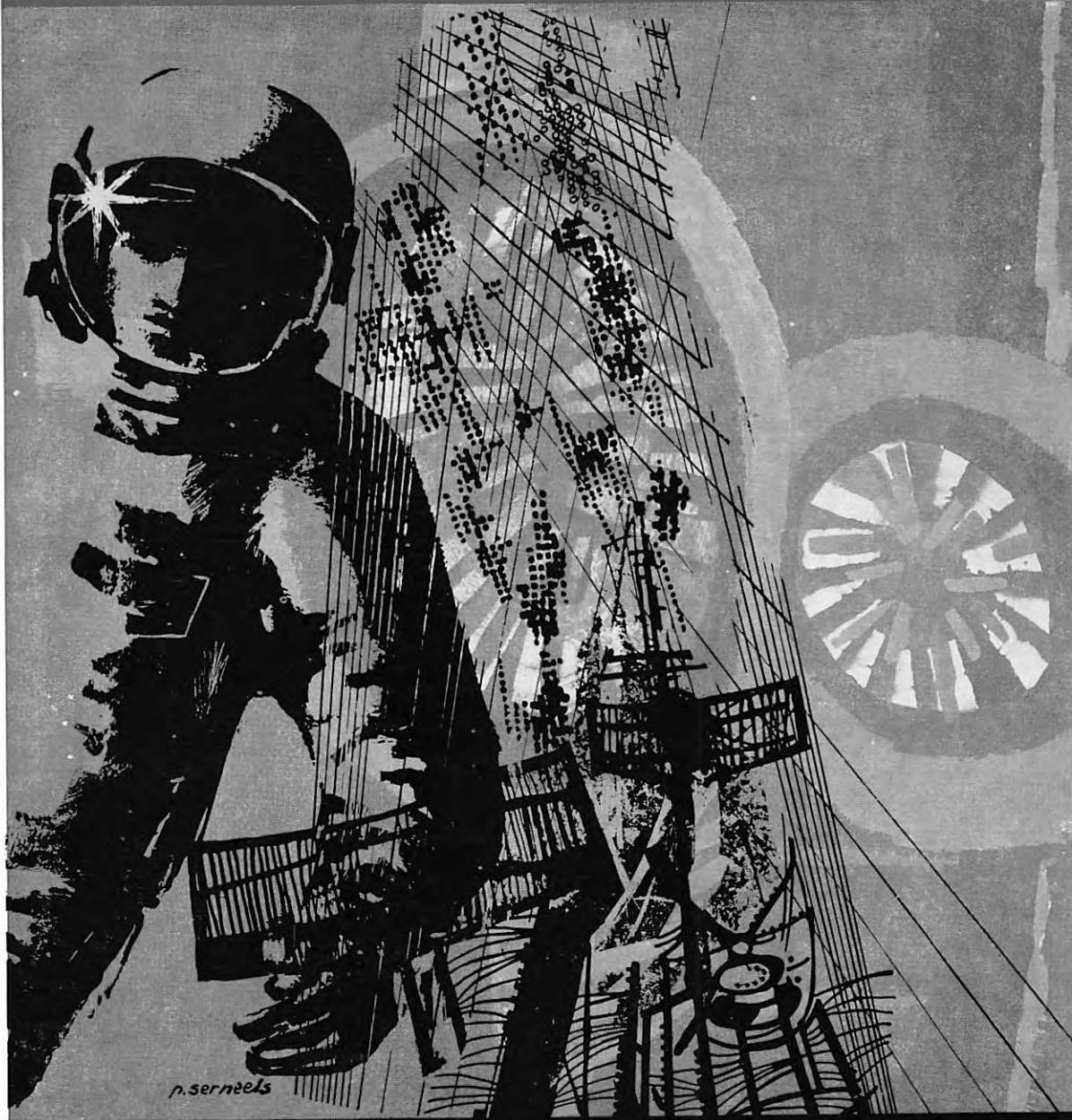


cyber. la netique

Kybernètes / le pilote



3P review / mars 67

n° 25

trimestriel

1 la révolution cybernétique

Message de M. Robert GRUSLIN

*Gouverneur de la Province de Namur,
Président d'Honneur de l'Association Internationale de Cybernétique.*

Préface par Marcel BEAUFAYS

*Ancien Président de la Fédération Internationale de la Presse Périodique,
Rédacteur en chef de BP review.*

Editorial: Qu'est-ce que la Cybernétique?

par Georges R. BOULANGER

*Professeur à l'Université Libre de Bruxelles et à la Faculté Polytechnique de Mons,
Président de l'Association Internationale de Cybernétique.*

Norbert Wiener, un créateur, par Léon DELPECH

*Professeur à l'Université de Caen,
Président de la Société Française de Cybernétique.*

**Objet, méthode et axiomatique de la Cybernétique
par Abraham A. MOLES**

Professeur à l'Université de Strasbourg.

**Variations sur la pensée cybernétique
par Josse LEMAIRE**

Administrateur-Délégué de l'Association Internationale de Cybernétique.



M. Georges R. BOULANGER,

*Professeur à l'Université Libre de Bruxelles et à la Faculté Polytechnique de Mons,
Président de l'Association Internationale de Cybernétique, a bien voulu accepter de
nous conseiller pour la réalisation de la présente publication.*



Les maquettes typographiques ont été conçues et exécutées par

M. Piet SERNEELS,

Professeur à l'Académie Royale des Beaux-Arts d'Anvers.

Les documents photographiques illustrant ce magazine nous ont été confiés par : Le service cinématographique du Ministère de l'Éducation national et de la Culture; l'Unesco; le Centre culturel américain de Paris; la revue Sciences et Avenir; Chrysler photographic; Atlas Photo (Jacques Néouza, Serge Holtz, Gilbert Houel, Sirman Press Genève); Holmès Lebel (Camera Press Ltd); Paul Almasy et Jacques Lang

BP review est publié
par BP Belgium s.a.

162, J. van Rijswijcklaan - Anvers
Toute correspondance concernant

BP review doit être adressée à
la Division des Relations Publiques
de BP Belgium s.a.

162, J. van Rijswijcklaan - Anvers

Editeur responsable : E. ALLEBE

245, Mechelsesteenweg - Anvers

Rédacteur en chef : Marcel BEAUFAYS

Photogravure De Schutter

Imprimerie E. Stockmans & C° s.a.

Nederlandse uitgave op aanvraag

Notre couverture

Le mot "Cybernétique" a été forgé par Norbert Wiener à partir du grec *kybernêtês*, qui signifie pilote, pour désigner un nouveau champ d'étude auquel il avait reconnu une autonomie propre.



Message de M. Robert Gruslin

Gouverneur de la Province de Namur.
Président d'Honneur de l'Association
Internationale de Cybernétique.

''Donnez-moi de la matière et j'en construirai un monde'' a écrit le philosophe Kant, prophétisant ainsi les découvertes scientifiques dont le rythme s'est accru prodigieusement à notre époque, tant il est vrai que si la nature ne se lasse jamais de fournir, l'esprit humain ne se lasse jamais de concevoir. N'est-ce pas Oppenheimer qui faisait observer que ''si l'on rassemblait tous les chercheurs scientifiques qu'a connus l'humanité depuis qu'elle existe, ils seraient moins nombreux que ceux qui sont, aujourd'hui, vivants'' ?

Après que Max Planck eut découvert en 1900 les phénomènes quantiques, l'homme n'a cessé de hâter le passage de la découverte théorique aux applications pratiques et quotidiennes et on entrevoit aujourd'hui que les forces électro-magnétiques permettront, peut-être, de percer, un jour, les secrets de l'univers...

Quel chemin parcouru depuis la première machine à calculer de Blaise Pascal, limitée aux seules actions mécaniques! Les ''machines à décision'' d'aujourd'hui utilisent les déplacements électroniques atteignant la vitesse de la lumière, base de la cybernétique, cette science-carrefour...

Au XIXème siècle, l'avènement de la machine a libéré l'homme des besognes ingrates de la subsistance, demain les cerveaux électroniques seconderont les cerveaux humains et permettront ainsi aux dirigeants de se consacrer aux tâches nobles de la conception et de l'influence. Non seulement le temps des loisirs s'en trouvera augmenté, mais les machines électroniques permettront aux sciences humaines de se rapprocher de la perfection des sciences exactes et, de cette interpénétration, résultera une meilleure connaissance des comportements humains et des moyens de favoriser l'insertion sociale de l'individu, base de l'entente et de la paix.

Ainsi la boucle serait bouclée : la pensée rationnelle, née il y a près de 3.000 ans sur les rivages d'Ionie, nous autoriserait, par le biais de la science moderne, à restituer au vocable ''cybernétique'' son acception grecque de ''science du gouvernement''...

L'homme cessera alors d'être un apprenti sorcier ; la machine, loin de tuer l'imaginaire, ''multipliera le rêve'' et contribuera à nous donner ce ''supplément d'âme'' dont nous avons tant besoin...

Robert GRUSLIN



Voulant, cette année encore, poursuivre son effort en vue de collaborer à la diffusion et à la vulgarisation des grandes idées, la s.a. BP Belgium consacrera les quatre numéros de BP review 1967 à la

CYBERNETIQUE

Ainsi que nous l'écrivions dans un précédent magazine, cette science nouvelle - elle n'a pas vingt ans - est indiscutablement à l'extrême pointe de la technologie moderne.

Il est malaisé d'en donner une définition à la fois, concise et exacte.

Certains ont écrit que la cybernétique est une technique de production et d'emploi de machines dotées de sens et capables d'organiser, de mesurer et de contrôler; de choisir et de coordonner; de régulariser et de corriger la quantité et la qualité des informations qui leur sont confiées; c'est la possibilité de faire observer, par une mécanique, avec souplesse, un programme - en le modifiant d'elle-même à l'aide de décisions logiques conditionnées par les circonstances du déroulement des opérations - et d'assurer par conséquent, des fonctions qui chez l'homme étaient auparavant non seulement musculaires (effort physique) mais encore intellectuelles (effort cérébral).

On a dit que la cybernétique est la pensée humaine fabriquée. Aurel David écrit que c'est la technique de toutes les techniques. Selon Larousse, c'est la science de l'autorégulation et des mécanismes capables de se gouverner eux-mêmes.

préface

M. Georges R. Boulanger, professeur à l'Université de Bruxelles et à la Faculté Polytechnique de Mons, président de l'Association Internationale de Cybernétique, notre très compétent et très dévoué conseiller pour notre présente étude, a coutume de dire en un raccourci saisissant : "La cybernétique, c'est la science des robots!", tandis que selon Louis Couffignal, c'est une manière de rendre l'action efficace.

C'est en tous cas un carrefour où se rencontrent des mathématiciens, des polytechniciens, des biologistes, des psychologues, des économistes, des sociologues et même des philosophes qui, tous ensemble, donnent un essor imprévu et un élan nouveau à la connaissance.

D'après son étymologie, la cybernétique est "l'art du pilotage", l'art de prévoir des objectifs et de les atteindre. "Governor" dans le sens de pilote se dit en grec "kybernètès" dont Norbert Wiener a fait : "cybernétique".

Sauver son avenir en maîtrisant ses conquêtes est pour l'humanité contemporaine le plus important des problèmes à résoudre.

Par la cybernétique la société humaine prend en main son salut.

La défense de la vie exige une immense dépense de pensée asservie, seules les machines peuvent délivrer cette pensée avec l'intensité et la vitesse nécessaires.

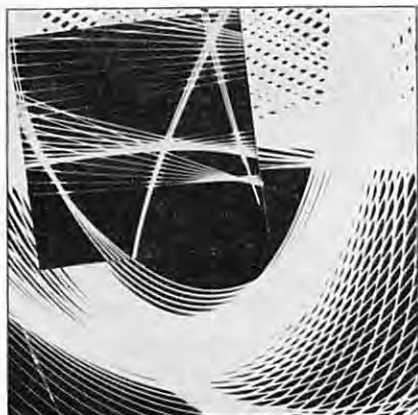
Les cerveaux électroniques peuvent tout ou presque. Demain ils feront tout. La pensée et l'activité du monde se résumeront dans les principes mathématiques et les opérations logiques de ces machines. Déjà, en attendant de jouer leur rôle suprême, infini et universel, elles trouvent chaque jour des applications plus variées.

Ainsi que nous l'écrivions, la prodigieuse aventure de la cybernétique nous ouvre des voies nouvelles vers le monde de demain.

Oui, la cybernétique a fait parler le sphynx.

En septembre prochain, l'Association Internationale de Cybernétique fêtera son dixième anniversaire au cours d'un congrès international, le cinquième, auquel participeront les plus grands savants de 25 pays.

Cet événement, assez exceptionnel, nous a décidé à choisir 1967 pour la présentation de nos magazines.



La présente livraison - la première - a comme titre général :

LA REVOLUTION CYBERNETIQUE

M. Robert Gruslin, gouverneur de la Province de Namur, président d'honneur de l'Association Internationale de Cybernétique, a bien voulu adresser un message liminaire à nos lecteurs.

Sa très vaste culture, l'incessante et efficace attention qu'il apporte à toutes les activités de l'esprit, donnent à sa précieuse collaboration une très haute valeur. Qu'il veuille bien accepter ici le témoignage éloquent de notre très profonde gratitude.

M. Georges R. Boulanger a accepté la mission d'écrire l'éditorial.

La valeur de l'auteur, sa compétence universellement reconnue et aussi le soin méticuleux qu'il apporte à chacun de ses travaux, donnent à sa communication un sens, un prix et une force que nos lecteurs spécialistes ou profanes apprécieront également.

M. Léon Delpech, professeur à la Faculté des Lettres et des Sciences Humaines de l'Université de Caen, président de la Société Française de Cybernétique consacre son étude à **Norbert Wiener, un créateur**

M. Abraham Moles, docteur en philosophie, docteur en sciences, professeur à l'Université de Strasbourg, a choisi comme thème :
Objet, méthode et axiomatique de la Cybernétique

Enfin, M. Josse Lemaire, directeur général du Bureau Economique de la Province de Namur et administrateur-délégué de l'Association Internationale de Cybernétique, donnera un savant aperçu de quelques
Variations sur la pensée Cybernétique



Notre deuxième magazine étudiera la question si controversée des

MACHINES INTELLIGENTES

Le Dr. Jacques Sauvan, a choisi comme sujet :
"L'intelligence des machines: mythe ou réalité?"

Le Dr. Max Euwe, professeur à la "Katholieke Hogeschool" de Tilburg défendra sa thèse des **Joueurs d'échecs automatiques**

M. Robert J. Van Egten, ingénieur civil, parlera de
Cybernétique et automation

M. Gordon A. Pask, savant de réputation mondiale, consacrera son mémoire aux **Machines adaptatives**



Le thème de la troisième publication sera :

VERS L'EXPLICATION DU MECANISME DE LA VIE

Le Dr. Léon Ectors, agrégé de l'Enseignement Supérieur, maître de stages à l'Université de Bruxelles, a intitulé sa communication
Intelligence, instinct et Cybernétique

Le Dr. Henri Laborit, directeur du Centre d'Etudes expérimentales et cliniques de physio-biologie, de pharmacologie et d'eufonologie de Paris, prix Albert Lasker, nous parlera de
La Cybernétique et la machine humaine

M. Etienne Vermeersch, professeur à l'Université de Gand, nous donnera un large aperçu d'un **Projet pour un homme artificiel**

Enfin, le Dr. Aldo Masturzo, professeur à l'Université de Naples président de la Société Internationale de Médecine Cybernétique, qui a dirigé à Nice, en septembre 1966, le 4e Congrès de Médecine Cybernétique, analysera les problèmes de cette discipline et il nous indiquera les nombreux domaines où elle peut apporter son très précieux concours.

Nul doute que la grande compétence du professeur Masturzo donnera à notre revue, par la haute portée de son exposé, un prestige particulier.



Pour terminer le cycle le dernier numéro sera consacré à

L'UNIVERSALITE DE LA CYBERNETIQUE

M. François Perroux, directeur de l'Institut de Science Economique appliquée, professeur au Collège de France, dont les œuvres nombreuses, singulièrement riches et originales, projettent d'abondantes lumières sur les événements futurs, a choisi comme thème de sa communication **Les phénomènes économiques et la Cybernétique**

Le professeur Georges R. Boulanger parlera de la **Pédagogie cybernétique**

Le Dr. Helmar Franck, professeur à l'Institut für Kybernetik de la Pädagogischen Hochschule de Berlin, traitera de **Cybernétique et Philosophie**

et M. Michel P. Philippot, sous-directeur de la Radio-diffusion à la Production Artistique, à Paris nous expliquera comment il conçoit **La Cybernétique et l'Art**

L'artiste sera-t-il, un jour, remplacé par un cerveau électronique? Question hasardeuse s'il en fut. Et pourtant, notre éminent collaborateur, le professeur Moles, a déjà montré des dessins exécutés par un ordinateur électronique et il a également fait entendre des poèmes et des compositions musicales réalisés par des machines.

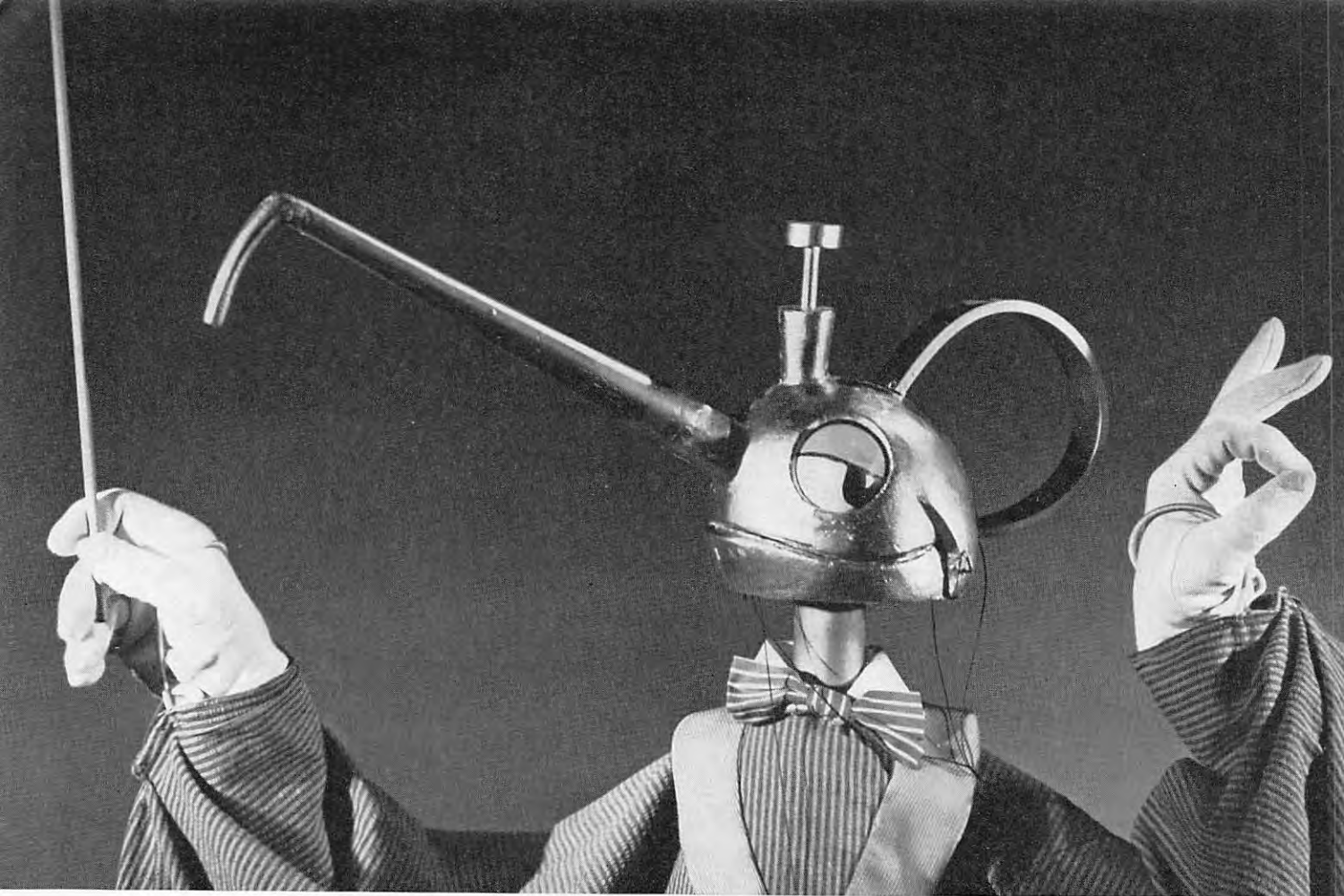
Ceci sous-entend-il que l'Ecole des Beaux-Arts enseignera les secrets de la Cybernétique? Peut-être serait-ce ainsi dépasser la sage mesure mais on ne peut plus nier, ni méconnaître, que la machine est et sera de plus en plus au service de l'Art.

C'est sur une gigantesque espérance que s'achèvera notre tâche.

Le moment sera alors venu pour nous - non sans le plus profond regret - de prendre congé de nos chers lecteurs mais, au préalable, nous leur adresserons, à tous, nos très vifs remerciements pour les encouragements qu'ils n'ont cessé de nous prodiguer tout au long de notre effort. Nous leur confirmerons la joie très réelle que nous ont procuré leurs félicitations si nombreuses et, nous en sommes sûrs, si réellement sincères. Ce fut pour nous le plus précieux des stimulants.

Les restrictions budgétaires contraignant la direction de la société BP Belgium à supprimer la publication de BP review, le numéro 28 qui sortira de presse en décembre 1967 clôturera la série et mettra fin à l'existence d'un magazine que, nos lecteurs et nous, nous aimions.

Marcel BEAUFAYS



La cybernétique a déjà son folklore.

éditorial

QU'EST-CE

par

Georges R. BOULANGER

Président de l'Association Internationale de Cybernétique

Professeur à l'Université Libre de Bruxelles et à la Faculté Polytechnique de Mons

Au moment où m'échoit le périlleux honneur de présenter, aux lecteurs de BP review, la cybernétique, je crois que doit être exprimée, avant tout, la reconnaissance des cybernéticiens envers les promoteurs de cette publication, pour l'aide qui leur est ici apportée dans la diffusion objective d'idées et de faits dont le caractère révolutionnaire a trop souvent conduit à des excès de langage et à des extrapolations abusives, qui ont fait à la cybernétique le plus grand tort.

■
Ceci étant dit, qu'est-ce que la cybernétique? Ou mieux, peut-être, qu'est-ce qu'elle n'est pas? Car, par

un curieux paradoxe, plus on parle de cybernétique, et moins il semble que le mot ait le même sens pour tout le monde.

Pour les uns la cybernétique, c'est une théorie mathématique très compliquée ou seulement une technique (celle des automates), pour d'autres ce mot évoque immédiatement les grandes machines à calculer électroniques ou, plus simplement, la théorie de l'information, pour d'autres encore il s'agit de la science qui étudiera désormais les analogies qui peuvent exister entre les machines et les êtres vivants ou bien de quelque doctrine philosophique ou métaphysique s'attaquant au grand problème du mystère de la vie,

quand le mot ne donne occasion à quelque évocation futuriste d'un monde fantastique de robots et de cerveaux artificiels!...

La science des robots!... Telle est cependant bien la définition la plus concise et la plus frappante de la cybernétique, qui construit ces machines extraordinaires dotées de réflexes conditionnés et du pouvoir d'apprendre, en bref ces machines qui s'efforcent d'imiter la vie.

Cette définition peut surprendre. Les machines, en effet, ne sont-elles pas de purs automates, ne sont-elles pas des engins dont le comportement est essentiellement passif et contraste, précisément, avec les actes "volontaires" que posent les êtres vivants? Et la vie n'est-elle pas, de par son essence même, inaccessible à la mécanisation?

C'est cette croyance à une différence fondamentale entre les pouvoirs d'action de la matière vivante et ceux de la matière inerte - croyance enracinée depuis des millénaires dans l'âme humaine - que la cybernétique vient heurter de front,

périmée. Les ingénieurs construisent - et cela ne date pas d'hier - des machines dont le comportement est, lui aussi, finalisé, des machines qui sont capables de poursuivre et d'atteindre, comme les animaux, des buts fixés d'avance. Un four électrique dont la température est réglée par un thermostat est un exemple. Le pilote automatique d'avion en est un autre et le projectile autoguidé, qu'il suffit de lancer dans la direction *approximative* de l'avion que l'on veut abattre, un troisième.

Ce sera à tout jamais la gloire de l'américain Norbert Wiener d'avoir fait le rapprochement entre les comportements finalisés de la machine et ceux de l'animal, et d'avoir dit clairement, le tout premier : si, dans la nature, on observe des comportements finalisés (c'est-à-dire dirigés vers des buts fixés *a priori*), et si l'on peut construire des machines capables de faire montre des mêmes comportements, les principes mis en œuvre dans les deux cas sont identiques. Il s'agit toujours d'un effet qui réagit sur la cause qui le produit, de ce que l'on appelle, en technique, une rétroaction ou un "feedback".

Cette analogie étant reconnue, il devenait tentant de proposer - et Wiener l'a fait - d'étudier dans un même cadre *tous* les comportements finalisés, qu'ils soient le fait de la matière vivante ou de la matière inerte. La cybernétique était née.

"We have been forced to coin a new word" - nous avons été obligé de forger un mot nouveau - écrit Norbert Wiener dès 1948. Et d'expliquer comment, à partir du grec *Kybernêtês* (pilote de navire), il a formé le vocable *Cybernetics*, que l'on a traduit en français par "cybernétique" en ignorant généralement que ce terme avait été utilisé par Ampère dans sa classification des sciences en 1834, pour désigner la science du gouvernement, et que son emploi, sous sa forme grecque, remonte à Platon!

Étymologiquement, la cybernétique serait donc une science du pilotage, du gouvernement, du contrôle. Mais dès l'origine, Wiener en donne une définition plus précise en sous-titre de l'ouvrage qu'il publie en 1948 sous le titre *Cybernetics* : la cybernétique sera la science du

QUE LA CYBERNETIQUE ?

avec une audace que renforce ses premiers succès.

Je concrétise par un exemple.

Nous avons tous le sentiment de la différence profonde qui existe entre le comportement d'un animal sauvage qui part en chasse dans la jungle, à la nuit tombante, et celui d'un bloc de rocher qui dévale la pente d'une montagne. Le mouvement du roc est régi par les lois physiques que nous connaissons bien, tandis que les évolutions de l'animal *semblent* échapper à ces lois. L'animal part en chasse avec un but : capturer une proie. Et ce but il l'atteint, en dépit des obstacles qui se dressent sur sa route, grâce à une certaine indépendance - du moins le croyons-nous - vis-à-vis de l'environnement, grâce à une sorte de 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.

C'est là que l'on a cru voir, pendant longtemps, la différence essentielle entre l'animé et l'inanimé, la différence qui permet de distinguer l'animal de la machine.

Cette conception est, bien sûr,

Une énorme confusion entoure le vocable "cybernétique".

La cybernétique, c'est la science des robots - vivants et non vivants.



La pupille de l'œil humain se contracte automatiquement sous l'influence de la lumière...

contrôle et de la communication dans l'animal et la machine.

La cybernétique apparaît ainsi comme la science qui s'est donné pour objet l'étude des systèmes - vivants et non vivants - que l'on peut qualifier d'autogouvernés, par opposition aux mécanismes dits "automatiques" au sens ordinaire du mot. Et la définition de la cybernétique donnée en 1948 par Wiener - malgré les sollicitations diverses dont elle a été l'objet - me paraît, aujourd'hui encore, la meilleure et la plus complète.



Il n'est probablement aucun domaine de la pensée ou de l'activité matérielle de l'homme, dont on puisse dire que la cybernétique n'y aura pas, tôt ou tard, un rôle à jouer. Et c'est ce qui confère à la cybernétique tous les caractères d'une science explosive.

Du point de vue technique, la cybernétique constitue la véritable clef de voûte de la seconde révolution industrielle, caractérisée par l'apparition des machines dites "intellectuelles" comme le fut la première - au siècle dernier - par l'expansion du machinisme de force.

Sous son impulsion, on assiste aujourd'hui à un développement intensif des machines réflexes qui, partant des régulateurs les plus simples, conduit tout droit à l'usine automatique en passant par des réalisations aussi spectaculaires que l'avion-robot ou que le pilotage automatique des automobiles sur les autostrades.

L'idée de construire des usines automatiques n'est pas neuve. On en a réalisé dans le passé, témoin cette usine à moudre le blé - complètement automatique - édifiée dès 1784 par Oliver Evans, aux environs de Philadelphie. Ce qui est nouveau, c'est ce vaste mouvement qui entraîne aujourd'hui l'industrie tout entière vers une utilisation de plus en plus massive des techniques d'automatisme.

Mais les machines de la seconde révolution industrielle ne sont plus des automates aveugles et stupides. Les machines de la seconde révolution industrielle se gouvernent elles-mêmes. Elles agissent en fonction de buts à atteindre, et non plus d'après des ordres reçus. Elles se passent de leurs serviteurs humains tout en échappant aux servitudes de l'automatisme absolu. L'automatisation fait place à l'„automation”.

De la première révolution industrielle est résulté un développement strictement "matériel" du machinisme: l'homme a augmenté dans des proportions formidables le nombre et la puissance des machines qu'il construisait, mais il a été obligé d'assumer le contrôle de ces machines. Des "muscles d'acier" ont été créés partout dans le monde, mais aucun "nerf" n'a été prévu pour en coordonner les mouvements (Walter). Cette tâche de coordination, qui a progressivement requis une part toujours plus importante de l'activité humaine, va pouvoir être confiée - enfin - à la machine elle-même.

Tel est le sens véritable de la seconde révolution industrielle, phénomène qualitativement très différent de l'essor des machines de force déclenché au siècle dernier.

Mais déjà se profile, à l'horizon, une troisième révolution industrielle: c'est celle qui verra se développer les machines adaptatives, les machines qui organiseront elles-mêmes leur structure afin de composer avec des champs de plus en plus larges de circonstances, les machines qui fabriqueront d'autres machines plus perfectionnées lesquelles, à leur tour, seront capables d'en-

gendrer d'autres modèles qui, échappant alors à toute emprise humaine et dégagés des limites qu'impliquait cette emprise, s'organiseront en véritables lignées autonomes.

De telles perspectives peuvent paraître utopiques, et cependant tout ceci est étayé par des faits d'ordre strictement scientifique, par des acquisitions fondamentales de la cybernétique qui, à peine née et par la mécanisation de l'apprentissage, allait prendre déjà un nouveau départ.

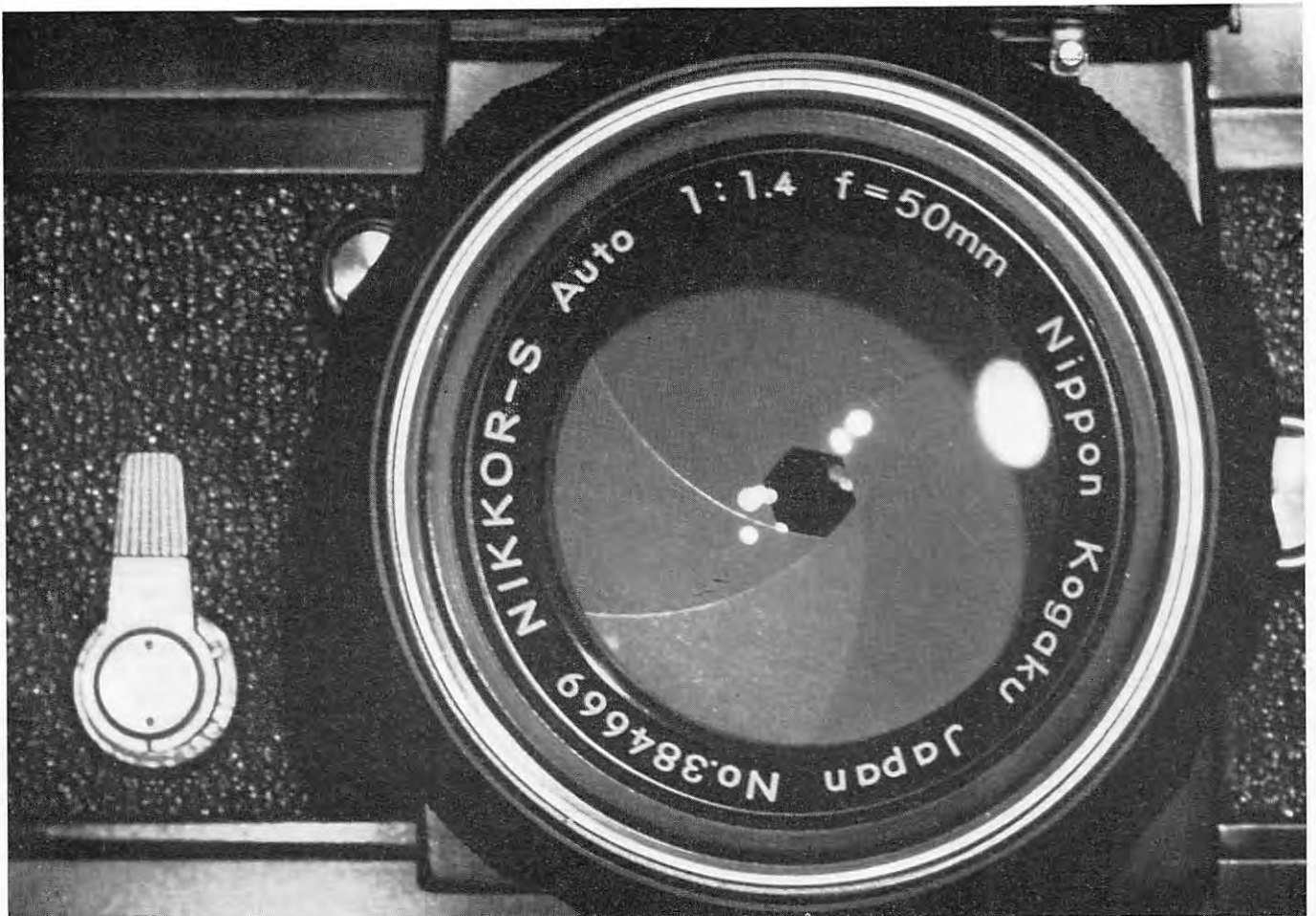
Dès les premiers pas de la cybernétique, la médecine, elle aussi, est présente. Wiener ouvre la voie en montrant que certains comportements réflexes de l'être humain peuvent être assimilés à ceux que l'on observe dans les servomécanismes. En fait, c'est l'entière de l'étude des fonctions régulatrices et des comportements réflexes qui rentre immédiatement dans le cadre

de la cybernétique. Mais ici comme dans le domaine des machines, la nouvelle venue a des objectifs plus ambitieux. Et c'est l'étude des fonctions cérébrales dites "supérieures", dont le prototype est l'intelligence, qui retient l'attention des cybernéticiens et va mobiliser toutes les énergies.

On peut pressentir que, dans les divers domaines des sciences humaines, la cybernétique va également jouer un rôle de première importance.

Sur le plan individuel, c'est la psychologie qui est appelée à trouver, dans la cybernétique, les moyens qui lui permettront de sortir de l'ornière dans laquelle, faute de pouvoir s'appuyer sur des théories valables, elle est actuellement enlisée. La psychologie s'est construite, jusqu'à présent, sur des bases expérimentales. Pour le cybernéticien, au contraire, la théorie du

*... tout comme se ferme, dans les mêmes circonstances, le diaphragme des appareils photographiques dits "automatiques".
Les principes mis en jeu sont cependant différents dans les deux cas, la cybernétique étant impliquée dans le premier mais non dans le second.*



**Les machines cybernétiques
sont des machines
capables de se gouverner
elles-mêmes grâce à la
mise en œuvre de circuits
"réflexes" qui leur
permettent d'agir,
non pas en fonction
d'ordres reçus
(comportements à
programmes),
mais bien en fonction
des buts à atteindre
(comportements finalisés).**

comportement est une théorie physique dont la complexité s'oppose à l'exploitation immédiate, mais que les machines à calculer électroniques permettront d'élaborer demain. Les progrès rapides de la pédagogie cybernétique ouvrent toute large cette voie.

Sur le plan collectif, les sciences économiques paraissent être les premières à devoir bénéficier des apports de la cybernétique. L'établissement et le maintien des courants d'échange des produits impliquent l'existence de systèmes de régulation qui mettent en jeu la notion de feedback. L'étude de ces phénomènes rentre alors dans le cadre de la cybernétique, qui se révèle capable d'expliquer des processus peu ou pas compris jusqu'ici.

Les sciences sociales, c'est évident, devront se référer largement, dès que ce sera possible, à la cybernétique, car la science qui s'est donné pour objectif de régir le comportement des individus doit forcément se révéler apte à étudier les rapports qu'ils peuvent avoir entre-eux.

Sur le plan politique, les relations entre les gouvernements et les peuples mettent en jeu des circuits à feedbacks. Il en est de même des relations entre les gouvernements eux-mêmes.

Dans le domaine des arts aussi, la cybernétique fait ses premières armes. La peinture électronique, les machines à écrire des poèmes ou à composer de la musique en sont, avec d'autres, quelques manifestations.

Et il n'est pas jusqu'aux sciences morales qui ne s'annoncent tributaires de la nouvelle discipline. Il n'y a pas d'éthique sans feedback, a dit Grey Walter, ajoutant audacieusement : On peut même soutenir que l'élaboration d'un code moral n'exige rien d'autre!...

Mais c'est aux confins de l'art de l'ingénieur et de la biologie que la cybernétique va révéler ses aspects les plus audacieux.

L'imitation des fonctions cérébrales supérieures et l'explication du fonctionnement du cerveau posent en effet, à la cybernétique, un problème difficile. C'est à celui-ci que s'attaquaient, dès la naissance de la cybernétique, le neurologue anglais

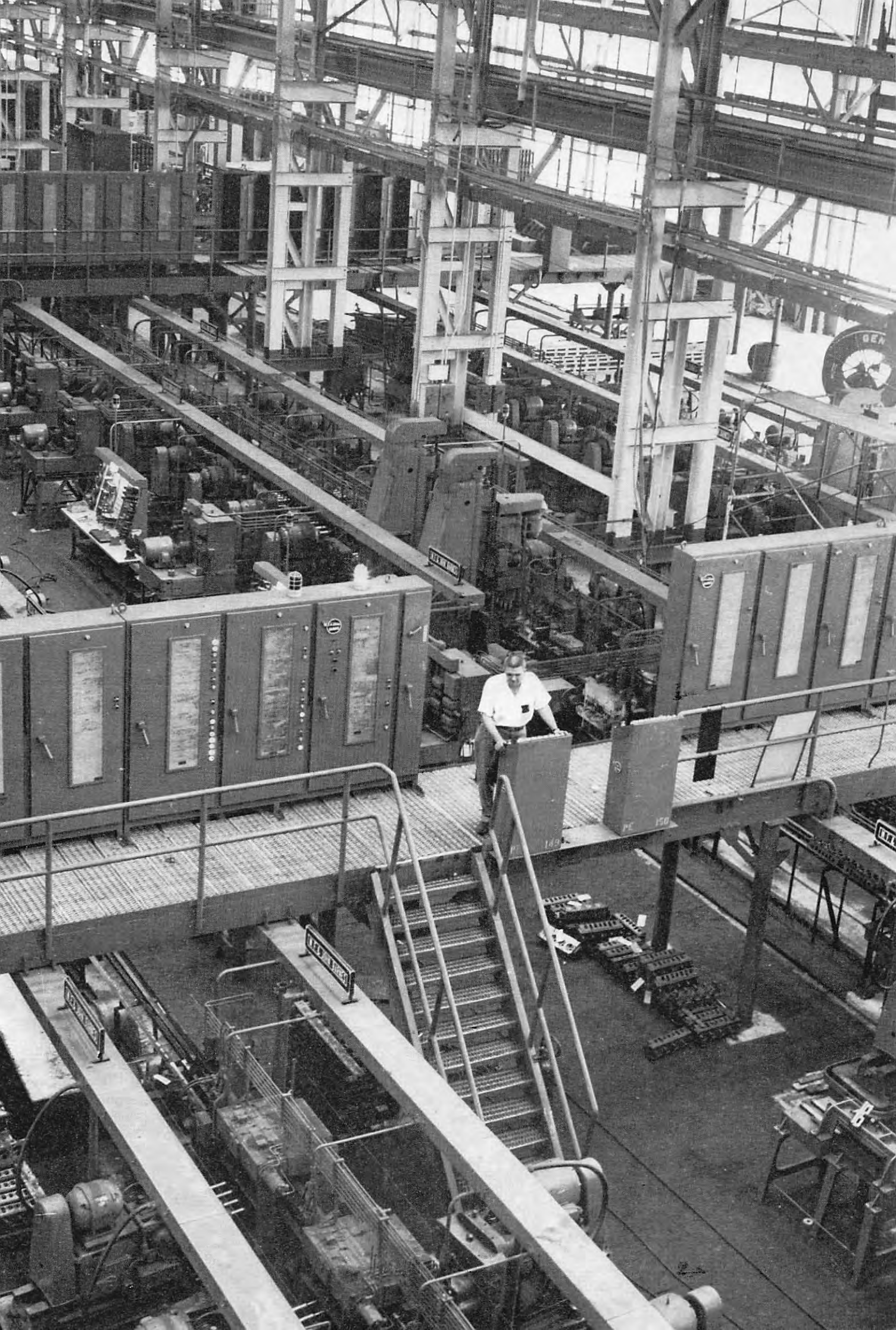
Grey Walter et le psychiatre Ross Ashby, anglais également.

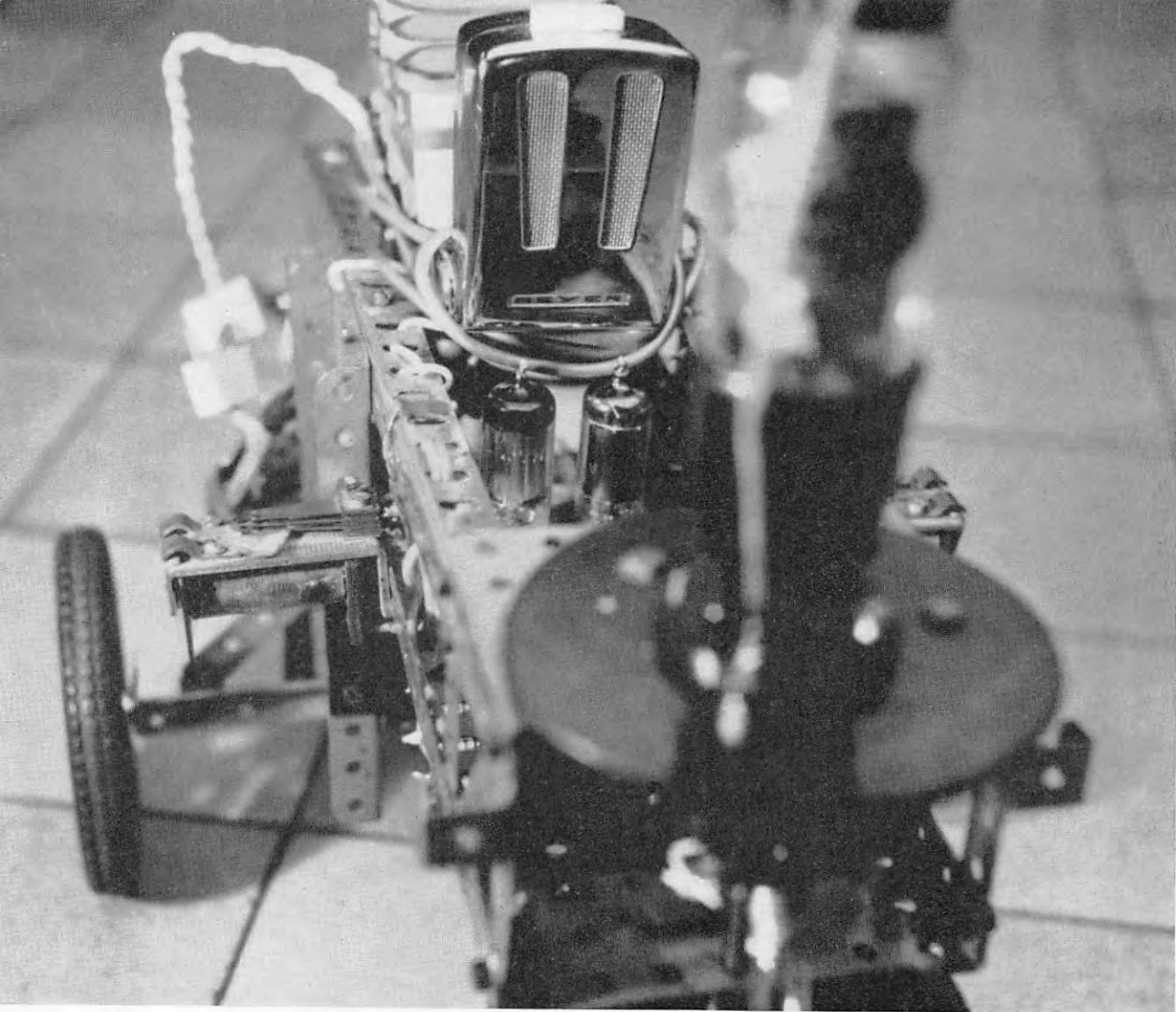
Il a été fait grand bruit, mais trop souvent sur le plan de la vulgarisation scientifique seulement, autour des expériences que Grey Walter a effectuées dans son laboratoire du Burden Neurological Institute, à Bristol, où il a construit ces animaux artificiels bien connus sous le nom de "tortues électroniques".

De quoi s'agit-il? Tout simplement d'appareils de démonstration, de modèles destinés à illustrer ce fait, que des mécanismes simples et peu nombreux, reliés entre-eux et avec le milieu ambiant par des feedbacks convenablement organisés, peuvent faire montre de comportements extrêmement complexes qui sont exactement du même type que ceux que l'on observe chez les êtres vivants, et que l'on a coutume de considérer comme étant inaccessibles à la machine. C'est pour mieux frapper l'imagination - et aussi quelque peu par humour - que Grey Walter a donné à ces mécanismes des apparences extérieures qui rappellent celles de certains animaux dont la silhouette nous est familière.

Il faut avoir observé les tortues en action, il faut avoir vu comment elles explorent minutieusement les espaces qui leur sont offerts, comment elles luttent avec acharnement pour vaincre les obstacles qui s'opposent à leurs déplacements, comment elles "s'abreuvent" aux sources d'énergie électrique qu'elles recherchent avec avidité, en bref il faut s'être rendu compte du "réalisme vital" qui se dégage du comportement de ces créatures, faites de toutes pièces de la main de l'homme, avant de porter un jugement sur les idées de Grey Walter quand il demande de conclure : puisque nous pouvons imiter, au moyen de mécanismes dont le fonctionnement est basé uniquement sur des lois physiques connues, les comportements que montre la vie, il est déraisonnable d'exiger, pour l'explication de ces mêmes comportements quand ils

L'usine de la seconde révolution industrielle construira des automobiles et des avions. L'usine de la troisième révolution industrielle dira comment il faut faire pour construire de meilleures automobiles et de meilleurs avions, et établira ses programmes de fabrication sur la base de ses propres conclusions.





L'animal électronique imite les comportements des animaux vivants.

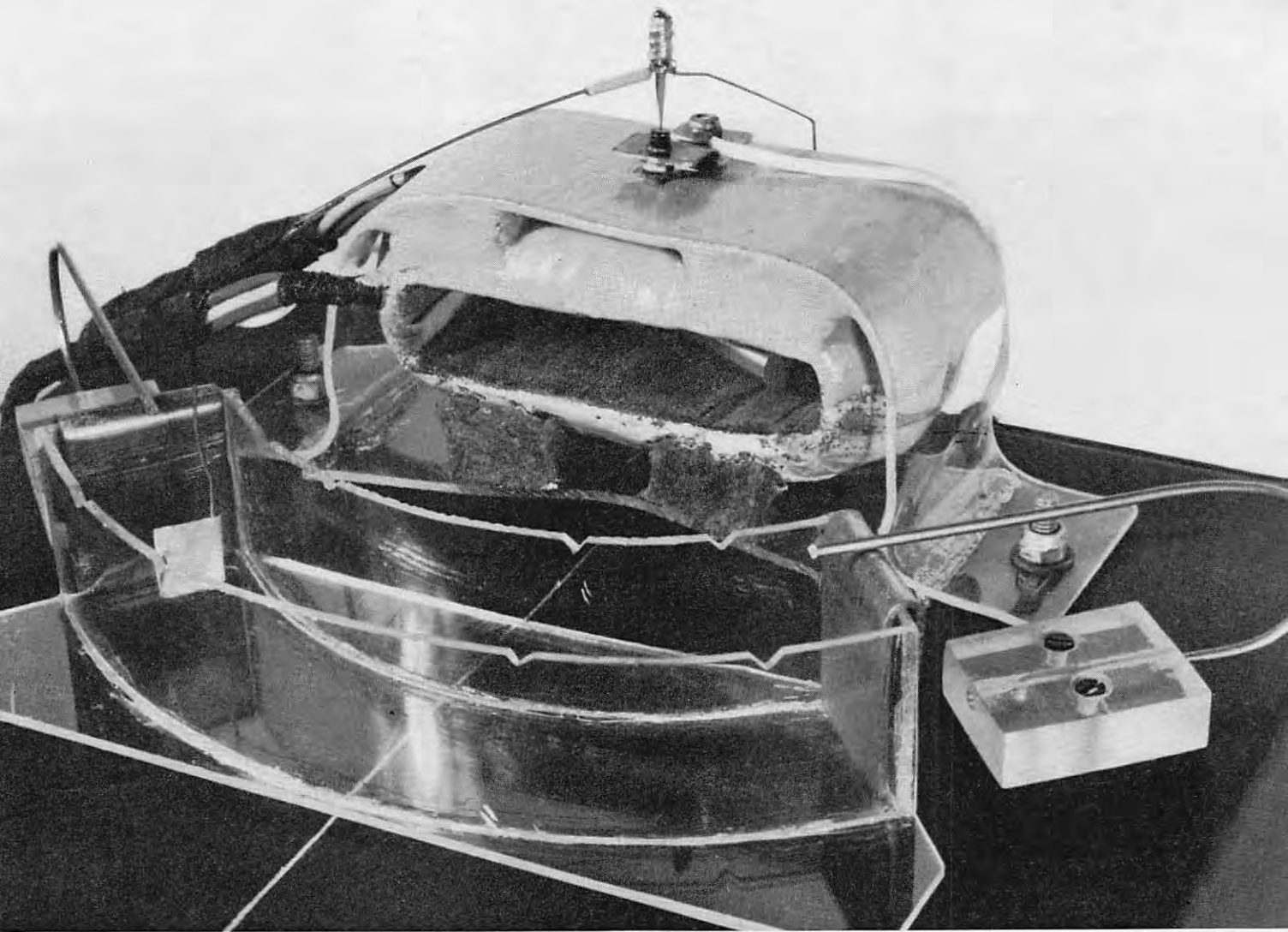
sont le fait de la matière vivante, l'intervention de lois ou de principes échappant actuellement à l'investigation scientifique.

Les amateurs de zoologie électronique se sont rapidement trouvés légion, dotant leurs créatures de possibilités de plus en plus larges. Ils ont développé l'appareil locomoteur, les organes des sens. Rien ne s'oppose, d'ailleurs, à la création d'êtres artificiels dotés d'un langage ou de tout autre moyen de communication. On peut imaginer de les rendre sensibles à l'harmonie des sons, des lignes ou des couleurs, et de mécaniser, à l'instar de la vie, les phénomènes de croissance et de reproduction. C'est affaire de technique, et non de principe.

Mais toutes ces réalisations restaient cependant cantonnées dans le domaine du machinisme réflexe. Placées plusieurs fois dans des conditions identiques, ces mécaniques réagissaient de la même façon. Elles étaient incapables de tirer parti des résultats d'une expérience, elles étaient incapables "d'apprendre".

La matière vivante, au contraire, présente au plus haut degré cette

La cybernétique jette un pont entre l'animé et l'inerte. Construire des machines imitant la vie et expliquer, du même coup, la vie par la mécanique, tel est son objectif.



Le cerveau artificiel surclassera-t-il le cerveau humain ? Ci-dessus : une "tête" de l'homéostat, la machine "vivante".

capacité d'adaptation sans laquelle le règne végétal et le règne animal n'auraient jamais pu se développer sur notre planète. Les organismes animés ne réagissent pas d'une manière invariable aux sollicitations du milieu, ils apprennent, ils s'adaptent.

La mécanisation allait-elle trouver ici ses limites, vouant à l'échec la tentative de réalisation de cette synthèse vie-machine, clef de voûte de tout l'édifice cybernétique? Les comportements d'adaptation allaient-ils constituer ces fameux critères de définition de la vie, que l'on arrivait de plus en plus difficilement à formuler? En d'autres termes, avait-on enfin trouvé la "barrière" séparant définitivement l'animé de l'inerte, l'animal de la machine?

On aurait pu un instant être fondé à le croire. Mais bientôt un fait nouveau, brutalement, s'imposait : Grey Walter était parvenu à mécaniser l'apprentissage par réflexes conditionnés.

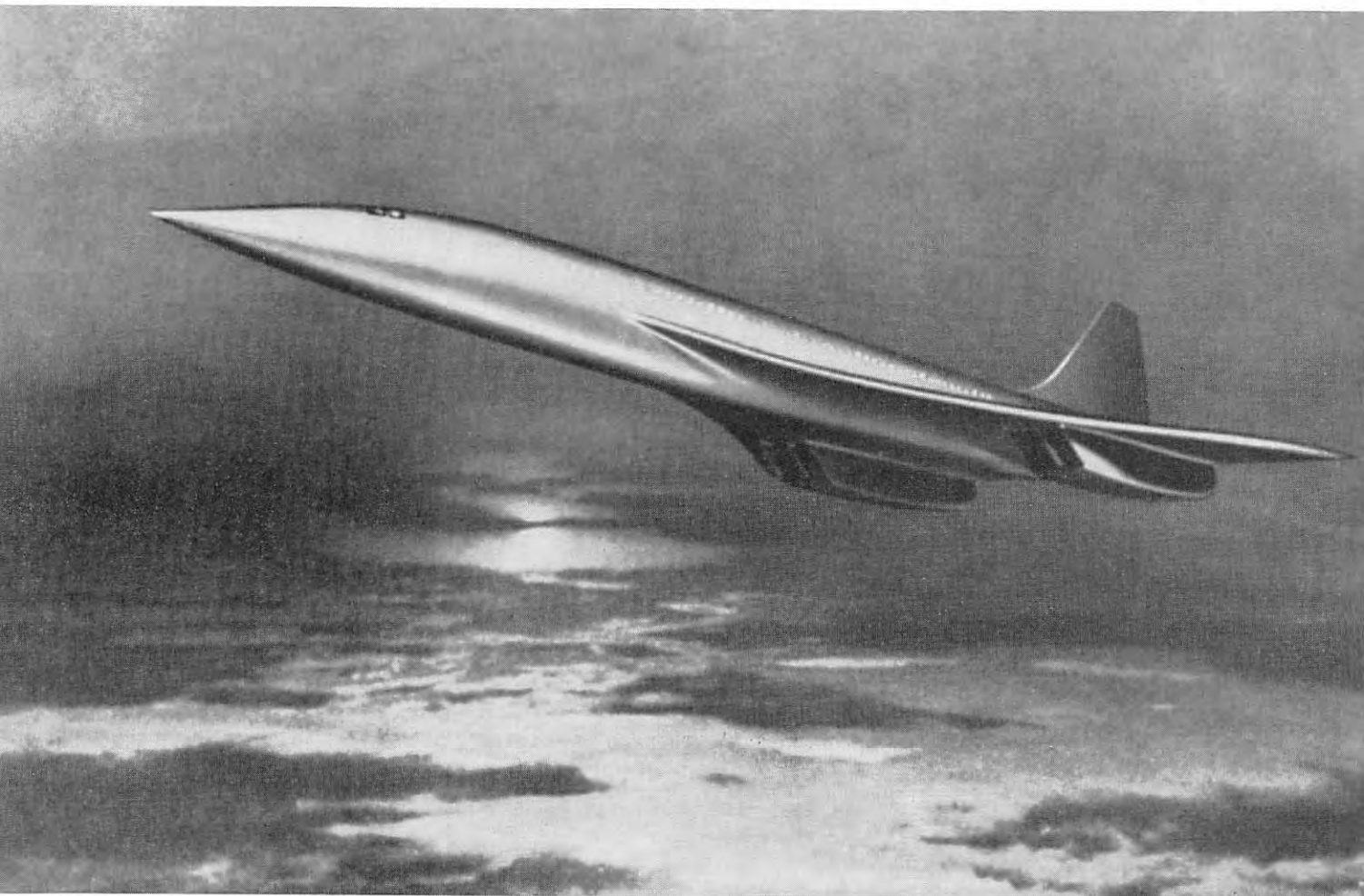
De quoi s'agit-il? On connaît les expériences de Pavlov. Un chien qui salive à la présentation d'un repas systématiquement précédée

d'un son de cloche, salivera bientôt au seul tintement de la cloche, car il aura "appris" que ce bruit annonce la venue de la nourriture. On imaginait mal qu'une machine pût un jour faire montre d'un comportement semblable. Et pourtant les animaux électroniques de Grey Walter, attirés par des sources lumineuses, accourent bien vite au seul appel d'un coup de sifflet si le son du sifflet a accompagné précédemment la présentation des lumières.

Jeux puérils ou œuvre de pionnier? Oeuvre de pionnier, il faut le dire avec force. Et je veux, quant à moi, faire la part de ce qui a précédé l'expérience de Grey Walter et de ce qui la suivra.

La mécanisation de l'apprentissage est un de ces faits dont la portée ne se mesure pas à l'échelle des années. C'est un événement qui est appelé à marquer de son empreinte des siècles du développement futur de l'humanité, un événement auquel seul pourrait être comparé l'avènement de la machine lorsque, sous sa forme la plus primitive - le levier ou la fronde peut-être - elle fit son

Grey Walter dit à peu près ceci : "N'affirmez pas a priori que la vie ne fonctionne pas comme une mécanique, puisque la mécanique permet d'imiter la vie".



Comparons nos techniques à celles d'un Archimède ou d'un Léonard de Vinci. A quel niveau un saut parallèle, dans le domaine des machines intellectuelles, ne nous conduirait-il pas ?

C'est une certitude désormais, que l'avenir verra la production intellectuelle de l'humanité multipliée, à son tour, par des facteurs dont on ne peut prévoir les valeurs. Ce jour-là, "l'industrialisation de la science" aura suivi celle de la technique. Et ce jour-là aussi les œuvres de nos plus grands savants d'aujourd'hui, à l'égal des réalisations techniques des siècles passés, auront cédé le pas aux productions massives et ne feront plus figure que de produits d'un "artisanat intellectuel" dépassé, vestige d'un âge à jamais révolu.

apparition chez nos ancêtres des temps préhistoriques. Regardons le développement du machinisme actuel, et nous serons bien forcés de reconnaître qu'il est vain de vouloir prophétiser quant à l'avenir des machines... intellectuelles.

Car c'est bien là l'enjeu de la révolution cybernétique. Les machines qui ont été construites et utilisées jusqu'à présent par l'homme, travaillent uniquement (ou presque)

sur le plan matériel. Nous avons construit des machines qui déploient des efforts auprès desquels la force humaine est quantité dérisoire. Nous avons construit des machines qui nous permettent de vaincre l'espace et le temps, de dompter la matière et l'énergie. Nous avons construit des machines qui calculent plus vite que l'homme, et qui possèdent des mémoires plus puissantes que la sienne. Mais nous n'avons pas

La conscience pourrait-elle naître dans une machine ? Il n'y a pas de réponse actuellement à une telle question. Conscients que nous sommes de notre pensée propre, nous admettons que la pensée existe également chez nos semblables, en leur accordant une sorte de "bénéfice de l'analogie". Mais nous répugnons généralement à accorder ce même bénéfice à une machine. Il n'y a cependant aucune expérience au monde qui puisse prouver que l'homme "pense" réellement. Tout ce que l'on peut observer, c'est qu'il se comporte "comme s'il pensait". Et le cybernéticien est bien forcé d'admettre que, si une machine offre toutes les manifestations d'une conscience naissante, cette conscience existe effectivement ou - ce qui du point de vue pratique est exactement équivalent - que tout se passe comme si cette conscience existait.

encore créé de machine plus "intelligente" que l'homme : les cerveaux électroniques - on se plaît assez à le répéter - sont essentiellement serviles.

Avec l'ère des machines douées du pouvoir d'apprendre se dessine la certitude de voir se développer des "mécaniques" dont l'intelligence - au sens propre du terme - pourra dépasser celle de leurs constructeurs humains. Peu importe que, dans l'expérience de Grey Walter, la capacité d'apprentissage soit rudimentaire. Seule l'existence du fait qualitatif compte. Elle ouvre la voie aux réalisations les plus spectaculaires.

Et quand Ross Ashby, avec son homéostat, nous offre une préfiguration du pilote automatique d'avion de l'avenir, de celui qui modifiera sa manière de piloter en cas de défaillance du matériel, de celui qui luttera véritablement contre l'adversité comme le ferait un pilote humain aux prises avec les mêmes difficultés et arrivera, par exemple, à agir (d'initiative propre) à contretemps sur un mécanisme faussé pour obtenir un résultat correct, alors on voit venir les robots qui, par le jumelage des machines intellectuelles et des machines de force, nous surclasseront sur tous les plans.

Nous n'avons pas à nous rebiffer devant ces perspectives fantastiques. Nous sommes fiers de nos automobiles et de nos avions. Et aussi de nos ordinateurs électroniques et de nos machines à traduire. Pourquoi faudrait-il que nous en restions là ?

Les objectifs de la cybernétique apparaissent maintenant dans toute leur ampleur.

La cybernétique wienérienne, celle des mécanismes réflexes, s'est rapidement transformée en une cybernétique plus vaste, une cybernétique que j'ai proposé d'appeler cybernétique générale (ou généralisée), dont l'ambition est de construire des machines intelligentes et d'expliquer - totalement - les phénomènes de la vie.

Au début de l'ère de la pensée artificielle, l'activité intellectuelle des machines ne constituera vraisemblablement qu'une extrapolation, qu'un prolongement de nos propres activités cérébrales. Mais il n'est pas interdit de croire qu'il puisse

devenir possible, en modifiant les mécanismes d'abord mis en œuvre, d'y provoquer l'apparition de modes de pensée qui nous sont inconnus.

Notre cerveau en effet, considéré du point de vue physiologique, est un organe dont le rôle essentiel est d'assurer la survivance de l'espèce. Il s'est développé, au cours de l'évolution, en fonction des seuls critères de sa propre conservation et de celle des organismes auxquels il était associé. Il est conditionné de manière à nous permettre de tirer parti des observations dont dépend directement notre existence, mais il n'est pas conçu pour nous aider à comprendre les mystères de la Nature. Ceux-ci nous échappent complètement et il est possible que la compréhension doive nous en rester interdite à jamais, de par la nature même de nos structures cérébrales.

Les machines, par contre, pourront, avec l'aide de la technique, être développées dans des conditions pratiquement illimitées et être con-

ditionnées dans des directions variées. Et des cerveaux électroniques dont la conception, après s'être inspirée à l'origine des réalisations naturelles, s'en écarteraient ensuite délibérément, pourraient vraisemblablement s'aventurer dans des régions très étrangères aux domaines assignés à nos propres activités mentales, dans des sphères de pensée qui nous sont hermétiquement fermées et d'où - à l'instar des engins que, sur le plan matériel, nous utilisons pour explorer les espaces qui nous sont encore (momentanément) inaccessibles - ils nous ramèneraient les résultats de leurs "prospections intellectuelles".

Dans la mesure où ces résultats seraient (ou pourraient être rendus) accessibles à notre entendement, ils nous apporteraient peut-être des réponses aux grands problèmes qui passionnent l'humanité.

Georges R. BOULANGER

Est-il, à l'horizon, une domination possible de l'homme par les machines intelligentes? C'est évidemment théoriquement possible. Mais il faut bien voir que si une pareille évocation est très intéressante du point de vue philosophique, la "révolte des robots" est sans rapport aucun avec les développements qui sont actuellement en vue.

un créateur

Norbert WIENER

par **Léon DELPECH**

*Professeur à l'Université de Caen
Président de la Société Française de
Cybernétique*

Norbert Wiener est né à Columbia, dans le Missouri, le 26 novembre 1894. Son père, israélite russe émigré, appartenait à une vieille famille juive espagnole que l'on disait descendue de Maimonide. Sa mère était Bertha Kahn.

Le père de Wiener dirigeait la section des langues slaves à l'Université Harvard. C'était un polyglotte prodigieux. C'est lui notamment qui traduisit, et introduisit en Amérique, les œuvres de Tolstoï. Il avait, pour son fils, les plus grandes ambitions et le moins que l'on puisse dire, c'est que ses espoirs n'ont pas été déçus...

Un enfant prodige

Le jeune Norbert avait tout de l'enfant prodige. Il savait lire à l'âge de dix-huit mois. A sept ans, il connaissait par cœur l'œuvre de Darwin et il prenait connaissance avec amusement, dans des revues scientifiques, des articles que l'on écrivait sur son cas. Comme Leibnitz enfant, il "dévora" les livres de la bibliothèque de son père.

Une de ses découvertes d'enfance furent les célèbres "Leçons sur l'hystérie" de Charcot. C'est l'explication, peut-être, de l'intérêt que manifesta plus tard Wiener, pour la psychologie et la pathologie.

Licencié ès sciences à quatorze ans!

Licencié ès sciences à quatorze ans, docteur ès sciences à dix-huit, polyglotte comme son père (il parlait sept langues, dont le chinois) le nouveau diplômé tint, comme beaucoup d'hommes de science américains de cette époque, à venir en

Europe parachever sa formation intellectuelle. On le trouve d'abord à Cambridge, où il reçoit l'enseignement philosophico-mathématique de Bertrand Russell, et plus tard en Allemagne, à Göttingen, où il devient le disciple de Hilbert. A son retour aux Etats-Unis, il est nommé professeur au Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.) où il va enseigner, pendant 42 ans, les mathématiques et certaines disciplines connexes. Ceci ne l'empêchera pas, d'ailleurs, de revenir souvent en France où il se lie avec des mathématiciens tels que Hadamard, Lebesgue, Fréchet, Paul Levy, Bouligand et quelques autres. Il donne aussi des cours à l'Université de Cambridge, à Copenhague, à Göttingen. On le rencontre même en Chine, à la Tsing Hua Université de Peiping.

L'orientation ultime

Survient alors la seconde guerre mondiale. C'est elle qui allait décider de l'orientation ultime de Wiener.

Amené à étudier, avec d'autres chercheurs parmi lesquels se trouvaient notamment Warren McCulloch et Arturo Rosenblueth, la réalisation d'un appareil de tir contre avions aussi efficace que possible, le "mathématicien" Wiener participe à la mise au point d'un dispositif essentiellement technique, le "predictor". Dans cette machine, le feedback joue un rôle fondamental dont l'étude mathématique l'avait beaucoup intéressé. Mais l'esprit encyclopédique de Wiener ne pouvait évidemment se trouver rassasié d'un travail aussi spécialisé. Ses contacts avec ses coéquipiers lui

avaient ouvert des horizons nouveaux, dans des disciplines qui n'étaient pas la sienne, l'art de l'ingénieur, la biologie, la physiologie, et il allait rapidement jeter les bases d'un vaste mouvement de regroupement d'idées éparses dont il avait - lui - reconnu l'unité profonde.

Il reprend alors contact avec la France où le physiologiste Louis Lapicque était préoccupé par des problèmes assez analogues, et où Louis Couffignal cherchait à introduire l'arithmétique binaire dans la théorie des machines à raisonner et travaillait à la construction d'un de ces engins. Ce fut, pour Wiener, une période d'activité scientifique intense, qui allait le conduire à la publication, en 1948, de son ouvrage fondamental, "Cybernetics", qui peut être considéré comme étant la charte de la cybernétique.

La parution de ce livre eut, dans le monde entier, des répercussions énormes. Je me bornerai, pour maintenir ce texte dans des limites acceptables, à en évoquer brièvement quelques aspects français.

En France donc, c'est le R.P. Dubarle, professeur à l'Institut Catholique de Paris, qui ouvre le feu avec un article qu'il écrit dans le journal "Le Monde" en date du 28 février 1948, intitulé "Une nouvelle science : la cybernétique. Vers la machine à gouverner". C'est l'acte de présentation de la cybernétique aux Français. Les milieux médicaux réagissent promptement, avec des articles de Gastaud, de Schutzenberger, de Martiny. Des conférences, des colloques sont organisés, notamment celui de Louis de Broglie, en 1950, sur le thème : La cybernétique, le signal et l'information. L'accord sur les vues nouvelles n'est pas unanime. La polémique devient aiguë avec les critiques violentes du Dr. Cossa qui s'oppose aux conceptions que professe Gastaud à la Faculté de Médecine de Marseille, et que ce dernier expose au cours de deux colloques qu'il organise dans le but de "faire le point".

C'est à cette époque aussi que la revue "Esprit" publie un numéro spécial sur "Les machines à penser" et que trois personnes, que leurs occupations professionnelles avaient amenées à s'intéresser à divers aspects de la cybernétique, MM. Scotto di Vettimo, Jacques et Robert

Valle, créent, à Paris, un cercle d'études cybernétiques.

Dès 1950 Wiener publie un deuxième ouvrage, intitulé dans sa version originale "The Human Use of Human Beings" et traduit en français sous le titre "Cybernétique et Société", d'où sont bannis les développements mathématiques et qui s'adresse à l'homme cultivé, mais non spécialisé. La même année il fait un cours au Collège de France et, en 1951, il participe au Colloque International sur "Les machines à calculer et la pensée humaine", organisé à Paris par Louis Couffignal, sous l'égide du Centre National de la Recherche Scientifique. Ashby, Grey Walter, McCulloch étaient là également.

A partir de ce moment, Wiener consacra l'essentiel de son temps à son enseignement du M.I.T. Il fera cependant encore des cours à l'Institut Indien de Statistique de Calcutta, à l'Université de Naples, et en quelques autres lieux. C'est au cours d'un voyage d'étude en Suède qu'il est mort, à Stockholm, le 18 mars 1963, d'une crise cardiaque.

Wiener a laissé aussi une œuvre mathématique très importante. Ses idées étaient éminemment "prospectives". Dans les dernières années de sa vie, il s'intéressa spécialement à la prothèse électronique, c'est-à-dire aux appareils de prothèse commandés directement par le cerveau. Outre ses œuvres scientifiques il a publié quelques livres d'un intérêt moins direct, dont deux œuvres autobiographiques et un roman.

Avec Norbert Wiener a disparu un homme dont l'activité fut prodigieuse. Nous allons maintenant mesurer son œuvre dans le domaine de la cybernétique.

Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine

Par une de ces contradictions étranges dont l'histoire a le secret, c'est à Paris mais en anglais que fut publié, en 1948, l'ouvrage de Wiener intitulé "Cybernetics" avec, comme sous-titre explicatif, "Control and Communication in the Animal and the Machine".

L'explication est simple. Le manuscrit avait été refusé par les éditeurs américains, et ce n'est qu'en der-

C'est à Paris mais en anglais que fut publié, en 1948, l'ouvrage fondamental de Wiener intitulé "Cybernetics" avec comme sous-titre explicatif, "Control and Communication in the Animal and the Machine". C'est la charte de la cybernétique.



Wiener a laissé aussi une œuvre mathématique très importante. Ses idées étaient éminemment "prospectives".

nière minute que les presses du M.I.T. (The Technology Press, Cambridge, Mass.) et John Wiley, de New York, acceptèrent la coédition avec Hermann, éditeur à Paris, qui avait décidé de publier le texte dans sa version originale en langue anglaise. Le succès fut grand. Vingt mille exemplaires furent rapidement vendus et la seconde édition s'est faite, elle, aux Etats-Unis.

Le "Cybernetics" est un volume de 194 pages. C'est un ouvrage fort curieux, fait plus d'intuition que de démonstration. Le lecteur est plus d'une fois laissé "sur sa faim". L'auteur ne fait souvent qu'effleurer les sujets mais en ouvrant, et c'est l'essentiel, des voies neuves. Par ailleurs, le niveau du livre est extrêmement irrégulier. Tantôt il est rédigé d'une façon très simple et la lecture en est à la portée du grand public, tantôt il contient des développements mathématiques qui supposent déjà une culture scientifique assez étendue. Malgré ses défauts, qui résultent du fait qu'il concrétise

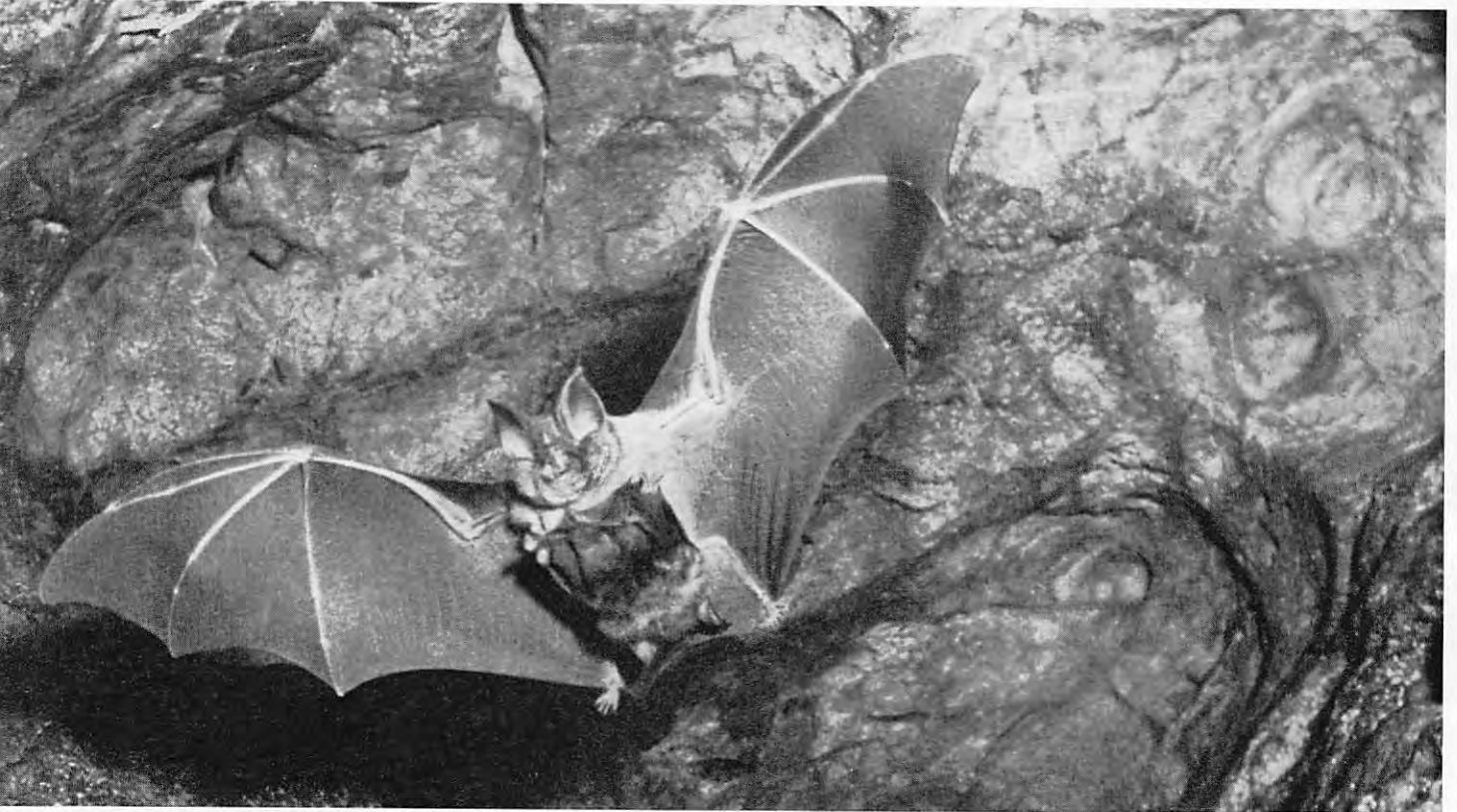
une grande quantité de recherches éparses, c'est néanmoins cet ouvrage qui a marqué le départ de la révolution cybernétique.

Une triple révolution

La révolution cybernétique déclenchée par les travaux de Norbert Wiener se situe sur trois plans distincts : le plan de la machine, le plan de la nature, le plan de la pensée.

Révolution sur le plan de la machine

Si l'on se penche sur l'histoire de la technique, on voit que la notion de machine a subi une évolution qui l'a conduite du stade de la machine statique, simple transformatrice de mouvements, à celui de la machine dynamique, qui transforme des énergies de manière à les rendre utilisables pour des buts déterminés (se déplacer, comprimer de l'air, etc.). Ces machines, au début, devaient



La chauve-souris évite les obstacles, dans l'obscurité, au moyen d'un "radar" à ultra-sons. Alvin Brown, de la Lockheed Missiles and Space Co., s'en est inspiré pour construire une prothèse pour aveugles.

Alvin Brown effectuant une démonstration de la prothèse pour aveugles. Des ultra-sons sont émis constamment par l'appareil. Ils sont réfléchis par les obstacles éventuels, dont ils signalent ainsi la présence.



être conduites par l'homme. Avec le développement des techniques d'automatisme, cette conduite a progressivement pu être abandonnée aux machines elles-mêmes, celles-ci travaillant alors suivant des programmes établis par l'homme et y incorporés.

Les machines cybernétiques, elles, sont des machines qui ne travaillent plus selon des programmes rigides mais qui peuvent s'adapter, dans certaines conditions, à des situations non prévues par leur constructeur. Elles imitent, en cela, certains comportements des êtres vivants.

L'homéostat de Ashby, les "tortues" de Grey Walter, les multistats du Dr. Sauvan sont des exemples de telles machines.

La notion de machine cybernétique débouche sur des horizons illimités

La notion de machine cybernétique élargit le concept classique de machine dans des proportions telles que l'on ne peut plus, actuellement, lui assigner de limite.

Le point de départ de cette évolution fut marqué - bien avant Wiener - par l'apparition de la régulation dans l'industrie. Cela date de l'époque où le régulateur de Watt, inventé dès 1788, fut monté sur des machines à vapeur. Lorsqu'une machine ainsi équipée voit sa charge diminuer et se met donc à accélérer,

des masses tournantes, soulevées par l'action de la force centrifuge accrue résultant de l'augmentation de la vitesse, agissent sur un levier interrompant en partie l'admission de la vapeur. Et inversement. Un réglage approprié permet d'obtenir une vitesse constante de la machine (aux fluctuations près, qui sont nécessaires au fonctionnement du dispositif).

On se trouve ici en présence d'un programme semi-rigide, dont Maxwell a établi la théorie en 1868.

Mais le progrès va consister à rendre de plus en plus souple l'auto-guidage des machines, qui deviendront d'autant plus "cybernétiques" qu'elles se dégageront davantage des sujétions des programmes.

Cette révolution de la machine cybernétique conduit à une libération, pour l'homme, des tâches serviles, et à l'automatisation des usines qui se fait peu à peu dans les pays les plus industrialisés. Les conséquences de ce phénomène sont considérables. Elles peuvent avoir des incidences dangereuses si on n'arrive pas à les prévoir.

A des stades encore plus évolués, la machine cybernétique peut être mise en interaction avec l'homme. Citons, pour fixer les idées, l'anesthésie cybernétique et la prothèse électronique, où l'on utilise directement des manifestations électriques de la pensée pour commander le sommeil ou bien le mouvement de certaines prothèses, une main artificielle par exemple.

Par une extrapolation hardie le Dr. Page, des Laboratoires de Recherches de la Marine américaine, à Washington, envisage même la possibilité d'établir des relations directes entre l'homme et les machines les plus complexes, au moyen d'une sorte de transmission électronique de la pensée même. Toutes les ressources d'un puissant cerveau électronique pourraient ainsi être mises directement au service du cerveau humain sur lequel il serait branché, provisoirement ou définitivement. On pourrait même dire alors qu'il ferait partie du cerveau de l'homme, cette combinaison homme-machine étant de très loin supérieure à n'importe quel surhomme imaginable.

Tels sont, avec d'autres, quelques développements auxquels Wiener a ouvert la voie. Il n'est pas exagéré de parler de révolution à ce sujet.

Des machines qui se reproduisent

Peut-on aller jusqu'à envisager l'existence de machines capables de se reproduire, ce qui conduirait à la notion de machines non construites par l'homme?

Bien que se situant, pour le moment, sur un plan quasi théorique, de telles machines sont parfaitement concevables.

Examinons le raisonnement par lequel le mathématicien John von Neumann a montré la possibilité d'une autoreproduction de machines. Il commence par axiomatiser, d'après Turing, la notion d'automate. Un automate calculateur est essentiellement un appareil capable, si on lui donne une instruction et une suite finie de nombres, de poursuivre indéfiniment le développement de cette suite selon la loi fournie par l'instruction. C'est ainsi qu'un calculateur peut exister, qui reçoit comme instruction n'importe quelle loi de fonctionnement caractéristique d'un automate particulier. D'après von Neumann, on peut étendre cette notion d'automate universel et l'appliquer à des machines capables de produire, sur instruction, des séquences et des agrégats constitués, cette fois, non plus par des nombres imprimés sur un ruban, mais par des éléments de machines. Le problème de l'auto-reproduction peut alors être énoncé comme suit : Peut-on construire un agrégat fait de pareils éléments de machines, de telle manière que si l'on place cet agrégat dans un réservoir où flottent d'autres éléments en grand nombre, ce premier agrégat commencera à en construire d'autres, dont chacun, à la fin, sera un automate semblable à l'original? - C'est réalisable, a dit von Neumann.

Le généticien britannique Penrose a perfectionné la notion de machine reproductrice, en fabriquant des modèles présentant de nombreuses analogies, mais cette fois sur les plans de la chimie et de la biologie, avec les organismes vivants. Ces modèles sont rudimentaires, mais on peut aller plus loin. C'est ainsi que le Dr. Edward Moore, des Bell Telephone Laboratories, pense que, dans quelques décennies, on pourra construire des machines autoreproductrices économiquement utiles. Ce seraient, par exemple, des machines

On a déjà utilisé des cerveaux électroniques pour collaborer à l'invention d'autres cerveaux électroniques.

minières ou des moissonneuses amphibies, qui nous ramèneraient du minerai du sous-sol marin ou des moissons de l'océan. Ces machines seraient autonomes en ce sens qu'elles utiliseraient de l'énergie solaire, ou encore celle de carburants ou d'aliments qu'elles trouveraient au cours de leur travail, en même temps qu'elles fabriqueraient, quand la nécessité s'en ferait sentir, d'autres machines de leur espèce. De tels esclaves mécaniques nous enrichiraient, non seulement en travaillant, mais aussi en se reproduisant.

Pour la plupart des tâches, cependant, il ne sera pas nécessaire que les machines se reproduisent au sens strict. On pourra leur demander seulement d'établir les projets de machines plus perfectionnées ou de se perfectionner elles-mêmes. On a déjà utilisé des cerveaux électroniques pour collaborer à l'invention d'autres cerveaux électroniques. Les implications sont évidentes et stupéfiantes.

Révolution sur le plan de la nature

L'histoire de la pensée nous conduit à envisager, dans le passé, deux attitudes face à la nature : l'attitude réaliste et l'attitude idéaliste.

Les humanismes anciens étaient tous fondés sur l'idée de nature. C'est évident pour la Grèce ou pour l'Europe de la Renaissance, mais il en alla semblablement à toutes les époques et sous toutes les latitudes. Si le Médiéval, le Byzantin, l'Égyptien, le Chinois n'ont pas le même souci que le Grec ou l'homme de la Renaissance de reproduire les formes extérieures et d'étudier les rapports quantitatifs, ce n'est pas qu'ils méprisent la nature, mais bien qu'ils la conçoivent d'une autre manière, qui est qualitative et symbolique. Ainsi, en s'entendant sur le sens des mots, on peut dire qu'une constante demeure : les humanistes d'autrefois furent tous des réalistes.

A leurs yeux, la vérité, la beauté, la bonté sont là, devant et avant l'homme, qui n'a qu'à les reconnaître. Ces notions peuvent être conçues fort différemment par l'empirisme aristotélicien, qui les poursuit dans les faits sensibles, ou par le rationalisme platonicien ou car-

tésien, qui les situent dans un monde spirituel. Elles peuvent être immanentes ou transcendantes, cela n'a pas d'importance à notre point de vue. Le fait et l'idée ont en commun d'être donnés, de devoir être reconnus. D'où la sécurité en face du monde, qui caractérise l'homme traditionnel : immobiliste comme Parménide, mobiliste comme Héraclite ou conceptualiste comme Socrate, il se repère et s'assure dans un monde préétabli.

La mentalité idéaliste, qui se fait jour dans le courant du 18^{ème} siècle, se place à un point de vue tout différent. Sa caractéristique fondamentale est d'insister, dans tous les domaines, sur l'initiative du sujet connaissant, sentant, agissant. C'est ainsi que pour Rousseau, par exemple, l'action morale n'est pas l'accomplissement d'une loi préalable. Elle se mesure à l'intensité vécue de l'intention. Le beau, pour Hugo, au lieu d'accomplir l'ordre, se révèle dans l'originalité et la vitalité du créateur. La vérité, pour Kant et Hegel, n'est plus à abstraire ou à "intuitionner", elle procède de l'esprit qui constitue, sinon crée, le réel.

Les orientations actuelles inspirées de la cybernétique inaugurent un troisième moment de la connaissance du monde, qui dépasse simultanément le réalisme et l'idéalisme.

L'art, qui est toujours précurseur, ne croit plus à l'objectivité toute faite d'une nature qu'il n'y aurait qu'à exprimer. Mais il refuse avec la même force le simple cri de la subjectivité, pour tenter de construire un monde où l'homme et la nature se compléteraient, comme dans les réalisations de Nicolas Schöffer.

L'itinéraire de la science est similaire. Après être passée du réalisme de Meyerson à l'idéalisme de Bachelard, elle découvre une voie à mi-chemin de la nature et de l'esprit avec l'idonéisme de Genseth.

Technicisation de la nature et naturalisation de la technique

Mais c'est dans l'aménagement technique du monde que la transformation est la plus grande. On y trouve un double mouvement de technicisation de la nature et de naturalisation de la technique.

Le monde technique, tout en se naturalisant, technicise désormais la nature en la recouvrant de son

Le monde technique d'aujourd'hui n'est plus un troisième règne entre l'homme et la nature, c'est plutôt un nouveau règne unique qui inclut en lui les deux autres, se substituant à eux en les mettant dans des rapports qui les réinterprètent.

extension, en l'annexant comme organe et comme moment, en transmutant sa matière même dans sa substance à lui. Le monde technique d'aujourd'hui n'est plus un troisième règne entre l'homme et la nature, un métacrisme selon Dessoir, car il ne vient plus s'ajouter aux deux autres en les laissant intacts. C'est plutôt un nouveau règne unique qui inclut en lui les deux autres, se substituant à eux en les mettant dans des rapports qui les réinterprètent. C'est ce que l'on peut appeler, d'une expression impropre mais utile, une réalité médiane. A la limite de la concrétude, il n'y a plus ni nature ni artifice, mais une synthèse originale et mouvante que l'on peut appeler une nature artificielle ou un artifice naturel.

Le monde est de plus en plus dominé par les objets techniques. Et comme cette technicisation s'étend indéfiniment dans l'espace et dans le temps, on peut dire que la technique concrète de la cybernétique formera demain non seulement notre paysage, mais encore notre horizon, comme l'avait entrevu Teilhard de Chardin.

Révolution sur le plan de la pensée

La cybernétique apporte une troisième révolution, qui se situe sur un plan purement intellectuel : la cybernétique est essentiellement un mode de pensée par analogie. Elle utilise largement la méthode des modèles et des simulateurs.

Dans son livre classique "La théorie physique", le savant français Pierre Duhem oppose aux modèles mécaniques qu'utilisent les Anglais (Maxwell, Lord Kelvin et d'autres) la logique française. Mais il ne s'agissait guère là que de modèles empiriques, qui étaient considérés comme des expédients interchangeable. C'est avec Wiener, et plus tard avec Louis Couffignal, que le raisonnement analogique et l'emploi systématique des modèles allaient être codifiés.

L'expérimentation sur le réel n'étant pas toujours possible (êtres vivants, sociétés, cas unique), un modèle ou un simulateur peut constituer un bon instrument d'étude. Il matérialise l'influence des grandeurs en jeu les unes sur les autres. Les cas déjà observés servent

d'étalonnage et cela permet d'étudier ensuite des cas différents.

Remarquons que le modèle se distingue du simulateur. La différence apparaît clairement si l'on considère d'une part la logique d'un système, qui s'exprime dans son principe de fonctionnement, et d'autre part la technologie du système, qui caractérise sa nature physique (forme, matière, etc.). On peut alors dire qu'un système physique et son modèle ont les mêmes logiques mais des technologies différentes, tandis qu'un système physique et son simulateur ont des logiques différentes et n'ont en commun que les données et les résultats.

Ces méthodes d'investigation qu'apporte la cybernétique tendent à devenir universelles, ainsi qu'en témoignent les emplois chaque jour plus nombreux qui en sont faits. Citons, pour fixer les idées et en nous limitant à la France, leur utilisation en linguistique par Mandelbrot, Guiraud et Métails, en biologie par Meyer et Cahn, en ethnologie par Lévi Strauss, en esthétique par Moles, en psychanalyse par Lacan, en droit par Simone Lévy et Aurel David, dans les sciences humaines par Moles et Palmade, en épistémologie par Simondon, en théologie par le Pasteur Morel. Et l'on pourrait allonger la liste.

Un savant d'une classe exceptionnelle

Norbert Wiener fut un savant d'une classe exceptionnelle.

Son œuvre est d'abord celle d'un catalyseur de mouvements épars d'idées, auxquels il a donné une impulsion et une charte. Comme Descartes avec le "Discours de la Méthode", il a su cristalliser, dans un essai décisif, des courants qui existaient depuis des siècles, et il a donné un nom à leur convergence. Ce nom, c'est : Cybernétique.

Mais son œuvre est aussi celle d'un créateur. Il a forgé une discipline nouvelle et découvert un élément fondamental de notre univers. Au même titre qu'un Freud ou qu'un Curie, c'est un des édificateurs du monde où nous vivons.

Léon DELPECH

*"Rien n'est aussi pratique
qu'une bonne théorie"*

(K. Lewin)

par **Abraham A. MOLES**

*Docteur ès Lettres, Docteur ès Sciences
Professeur à l'Université de Strasbourg*

La cybernétique est définie comme une science des organismes, indépendamment de la nature physique des organes qui les constituent. Elle cherche ce qu'il y a de commun entre les assemblages en un tout d'éléments reconnaissables, en voulant systématiquement ignorer, au titre d'attitude méthodologique, si ces organes sont des pièces mécaniques, des éléments électroniques ou des organes biologiques au sens classique du terme. Elle exprime fortement cette attitude dans le concept de "boîte noire" (black box) - cette boîte fonctionnelle comportant une entrée, à laquelle on applique une grandeur du monde physique, une sortie de laquelle apparaît une autre grandeur de ce monde physique, enfin une fonction, traduite par une étiquette collée sur la boîte, et qui exprime les variations de la grandeur de sortie en

OBJET, METHODE ET AXIOMATIQUE DE LA CYBERNETIQUE

fonction de la grandeur d'entrée. Cette boîte est pour le cybernéticien l'atome de structure, l'élément simple du monde des organismes et il cherche des lois d'assemblage qui permettent d'expliquer les propriétés générales de l'organisme, à partir de la synthèse de tels éléments simples.

Cette attitude le conduit à une méthode, la méthode des modèles, reposant sur l'exploitation systématique de l'analogie entre les propriétés d'un organisme naturel et les propriétés d'un assemblage d'éléments simples, intelligibles, construits en laboratoire ou sur le papier. Sa recherche appartient donc à ce que l'on appelle actuellement une philosophie structuraliste qui suppose, au titre d'hypothèse de travail, toujours remise en question, mais commode et efficace pour l'économie de l'esprit, que tout

L'ordinateur, un maître-outil de la cybernétique.



La cybernétique promeut donc par là même une philosophie, la philosophie structuraliste, spécialement adaptée à un monde moderne qui devient de plus en plus le produit artificiel de l'homme, construisant son environnement par l'assemblage d'objets réalisés par son industrie.

aspect du monde peut toujours être décomposé de façon artificielle en une série d'éléments d'atomes de perception, dont il est possible de dresser répertoire; l'explication ou le raisonnement reconstruit ce monde - ou un modèle de celui-ci - en assemblant ces atomes selon certaines règles. Le critère de vérité de la science traditionnelle est remplacé par le critère de similitude ou d'adéquation du modèle au réel.

La cybernétique promeut donc par là même une philosophie, la philosophie structuraliste, spécialement adaptée à un monde moderne qui devient de plus en plus le produit artificiel de l'homme, construisant son environnement par l'assemblage d'objets réalisés par son industrie. Cette attitude structuraliste et atomistique vis-à-vis du monde a été promue tout d'abord par les linguistes qui ont fait un progrès fondamental le jour où ils ont conçu nettement la construction du langage par l'assemblage de mots prélevés dans un dictionnaire selon certaines règles fournies successivement par la syntaxe, par la raison, par le bon sens, qui viennent peu à peu restreindre le champ des combinaisons possibles.

La cybernétique a donc un objet : la théorie des systèmes généraux; une méthode autonome : l'analogie qui donne une place de choix à la combinatoire; enfin elle a une axiomatique, reposant par exemple sur l'affirmation que si le modèle simule convenablement le réel à un niveau donné d'observation, le modèle du phénomène n'est nullement une explication sur la façon dont le phénomène se passe, mais une simple affirmation qu'il existe une explication rationnelle du phénomène. Le modèle est, pour les sciences de la nature, ce qu'est le "théorème d'existence" aux sciences mathématiques; il affirme l'existence d'une solution à un problème, sans nullement prétendre qu'il est nécessairement la solution. Ainsi, par exemple, le simulateur de vol ou le grand ordinateur ne prétendent nullement à garantir une explication du système nerveux du pilote ou du fonctionnement du cerveau humain, mais ils proposent un mode d'accès fonctionnel aux propriétés de celui-ci.

Reprenant une idée de Bertrand Russel, nous dirons que la pensée n'est pas une chose comme l'eau dans les conduites ou les esprits

animaux dans les tuyaux de Descartes; elle est une façon qu'ont certains systèmes complexes de se comporter : quand on a décrit le fonctionnement global de ces systèmes - qu'il s'agisse d'un ordinateur calculant de longues séquences d'opération, ou d'un cerveau humain élaborant un raisonnement - et qu'on est capable d'en prévoir à coup sûr le déroulement, on a dit tout ce qu'il y avait à dire.

Deux voies s'offrent alors à ce que l'on a pu appeler la pensée cybernétique : la première consiste à approfondir son attitude en dégageant, sur des systèmes abstraits, les propriétés et les lois selon lesquelles des assemblages d'éléments donnent lieu à des phénomènes globaux, différents d'une simple addition. C'est la théorie des "systèmes généraux", qui se fait principalement par voie mathématique et qui reste souvent assez imperméable au grand public. L'autre voie, c'est le développement progressif de la pensée cybernétique et de ses applications par extensions successives de la notion d'organisme.

La cybernétique est née, nous le savons, du rapprochement brillant fait par Wiener, Rosenblüth, Rachewsky, Mc Cullock, entre les comportements d'organismes biologiques et ceux de dispositifs créés par la technique.

Mais elle a très rapidement, et c'était sa vocation, dépassé ce domaine initial. Le terme d'organisme s'applique, en effet, aux parties d'une machine à calculer concourant à une fonction générale, mais aussi, plus simplement, à un central téléphonique, à la séquence d'opération d'une chaîne de fabrication automatisée. Il s'applique encore à bien d'autres choses; ainsi, à un groupe d'individus constituant un organisme social dans lequel chacun de ces individus a un rôle identique ou différent. Un bureau en est un exemple, et l'on entrevoit une théorie cybernétique de la bureaucratie, répertoriant les fonctions élémentaires et dégageant

le programme séquentiel de celles-ci. De façon plus générale, il existe une science de l'assemblage des atomes humains dans une société globale et des lois qui la régissent, science qui pourrait être appelée une "chimie sociale", puisqu'elle assemble des atomes pour constituer des systèmes plus gros équivalant à des radicaux ou à des molécules, puis assemble tous ces systèmes eux-mêmes dans des ensembles équivalents aux cristaux ou aux agrégats de la chimie; cette science peut être abordée par la construction de modèles simples des relations entre atomes humains pourvus d'un nombre limité de propriétés. C'est l'objet d'une science récente, prenant de plus en plus d'importance, la sociométrie, qui constitue un des meilleurs exemples du développement progressif d'une théorie des êtres animés et de l'application de cette formalisation aux sciences humaines."

La sociométrie part de boîtes noires représentant des atomes sociaux, possédant une identité (un numéro), recevant et envoyant des messages, avec une densité plus ou moins grande (valence communicationnelle). Elle cherche, par des combinaisons de ces actions, à rendre compte des propriétés des groupes sociaux, en commençant par le micro-groupe (Moreno) puis, s'étendant peu à peu à des groupes de groupes, tels que peut l'être une administration, à des ensembles tels que peut l'être une série d'entreprises en compétition situées dans un marché, ou à des systèmes encore plus généraux, possédant une multitude d'aspects, tels que le serait un Etat. Dans cette extension progressive qui apporte un excellent type de cybernétique appliquée aux Sciences humaines, le chercheur se pose pour tâche d'observer la vieille règle scholastique d'Ockham: "Ne pas multiplier les entités au delà du strict nécessaire". Il cherche ainsi à rendre compte du maximum de phénomènes de la société (classes sociales, leadership, totalitarismes, isolationnismes, luttes d'influence, conseils secrets, etc...) en dotant ces atomes sociaux du minimum de propriétés compatibles avec ce but. Ainsi est-il conduit à distinguer dans l'activité des communications de l'individu plusieurs types, celles qui sont requises par sa fonction sociale (son travail), celles qui sont liées à

sa spontanéité émotionnelle, celles qui sont liées à son statut hiérarchique (qui donne des ordres à qui?). Avec des raisonnements simples, strictement inspirés des lois de la physique ou de la chimie élémentaire, le cybernéticien ou le sociométricien parviennent à rendre compte d'un très grand nombre de propriétés de la vie sociale, qui donnent à ce modèle une très grande valeur, en renouvelant l'approche des sciences humaines.



Parmi les organismes qui peuvent faire l'objet de l'attitude cybernétique, il n'y a pas nécessairement que des systèmes entièrement déterminés, ainsi que peuvent l'être, les organes d'un central téléphonique, mais des assemblages liés de façon plus ou moins élastique par des attractions vagues, par des communautés de propriétés, etc; les sociétés humaines en sont souvent de bons exemples, elles n'obéissent pas à un déterminisme total, un certain aléatoire s'introduit en elles. Le cybernéticien est alors conduit à étudier ces propriétés, en réalisant des modèles mécaniques à partir d'organismes conçus initialement pour être entièrement déterminés, tels les grands ordinateurs, systèmes dans lesquels il infuse une certaine dose de hasard dûment contrôlé, en attendant que l'apparition des mémoires électroniques associatives fasse faire un pas de plus à la ressemblance entre machines à calculer et cerveau humain.

C'est certainement là une des applications les plus prometteuses de la cybernétique aux sciences humaines. En construisant des modèles améliorés par approximations successives de systèmes semi-aléatoires, une nouvelle gamme de phénomènes lui est ouverte, par exemple la simulation de certaines réactions globales en Economie politique, où il est exclu de rendre compte de toutes les motivations des parties en présence. De même les décisions dans une entreprise, ne sont pas toujours explicites par le psychologue. Elles s'écoulent, depuis l'endroit où elles ont été prises, dans une série de canaux où elles prennent forme, canaux que l'on peut, très légitimement, assimiler aux boîtes noires du raisonnement cybernétique. L'ensemble du compor-

tement du système est particulièrement déterminé par l'ensemble de ces décisions initiales qu'il est (provisoirement) plus simple de considérer comme la somme d'impulsions aléatoires.

Dans cette théorie des circuits complexes, la cybernétique dispose de deux grands outils : les principes de réaction par bouclage, et la mesure de la complexité.

Le premier de ces outils est la distinction entre deux catégories de boîtes noires, que nous appellerons respectivement atomes ouverts ou fermés, selon que ceux-ci font, ou non, intervenir ce mécanisme essentiel qu'est la réaction de l'effet sur la cause, ce que les cybernéticiens anglais ont appelé "feed back". Si la grandeur de sortie réagit sur la grandeur d'entrée par renvoi d'une partie de sa valeur à cette dernière, le comportement de l'atome de structure n'est plus si simple : les effets globaux ne dépendent plus rigoureusement des causes globales, de la fonction de la boîte noire, ils dépendent aussi de la structure même de la réaction exercée, de sa grandeur, de son sens (elle peut s'ajouter ou se retrancher), du délai au bout duquel elle s'exerce, etc... On dira alors que le comportement de l'atome en réaction est déterminé par une causalité de structure, les causes globales ne dépendant plus seulement des effets globaux. Les mathématiciens (Nyquist, Volterra) ont fourni une étude très approfondie des conditions de fonctionnements de ces atomes fermés plus ou moins sur eux-mêmes.

Ainsi, si la réaction est positive et que la fonction de l'atome soit d'amplifier la grandeur entre l'entrée et la sortie, on aura affaire à un phénomène cumulatif : la sortie amplifiée se rajoute à l'entrée réamplifiée à son tour, et ainsi de suite. Un exemple très simple nous est fourni en économie politique par le mécanisme des intérêts composés dans une banque. Un exemple plus subtil et plus général à la fois, nous est proposé par la culture scientifique : les idées nouvelles, diffusées par les mass media, viennent s'ajouter au stock des idées anciennes, pour constituer la culture qui génère à son tour les idées nouvelles, et ainsi de suite. Le progrès humain

repose sur ces bases : on voit émerger ici une théorie cybernétique des cultures.

La réaction peut, au contraire, être négative; l'effet se soustrait à la cause, il la compense. Quand la cause a tendance à augmenter, le mécanisme a tendance à réagir sur le milieu extérieur, pouvant assurer dans certaines conditions un équilibre artificiel de celui-ci : c'est le processus de régulation. L'exemple parfait, connu de tous, c'est le thermostat de notre frigidaire, ou le régulateur à boules des turbines hydrauliques. Un autre, pris dans le domaine des sciences humaines, serait la législation des salaires avec ce mécanisme du salaire minimum indexé garanti, qui cherche à maintenir constant le pouvoir d'achat du travailleur, par réaction sur son salaire nominal, quand l'indice du coût de la vie se déplace.

On conçoit que dans une entreprise décrite selon les raisonnements sociométriques, l'on puisse étudier l'ensemble des interactions existant entre ses différents membres. Les erreurs et les distorsions de la communication depuis le haut jusqu'au bas de la pyramide hiérarchique, seront compensées par des réactions renvoyant le message reçu d'où il était parti, comparant ce qui a été reçu à ce qui est renvoyé et déterminant en conséquence les actions ultérieures. Ces réactions peuvent être multiples, enchevêtrées et l'on voit se dessiner une théorie cybernétique de l'entreprise. On conçoit qu'une société globale, un État, puissent se trouver régulés de telle sorte qu'ils soient protégés contre tous les accidents du devenir : tels qu'en eux-mêmes l'éternité les change. C'est l'idéal d'une société stable traduit par des mécanismes sociaux objectivement contrôlables. Ainsi peut-on montrer que cette réaction sociale, par rapport à un créateur de délit ou de crime qu'est la sanction légale, doit, pour être efficace, suivre des lois différentes de celles que suggèrent les balances de la Justice distributive, héritée du droit romain. Il y a une théorie cybernétique de la sanction, participant de l'efficacité de la régulation sociale que celle-ci doit apporter et dont nous commençons à voir les applications, par exemple dans le domaine du droit automobile.

Le second outil essentiel dont dispose la cybernétique comme

science générale des systèmes, c'est celui d'une mesure spécifique attachée à la notion même d'organisme. Cette grandeur spécifique est la complexité, notion qui est restée un qualificatif vague jusqu'à une époque très récente où Wiener, von Neumann et Shannon en ont proposé une mesure, et par là ont introduit le quantitatif dans la science des systèmes. C'est surtout le travail de Shannon qui a permis à d'autres chercheurs de développer une mesure de la complexité, à partir de considérations mathématiques qu'il avait dégagées à propos d'un organisme tout à fait particulier, mais extrêmement important, le message. Un message peut, en effet, être considéré comme un organisme. Les linguistes s'en étaient déjà aperçus; un message tel qu'un texte écrit est, lui aussi, un système d'éléments - les signes - puisés dans un répertoire et assemblés selon certaines règles d'ordre proche ou d'ordre lointain. Le sociogramme, ou carte des relations sociométriques que trace le cybernéticien, est un message reflet de la structure d'un organisme: le groupe social qu'il décrit. L'organigramme des opérations successives que doit effectuer une machine à calculer ou une chaîne d'automatisme, est un message constitué d'une suite de schémas ou de symboles, reliés par des fonctions de liaison, qui décrit, interprète, résume, une série d'opérations. La complexité du schéma est liée à la complexité des opérations qu'il décrit.



A l'instigation de Wiener, au sein de cette merveilleuse équipe qui se trouvait réunie au Massachusetts Institute of Technology, Shannon s'est intéressé au départ aux problèmes de la communication et, selon une méthode constante de la démarche scientifique, il s'est intéressé à une question extrêmement étroite à première vue, celle de la mesure de l'efficacité des lignes télégraphiques et téléphoniques. Ce problème l'a conduit à considérer que, ce qui est important dans la communication, c'est le transfert de l'émetteur jusqu'au récepteur, d'une certaine quantité d'imprévisibilité pour ce récepteur: nous ne sommes informés, nous n'apprenons quelque chose, que dans la mesure où ce qui nous

parvient par un message ne nous est pas déjà connu, et c'est sur ce truisme que repose une mesure de la communication par la quantité de nouveauté qui nous est transmise. La valeur d'un message, c'est sa valeur d'originalité, sa quantité d'imprévisibilité.



Il restait - et ce fut le travail de Shannon - à mesurer mathématiquement quelle pouvait être la quantité d'imprévisibilité qu'était susceptible de convoier un message d'une certaine longueur, contenant un certain nombre de signes, c'est-à-dire d'éléments déjà connus antérieurement à l'acte de communication, à la fois par l'émetteur et le récepteur (c'est ce que l'on appelle le "répertoire", dont l'alphabet et le dictionnaire nous donnent des exemples). Shannon définit une quantité qu'il appela "information" et que l'on pourrait traduire comme étant le nombre d'éléments originaux nécessaires au récepteur pour construire la "forme" dans sa pensée. Cette quantité constitue une véritable mesure de la complexité du message, mesure universelle en ce sens qu'elle peut servir à n'importe quel type de message. Ce fut la tâche de ses successeurs d'élargir peu à peu le problème original, jusqu'à couvrir pratiquement tous les types de communications télégraphiques, verbaux, linguistiques, schématiques, images de télévision, projections, affiches, etc...

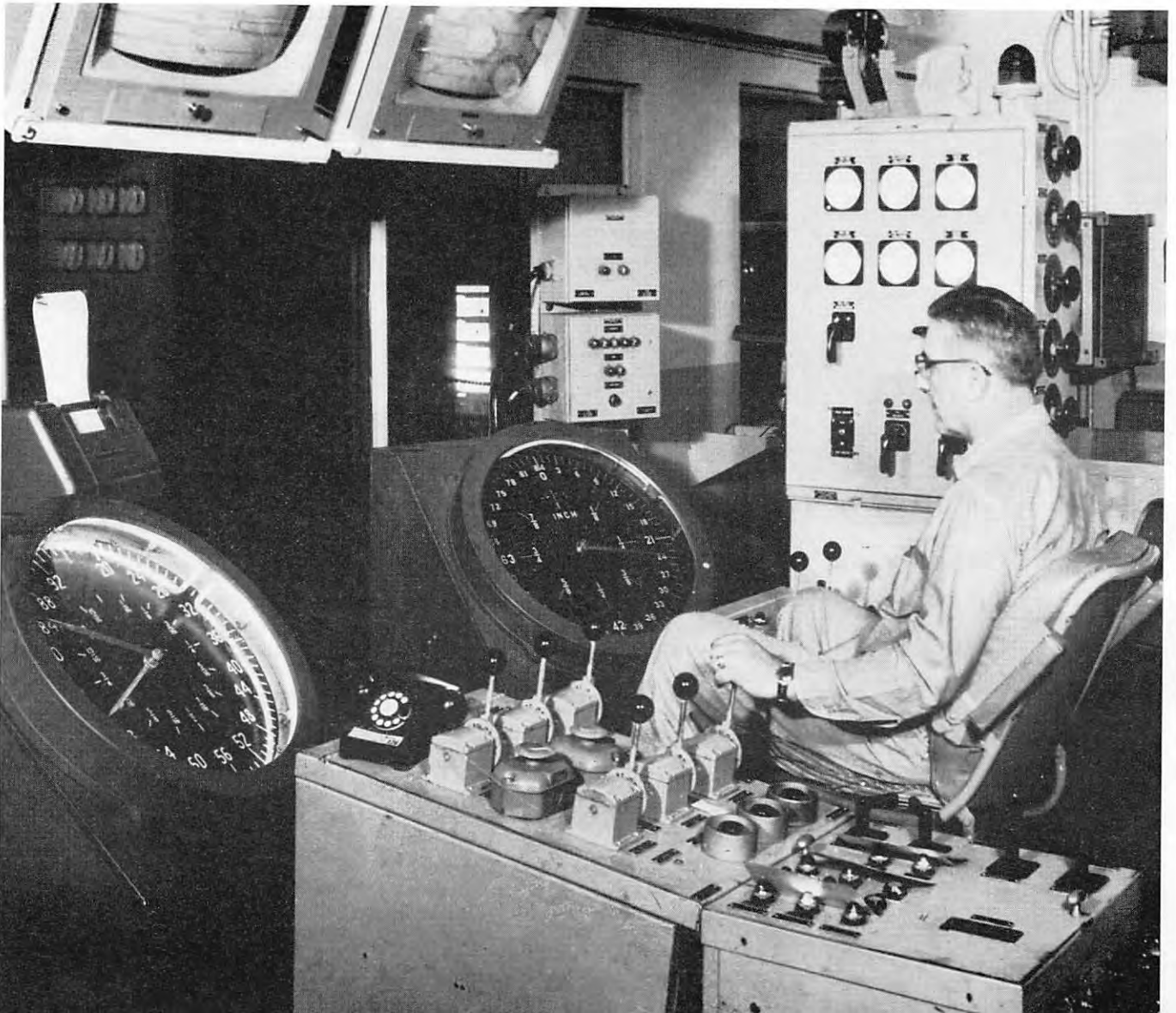
L'information apparaissait ainsi peu à peu comme une dimension spécifique de l'assemblage des signes, de même que la complexité était une dimension spécifique de l'assemblage d'organes constituant un organisme. L'identité de ces notions ne tarda pas à apparaître et l'on disposa par là d'une mesure de la complexité des organismes, donc d'un accès métrique à une grandeur spécifique de ce monde des organismes - qu'ils soient naturels ou artificiels - qui constitue maintenant l'un des problèmes carrefours de la perception scientifique du monde. Cette notion qu'il existait des dimensions caractéristiques des systèmes, était déjà apparue de façon plus ou moins vague à divers philosophes du siècle dernier, Spencer et Moore, par exemple, reprenant des conceptions d'ordre

et de désordre déjà envisagées à la Renaissance. A notre époque, elle a été bien marquée dans les commentaires que Teilhard de Chardin et Glangeaud ont fait sur l'évolution des organismes vivants ou des systèmes géophysiques.

La complexité est une mesure, liée au point de vue que nous adoptons relativement à un organisme. Une machine à écrire, par exemple, possède une complexité structurelle (elle est faite d'un certain nombre de pièces) et d'autre part, une complexité fonctionnelle (elle permet

d'effectuer un certain nombre d'opérations élémentaires). On conçoit que l'on puisse repérer l'organisme "machine à écrire" par un système de dimensions dans lequel sa plus ou moins grande complexité peut être mesurée. Nous pourrions donc, par là, comparer telle machine à écrire à telle autre ou, indépendamment de ce but, comparer quant à la complexité, une machine à écrire, un ordinateur IBM, une machine à coudre, un violon ou une automobile et - pourquoi pas - aussi un cerveau humain. Nous les

L'homme se libère aujourd'hui de l'emprise du machinisme industriel, pour le dominer désormais.



comparons du point de vue des propriétés liées à leur rôle et à leur structure dans le monde naturel ou artificiel : nous traçons une carte des mondes des organismes. Nous comparons la complexité d'un groupe d'amis, d'une société commerciale ou d'un trust financier. Nous en tirons les lois relatives, par exemple, aux travaux qu'impliquerait une modification de leur structure, etc. Le cybernéticien se trouve disposer par là de l'outil métrique essentiel qui lui manquait.

Mais la doctrine ainsi dégagée s'est avérée si importante, qu'elle a constitué rapidement une branche autonome de la cybernétique, peut être la plus ferme car elle reposait solidement sur la formule de Shannon : c'est la théorie de l'information, qui a reçu une extension considérable. Une bonne part de l'activité humaine se traduit, en effet, par des messages d'un individu à un autre individu, d'un groupe à une masse sociale : la Radio-diffusion en est un exemple. L'artiste, de même, transmet un message à son public : la partition est le message que le compositeur transmet à l'exécutant, comme une sorte de programme de la séquence d'opération que celui-ci aura à faire; toute notre perception est le déchiffrement des messages que l'environnement nous transmet.

On voit la généralité de cette notion et combien pouvait être précieuse, pour l'ensemble des sciences qui s'occupent de l'homme, une appréhension métrique de celle-ci.

Ce sont les linguistes qui, les premiers, en ont fait usage, en essayant de déterminer l'influence sur l'intelligibilité du message, des règles plus ou moins contraignantes régissant l'assemblage des signes. Ils ont montré très clairement que le message optimum entre êtres humains n'était pas celui qui assure l'économie la plus grande dans l'emploi du système de transmission telle que l'avait définie originellement Shannon. L'acte de communication est, pour l'être humain, quelque chose de très spontané, de très courant, de très bon marché, sauf dans les systèmes artificiels; ce qu'il cherche, ce n'est pas tellement d'économiser sur les mots ou sur l'occupation du temps, c'est plutôt

d'être efficace, c'est-à-dire avant tout, d'être compris. Les linguistes ont montré alors que le message le plus efficace n'était pas forcément le plus original, mais celui convoyant, par un excédent relatif du nombre de signes, une quantité optimum et non pas maximum d'originalité : le message optimum établit une dialectique heureuse entre l'original, l'informatif, d'une part et l'intelligible, le prévisible, d'autre part. Leur tâche actuelle est d'élucider les diverses règles qui, contraignant l'émetteur à restreindre ses choix, mais connues du récepteur avant l'acte de communication, permettent à ce dernier d'avoir une prévisibilité globale de ce qui va suivre à partir de ce qui précède : c'est ce que l'on appelle la redondance du message et cette grandeur apparaît, dans la communication inter-humaine, peut être plus importante encore que le concept d'information dégagé d'abord par Shannon.

Pour qu'un tableau nous soit intelligible, il faut que les taches de couleur assemblées sur la surface qui le constitue soient réparties, non pas totalement au hasard comme le ferait un chimpanzé trempant une douzaine de pinceaux dans des godets, mais selon certaines règles de continuité qui peuvent nous venir, soit de la ressemblance de la suite de ces taches avec les formes que nous propose le monde naturel (peinture figurative), soit des lois de continuité reposant sur des structures géométriques (droites ou cercles, carrés ou triangles), soit même d'assemblages semi désordonnés (peinture "abstraite"). On voit émerger une nouvelle application de la cybernétique à ces systèmes particuliers étudiés par les sciences humaines, les messages artistiques. Il existe maintenant une esthétique informationnelle à partir de ces règles de contrainte dûment établies dans l'assemblage des signes et l'on conçoit que l'esthéticien puisse demander à un ordinateur de mettre en mémoire des éléments d'information, puis, à l'aide d'un programme que l'on appellera algorithme, de les réassembler selon un certain ordre plus ou moins subtil, d'en chercher les variations possibles, etc... C'est la machine à peindre, la machine à écrire des

poèmes, ou encore - car c'est l'art qui est entré le plus vite dans l'orbe de la composition artificielle - la machine à composer de la musique, dont beaucoup d'entre nous ont entendu au cinéma les produits, sans même savoir qu'ils étaient originaires d'un ordinateur.

Cette interprétation propose à l'Esthétique divers problèmes, tels que celui-ci : l'œuvre d'art est-elle nécessairement un message de l'artiste au grand public, message qu'il veut compris le mieux possible, de même qu'une affiche doit être la plus efficace possible - auquel cas la cybernétique et l'esthétique informationnelle lui apporteront les lois qui régissent la perception par le public, en lui laissant le soin de s'y conformer - ou bien, au contraire, le rôle de l'artiste ne serait-il pas plutôt de jouer un jeu d'échecs avec la société, dans une série de parties successives, pour lesquelles il met chaque fois un certain enjeu et dans lequel son seul désir est que le public joue le jeu avec lui? (Homo ludens)

Au terme de ce tour d'horizon, la cybernétique nous apparaît donc comme la méthode de formalisation fondamentale du concret, qu'il s'agisse du monde naturel, de l'être vivant ou du produit de ses artifices; elle se pose à l'égale des mathématiques dont elle se sert largement, mais qui, elles, poursuivent une formalisation de l'abstrait. La cybernétique est simultanément une science générale des organismes, une attitude de pensée, une philosophie du sémantique. Elle ne doit jamais oublier cette remarque de Platon qui la définit : "La cybernétique sauve des périls non seulement les âmes, mais aussi bien les vies que les richesses. C'est une science sage et modeste, elle ne se vante pas, prenant un air important comme si elle accomplissait quelque chose de magnifique. Car le pilote sait qu'en débarquant ses passagers, il ne les a pas débarqués meilleurs qu'ils n'étaient lors de l'embarquement, ni pour le corps, ni pour l'âme" (Gorgias 511).

Abraham A. MOLES

Josse LEMAIRE

*Directeur général du Bureau économique de la Province de Namur
Administrateur-délégué de l'Association
Internationale de Cybernétique*

VARIATIONS SUR LA PENSÉE CYBERNETIQUE

"Cogito, ergo sum", "Je pense, donc je suis".

Cette affirmation à laquelle Descartes attribue une valeur d'évidence et qu'il place à la base de son édifice philosophique à la manière d'une pyramide posée sur son sommet, cette affirmation illustre bien l'importance que nous discernons à ce phénomène obscur, et partant mystérieux, que constitue la pensée.

Encore, aujourd'hui, bien qu'il soit à la plupart d'entre nous difficile d'exprimer ce que contient et comporte ce phénomène, nous avons sinon la certitude, tout au moins une conviction irraisonnée et profonde, qu'il est particulier à notre espèce et responsable de la réussite de celle-ci. La pensée apparaît comme notre caractéristique privilégiée, celle qui nous sépare du monde animal, celle qui fait de nous des élus à qui le destin a réservé ses faveurs. Bien sûr, cette conviction repose bien plus sur notre ignorance qu'elle ne s'appuie sur nos connaissances. Celles-ci s'ébauchent à peine; leurs lueurs ne font qu'effleurer la surface de l'abîme dont il faut scruter les profondeurs.

Mais nous avons appris à cerner les mystères, de toutes parts, à en fixer les approches, à les pénétrer, à les débiter de manière à en faciliter l'analyse. Nous avons acquis la certitude aujourd'hui qu'aucun problème ne peut résister à nos entreprises, à nos méthodes.

Cette confiance en notre destin, cet orgueil faustien, cette assurance à l'égard de nos moyens, c'est à

nos réussites récentes que nous les devons, aux succès étonnants de nos efforts passés qui nous ont permis de maîtriser et d'utiliser, à nos fins, quelques unes des forces de la nature.



La cybernétique se veut science de l'action du comportement orienté et organisé, de l'effort délibéré et dosé du devenir préalablement représenté et voulu. Intégrant l'espace et le temps, elle est une manière de dynamique.

Elle constitue, jusqu'ici, plus une attitude mentale qu'une science véritable. Elle est œuvre de spécialistes d'autres disciplines que réunissent d'analogues déceptions à l'égard de leurs méthodes traditionnelles, de mêmes échecs devant de semblables obstacles, la préoccupation commune de se frayer des voies inédites et de se créer de nouveaux outils.

Notre civilisation est fondée sur une certaine ouverture à l'égard de l'univers. Elle a dégagé, au fil des âges, des principes abstraits qui guident notre comportement dans les actes les plus anodins de notre vie quotidienne. Nous les portons en nous dans le tréfonds de notre inconscient comme dans le mécanisme de nos réflexes. Ils nous sont imposés aussi bien par l'effort conscient, dirigé, codifié de l'éducation à laquelle nous sommes soumis

que par les automatismes acquis, dès le plus jeune âge, au cours des contacts avec le milieu extérieur, lui-même organisé suivant les mêmes principes.

En attribuant à la raison, la prééminence parmi nos fonctions intellectuelles, nous avons créé l'infrastructure commune de nos techniques d'investigation et de conquête du monde extérieur. La logique nous a appris à ordonner les faits les uns par rapport aux autres, à les charger d'une valeur de référence réciproque, à leur confier une signification par rapport à l'ensemble.

En faisant de la raison, une fonction purement abstraite, en la dégageant, par un processus artificiel, de ses manifestations de caractère biologique et psychologique, en la réduisant à une formulation de plus en plus désincarnée, nous courons cependant le risque de nous laisser induire à négliger des ouvertures riches en possibilités, à aboutir à des impasses, à rendre malaisés les retours en arrière.



Nous devons nous dégager de tout idéalisme. La pensée n'est pas un principe abstrait existant par lui-même en dehors des manifestations que nous pouvons appréhender. Seules, ces dernières peuvent être prises en considération, seules, elles peuvent nous mener à des explications, seules elles peuvent nous permettre de dégager des généralisations.

Il n'est jamais donné de pouvoir observer directement ce que le langage commun nomme la pensée. Si elle existe comme telle, elle est inaccessible à nos sens, ces portes entrouvertes sur le monde, de même qu'à tous les instruments d'observation et de mesure qui assurent leur prolongement et leur affinement. Nous enregistrons des phénomènes auxquels, pour leur donner une signification, nous devons, par un effort d'imagination, attribuer une cause première différente de celle immédiatement observable.

Ce concept de pensée apparaît, dès l'abord, mal adapté aux phénomènes qu'il est censé recouvrir ou impliquer. Issu de la philosophie traditionnelle, nourri de l'intimité des pulsions psychiques, fortifié d'habitudes invétérées d'introspection,

il porte les marques de ses origines : un idéalisme inavoué, une hétérogénéité sans espoir, une imprécision de mauvais aloi.

Le sens commun reconnaît la pensée au niveau de chaque être humain. Il en fait un attribut irremplaçable de notre personnalité. Celle-ci s'affirme sous la pression des forces extérieures et par la résistance du milieu à l'expansion de notre organisme.

Ce dernier phénomène s'observe sous une forme plus ou moins affinée, chez tous les êtres vivants. Mais le langage a fourni à l'homme un moyen d'expression et de communication perfectionné qui a permis la fixation en concepts de plus en plus élaborés, des états biologiques et psychologiques qui résultent de l'action et de l'interaction, au niveau de l'organisme, des forces internes et externes à celui-ci. Le langage, surtout lorsqu'il est intérieur, a permis à la pensée de prendre une sorte d'existence propre, indépendante des phénomènes qui la provoquent et dont elle n'est qu'un aspect. Les résonances qu'il suscite chez des êtres semblables en ont fait un instrument privilégié de communication. Ce sort heureux de même que les techniques successivement mises en œuvre pour assurer sa conservation (tradition orale, écriture, imprimerie, enregistrement, etc...) ont contribué à libérer la pensée de ses origines, à la confondre ou tout au moins à la lier intimement à son support, le langage, à lui conférer une vie physique, d'autant plus concrète que les procédés de fixation devenaient plus perfectionnés.

Si la pensée est bien ce faisceau de phénomènes psychologiques liés au fonctionnement même de l'organisme et qui semble assurer à celui-ci une sorte de régulation de type supérieur (car elle intègre le temps, s'exprime en mouvements tactiques et s'ordonne en termes stratégiques), rien ne nous permet de croire qu'elle est exclusivement réservée à l'espèce humaine.

Au contraire, l'observation du règne animal suggère que le comportement des organismes vivants ne peut être réduit à une mécanique simpliste mais que dans des limites chaque fois déterminées et selon des processus plus ou moins évolués, ces organismes sont capables d'assurer leur conservation, de s'adapter à des modifications du milieu,

La cybernétique constitue, jusqu'ici, plus une attitude mentale qu'une science véritable. Elle est œuvre de spécialistes de diverses disciplines que réunissent d'analogues déceptions à l'égard de leurs méthodes traditionnelles.



▲
**Notre civilisation est fondée
sur une certaine ouverture
à l'égard de l'univers.**

Au sein d'une vallée déserte près d'Abka, des millions de gravures rupestres ont été trouvées. Elles sont l'œuvre des hommes de la préhistoire, probablement des peuples du Groupe A (nom donné par les archéologues aux premiers habitants de la Nubie).

d'intégrer leurs expériences et de régler, en fonction de ces dernières, leurs attitudes futures.

Le langage et ses prolongements ont donné corps à la pensée, ils en ont fait un "être logique" sur la base duquel se sont édifiées les constructions idéologiques qui cèlent le plus souvent la nature fondamentale du phénomène.

■
Les brèves considérations qui précèdent n'avaient nullement pour objet de confondre cette prétention commune que la pensée constitue l'apanage exclusif du genre humain. Ce souci est étranger à notre propos.

Mais en situant ce phénomène au niveau des mécanismes qui règlent notre vie psychique, nous avons voulu lui restituer ses caractères originels autant qu'essentiels. La pensée est liée intimement au comportement de l'organisme, à ses

manifestations les plus simples comme aux processus les plus complexes et si nous en faisons un concept indépendant, une fonction supérieure, c'est par besoin d'abstraction, c'est par confort intellectuel, c'est par nécessité du raisonnement.

Rien dans la nature n'est effort gratuit, n'est peine désintéressée. Tout est produit, adaptation active ou passive, tout est réponse ou provocation, tout est attaque ou défense.

La pensée, elle aussi, se situe dans cette perspective. Elle n'est gratuite et désintéressée que par rapport à un système donné de références, que par le dédain à l'égard de préoccupations communes, que par le mépris de contingences propres à un milieu. Même lorsqu'elle se veut contemplative, elle reste profondément mêlée à ce magma de phénomènes où se fait, se défait et se refait constamment le psychisme, elle est attitude c'est-à-dire comportement concerté, elle est refus du

En attribuant à la raison, la prééminence parmi nos fonctions intellectuelles, nous avons créé l'infrastructure commune de nos techniques d'investigation et de conquête du monde extérieur.



U.S. Space Park, New York World's Fair 1964-1965.

monde tel qu'il lui est imposé, elle est recherche d'un monde inconnu, elle est exemple c'est-à-dire agression à l'égard des idées établies.

Telle quelle, la pensée sous son aspect fonctionnel, relève nécessairement des préoccupations de la Cybernétique. Elle est la forme la plus évoluée et la plus complexe sous laquelle les organismes se manifestent.

Si le langage qui en est le support privilégié, l'a fait entrer dans le monde des concepts et lui a réservé de la sorte un destin nouveau, riche en développements, elle n'en reste pas moins irrémédiablement attachée à ses origines et à sa fonction primitive.



La pensée, soutenue par le langage et les prolongements de celui-ci, devient objective, elle devient un fait social, elle imprègne tout le milieu, elle marque d'un signe qui lui est propre les éléments de ce dernier, elle charge d'une signification conventionnelle les phénomènes qui y ont lieu, elle assure la continuité d'attitudes et de comportements propres à ce milieu, elle inspire chaque individu dans ses plus intimes réactions, elle s'érige en système, elle devient le trait le plus particulier d'une civilisation déterminée.

Elle n'en abandonne pas pour autant, ni ses vertus, ni ses fonctions premières. Aux individus d'une société donnée, elle fournit dès lors un système plus ou moins complet,

plus ou moins achevé d'interprétation du monde ainsi que les éléments permanents d'une réponse, d'une adaptation à ce monde.

Elle évolue sous la pression des transformations qui s'opèrent dans le milieu extérieur et de l'affinement des informations en provenance de ce dernier. Elle contribue du reste à ces transformations et à ces affinements. Elle peut cependant freiner elle-même sa propre évolution : il est dans la logique de tout système de vouloir se conserver et de ne pouvoir franchir ses propres limites qui ont pour lui valeur absolue.

La Cybernétique, en se plaçant délibérément en un point d'observation plus proche des sources, en déniait à la pensée son existence objective, en la replaçant dans le cadre des activités de comportement, contribue à lui rendre son caractère relatif, permet de franchir les intervalles qui séparent les divers systèmes, de trouver similitude là où n'apparaît de prime abord que différence, de saisir la continuité au travers du discontinu.

Par là, elle constitue un effort de réincarnation d'un concept que la technique séculaire des logiciens a rendu intimement abstrait et elle promène un regard neuf à l'intérieur d'une série de problèmes relatifs à l'évolution des civilisations.

Pour la Cybernétique, le monde n'est pas donné une fois pour toutes. Il est en devenir perpétuel. Il est le siège d'une infinité d'actions et de réactions qui aboutissent à un équilibre instable, sans cesse remis en péril et sans cesse reconstitué.

Ces actions et réactions ne sont pas quelconques, désordonnées, désarticulées. Au contraire, elles s'enchaînent mais non pas à la manière d'une mécanique où causes et effets se succèdent selon un ordre linéaire. Elles s'adaptent les unes aux autres conformément aux nécessités supérieures de l'organisme dont fait partie ou dont dépend le siège physique de l'action ou de la réaction observées. Ainsi de l'animal qui ne se bute pas obstinément contre un obstacle infranchissable de front mais qui apprend à le contourner. Ainsi de la masse qui n'entame pas un bloc de pierre et qu'un hom-

me abandonne pour la remplacer par une charge d'explosifs.

Le monde ne s'explique pas uniquement par la combinaison des éléments simples dont il est constitué. Ces éléments ne sont jamais sans lien les uns avec les autres. Ils agissent sur le milieu qui les entourent et réciproquement subissent l'influence de ce dernier. Ils sont "organisés" c'est-à-dire que dans la réalité ils perdent toute indépendance propre et se trouvent transcendés par le tout dont ils font partie. Cette caractéristique est particulièrement perceptible lorsqu'ils sont impliqués dans ce qu'il est convenu d'appeler la matière vivante.

Cette complexité et cette hétérogénéité qui résultent de l'interaction et de l'interpénétration d'organismes et de systèmes physiques constituent l'essentiel de la réalité, l'aspect de cette dernière dont l'exploration est la mieux susceptible de nous enrichir d'enseignements précieux pour notre conduite et pour l'exploitation du milieu. Car, au travers de toutes nos attitudes, même les plus évoluées, même les plus détachées des contingences, l'effort de la pensée humaine, au cours de notre longue histoire, apparaît comme une tentative sans cesse renouvelée d'explication et d'aménagement du monde en vue d'assurer ce que, malgré les déviations de sens que les habitudes modernes ont apportées à cette expression, je n'hésite pas à appeler le confort intellectuel et matériel.

La science traditionnelle a dit M. Couffignal "décrit la plus vaste partie possible de l'univers en forme de déductions à partir d'axiomes qui sont les propositions les plus abstraites de l'ensemble".

Elle imagine des êtres logiques pour ses besoins d'explication interne. Elle est, en principe, tout au moins, indifférente aux résultats. Les lois qu'elle énonce "définissent les régions interdites" où l'efficacité est nulle. Elle ne fournit aucun principe d'action.

La Cybernétique procède d'une démarche différente de la pensée humaine. Il est de notre nature et de notre nécessité d'agir, de ne pas rester inertes. Les problèmes qui se posent appellent des réponses même en l'absence de toutes données

**L'effort scientifique
a tendu jusqu'ici
à dissocier l'homogène
de l'hétérogène,
à expliquer le complexe
par le simple, le tout par
l'unité, à établir la stricte
responsabilité de la cause
sur l'effet.**

scientifiques. Celles-ci d'ailleurs n'installent que des barrières que des garde-fous. Ces réponses peuvent être inadéquates, inefficaces, voire saugrenues, elles n'en constituent pas moins un fait qui tire sa vertu et sa dignité de sa pure et propre réalité. La Cybernétique ne se réduit pas pour autant à une simple technique, à un ensemble de moyens coordonnés et mis en œuvre en vue d'atteindre un objectif. Elle transcende, au contraire, les différentes techniques, et les absorbe; elle est science des différentes formes d'action des plus simples aux plus compliquées; elle ne préjuge ni des causes ni des mobiles, elle n'établit, parmi celles-là ni celles-ci, de hiérarchie fondée sur une croyance préalable; elle ne les mesure que selon leur efficacité c'est-à-dire le rapport entre l'intensité de la cause et le résultat atteint.

Mais il n'y a action que là où il y a organisation. Nous avons l'habitude de diviser la réalité en monde organisé d'une part et inorganisé d'autre part. Sans accepter pour autant et d'une manière définitive, cette division, nous croyons qu'il faut la dépasser. Le monde dit inorganique n'est pas seulement champ mais aussi moyen d'action. Les organismes vivants, et c'est surtout vrai pour l'homme, s'annexent le monde extérieur, ils s'en nourrissent, ils s'en servent, ils le chargent de fonctions qui s'intègrent à leur propre action.

L'objet de la Cybernétique apparaît comme un ensemble d',,êtres'' organisés intégrant des éléments hétérogènes, les combinant d'une manière complexe, les faisant participer à des fonctions étrangères à leur nature propre.

Les êtres organisés ne sont jamais doués d'une spontanéité totale. Le type particulier de leur organisation fixe des limites à leurs actions et réactions et confère à celles-ci un aspect qui leur est propre, qui présente une certaine permanence au travers de situations singulières, ce qui permet d'asseoir, avec quelque sécurité, des prévisions de comportement.

La Cybernétique accepte le postulat d'un comportement organisé, c'est-à-dire conditionné par la structure de chaque être et orienté, c'est-à-dire déterminé par des appels du monde extérieur, préalablement "interprétés". En d'autres termes,

elle accepte que le comportement des êtres organisés soit fonction de leur composition interne, du milieu extérieur, de la manière dont ils perçoivent ce dernier et de la voie par laquelle ils en reçoivent des informations. Elle accepte que ce comportement soit dialectique et puisse se réorienter au fur et à mesure que l'appréhension du milieu se complète, se détaille ou se modifie.

L'effort scientifique a tendu jusqu'ici à dissocier l'homogène de l'hétérogène, à expliquer le complexe par le simple, le tout par l'unité, à établir la stricte responsabilité de la cause sur l'effet.

La Cybernétique accepte la complexité et l'hétérogénéité comme telles, elle en fait l'objet d'une observation et d'une recherche systématiques, elle opte pour une liaison souple entre les faits.



La pensée cybernétique, c'est tout d'abord et notamment une réflexion sur elle-même. Cet effort de critique interne est peut-être encore fort timide et presque inavoué. Il est plus latent que conscient. Il n'en reste pas moins l'élément essentiel de cet ensemble de travaux, de recherches, d'entreprises que constitue la Cybernétique. Il est fait plus d'inquiétudes, d'interrogations, de discussions que de certitudes, de solutions, de convictions.

Mais il est là irrécusable, inévitable, indispensable. Au fur et à mesure que les hommes de science progressent dans le domaine de leur spécialité, au fur et à mesure qu'ils font naître de nouveaux espoirs mais aussi de nouvelles craintes, au fur et à mesure qu'ils découvrent et libèrent des puissances jusque là inconnues, s'effrite et risque de s'effondrer la croyance que le progrès est nécessairement favorable, qu'il porte en lui une sorte de principe de régulation automatique, que l'équilibre est dans la nature des choses et s'installe de soi.

Le monde n'est pas ordonné autour de quelques principes abstraits, inaltérables, inaccessibles. Ces principes, c'est nous qui les avons forgés par un effort idéologique, au départ de nos observations et de nos expériences. Le monde que nous percevons est au contraire

un ensemble de faits fugitifs, produit de forces qui s'opposent, se mettent en parallèle, s'additionnent ou s'entremêlent. Saisir les courants de circulation de ces forces, supputer leurs rencontres, peser leurs intensités respectives devient l'exercice intellectuel essentiel.

L'homme a toujours souhaité connaître son avenir. Son imagination fertile l'a comblé à cet égard des moyens les plus nombreux autant que saugrenus. Mais ce souhait était romantique, il tenait plus de la rêverie du poète que du souci de connaître. La sagesse était de s'appuyer sur le passé et le présent et de prévoir en extrapolant timidement.

Mais aujourd'hui, l'avenir fait partie de notre vie de tous les jours. Il est notre constante préoccupation. Nous vivons demain autant qu'aujourd'hui. Notre comportement du moment s'efforce de s'adapter déjà aux nécessités de demain.

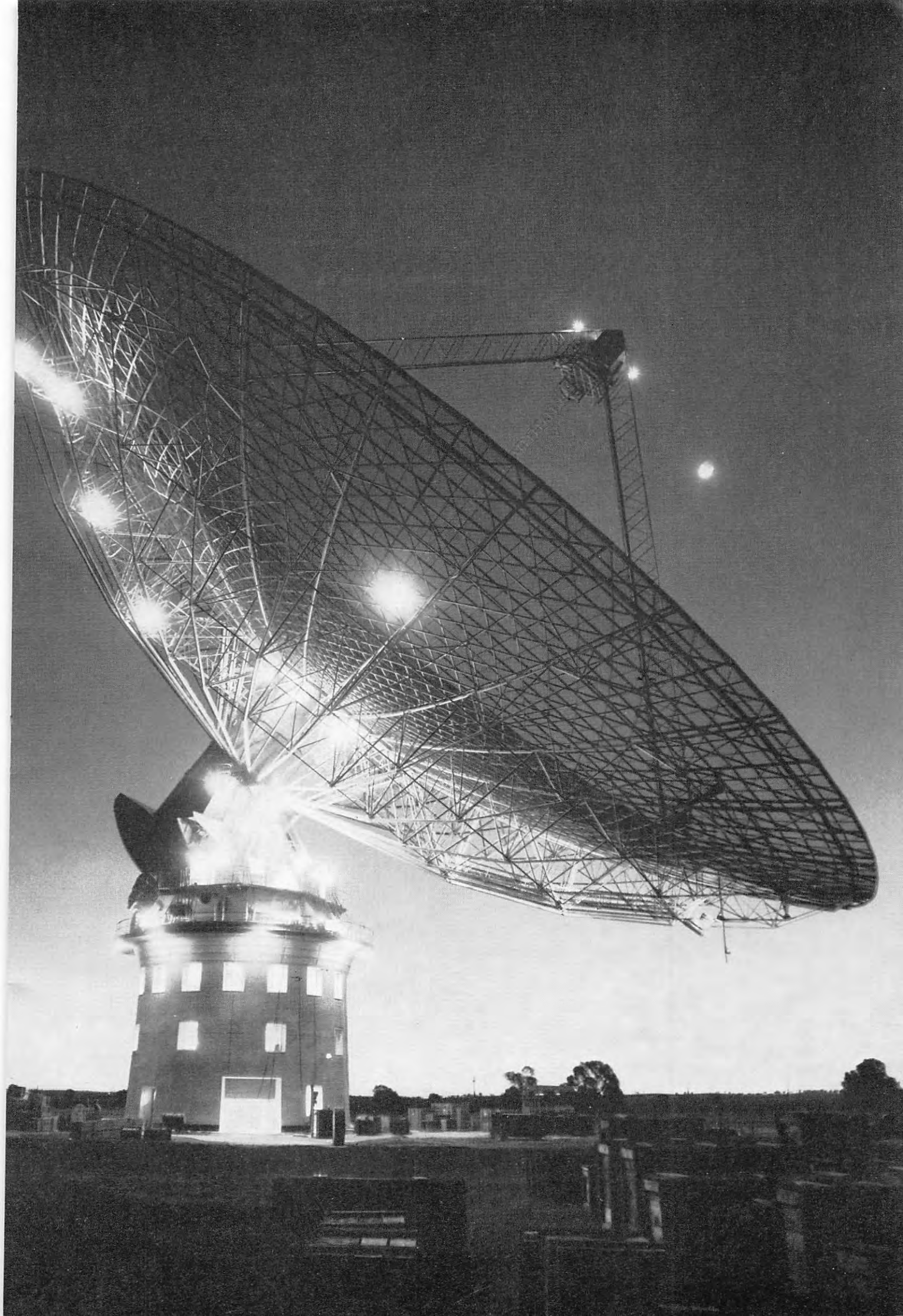
Puissances nouvelles et plus nombreuses à manipuler et manœuvrer; monde instable et fugitif; effort centré sur l'avenir, tel est le tryptique dans lequel se débat la pensée moderne.

Le train des choses n'est plus banal, étranger à nos efforts, à nos imprudences, à nos erreurs. Il est sur des rails mais les aiguillages sont nombreux et il faut connaître leur manœuvre. C'est aussi dans cette perspective que se profile la Pensée Cybernétique.

Josse LEMAIRE

L'homme a toujours souhaité connaître son avenir. Son imagination fertile l'a comblé à cet égard des moyens les plus nombreux autant que saugrenus. Mais ce souhait était romantique, il tenait plus de la rêverie du poète que du souci de connaître. La sagesse était de s'appuyer sur le passé et le présent et de prévoir en extrapolant timidement. Mais aujourd'hui, l'avenir fait partie de notre vie de tous les jours. Il est notre constante préoccupation. Nous vivons demain autant qu'aujourd'hui. Notre comportement du moment s'efforce de s'adapter déjà aux nécessités de demain.

Puissances nouvelles et plus nombreuses à manipuler et manœuvrer; monde instable et fugitif; effort centré sur l'avenir, tel est le tryptique dans lequel se débat la pensée moderne.



588
— 85
85
13
48
548

BP review est édité par **BP** Belgium s.a.

JAN VAN RIJSWIJCKLAAN 162 - ANVERS