

Zeitschrift: Revue syndicale suisse : organe de l'Union syndicale suisse
Herausgeber: Union syndicale suisse
Band: 61 (1969)
Heft: 3

Artikel: De la calculatrice électronique à l'expérience cybernétique
Autor: Hartmann, Georges
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-385527>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 10.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

REVUE SYNDICALE SUISSE

ORGANE MENSUEL DE L'UNION SYNDICALE SUISSE

61^e année

Mars

N° 3

De la calculatrice électronique à l'expérience cybernétique

Par le *Dr Georges Hartmann*

Chargé de cours à la Faculté de droit et des sciences économiques et sociales
de l'Université de Fribourg

Pour réussir, l'humanité doit recourir d'abord à l'instrument, ensuite à la société pour protéger ses enfants et enseigner l'usage des instruments choisis. Mais ces instruments, extérieurs à elle-même, sont de deux ordres: abstraits (mots, signes, symboles) par lesquels elle communique avec ses semblables et dont l'usage est réglé par le groupe social, puis concrets (outils, armes). La machine, perfectionnement de l'outil, est issu de cette dernière catégorie.

Le moulin à eau (dès le I^e siècle avant notre ère en Asie-Mineure), le moulin flottant (dès 537 de notre ère sur le Tibre après la destruction des aqueducs romains par les Ostrogoths), le moulin à vent (mentionné pour la première fois dans un texte anglo-saxon en 833 de notre ère), la nora, la montre à ressorts qui a succédé à l'horloge à eau (clepsydre), à flotteur, puis mécanique, la machine à vapeur qui a donné naissance à la première filature à vapeur de Paplewick et au premier métier à tisser à vapeur de Cartwright, le premier bateau à vapeur, le premier moteur à explosion, la lampe à incandescence et la première centrale électrique d'Edison (cinquante-neuf abonnés), le premier vol d'un appareil plus lourd que l'air, les premiers chemins de fer, le premier bec de gaz de Lebon et tant d'autres réalisations techniques des XVIII^e et XIX^e siècles constituèrent les bases indispensables du développement des manufactures et de l'avènement du machinisme moderne. Mais seule, à côté de tant de jouets automatiques, la montre fut le premier automate utilisé sur le plan pratique.

L'histoire de la première moitié du XX^e siècle a ensuite été prodigue en inventions techniques et en réalisations industrielles qui, sous des apparences même anodines, ont néanmoins modifié profondément les méthodes de travail et de production ainsi que le mode d'existence des hommes. En effet, depuis une soixantaine d'années, en transformant les techniques, les productions et les marchés, la science a modifié les niveaux de vie, tandis que les législations, en tirant les conséquences des nouvelles possibilités, ont

amélioré petit à petit les conditions du travail et des loisirs. Malheureusement, à la sécurité sociale raffermie s'oppose l'insécurité monétaire dont le trend séculaire se traduit dans l'instabilité du salaire réel et du pouvoir d'achat tant des travailleurs, manuels et intellectuels, que des rentiers.

Qu'il soit le résultat de découvertes dues au hasard ou celui d'inventions nées de la pression impérative et urgente de certaines circonstances ou même d'une interprétation des deux, le progrès technique d'hier, d'aujourd'hui et de demain se réalise en général en trois étapes. Il y a d'abord recherche et progrès scientifique par l'élaboration des bases théoriques nécessaires à l'invention technique (sauf dans certains cas où des industriels améliorent leurs machines d'une façon pragmatique sans véritable fondement théorique). Puis il y a l'étape de l'application technique du progrès scientifique par groupes différents d'individus ayant une expérience pratique dans leur métier. Enfin, il y a la phase de l'utilisation commerciale de l'invention technique, ce que Schumpeter a dénommé l'innovation. On peut dès lors répéter avec Fourastié que le progrès technique est en effet « le progrès scientifique incarné dans les faits économiques », car les conséquences du progrès apparaissent finalement sur le plan économique et au niveau social.

En fait, le capitaliste recherche de nouvelles sources de profit alors que les travailleurs saluent les promesses de labeur allégé et de salaires relevés. Mais le savant continue à explorer les possibilités illimitées de la nouvelle science, l'économiste estime le rendement de la nouvelle technique, tandis que le sociologue prévoit les modifications qui se dessinent dans les rapports sociaux. Enfin, le philosophe s'interroge sur le destin de l'homme libéré partiellement dans ses activités par la machine; le philosophe ne peut non plus s'empêcher de comparer la place et le rôle que joue la machine par rapport à celui qui l'a conçue et construite. Le législateur, à son tour, se trouve en présence de déplacements de responsabilité au fur et à mesure que la machine automatique s'introduit dans la sphère d'activité de l'homme et il lui appartient d'en délimiter la nature, l'importance et les changements.

Si l'homme de science poursuit ses recherches pour produire des connaissances et les communiquer à tout le monde, la vie économique est aux prises avec deux exigences: d'une part, l'esprit de recherche et d'invention, c'est-à-dire l'initiative qui se porte à la rencontre des besoins humains de toute nature et le besoin d'y répondre par des solutions nouvelles, et, d'autre part, la nécessité d'une organisation qui permette d'ordonner ces initiatives, et cela sur tous les plans. C'est au confluent de ces deux courants que se place l'homme, instrument et fin de l'activité économique. Après le scientifique intervient l'inventeur, chaînon créateur entre la recherche et la production et qui imagine une application utile de

la découverte scientifique. Ce n'est donc qu'au troisième stade qu'apparaît l'ingénieur qui donne à l'invention sa forme concrète la plus adaptée aux nécessités de la production et de l'utilisation. Et c'est enfin entre l'ingénieur et l'économiste qu'intervient l'homme d'entreprise, le producteur qui découvre et étudie les marchés possibles.

Tel est le processus du développement nécessaire entre la recherche scientifique pure et la commercialisation: en effet, « il doit y avoir un rapport entre la recherche et l'économie » (Louis Armand). Ainsi en est-il aussi de l'électronique et de l'automation.

La science nous a appris que l'efficacité du travail humain peut être accrue de deux manières: par l'étude expérimentale et rationnelle des buts et des moyens, et par l'emploi de la machine en exigeant un double effort: celui de l'organisation des activités et celui des investissements. Sans aucun doute peut-on difficilement contester que notre époque se trouve placée sous le signe du progrès scientifique et technique, du développement extraordinaire des techniques d'information, de l'intensification et de l'accélération des modes de transport. Cette progression a permis à l'homme de produire plus et mieux en un temps de travail plus réduit et au prix d'une dépense physique moindre. Or, malgré la solution d'humoriste de Georges Duhamel, qui aurait proposé d'enfermer les inventeurs pour cinq ans, l'électronique et l'avènement des installations automatiques vont rendre encore plus rapide cette évolution.

Mais, dans l'esprit populaire, est automatique ce qui est d'un fonctionnement mystérieux: aussi rien n'est plus couramment qualifié d'automatique que la chute d'une boîte ou d'un timbre-poste dans un appareil distributeur après un tour de manivelle exécuté avec la main ou que l'ouverture d'un coffre à bagages dans une gare après un tour de clé effectué à la main après que la pièce de monnaie introduite dans l'appareil ait débloqué le mécanisme. Par contre, personne n'a songé jusqu'à présent à dire d'une montre classique qu'elle était automatique, ce qui a été pourtant le cas depuis plus de deux siècles. On ne dit la montre automatique, d'ailleurs à tort, que depuis qu'elle est remontée par les mouvements naturels du bras qui la porte (en lieu et place du remontoir manuel), ce qui n'ajoute cependant aucune information nouvelle au processus de son fonctionnement. Pendant deux siècles, le fonctionnement de la montre était automatique et depuis quelques années, le remontage du ressort de la montre, qui se faisait auparavant avec deux doigts, a été simplement mécanisé par les mouvements successifs du poignet.

Or, l'automatisme est bien autre chose. Rendre un objet automatique, c'est lui donner la possibilité d'exécuter mécaniquement certains mouvements. Un mécanisme devient automatique lorsque son constructeur organise son agencement de telle manière qu'il

soit capable de fournir lui-même de l'information à ses organes d'action (énergie de commande) et d'ordonner lui-même les variations de ses mouvements (énergie d'exécution) dans l'espace et dans le temps.

Ainsi, partant de cette définition scientifique, on comprend que la régulation automatique est assurée, dans n'importe quelle machine ou quel appareil automatique, quelle que soit sa grandeur, soit par un programme invariable (automatisation ou boucle ouverte ou machine à programme fixe et aveugle ou à comportement passif en fonction de la commande automatique seulement), soit par un système de rétroaction ou de réflexe (automation ou boucle fermée, ou machine à programme variable ou machine finalisée à réflexe en fonction de la commande automatique et encore du contrôle et de la correction automatiques, la correction étant opérée selon l'écart enregistré entre le programme imposé et le résultat obtenu). Si, avec celui des organismes vivants, ces deux systèmes relèvent essentiellement de la cybernétique, le dernier, l'automation proprement dite, peut encore comporter deux sous-systèmes de régulation automatique, une régulation automatique de maintien et une régulation automatique de correspondance. Dans le premier cas, il y a maintien d'une grandeur ou d'une information de sortie (effet, but) malgré toutes les perturbations qui peuvent se produire (réglateur de Watt, chaudière de chauffage central). Dans le second cas, il est nécessaire de faire suivre à la grandeur ou à l'information de sortie (effet, but) les variations d'une grandeur indépendante et inconnue d'avance (fabrication de produits chimiques, raffinerie de pétrole, réseau électrique).

La commande directe et la télécommande mises à part, dont les manœuvres sont d'ailleurs volontaires et indépendantes d'un programme préalable, on peut donc distinguer trois catégories de machines automatiques, c'est-à-dire trois degrés de complexité des opérations exécutées mécaniquement sans la coopération humaine:

- Les machines automatiques séquentielles ou à programme impératif et invariable qui fonctionnent aveuglément selon les informations fournies au préalable et dont le fonctionnement est soustrait aux influences extérieures (p. ex. un piano mécanique, un tour automatique, une machine à laver automatique, un métier automatique à tisser). Dans ce premier cas, le milieu réagit comme l'a prévu le programme: le comportement du milieu extérieur peut être passif et la réaction seule celle que présume le programme. Il s'agit dans ce cas d'automatisation.
- Les machines automatiques à réflexe, qui tiennent compte de certains facteurs extérieurs et où des rétroactions ou réflexes nuancent la succession des opérations prévues par le programme

selon les résultats effectivement obtenus (p. ex. le pilote automatique qui calcule les positions à donner au gouvernail compte tenu des données physiques de l'environnement, la chaudière de chauffage central avec thermostat, s'adaptant à la température désirée d'un local).

- Les machines automatiques adaptatives travaillant sur la base d'apprentissages par réflexes conditionnés et pouvant simuler des raisonnements ayant pour conclusion une adaptation de leurs fonctions à des situations variant de façon discontinue (p. ex. un pilote automatique régulé par un homéostat capable de modifier sa structure interne selon les circonstances, ou bien des animaux électroniques ou cybernétiques). Dans ce troisième cas, le milieu réagit de façon imprévisible: on ne connaît pas de loi reliant l'agent d'exécution et la réaction du milieu, ainsi que cela se produit dans la plupart des actions de l'homme sur l'homme ou dans la chasse au papillon: le comportement du milieu extérieur peut être aléatoire lorsque sa réaction n'est pas nécessairement celle que présume le programme. Il y a dans ce troisième cas une régulation automatique indirecte de correspondance ou d'équilibre, ou à effets organisés ou finalisés, dont la mission consiste à faire suivre à l'action les variations d'une grandeur de référence indépendante et non connue d'avance. Les régulateurs de cette dernière catégorie sont construits pour être capables de choisir le moyen à mettre en œuvre pour parvenir à leur fin. L'exemple de ce type de machine automatique est donné par l'homéostat d'Ashby. Il s'agit d'automation du plus haut degré.

Quant à l'électronique proprement dite, support des développements automatiques, elle est, de toutes les sciences appliquées, avec la science nucléaire, l'une des deux plus jeunes, mais ses applications ne se comptent déjà plus, à tel point qu'on peut se demander comment on a pu s'en passer auparavant. On pourrait presque dire qu'il ne s'écoule pas de jour sans qu'apparaisse un nouvel appareil dont le principe repose sur l'électronique.

En ce qui concerne l'électronique, notamment, ses premiers fondements théoriques furent jetés dans la seconde moitié du XIX^e siècle par le physicien anglais Maxwell qui prépara l'application des ondes électromagnétiques, que réalisa une vingtaine d'années plus tard le physicien allemand Hertz en construisant son oscillateur capable de produire pour la première fois les ondes électromagnétiques qui, depuis, portent son nom. Puis la première lampe à électrodes (triode) inventée par le physicien américain Lee de Forest, comme première utilisation directe des électrons, allait révolutionner la technique de la télégraphie et de la téléphonie

sans fil (ou de la radio) qui venait de prendre un timide essor au début du XX^e siècle sous l'impulsion du physicien français Branly, puis du physicien italien Marconi. Après la confirmation pratique de l'hypothèse de Maxwell par Hertz et la première transmission d'ondes électromagnétiques en laboratoire par Branly (cohéreur) et dans l'espace par Marconi, les lampes devinrent plus complexes, jusqu'à six électrodes, et permirent d'amplifier considérablement l'émission et la réception des ondes électromagnétiques en facilitant ainsi leur transmission d'un point à un autre du globe terrestre. Et c'est, plus tard, en équipant de plusieurs milliers de ces lampes ou tubes les premières calculatrices électroniques qu'on devait permettre pour la première fois les performances, en vitesse et en exactitude, du calcul électronique.

On se souvient qu'à une époque où la technique utilisée dans les automates était celle des horlogers, Leibniz avait porté aux automates un intérêt partagé d'ailleurs par son contemporain Pascal qui, lui, apporta une réelle contribution au développement des additionneuses. Quant aux figurines dansant sur des boîtes à musique ou exécutant des mouvements déterminés d'avance, elles se mouvaient selon un modèle réglé préalablement et dans lequel les actions passées des figurines n'avaient pratiquement aucun rapport avec le modèle de leurs actions futures. La probabilité d'écart du modèle conventionnel était nulle pour ces figurines automatiques qui n'entretenaient aucune communication avec le monde extérieur duquel elles ne recevaient ni ne percevaient aucun message.

Mais les machines à calculer électroniques modernes, tout en cédant le pas au système nerveux humain dans bien des domaines essentiels, lui sont supérieures dans toute une série de paramètres tels que la rapidité d'action, l'infatigabilité, la possibilité de revue totale du contenu de la mémoire, l'absence de troubles émotionnels, etc., etc.

Et pour que tout cela se développe, il faut pouvoir augmenter la capacité de stockage des informations, diminuer la durée des liaisons, le poids, la puissance absorbée et même le prix de revient. La clé de tous ces problèmes tient dans un mot qui exprime une nouvelle étape dans la course au rapprochement: la microminiaturisation des ensembles électroniques.

Aussi, l'étude et la construction des machines automatiques modernes qui révolutionnent les méthodes de travail et de production dans les industries et dans les administrations se rapprochent-elles tellement de l'étude des organismes vivants que ces deux disciplines finissent par se confondre dans la théorie des communications, de l'information et de la cybernétique.

Le temps irréparable qui fuit ainsi que l'impossibilité de revivre le passé et de connaître l'avenir étant des vérités d'expérience quotidienne, on comprend désormais beaucoup mieux pourquoi

cette contrainte que l'évolution du cosmos fait peser sur le sort de chaque homme et l'impérative exigence des routines et des tâtonnements sont en train de créer un courant de pensée qui, à la faveur du développement de la cybernétique, tente de réintroduire le finalisme dans la science et dans l'imitation de la vie.

Le phénomène cybernétique remonte à des millions d'années; comme le déclarait le médecin français Adam en 1956 au premier Congrès international de cybernétique à Namur, lorsque apparut « au fond des mers le premier être unicellulaire au protoplasme entouré d'une membrane propre, il aurait pu, à bon droit, réclamer le titre justifié d'ancêtre de la cybernétique; en effet, par l'acte historique qui sépara définitivement le milieu intérieur des fluctuations extérieures, ce premier embryon de vie organisée donna une réponse muette à ceux qui cherchent actuellement une définition raisonnée de la cybernétique elle-même... »

Comme l'ingénieur belge van Egten le déclarait en 1964 au quatrième Congrès international de cybernétique, la cybernétique comporte trois volets: d'abord la biocybernétique dont la matière première se compose de systèmes déjà vivants; puis la cybernétique machiniste qui se préoccupe de créer des machines auto-évolutives, raisonnantes et presque vivantes; enfin, la cybernétique fondamentale ou philosophique qui s'occupe de définir la pensée, les théories et les méthodes: la société humaine constitue également un système complexe qui se prête au traitement par les méthodes de la cybernétique, l'ordonnancement des sociétés humaines étant le corollaire de la gestion des entreprises. « On admet, poursuivait van Egten, que tout ce que nous sommes en mesure d'observer a un sens, tend vers un but sans doute inaccessible à notre intellect, mais fixé par une intelligence suprême que les croyants appellent « Dieu » et que Theilard de Chardin désigne comme étant « le point oméga », intelligence qui alors applique la cybernétique à l'état pur... La cybernétique implique des systèmes d'une implacable logique. »

Malgré leur parenté, l'organisation et la cybernétique recouvrent et traduisent des éléments différents: tandis que l'organisation met l'accent sur la différenciation des tâches, la cybernétique le met sur la communication, la commande et le contrôle aussi bien humains que mécaniques. La cybernétique est une science qui a déjà été évoquée par Platon, Descartes, Watt, Ampère, Maxwell; elle est reprise aujourd'hui par Couffignal, Warren, Mc Culloch, Pitts, Wiener.

Norbert Wiener, professeur de mathématiques au Massachusetts Institute of Technology et chargé de recherches à l'Institut de cardiologie de Mexico, avait reçu pour mission d'étudier avec un autre mathématicien, Julian Bigelow, dans le domaine des préparatifs de guerre aux Etats-Unis, une machine qui réglerait totalement le tir de DCA en tenant compte des réactions du pilote de l'avion-

cible et en remplaçant les réactions du pointeur du canon anti-aérien: autrement dit, en remplaçant deux systèmes nerveux faisant partie intégrante d'un problème de mécanique. N'était-ce pas, en prévoyant la position d'un avion avançant sur une trajectoire courbe, créer une nouvelle science rapprochant précisément mathématique et psychologie, mécanique et neurologie? C'est en publiant en 1948 son livre « Cybernetics » que Wiener a proposé alors, après Platon, Ampère et tant d'autres, le nouveau terme de cybernétique qu'il a fait dériver du mot grec « kubernetes » (pilote, gouverneur).

Constatation surprenante, si la révolution cybernétique est apparue d'abord théorique et spirituelle aux Etats-Unis, elle a évolué ensuite en Europe sur le plan pratique de la machine qu'elle a transfigurée.

Mot riche d'associations d'idées, notamment sur trois plans (régulation d'une machine, pilotage d'un appareil, gouvernement d'une société humaine), la cybernétique est une science-carrefour où aboutissent les problèmes qui ressortissent à la fois à la technique et au biologique et dont le but consiste à rendre l'action efficace en permettant de communiquer entre eux au mécanicien, à l'électronicien, au phonéticien, au mathématicien, au neurologue, au physiologue, au psychologue, au sociologue et à tous ceux qui le veulent bien.

Jamais science n'eut si foudroyante naissance que la cybernétique, cette discipline qui veut relier les mécanismes des êtres vivants et ceux des machines les plus évoluées. On devine quels prodigieux horizons s'ouvrent à ce carrefour de toutes les sciences, quelles révolutions sont en préparation, mécaniques autant que philosophiques. Loin de rechercher des anticipations sensationnelles, la cybernétique se présente comme la « science des systèmes auto-gouvernés ».

Depuis 1945, à côté de la théorie de la technique électrique pour la transmission des messages, un champ plus vaste englobe non seulement l'étude du langage, mais aussi l'étude des messages en tant que moyens de commande et de contrôle sur les machines et la société humaine, le développement des calculatrices électroniques et autres appareils automatisés analogues, ainsi que sur certaines considérations dans le domaine de la psychologie et du système nerveux.

Ainsi, l'automation proprement dite se raccorde normalement à la cybernétique, en son sens étymologique de régulateur et de pilote d'une machine ainsi que de gouvernement d'une collectivité. La cybernétique ignore si l'organisme qu'elle étudie est composé de cellules vivantes, d'ensembles de réactions chimiques, de groupes d'individus, d'engrenages ou de relais électroniques. Ayant pour objet l'étude comparée des processus de transmission des messages, de commande, de régulation et de contrôle, la cybernétique saisit

l'analogie des organismes avant d'en percevoir les différences. Aussi, ce principe d'analogie permet-il de définir encore la cybernétique comme la « science des modèles ». Certains l'ont même désignée comme la « science des modèles pseudo-humains ».

Alors que la technique tend à réaliser le plus grand nombre de fonctions par le même support (p. ex. une machine), la cybernétique distingue minutieusement chaque fonction d'un système, soit qu'un support assume plusieurs fonctions, soit que plusieurs supports assument la même fonction.

La cybernétique est une méthode de raisonnement, d'analyse du fonctionnement de tout système organisé pour l'exécution efficace d'un programme imposé par des informations d'origine interne ou externe ou de cette double origine. La cybernétique apparaît comme un opérateur auquel on communique deux éléments, l'un de forme énergétique (le signal, l'énergie, l'action, l'exécution) et l'autre de forme sémantique (l'information sous forme d'instruction, de programme, de code). Mais la machine cybernétique diffère d'un automate traditionnel en ce qu'elle est dotée de possibilités de réaction et de choix: elle ne se contente jamais d'exécuter une manœuvre donnée, mais elle exerce sur les données reçues une série de sélections fondées sur des consignes qui lui ont été préalablement inculquées. La machine cybernétique est ainsi une machine finalisée, qui comporte une fin en soi.

Wiener admet que la régulation dans l'être humain, dans un corps d'animal ou dans une mécanique relève de la théorie des messages et par conséquent de la cybernétique. A ce propos, Boulanger compare le cas d'un animal sauvage qui part en chasse à celui d'une pierre dévalant la pente d'un talus et dont le déplacement est régi par les lois de la physique et de la mécanique. L'animal part en chasse avec un but: capturer une proie. Et ce but, il l'atteint en dépit des difficultés et des obstacles qu'il rencontre et grâce à une indépendance et à une certaine liberté d'action qui manque à la pierre qui tombe. Le comportement de l'animal est finalisé, celui de la pierre ne l'est pas.

En tant que science de l'utilisation des messages dans les organismes et des propriétés réactionnelles de ceux-ci, établissant une analogie entre les automatismes électroniques et les mécanismes nerveux, la cybernétique est capable de rechercher les mécanismes communs aux organismes disparates. Son objectif devient hardi: construire désormais des machines imitant tous les comportements de la matière vivante.

Née de la rencontre de deux disciplines, les mathématiques et la physiologie, la cybernétique offre dès lors la possibilité de réaliser des machines d'une nature particulière, capables de lutter contre le hasard, de créer de l'ordre, c'est-à-dire d'agir sur l'environnement extérieur dans le même sens que la vie, exécutant comme celle-ci

des « actes gouvernés ». Parmi ces machines, on peut ranger aussi bien les dispositifs régulateurs de tous types que les « animaux électroniques », tels que l'abeille de Fromme, le chien de Piraux, la souris de Shannon, les tortues de Walter, les renards de Ducrocq, et tant d'autres.

L'état d'équilibre d'un organisme vivant est une notion dynamique. Une partie des forces de la nature porte vers cet état d'équilibre, cependant qu'une autre partie contribue sans cesse à le rompre, ce qui comporte une réaction à cette agression. Cela nous ramène aux vues géniales du physiologiste français Claude Bernard qui écrivait il y a cent ans environ : « Tous les actes, aussi variés soient-ils, n'ont qu'un but, celui de maintenir constantes les conditions de la vie dans le milieu intérieur... La fixité du milieu intérieur est la condition de la vie libre. » Et c'est aujourd'hui comme « faculté pour un organisme vivant de maintenir relativement constant un certain état d'équilibre » que le physiologiste américain Cannon définit l'« homéostasie », cet état d'équilibre que W. Ross Ashby a tenté d'imiter au moyen d'une machine électronique.

La recherche automatique d'une organisation stable, auto-entretenue, relève des processus de régulation et d'adaptation au milieu ainsi que de l'étude du conditionnement des réflexes et des schémas fonctionnels d'action et de réaction. La représentation de ces rythmes spontanés et de cette régulation automatique peut faire l'objet d'interprétations cybernétiques : pensons aux rythmes des systèmes nerveux, circulatoires, hormonaux, génétiques ainsi qu'aux multiples fonctions internes qui en dépendent dans les corps humains, animaux, végétaux même.

L'organisme réagit comme un tout aux agressions auxquelles il se trouvé livré. De la cellule musculaire au cerveau, une chaîne ininterrompue de mécanismes régulateurs automatiques a pour mission de maintenir l'homéostasie, c'est-à-dire la constance du milieu intérieur. La multitude des réactions est orchestrée et coordonnée par une double structure anatomique et humorale : le système neuro-endocrinien, c'est-à-dire le système nerveux végétatif et les glandes endocrines. Le siège des centres régulateurs automatiques de ce double système neuro-endocrinien est localisé dans une zone située à la base du cerveau, au premier chef dans la partie appelée « hypothalamus ».

Par exemple, un processus cybernétique auto-régulateur d'une précision et d'une efficacité admirables, la glycorégulation, rend automatiquement constante chez un sujet normal la concentration du glucose sanguin, unique aliment des cellules cérébrales et que seule la réaction chimique complexe dénommée « phosphorylation » transforme en corps assimilable (hexose-6-phosphate) grâce à l'intervention simultanée d'une hormone (insuline), d'un ferment (hexokinase) et d'un corps chimique (dérivé de l'acide phosphorique). La

constance du taux de cette glycémie est l'œuvre d'un système cybernétique auto-régulateur dépendant de la soupape rénale, des centres de stockage de glycogène dans le foie ainsi que des acides gras accumulés dans le tissu adipeux, et enfin du mécanisme neuro-endocrinien de charge et de décharge (d'une part centres de l'hypothalamus, d'autre part cellules produisant des hormones d'origine pancréatique, thyroïdiennes, surrénale, hypophysienne, etc.). Et c'est précisément la perturbation de ce système glycorégulateur automatique, qui fait apparaître le diabète caractérisé par l'hyperglycémie (taux excessif de glucose dans le sang) et par la glycosurie (présence de glucose dans l'urine).

Utilisant les caractéristiques de la réaction, du réflexe ou de la rétro-action, soit par l'adaptation intra-organique qui détermine la constance du milieu intérieur, soit par l'adaptation extra-organique par laquelle le corps ajuste son état intérieur aux variations du milieu extérieur, les mécanismes auto-régulateurs de l'organisme des êtres vivants mettent en jeu des réactions physico-chimiques, métaboliques et dynamogènes dans la lutte contre la fatigue, le froid, la chaleur, la soif, la faim, l'infection, l'intoxication, l'exposition à tous les rayonnements, la couleur, le traumatisme, le choc opératoire, le choc nerveux, l'asphyxie, l'hémorragie, la brûlure et même l'émotion artistique. C'est la méthode par laquelle la vie traite le mal en déclenchant automatiquement son propre antidote ou en créant ses anticorps. « Le corps se moule en quelque sorte sur les événements », écrivait le Dr Carrel dans son ouvrage « L'homme cet inconnu ». Selon la définition de Pavlov également, le corps vivant doit répondre aux modifications du milieu de telle manière que son activité réactive soit orientée vers la conservation de son existence.

Tels sont les fonctions et le rôle éminemment élevés de la cybernétique comme instrument d'auto-régulation dans les organismes vivants et comme instrument d'imitation de la vie dans les machines finalisées.