

**RAYMOND RUYER**

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

DU MÊME AUTEUR

---

*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.).

LÀ 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.).

---

La  
**cybernétique**  
et l'origine  
de l'information

FLAMMARION, ÉDITEUR

26, RUE RACINE, PARIS-VI<sup>e</sup>

## INTRODUCTION

On peut définir la cybernétique (d'un mot grec qui signifie « gouverner ») la science des 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 physiiciens et de techniciens (V. Bush, Bigelow) et de physiologistes (W. B. Cannon, Mac Culloch). En France, à peu près à la même époque, une rencontre analogue se produisait entre le physiologiste L. Lapicque et le mécanicien L. Couffignal.

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 xx<sup>e</sup> siècle, par contraste avec les machines simples des Grecs, ou les mouvements d'horlogerie du xviii<sup>e</sup> siècle, et les machines motrices à grande puissance du xix<sup>e</sup> 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

Droits de traduction, de reproduction et d'adaptation  
réservés pour tous les pays.

Copyright 1954, by ERNEST FLAMMARION.

Printed in France.

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

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 XVIII<sup>e</sup> siècle ne ressemblaient que très superficiellement à des 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 *pattern* spatio-temporel : imprimé, message téléphonique, onde sonore, etc. L'appréhension du sens est le but, la communication du *pattern*, le moyen. Éventuellement, 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'un *pattern* 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'un *pattern*, ou d'un ordre structural sans unité interne. Un être conscient, en appréhendant ce *pattern* 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

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

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, 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 *patterns*, 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'information. 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, peuvent être purgés 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-dessus 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 un *pattern* d'information. Mais reproduire ou amplifier un *pattern* 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

(1) E. C. BERKELEY, *Giant brains, or machines that think*, p. 180.

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 (1), 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 cerveau humain, *plus* les machines à information capables de jouer le rôle de ce qui, dans le

(1) *Problèmes humains du machinisme industriel*, p. 173.