n'est pas une véritable invention, parce qu'elle utilise nécessairement une redondance du « message », qui donne la même information deux ou plusieurs fois, en général, d'une part sous une forme directe, d'autre part, sous une forme syntaxique. Un langage obéit à des règles (d'orthographe, de syntaxe), à des contraintes de toutes sortes, qui représentent pour le récepteur une information a priori. Si je lis : « les chevaux galope », l'information : « pluriel », ne m'est donnée que deux fois par l'article et par le nom, au lieu de m'être donnée trois fois comme elle devrait l'être d'après la grammaire. Mais je n'ai aucune difficulté à rétablir dans le texte le pluriel du verbe. Une machine, aussi bien qu'une conscience, serait théoriquement capable de rétablir le texte, si elle avait dans son programme les règles grammaticales.

Mais il y a ici le même dilemme que pour la traduction automatique. Ou bien, il n'y a pas d'indices de contexte, et alors l'homme aussi bien que la

(1) Cf. D. Michie, *Machine intelligence* (Penguin Sc Survey B 1965), p. 75.

machine doit hésiter ; ou bien il y en a, et alors une machine peut les utiliser aussi bien que l'homme. Ainsi, l'augmentation d'information n'est qu'apparente. Quand je remplis un blanc d'une matrice, en y dessinant ou en y plaçant la *bonne* figure ou le mot *correct*, j'en utilise simplement la syntaxe au défaut du vocabulaire Le pouvoir de la conscience, ici, semble donc « reposer sur un malentendu » (1).

Les « pouvoirs » apparemment miraculeux du cerveau reposeraient de même sur l'énorme « redondance » que constituent les innombrables interconnexions neuronales. La redintégration, par la mémoire, d'un souvenir complet à partir de données très fragmentaires, ou malgré des destructions cérébrales étendues, de même que la conceptualisation, s'expliquerait par cette énorme redondance. Et Deweze admet même, avec Forster, qu'il nous serait impossible de retenir d'une façon durable un message ne présentant aucune redondance (2).

Nous croyons que le « malentendu » ici, est plutôt du côté des cybernéticiens mécanistes. Comme pour la traduction, ils confondent deux concepts : celui du support, et celui du support-en-tant-que-porteur-d'une-sémantique. On peut matérialiser les règles de l'orthographe, de la syntaxe, et une machine peut rétablir le pluriel de l'adjectif ou du verbe après le pluriel du nom. Elle peut aussi compléter une matrice-test apparemment d'après le sens, si elle travaille elle-même sur une matrice de Steinbuch, après « apprentissage forcé », ou si elle a des catégories toutes faites. Elle peut compléter par exemple, en puisant dans son vocabulaire classé : « Le contraire de petit est... ».

Mais considérons par exemple une faute d'impression, comme celle que l'on trouve, dans le livre de Bonsack, que nous avions souvent cité, p. 84, première ligne. Dans

(1) F. Bonsack, *Information, thermodynamique, vie et pensée*, p. 111.

(2) A. Deweze, *Traitement de l'information linguistique*, p. 63.

cette phrase, imprimée en italique : « Un système abandonné à lui-même ne peut perdre de la valeur », il est évident, pour le lecteur, que le mot « que » manque entre « peut » et « perdre ». L'imprimeur fait dire à Bonsack le contraire de sa pensée. Pourtant la phrase imprimée est parfaitement correcte en sa syntaxe. Le lecteur rétablit d'après le contexte, notamment d'après la phrase précédente : « La cause a au moins autant de valeur que ses effets », parce que le lecteur pense à la succession temporelle impliquée dans « la cause et ses effets », et dans l'expression « abandonné à lui-même » (sous-entendu « dans le temps »). Bref, il utilise bien le contexte, mais le contexte dans sa signification. Une machine pourrait-elle réaliser ce genre d'utilisation? Et surtout, est-il très éclairant, ici, est-ce vraiment la seule attitude authentiquement scientifique, d'invoquer, avec les mécanistes, « les riches arborescences et les interconnexions neuronales du cerveau » ? En fait de science, ce genre d'explication fait penser à Empédocle plutôt qu'à Newton.

Une thèse comme celle de Spearman, qui explique correction, traduction, remplissage de tests par une remontée à la relation — ou au thème — par une « éduction », en « noégénèse », d'abord de la relation, à partir des termes incomplets, puis du corrélat manquant, à partir de la relation et du corrélat présent — cette thèse paraît plus réellement scientifique. Rejeter un préjugé — ici, le préjugé spatialiste — est de l'excellente science. D'autant plus que cette conception de la « noégénèse » est en bon accord avec le grand fait biologique de la morphogénèse, à partir d'une seule cellule, de l'organisme et du cerveau lui-même ainsi que de ses interconnexions, que les mécanistes prennent pour accordées, ou qu'ils croient leurs collègues généticiens capables d'expliquer scientifiquement par une microcybernétique à partir des seuls acides nucléiques.

Mythologie pour mythologie, on peut préférer rejeter le postulat que tout réel est synonyme d' « observable » (ou d' « émetteur de photons ») dans l'espace, en adoptant le postulat que l' « observable » est

conjugué avec un domaine « participable » de thèmes et de sens. Dans cette perspective, les cerveaux-consciences sont des convertisseurs à double sens entre l'espace physique et le sur-espace des thèmes, de même que les organismes en développement, les embryons, sont le lieu d'une conversion, à sens unique, des thèmes spécifiques à leur réalisation spatiale — la conscience cérébrale perceptive sortant naturellement de la conscience formative organique, et la continuant.

La thèse plus haut mentionnée de Deweze-Forster; « qu'il serait impossible de retenir d'une façon durable un message ne présentant aucune redondance », si elle facilite l'explication de la mémoire psychologique comme propriété du cerveau matériel, rend encore plus difficile l'explication de la formation du cerveau, avec ses « riches interconnexions ». Où est la mémoire biologique à redondance dirigeant la formation de ce cerveau? Elle devrait donc avoir des interconnexions de redondance encore plus riches. La thèse de Deweze n'est que le déguisement mécaniste de la thèse, plus conforme à la psychologie expérimentale de la mémoire : « Aucune mémoire n'est possible sans remontée au contexte sémantique, aux sens, ou aux thèmes, et sans redondance *psychologique* ».

L'INFORMATION ET L'ORGANISATION

La cybernétique paraît hésiter parfois entre le mot « information » et le mot « forme ». C'est normal puisqu'une de ses thèses fondamentales est le rapprochement — sinon l'identification — de l'information et de la néguentropie. Toute forme spécifique, par opposition au désordre fortuit ou à un domaine de variabilité, représente de la néguentropie, et tout message-information est une forme spécifique en transmission et, si l'on peut dire, en mission. Tout le monde semble d'accord sur ce point, Couffignal, Bonsack, Brillouin, Costa de Beauregard. « Rien ne nous oblige à nous limiter à des messages... Nous

pouvons étendre ces notions (variabilité d'un système et spécificité d'une certaine forme), à n'importe quel système présentant n'importe quelle forme... Ainsi, une mosaïque ou une broderie peut être décrite (par numérotage des cases), comme une sorte de message dont l'alphabet serait la gamme de couleurs et la forme spécifique » (1). De même, Brillouin : « Si l'information représente de la néguentropie, il en est de même de l'organisation... Nous commençons à voir maintenant le rapport avec la vie. Un système vivant est organisé » (2). De même, Costa de Beauregard considère l'organisation comme une information, au sens aristotélicien d'information active, et il demande que l'on accepte « dans un sens aussi réaliste » le processus de l'action libre : information → néguentropie, que le processus de l'observation : néguentropie → information (3).

Il faut prendre garde néanmoins qu'il y a danger à parler de « n'importe quelle forme », ou de « néguentropie » en général. Le mot « organisation » est préférable. Certes, la mosaïque, sinon la broderie, pourrait avoir été produite par le jeu de forces physiques (les artistes aujourd'hui, on le sait, utilisent beaucoup le hasard). Sa forme n'en serait pas moins, apparemment, spécifique. On a dépensé des milliards pour avoir des photographies de la surface lunaire, comme si les trous des météorites y formaient un tableau précieux. Mais la vraie spécificité, la vraie forme, impliquent une organisation. Pour une statue, comme pour un message, il faut qu'un tiers, que « quelque chose de transcendant par rapport au système », intervienne pour le mettre dans un certain état bien défini. C'est alors seulement « qu'il a une véritable spécificité par rapport à tous les états possibles ».

Un cristal bien coordonné n'est pas « spécifique en

(1) L. Bonsack, *Op. cit.*, p. 57.

(2) L. Brillouin, *Vie, matière et observation*, p. 154.

(3) Costa de Beauregard, *Le second principe de la science du temps* (Editions du Seuil, 1963), p. 129.

ce sens [1], non plus qu'une bulle de savon, ou qu'un système liquide-vapeur à une certaine pression. Il résulte d'un équilibre physique. On connaît les abus qui ont été faits de la notion de *feed back*, ou rétroaction, confondue avec un simple équilibrage physique et finissant par absorber dans la cybernétique tous les phénomènes physiques d'équilibre. Une étoile pulsante n'est pas en oscillations contrôlées, autorégulées, comme une machine à vapeur munie d'un régulateur de Watt; une cave ne régule pas vraiment la température, comme un appareil de conditionnement d'air. La véritable organisation cybernétique ou biologique, demande une véritable régulation — au niveau de la commande, active. C'est alors seulement que la forme résultant de cette commande peut être mise sur le même plan qu'une information-message : elle en résulte.

La cybernétique, encore une fois, est inséparable de la finalité. La régulation active, dans un thermostat par exemple, s'opère selon un véritable « message », avec une sémantique. Si l'organe de contrôle du thermostat est réglé sur 18 degrés, il n'est pas forcément à 18 degrés, il *représente* cette température et par suite, il contribue à la produire, à la « réaliser », comme une fin qui détermine ses moyens. L'organisation ne peut être confondue avec la pure et simple néguentropie.

Mais alors, sans exception, toutes les organisations, comme tous les messages, sont directement ou indirectement l'œuvre d'êtres vivants. Les agencements cybernétiques mécaniques sont matériels, actuels, ils fonctionnent mécaniquement, mais ils émanent d'un être vivant : c'est l'homme vivant qui, par contrôle interposé, agit comme « le tiers » indispensable, « transcendant par rapport au système ».

Et pourtant l'ambition des cybernéticiens est de comprendre l'être vivant et conscient par des modèles cybernétiques. Le cercle vicieux est évident. L'organisme vivant explique, *dans la réalité*, les appareils

(1) Bonsack, *Op. cit.*, p. 146.

cybernétiques. Puis les appareils cybernétiques sont présentés, *dans la science*, comme expliquant l'organisme vivant.

On sera donc voué, si l'on tient absolument à appliquer les schémas cybernétiques aux vivants et à l'homme même, à revenir au sens abusivement étendu de la notion de *feed back* ou rétroaction : le vivant sera une forme autorégulée — mais comme une bulle de savon, ou comme une étoile pulsante, non comme un thermostat, ou comme une machine à régulateur. En somme, une cybernétique inauthentique sera la source indispensable de la cybernétique authentique. L'homme vivant donne un sens, mais il n'a pas de sens; il organise, mais il n'est pas vraiment un organisme. Il choisit un modèle efficace de machine en comparant des plans, mais lui-même résulte, non d'un choix, mais d'une sélection naturelle mécanique et aveugle. Il invente, mais lui-même ne s'est pas inventé.

LA CYBERNÉTIQUE ET LA MORPHOGÉNÈSE BIOLOGIQUE

C'est l'interprétation mécaniste qui est absurde, et sa prétention de ramener toutes les régulations à des régulations mécaniques, alors qu'elles sont des extraits de régulations à « idéal » ou à « valeur ». La cybernétique, la finalité des machines, est suspendue, non à la cybernétique inauthentique des purs équilibres physiques, mais à une cybernétique plus large, englobant l'espace des mécanismes et le domaine transspatial des valeurs et des sens, l'un contrôlant en rétroaction l'autre, qui à son tour, le « réalise » dans l'espace.

Il est indispensable, pour comprendre la morphogénèse et la subsistance des organismes, de considérer que tout vivant est un être double, situé entre deux mondes, participant à l'espace et au trans-espace, de telle sorte qu'il peut jouer le double rôle de « monteur » et de « montage ». Il y a des rétroactions physio-

logiques qui ne fonctionnent que mécaniquement ou chimiquement, il y a des machines régulées internes, comme Cannon, Wiener, Stanley Jones, et tous les physiologistes, l'ont montré, dans tous les organismes supérieurs aux virus et unicellulaires. Mais la physiologie n'est pas toute la biologie. Elle résulte de montages secondaires. Quel est l'agent de ces montages? Quel est le principe actif de la morphogénèse ou de l'organogénèse?

Autant la cybernétique a fait toujours bon ménage avec la physiologie (elle est née, en fait, d'un croisement de la physiologie et de la mécanique), autant, jusqu'à présent, les tentatives pour traiter, par la cybernétique mécaniste, soit la morphogénèse de l'individu (1), soit la morphogénèse des espèces, semblent conduire à des impasses.

LA MORPHOGÉNÈSE DE L'INDIVIDU

Une idée de F. Gonseth (2) est ici très éclairante. Il y a, souligne-t-il, deux sens du mot « ébauche » : un sens faible, et un sens fort. Un sens faible quand l'ébauche est un premier stade vers une réalisation dont la forme finale est connue d'avance (ou existe déjà quelque part), et qu'il s'agit, en somme, d'une ébauche de reproduction d'un modèle préexistant. Un sens fort quand l'ébaucheur, tout en étant conscient d'être hanté par une idée vague, n'a de modèle ni externe, ni interne, ne sait pas d'avance ce qui sortira de ses premières réalisations — étapes, mais vers quelque chose de non encore défini.

Or, la formation embryogénique d'un être vivant a ceci de paradoxal : elle demande, en gros et vue du dehors, à être classée dans le cas de l' « ébauche au sens faible » de F. Gonseth : la structure d'arrivée,

(1) R. Ruyer, *La genèse des formes vivantes* (Flammarion, 1956).

(2) D'ailleurs employée par F. Gonseth à d'autres fins, dans son précieux ouvrage : *Le problème du temps* (Ed. du Griffon, Neufchâtel 1964), p. 38.

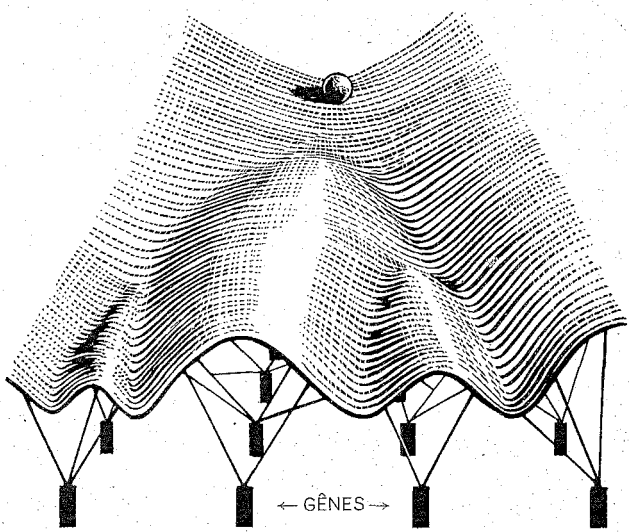
l'adulte, existe quelque part, la formation est, comme on dit, un fait de reproduction. Et pourtant, à examiner de près l'allure épigénétique du développement, les stades embryonnaires ressemblent plutôt à une suite d' « ébauches au sens fort »; visiblement la formation ne copie rien. L'embryologie expérimentale le confirme. Il y a des régulations, nécessairement improvisées, des orientations seulement thématiques (vers un organe désignable, d'abord sans précision, comme céphalique, ou dorsal, ou caudal) des « déterminations », mais à contenu indéterminé.

En tant qu'ébauche au sens faible, le développement paraît d'abord justiciable de la cybernétique, et de ses modèles mécanistes à contrôle matériel et à programme. Les récentes découvertes du rôle des acides nucléiques et de leurs « messages », codés en séquences de bases, du rôle de leurs « messagers », les acides ribonucléiques, allant dans le protoplasme cellulaire construire les protéïnes spécifiques, ont fait passer à l'état de dogme l'idée que l'organisme tout entier se construit sur « organigramme » génétique, que toutes ses formes adultes sont inscrites, sous une forme codée, dans l'information contenue dans les gènes de la cellule initiale, et que des mécanismes de type cybernétique, avec asservissements divers, rétroactions, positives ou répressives, assurent le passage de l'information génétique à la forme adulte, du programme à sa réalisation.

Il est frappant que les embryologistes, au contraire, tout en accueillant, bien entendu, les découvertes des généticiens, manifestent un malaise. Car leurs expériences ne cessent de leur imposer l'idée, plutôt, de l'ébauche au sens fort, inconciliable avec la notion d'un programme tout inscrit. L'une des dernières tentatives pour concilier l'inconciliable (sans parler de celle du Dr Sauvan, qui reste dans les généralités), et pour concevoir « la cybernétique du développement » (c'est le titre du chapitre II de son ouvrage), est celle de C.H. Waddington [1]. Elle consiste essen-

(1) *The strategy of the genes* (S. Allen, London, 1957).

tiellement dans la métaphore du « paysage épigénétique ». Il peut être figuré de cette manière : (Fig.) La bille, représentant l'état de l'ébauche, n'est pas conduite par des rails, mais par des vallées, plus ou



D'après C.H. Waddington (fig. 4 et 5 combinées).

FIG. 14

moins ouvertes, avec des seuils, des embranchements, des plateaux, où elle peut hésiter sur son chemin, et être déterminée alors par l'action d'un gène qui lui fait franchir un seuil. Elle peut accidentellement (ou par l'intervention de l'embryologiste), quitter un fond de vallée; elle y revient par « homéorhesis », (plutôt que par « homéostasie » puisqu'elle est en mouvement). Quel est alors le rôle du programme génétique? Ce programme est représenté par les fils qui, accrochés aux gènes G, tirent la surface au départ, déterminent ses bosses et ses vallées, et qui peuvent aussi la défor-

mer en cours de route en intervention retardée. On voit qu'il s'agit là plutôt de préformation camouflée que d'épigénèse. Le programme est tout, et la bille n'a aucune initiative.

Les généticiens purs sont nettement pour la préformation, et la programmation stricte, sans intervention d'équilibre de quelque sorte. Mais peut-on, alors, parler encore de cybernétique? Les réactions entre grosses molécules d'enzyme sont tout à fait distinctes des réactions chimiques ordinaires qui trouvent leur équilibre à la faveur de l'agitation thermique. Les acides nucléiques contrôlent point par point l'enchaînement des acides aminés. « Il s'agit là d'un mécanisme aussi strict qu'un mouvement d'horlogerie » (1). Monod a même parlé du « néo-cartésianisme » de la génétique — et il entend par là que l'organisme n'apparaît plus aujourd'hui comme un équilibre dynamique qui n'aurait que le genre de stabilité d'une flamme en *steady state*, avec un flux constant de matériaux, mais comme une sorte de jeu de dominos, dans un structuralisme spatial strict. La cybernétique n'apparaît plus, d'une manière toute résiduelle, que par l'existence, à côté des gènes de structure, de gènes ou parties de gènes improprement appelés « de régulation », qui agiraient comme des répresseurs, en bloquant l'activité des gènes opérateurs.

Il est difficile de penser que c'est là introduire le concept cybernétique de rétroaction au niveau moléculaire. Le « répresseur » ou « l'opéron » est purement structural, comme un bouchon sur une bouteille : il s'adapte à certains « sites » de la structure moléculaire, qu'il bouche ou débouche. Or, une coaptation n'a jamais passé pour un équilibre par rétroaction.

Reste, il est vrai, l'idée de code, qui évoque la cybernétique. Mais après beaucoup d'enthousiasme, les biologistes s'aperçoivent que le choix de ce mot n'a pas été particulièrement heureux (2). La corres-

(1) Cf. R. Mouton, *Biologie moléculaire et information* (Cahier intern. du symbolisme 7), p. 39.

(2) Cf. A. Ducrocq, *Le roman de la vie*, p. 203, Julliard, 1966.

pondance (entre les triplets de bases et les vingt acides aminés) est imprécise. Surtout on ne voit pas où, et qui, serait le décodeur. Enfin, les structures moléculaires ne *signifient* pas, elles agissent directement, comme des clés ou des bouchons, ou elles agissent par leur champ.

Des chercheurs anglais (Pelc et Welton) viennent sans doute de porter le dernier coup à la métaphore du « code », en découvrant que la correspondance entre les triplets et les acides aminés n'est pas arbitraire (comme d'un signe au signifié). Les trois bases du triplet, assemblées dans l'espace, s'emboîtent, ou correspondent spatialement à distance, avec l'acide que le triplet détermine.

Mais alors, on voit de plus en plus mal le raccord de ce jeu de dominos (où les dominos s'assemblent selon leur conformation physique et non par la « lecture » d'un joueur), et les développements, d'allure épigénétique, de l'embryogénèse où au contraire, les « causes » paraissent bien être, plutôt, des « signaux ». Waddington, dans un livre récent (1) exprime ses inquiétudes. La génétique moléculaire ne peut prétendre expliquer à elle seule les macrostructures de l'adulte : « Des structures, essentielles pour le développement cellulaire (révélées par le microscope électronique) déjà n'apparaissent pas comme le produit direct des systèmes gène-enzyme, mais plutôt comme des élaborations secondaires ». On peut dire la même chose, à plus forte raison, des macrostructures, pour lesquelles les explications chimiques (par les « inducteurs »), n'expliquent rien, parce que c'est la réponse des tissus, réagissant aux « signaux » de l'inducteur, leur « compétence », comme disent les embryologistes, qui compte — nous dirions, leurs propres sémantèmes, simplement éveillés par les signaux. Et Waddington proteste contre l'engouement exclusif pour la génétique moléculaire, et réclame plus d'efforts du côté de l'embryologie fondamentale.

(1) *New patterns in Genetics and Development*, 1962.

En résumé, la cybernétique mécaniste échoue de toute manière en biologie (la physiologie, naturellement, exceptée).

a) Il n'y a pas de *feed back* mécanico-chimique dans le développement.

Le développement est, paradoxalement, une épigénèse reproductrice; il n'est concevable que par une invention régulée; il demande bien l'hypothèse d'un contrôle et d'une rétroaction *de quelque sorte*, mais d'un contrôle transversal à l'espace et de caractère thématique. Les substances chimiques des « inducteurs » ne paraissent être que les « supports » d'une sémantique.

b) D'autre part, elle échoue encore lorsqu'elle considère le développement comme strictement programmé selon un code génétique. Le physicien américain Elsasser (1), continuant les suggestions de N. Bohr, de Jordan, et de Brillouin — et contrairement aux thèses de Schrödinger — a montré ce qu'il y avait d'arbitraire à postuler un passage, déterministe au sens de la physique classique, des « informations » stockées dans les gènes, à la structuration de l'adulte. L'idée d'un observateur « laplacien », qui vérifierait ce nouveau préformationnisme en « s'informant » sur la manière dont l'information contenue dans les molécules de DNA, puis de RNA, détermine, par divers intermédiaires, l'organisation à grande échelle — cette idée reste du domaine de la pure théorie invérifiable. Tout autant, comme l'a montré Brillouin, que l'idée de « télégraphier » à distance un homme, en explorant ses structures moléculaires, et en codant le message, qu'un récepteur décoderait en reconstituant l'homme. Comme pour l'Automate joueur d'échecs, l'opération même aux vitesses fantastiques des calculateurs et lecteurs électroniques, dans les meilleures hypothèses, prendrait plus de cent siècles (2).

Le programme « stocké » de la génétique est comme un livre que tout le monde jurerait prodigieusement

(1) *The physical foundation of biology* (Pergamon, New-York, 1958).

(2) L. Brillouin, *Vie, matière et observation*, m. 25.

intéressant, mais que personne n'aurait jamais pu lire, et dont il serait démontré que personne ne pourrait jamais le lire.

Ce n'est pas, notons-le bien, la structure des chaînes ou des hélices de DNA qui est « inobservable », ou le fait de leur duplication ou de leur moulage, c'est la dépendance *déterministe* de la structuration organique de l'adulte, et de ces structures de DNA, qui sont censées la commander, ou la contenir *in nuce*.

Cependant, des indices nombreux montrent que les organismes massivement observables, avec leur conscience primaire et secondaire (c'est-à-dire avec le fait qu'ils sont des surfaces ou domaines « absolus », possédant leur propre forme sans avoir besoin de s'observer eux-mêmes par balayage à partir d'un point extérieur) sortent, en continuité temporelle, en génidentité, par les virus ou les autres molécules vivantes, des réalités microphysiques. Les domaines microphysiques sont, comme les organismes, des domaines à délocalisation, ou détemporalisation interne. Ce sont eux qui forment par leur multiplicité, l'espace-temps classique, avec les lois statistiques secondaires. Mais, en eux-mêmes, ils sont en deçà de ces lois — ce qui explique que les organismes massifs paraissent, eux, au-delà de ces lois.

On comprend très bien, alors, l'échec de la cybernétique devant la vie et la conscience. Les modèles cybernétiques sont tous empruntés à la physique classique, macroscopique. Ils sont donc aussi incapables d'expliquer le moindre individu vivant que le modèle « boule de billard et choc entre boules de billard » est incapable d'expliquer l'électron, le neutron, les particules élémentaires et les interactions de particules élémentaires.

La cybernétique réussit en physiologie, c'est-à-dire *au niveau où, justement, l'individu vivant utilise secondairement les phénomènes statistiques massifs*, en ses machines organiques, qu'il monte comme des auxiliaires internes. Que les modèles cybernétiques, et en général les machines externes, y correspondent, c'est tout

naturel. Les machines, internes ou externes, mettent en œuvre des matériaux inorganiques, ou sortis du domaine organique, canalisant les flux d'autres matériaux, ou les flux d'énergie, et utilisant parfois des courants dérivés comme rétroaction guidante.

On comprend aussi fort bien pourquoi la notion de rétroaction mécanique, utilisant de la néguentropie pour créer de l'ordre informatif, perd son sens habituel dans le domaine du microscopique. On peut guider un canon de D.C.A. par un radar qui observe la cible et guide ou corrige le pointage, en arrêtant le canon dans la bonne position. Cet arrêt (1) demande une « microscopisation » du « désordre ». Mais le démon de Maxwell, qui est censé observer les molécules de façon à choisir les plus rapides, en les faisant passer par sa trappe — de même que le démon de Szilard, qui utilise une molécule unique dans un cylindre avec un piston sans frottement que cette molécule soulève — ne peut les arrêter, ces molécules, en « microscopisant » une fois de plus un désordre déjà microscopique. Cette excellente analyse condamne, sans que son auteur paraisse s'en apercevoir clairement, toute cybernétique microscopique, donc, toute explication cybernétique mécaniste de la vie. Les démons, Maxwelliens ou Szilardiens — si démons il y a — à l'œuvre dans les organismes élémentaires pour choisir des molécules et les associer, ne travaillent sûrement pas selon les lois de la physique classique.

LA MORPHOGÉNÈSE DES ESPÈCES

Assez curieusement, autant on s'est pressé — trop — de faire intervenir les modèles cybernétiques dans la morphogénèse de l'individu, autant on s'en est abstenu pour la morphogénèse des espèces. Selon le néo-darwinisme et la génétique, cette morphogénèse est l'œuvre, à sens unique, des mutations, sans aucun guidage recurrent sur les résultats desdites muta-

(1) Comme l'a très bien montré L. Bonsack, *op. cit*, p. 96.

tions, car il n'y a pas d'hérédité des caractères acquis grâce à quoi les besoins d'adaptation au milieu pourraient guider en retour les mutations. Les espèces vivantes ne s'adaptent pas — en cela, inférieures à la *Machina docilis,* ou à l'Homéostat, ou au canon à radar — elles se transforment, au hasard des mutations génétiques. Celles-ci commandent des structures adultes *quelconques* relativement au milieu, et les espèces ne se trouvent adaptées au milieu qu'au prix des énormes éliminations de la sélection naturelle, sans véritable régulation. Les espèces sont inférieures même à *Machina labyrinthea,* puisqu'en celle-ci, le *bon* parcours est cliché, suivant les essais réussis, dans les mémoires et les organes de commande.

La thèse est parfaitement invraisemblable, et cette invraisemblance trouble de plus en plus les biologistes. Ne mentionnons qu'un fait, bien établi. On observe souvent qu'un milieu particulier détermine, dans une espèce, des modifications phénotypiques (c'est-à-dire non héréditaires), adaptatives, exactement semblables à des formes aberrantes de la même espèce, qui, elles, sont génétiquement provoquées et fixées. Plus généralement, à côté des caractères héréditaires dont on ne voit pas comment ils pourraient résulter d'une adaptation active et auto-régulée (par exemple, la transparence de la cornée), il en est d'autres qui ressemblent tout à fait aux résultats de ce genre d'adaptation (ainsi, par exemple, les callosités du ventre de l'autruche, aux endroits où l'animal s'accroupit).

Aussi, après avoir honni Lyssenko et l'école soviétique, beaucoup de biologistes occidentaux s'occupent aujourd'hui à réintroduire l'idée d'une rétroaction de contrôle, émanée des adaptations individuelles, et modifiant les gènes, qui, ainsi, ne travailleraient plus en aveugles et à sens unique. Mais jusqu'ici les modèles proposés selon des postulats mécanistes sont assez peu convaincants (1). Là aussi, il semble 1. que

(1) Par exemple, G. Sommerhoff, *Analytical biology* (résumé

des rétroactions ou des couplages de quelque sorte soient en effet indispensables, 2. que ces rétroactions ne puissent être exclusivement mécaniques.

CONCLUSION

Les succès et les échecs partiels de la cybernétique — en dehors de son intérêt général comme mobilisatrice d'idées — sont paradoxaux. C'est à leur propos surtout que l'axiome-proverbe : « Qui peut le plus peut le moins », ne s'applique pas. Ou alors, il faut réviser la notion que nous avons du plus et du moins, du facile et du difficile. Les machines, ou les schémas cybernétiques, imitent aisément le raisonnement logique, et le calcul. Elles font mieux que les imiter ou les simuler, elles les incarnent, d'une manière plus parfaite que ne peut le faire le cerveau humain. Mais elles imitent beaucoup plus difficilement (elles n'arrivent qu'à simuler) le conditionnement, l'association, la perception. Et elles ne simulent même pas la sensation.

Elles peuvent servir d'auxiliaires pour les décisions difficiles des managers, par le calcul opérationnel et stratégique pour la manœuvre difficile d'un vaisseau spatial. Mais elles ne peuvent choisir entre deux couleurs d'ameublement.

Les machines à traduire sont encore dans l'enfance, ou même dans les limbes. Une machine arrive à traduire du russe en anglais des phrases déjà mécaniques, telles que « *Worker fraternal socialist country express unanimous support position Soviet government expounded Kroutchev in Paris* ». Mais d'un poème russe, elle fait ceci :

No, not in reception room, no, not house
Day, And Two. And five.

par Waddington, *The strategy of the genes*, p. 141, A. Ducrocq, *Le roman de la vie*, p. 208, sqq. (Il affirme qu'il y a « couplage », mais sans bien expliquer comment), et Waddington lui-même, qui essaie d'imaginer le schéma possible d'une mutation génétique *adaptative*, et induite par l'environnement. *(The strategy of the genes*, p. 181*)*.

Where it, predrayispokoma
It in way again.

Comment comprendre qu'il s'agit des plaintes d'une fiancée, dont l'amoureux fait trop de politique pour être beaucoup à la maison ? (1).

Mais, paradoxalement, si la machine ne peut traduire de poèmes, elle peut aisément en faire, et qui sont difficilement discernables des poèmes d'auteurs fort admirés. La « Calliope » d'Albert Ducrocq (avec, il est vrai, un vocabulaire assez strictement sélectionné) produit de beaux passages :

Un rideau de plantes rouges meuble l'éternité...
Le hérisson avance péniblement, le corail rêve...
Tous aiment peindre la terre... (2)

Les machines à composer de la musique, de la peinture, de la sculpture, et surtout à inventer des formes d'art inédites — où le temps intervient d'une manière plus purement esthétique qu'au cinéma, comme dans le « lumino-dynamisme », ou dans le « chrono-cinétisme » de Schöffer, qui utilise des rotors, des plaques perforées, des miroirs tournants, etc., attirent de plus en plus l'attention du public, et surtout des artistes. Évidemment, on peut remarquer : 1) que le kaléidoscope est connu depuis longtemps; 2) que les poèmes ou les spectacles, qui semblent produits par la machine, sont faits en réalité par la conscience du lecteur ou du spectateur, comme les châteaux et les îles magiques dans les nuages; 3) et que, au XVIIe siècle, la machine aurait fort bien pu être inventée par un Pascal (Raymond Lulle avait bien inventé, au XIIIe siècle, une machine à philosopher), mais que le public aurait manqué, qui aurait consenti à appeler « poème » ou « tableau » la production de cette machine. Public aujourd'hui préparé, par les poètes et les peintres, avant toute cybernétique, à appeler

(1) P. Bertaux. *Les études philosophiques*, avril-juin 1961.

(2) L. Couffignal s'est amusé à imprimer ce poème à côté d'une œuvre d'Eluard et à faire deviner lequel des deux poèmes était l'œuvre d'une machine. Environ trente pour cent des « testés » se trompent.

« poèmes » des suites de mots dont le pouvoir d'évocation est indéterminé, et « tableaux », des taches quelconques sur une toile.

Il ne serait pas difficile, en employant, non pas même les machines les plus modernes, mais l'*Ars magna* de Lulle, ou encore la machine du professeur de Laputa (des « Voyages de Gulliver »), composée de petits cubes, tournables par manivelle, sur les faces desquelles seraient imprimées des expressions telles que : « option valable », « engager le dialogue », « confrontations », « mutations indispensables », « déboucher sur... », « reconsidérer », « ouvert sur l'avenir », « se décanter », « réformes de structure », « avoir vocation à... », il ne serait pas difficile de produire un discours de fort belle apparence. Mais, bien entendu, seulement pour un public ouvert sur l'avenir, qui aurait vocation à entendre un tel message débouchant sur de telles options.

Un autre point fort des réalisations cybernétiques, est que les machines à information, aussi bien que les machines à puissance, dépassent en effet les pouvoirs de l'homme. Deweze (1) en donne un exemple frappant, tiré du « perceptron ». Au cours de l'apprentissage corrigé, le moniteur humain est supposé commettre 30 % d'erreurs dans ses corrections : les performances du « perceptron » finissent par être meilleures que celles du moniteur. L. Couffignal montre que les machines logiques peuvent élaborer des opérations plus compliquées que celles qu'a jamais effectuées l'homme. En combinant des supports d'information, la machine peut arriver à une sémantique, valable si les informations sont univoques, et que l'homme sera incapable d'interpréter. Les cascades de syllogismes de Lewis Carroll, dont une machine tire aisément la conclusion, troublent déjà l'esprit. Les moyens employés par l'Homeostat pour arriver à l'équilibre peuvent être fort difficiles à identifier et à prévoir. Une machine, montée pour réaliser une fin donnée par l'homme, peut

(1) Deweze, *op. cit.*, p. 179.

employer des moyens imprévus, bien que conformes en gros, à son montage. Imprévus et éventuellement catastrophiques, comme dans le conte : « La main du singe », où le vœu d'avoir trois mille livres de rente est très vite réalisé — mais sous la forme d'une pension, servie pour la mort par accident du fils de la maison. Un appareil de chauffage, monté pour me fournir une certaine température, peut de même obéir à mon vœu d'avoir chaud — mais en m'asphyxiant.

Mais, entendons-nous bien. Cette supériorité des machines ne signifie pas que la machine puisse se passer de l'homme, ou plus exactement, d'une conscience encadrante de quelque sorte. Ce point est tout à fait capital. Le méconnaître conduit aux pires erreurs, biologiques et psychologiques. Aurel David, énumérant ce qu'il estime être une série d'assertions erronées sur la cybernétique, à côté de : « Une machine ne saura jamais plus que ne sait son constructeur », et « Il n'y aura jamais de machine capable de telle ou telle action », ajoute cette autre assertion, qu'il estime également fausse : « Il faudra toujours un homme pour construire, conduire, surveiller, dépanner la machine ». Il rappelle : 1) que les interventions d'un dépanneur sont aisées à classer et font partie des actes les plus facilement mécanisables ; 2) que la surveillance humaine est avantageusement remplacée — c'est l'essence même de la cybernétique — par la surveillance automatique ; 3) qu'il existe des usines textiles automatisées qui travaillent nuit et jour dans l'obscurité complète (on n'éclaire la salle des machines que pour la montrer aux visiteurs) ; 4) qu'une machine peut construire une machine, en inventant même les « moyens de construction » pourvu qu'un but lui soit donné. Par exemple, une machine (montée en auto-apprentissage), à fabriquer des vis, qui n'aurait au départ aucun organe destiné à cette production, et à laquelle on se bornerait à donner une finalité en lui présentant une vis comme modèle et en obligeant la machine (par son montage primaire) à « se punir »

quand ses démarches auront été inefficaces [1].

Même en passant condamnation sur la notion « d'auto-apprentissage », sur laquelle Deweze est moins optimiste que A. David, il est évident que l'homme (ou la conscience) est toujours, indirectement, actif et encadrant, comme « donneur de finalité ». On peut superposer les machines régulatrices ou dépanneuses aux machines, on ne change pas leur mode de subsistance, matériel comme celui des minéraux, ou formel, comme celui des équilibres physiques. Une conscience seule peut leur donner leur « deuxième mode de subsistance », comme idée technique.

Une machine se comprend par implication, selon le but de son constructeur, et non par pure description de ses pièces comme réalités physiques.

Si on prétendait décrire dans un moteur d'automobile un certain assemblage de métal, de mica, et de porcelaine, sans savoir qu'il s'agit d'un appareil (la bougie), destiné à produire des étincelles [2], ce positivisme absurde ne mènerait à rien.

La thèse d'Aurel David n'est pas sérieuse. L'important n'est pas qu'un homme soit présent, en chair et en os, à côté de la machine à réparer. S'il ne comprend pas sa mécanique, sa présence sera inutile. L'important est qu'il existe *comme support vivant de l'idée technique*, par laquelle la machine a été construite, et qu'il soit prêt à intervenir et à réparer selon cette idée. Le « Surveyor » sur la lune, était à 400 000 km de l'homme. Mais il dépendait de l'homme néanmoins.

Les machines, avec ou sans système de régulation et de dépannage surajouté, n'ont pas de consistance propre. Il est caractéristique que les machines internes elles-mêmes, les organes, ne subsistent que par la conscience primaire organique qui les encadre. Un animal supérieur est mortel, parce qu'il ne peut plus réparer les lésions de ses organes, trop massifs. Un cœur n'est pas à l'abri des maladies de cœur, bien qu'il

(1) A. David, *La cybernétique et l'humain*, Gallimard, p. 132.
(2) Remarque C.H. Waddington, *The strategy of the genes*, p. 4.

ait des mécanismes de régulation surajoutés à ses battements autonomes. Un unicellulaire, au contraire, est virtuellement immortel, sans machine, parce que son « corps » n'est que la partie observable de son domaine de surface absolue. Et les organismes massifs doivent repasser par la phase unicellulaire, en abandonnant toute leur machinerie, pour se reproduire et garder la génidentité spécifique.

Si l'humanité disparaissait, par une épidémie, presque tout entière, à l'exception de quelques hommes sur une île déserte qui, des milliers d'années plus tard, repeupleraient la terre, les usines textiles automatisées seraient depuis longtemps retournées à la poussière, tandis que l'humanité nouvelle referait *de novo*, comme une seule cellule germinale refait les machines d'un corps adulte, de nouvelles lignées techniques.

La controverse entre cybernéticiens mécanistes (ou dogmatiques) et cybernéticiens critiques, a pris des formes stéréotypées. On peut la schématiser par ce dialogue entre D (le dogmatique), et C (le critique).

D - Vous enfoncez une porte ouverte en rappelant que les machines et les mécanismes ne sont ni conscients ni vivants. Nous le savons aussi bien que vous. Et tout le monde le sait. Seuls les auteurs de Science-fiction font semblant, pour l'amusement de leurs lecteurs, de ne pas le savoir. Il faut peut-être ajouter quelques philosophes excentriques, dont on ne sait trop s'ils veulent s'amuser eux-mêmes.

C - Très bien, mais alors, pourquoi présenter vos « modèles » mécaniques comme des découvertes biologiques et psychologiques? Et surtout, pourquoi accuser les sceptiques et les critiques de n'avoir pas l'esprit scientifique, et de se cramponner au mythe et à la supersistion?

D - Ces modèles, nous ne les présentons pas comme des découvertes, mais comme des instruments de travail. Nous avons même proposé d'adjoindre toujours une lettre de discrimination, et de distinguer la

mémoire M et la mémoire H, l'apprentissage M et l'apprentissage H. Nous sommes toujours prêts à abandonner nos modèles dès que les faits les condamneront.

C - Vous connaissez le mot attribué à une dame, vivant seule avec son vieux mari : « Si l'un de nous deux meurt, j'irai vivre à Paris ». Vous n'envisagez pas une autre solution, ou une autre survie, que la vôtre. Vous êtes « toujours prêts » à abandonner les modèles mécanistes. Mais lorsqu'on vous suggère que ce moment semble venu, vous criez au manque d'esprit scientifique.

D - Il est en effet déraisonnable de se décourager. Perfectionnons infatigablement nos modèles, attendons d'avoir cerné un résidu vraiment incompressible, et alors seulement nous verrons à réintroduire ce résidu dans la science.

C - Si telle est votre méthode, elle est mauvaise. Ce « résidu » peut être un élément fondamental, qui oblige à une refonte complète des conceptions. En fait, aujourd'hui déjà, la physique n'est plus celle que vous employez. Vous faites comme si la microphysique n'existait pas. Vous traitez les organismes comme des machines faites de matériaux homogènes, et quand vous descendez à l'échelle microscopique, vous y introduisez des notions empruntées aux phénomènes à grande échelle.

D - Nos modèles d'apprentissage, de conditionnement, de conceptualisation, fonctionnent. C'est tout ce qu'il faut.

C - Ce sont des simulateurs, non des modèles. Ils ne ressemblent pas aux faits biologiques et psychologiques. Ils ne ressemblent qu'à la fausse idée que vous vous faites des faits biologiques et psychologiques. Car vous appliquez une physique périmée à une biologie et à une psychologie dont beaucoup de biologistes et dont presque tous les psychologues ne veulent plus. La cybernétique n'a été, trop souvent, qu'un prétexte à la résurrection des formes les plus indéfendables du dogmatisme et même du totalitarisme scientiste. Le

mécanisme, ainsi déguisé, a repris bonne conscience. Aujourd'hui, au nom de la cybernétique, A. Ducrocq, comme un nouveau Descartes, explique tout : la vie, l'homme, l'univers (et même un peu plus, puisqu'il prétend expliquer l'origine *nécessaire* de l'univers). Il présente, lui ou son éditeur, « la somme des connaissances humaines qui ont permis de découvrir que la terre et la vie ne pouvaient pas ne pas naître ».

D - La comparaison est flatteuse pour A. Ducrocq.

C - C'est que, à vrai dire, je n'ai pas une idée tellement haute de Descartes, comme auteur du Monde, comme physicien « à tout faire », dont la place aurait été plutôt entre Empédocle et Démocrite, qu'entre Galilée et Newton.

Ce totalitarisme n'a jamais réussi, qui consiste à appliquer de force à tous les chapitres de la science ce qui n'a réussi approximativement que dans un seul. Votre psychologie surtout n'est pas seulement mauvaise, elle est inexistante. Vous n'avez contribué qu'à fournir aux psychologues qui veulent absolument avoir l'air de savants, un vocabulaire prétentieusement mathématique et faussement précis. Fort heureusement, la linguistique est solidement établie dans son autonomie. Autrement, vous l'auriez réduite à quelque chose comme la seule loi de Zipf, et à des recherches sur « la température du vocabulaire ».

D - Cela vaut mieux que la linguistique livrée aux phénoménologues et aux existentialistes, la biologie aux vitalistes, et la psychologie aux néo-animistes, qui mettent « un *ghost* dans la mécanique ». Mais parlons sérieusement. Ce qui me donne confiance, c'est que nos modèles, évidemment très imparfaits, se perfectionnent sans cesse. Ils serrent la réalité de plus en plus près; ils l'épousent asymptotiquement. Et, chemin faisant, ils obligent les divers spécialistes à analyser avec plus de soin les faits dont ils s'occupent.

C - Cet asymptotisme est dans mes principes autant que dans les vôtres. Si, comme je le crois, et comme tout le suggère, les organismes et leur conscience, primaire et perceptive, sortent en ligne directe des domaines

microphysiques, qui ont réussi à encadrer et utiliser les phénomènes de foule, en montant relais sur relais, il est certain que, dans le bilan des forces et des matériaux, leur action est quasi imperceptible, comme celle du pilote, ou plutôt des cellules nerveuses du pilote, dans les manœuvres d'un paquebot ou de la fusée Apollo.

Vos descriptions, tout asymptotiques qu'elles soient quantitativement, n'en sont pas moins fausses et trompeuses.

Les postulats mécanistes abandonnés, on ne se trouve pas en présence de la cybernétique, *moins* quelque chose. On a au contraire la cybernétique, *plus* un procédé puissant pour explorer les problèmes de la vie et de la conscience.

D - Mais jamais, devant une performance biologique et psychologique, vous ne pourrez me démontrer qu'une machine ne pourra le faire.

C - Mais jamais vous ne pourrez me démontrer qu'une machine pourra le faire. Nous sommes à égalité.

Puisque nous sommes d'accord pour admettre qu'un Robot ne sera jamais vivant et conscient, nous devrions être d'accord pour admettre que l'on n'expliquera jamais par une cybernétique mécaniste la vie et la conscience.

TABLE DES MATIÈRES

Bibliographie 5
Introduction 7

Chapitre I. — *Les principaux types de machines à information* 35
Machines à calculer 35
Machines à raisonner 37
Machines à induire 40
Machines à auto-régulation 46
Chapitre II. — *Activités encadrantes et mécanismes encadrés* 71
Chapitre III. — *L'espace de comportement et l'* « *espace* » *axiologique* 89
Chapitre IV. — *La communication* 101
Chapitre V. — *L'origine de l'information* 113
Chapitre VI. — *L'anti-hasard négatif et l'anti-hasard positif* 127
Chapitre VII. — *L'avant-après et la cybernétique* ... 151
Chapitre VIII. — *L'origine mixte de l'information* ... 175
Chapitre IX. — *Problèmes de la cybernétique en* 1967 193

Volumes parus :

HENRI POINCARÉ. La Science et l'Hypothèse.
WILLIAM JAMES. Le Pragmatisme.
PIERRE GOUBERT. 100 000 provinciaux au XVIIe siècle.
RAYMOND RUYER. La Cybernétique et l'origine de l'information.

Volumes à paraître :

FONTANIER. Les Figures du Discours.
JEAN BOUVIER. Naissance du Crédit Lyonnais.
ÉTIENNE SOURIAU. La Correspondance des Arts.
LECOMTE DU NOÜY. L'Homme devant la Science.

N° d'impression 8325. — IMPRIMERIES OBERTHUR
N° d'édition 6207. — 3e trimestre 1968. Printed in France