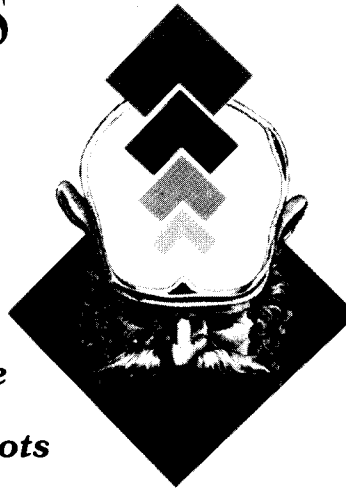


Les représentations machiniques

PAR GUY LACROIX

Dans les années 1940, naissait une science nouvelle, la cybernétique, qui s'articulait autour de deux grandes questions: celle de l'interdisciplinarité, et celle de l'apport des "arts de l'ingénieur" à la compréhension du vivant. Elle partait d'un double constat: d'abord il semblait bien que dans des disciplines aussi diverses que les mathématiques, la thermodynamique, la biologie, la psychiatrie ...etc., des mots différents étaient utilisés pour exprimer un certain nombre de concepts similaires; ensuite, il s'avérait que ces concepts trouvait un écho dans les nouvelles machines issues de l'électricité et de l'électronique naissante.



Celles ci, en "traitant des signaux" (et non plus seulement en transmettant ou en amplifiant des "forces"), mettaient en évidence tout un aspect mal appréhendé des phénomènes naturels artificiels et sociaux, et tout spécialement du vivant: leur dimension informationnelle.

Explorer la dimension informationnelle

Pour les techniques et les sciences, l'information était un concept fécond dans la mesure où il permettait d'imaginer des modes d'investigation de l'aspect "qualitatif" des phénomènes, qui jusque là, échappait à des sciences reposant en grande part sur une vision énergétiste et quantitative des relations entre systèmes. En effet le fonctionnement de la pensée, la construction du sens, et les processus d'auto-organisation en général, ne sont pas réductibles à une approche de type quantitatif. De nouveaux territoires inaccessibles jusqu'alors, se découvraient à l'investigation scientifique.

L'information" était cependant - et reste encore-, un concept imprécis. Comme l'énergie, dont elle forme en quelque sorte le complément, l'information se retrouve partout. Qu'elle soit "circulante" dans les relations entre systèmes", ou "mémoire" sous la forme d'une structure matérielle. Si l'on part de ses caractéristiques globales, on peut concevoir l'information comme "quelque chose" d'universel, qui obéit à des "règles" très générales d'échange et de structuration.

Par contre, si l'on considère ses aspects particuliers, l'information s'actualise seulement dans un contexte précis, comme par exemple "l'information génétique" mémorisée dans le génome sous la forme d'une séquence d'acides aminés, ou "l'information" dont on prend connaissance en lisant son journal...etc. Deux processus à première vue fort différents, mais qui ont trait au "traitement" de l'information.

Aussi n'existe-t-il pas d'information "en soi", l'information est un concept relativiste au sens large. Elle dépend toujours de deux systèmes (au minimum)

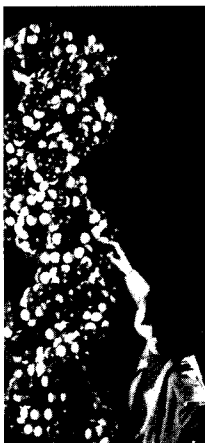
pour s'actualiser, plus un observateur (nous-mêmes), capable de se "représenter" cette actualisation. Ce qui veut dire que s'introduit dans la définition de l'objet, non seulement l'acte de mesure (comme en mécanique quantique), mais aussi l'acte même de représentation.

Exprimée d'une manière plus abstraite, ce qui émergeait alors, c'était la question de l'organisation. De son fonctionnement d'abord : comment quelque chose peut-il subsister en tant que tel dans la durée, en maintenant son équilibre interne et en s'adaptant aux "variations" de son milieu externe. De son auto-organisation ensuite: comment les choses ont-elles pu s'organiser par elles-mêmes, évoluer et éventuellement se complexifier par le jeu de leur inter-action (comme le suppose la théorie néo-darwinienne de l'évolution), mais aussi de par leurs lois propres d'organisation (lois qu'il nous reste encore, pour l'essentiel, à découvrir).

La méthode cybernétique

Quelles méthodologies mettre en oeuvre pour prendre en compte cette dimension informationnelle? Cybernétique, l'ouvrage de Norbert Wiener apportait un début de réponse à ces questions en faisant entrer dans le domaine de la science le monde des artefacts. Ce que les machines mettaient en lumière et que l'on retrouvait partout dans la "Nature" et tout particulièrement dans le monde vivant, c'était les processus de "communication et de contrôle". Wiener montrait que ceux-ci pouvaient créer un pont entre les représentations humaines abstraites et les actions concrètes, entre l'inanimé et le vivant, entre l'agencement de la matière et l'émergence du sens, bref, qu'il existait un terrain commun entre la machine, l'animal, l'homme et les sociétés.

L'utilisation du référentiel machinique par un effet de déterritorialisation rendait perceptible l'existence de processus transdisciplinaires centrés sur la manipulation, la structuration et l'échange d'informations. Davantage, elle montrait que certains de ces



processus pouvaient être transposés et imités artificiellement, sinon créés de toute pièce. S'ébauchait alors, en un jeu de miroir, tout un va et vient entre disciplines, où chaque domaine, tout en gardant ses spécificités, pouvait être source d'inspiration pour la compréhension d'un autre domaine (1).

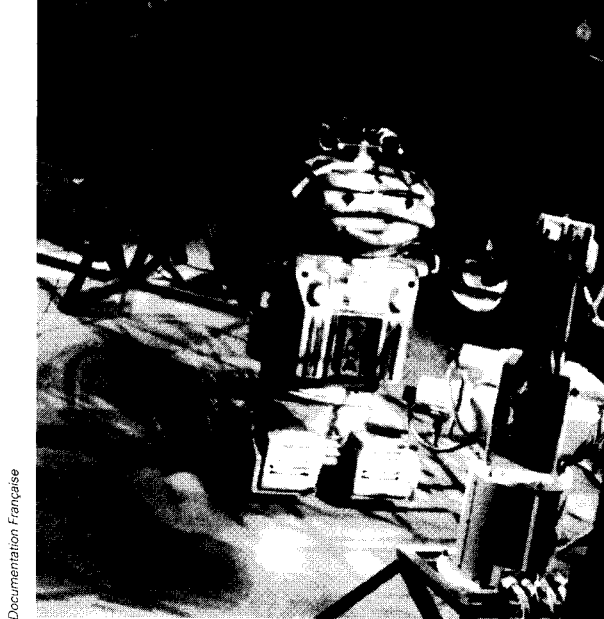
Sous cet angle, on peut considérer que la cybernétique est -entre autres-, une tentative pour rendre compte de manière systématique des modes d'organisation dans lesquels l'information se crée, circule et se mémorise. Elle cherche à repérer ce sur quoi repose le maintien de la cohérence des systèmes, en essayant de démêler ce qu'il en est du jeu entre **invariance**: les règles générales d'organisation ne dépendant pas d'un système en particulier, et **spécificité**: l'actualisation originale et historique de ces lois dans un système et un contexte particulier. L'analogie, maniée avec prudence, y est un puissant instrument d'investigation et d'invention, pour peu qu'on évite les analogies structurales pour se concentrer sur les analogies fonctionnelles.

Nourrir en arrière

Le **feed-back** négatif est l'archétype du "mécanisme" que l'on recherche alors. Le terme est issu du vocabulaire des électroniciens qui ont utilisés le principe pour stabiliser la réception des émissions de radio. Sa traduction littérale "nourrir en arrière" indique bien que l'information concernant les résultats d'une action revient agir sur la commande de cette action, en lui permettant ainsi de corriger les écarts entre l'action désirée et celle effectivement réalisée. On constate l'existence d'un **feed-back** chaque fois qu'un système maintient une certaine stabilité malgré l'intervention de facteurs perturbants. Cela quelle que soit la "matière" dont est constitué ce système, qu'il s'agisse d'objets physiques, d'êtres vivants, de systèmes sociaux ou écologiques... etc.

On peut décrire le **feed-back** de diverses manières, en termes de cause et d'effet (c'est une causalité circulaire: une rétroaction), ou d'information et d'action... etc. Mais quel que soit l'angle utilisé, on retrouve toujours les mêmes constituants (capteur, commande, effecteur) et la même "logique" à l'oeuvre. Ainsi l'ingénieur peut utiliser une multitude de moyens, de la simple tringlerie aux montages électroniques, pour stabiliser une vitesse, assurer la constance d'une température ou la régularité d'un mouvement, le débit ou le niveau d'un liquide ...etc. En permettant de réguler le fonctionnement des machines, le principe du **feed-back** est à la base de l'automation de l'industrie et de la robotique. Son intérêt théorique vient de ce qu'il forme une sorte "d'atome minimum d'organisation", où il est impossible d'enlever un des éléments constituants, ni de modifier le mode de relation que ceux-ci entretiennent les uns avec les autres, sans détruire la propriété stabilisatrice du système. Il vient aussi de ce qu'une de ces parties spécialisée: la "**commande**", a pour rôle de mémoriser en la représentant la "valeur de réglage" autour de laquelle s'organise la stabilité du système.

La recherche de tels processus est assez significative de la démarche intellectuelle qui préside à la nais-



Documentation Française

sance de la cybernétique: les propriétés du **feed-back** émergent de son organisation. On le retrouve sous diverses formes dans toutes les disciplines. Il permet d'étudier les relations entre invariance (les principes du **feed-back**), et spécificité (la manière dont se réalise telle régulation particulière). Enfin, on peut concrétiser ses principes par des moyens artificiels.

Le modèle-machine et le vivant

Les machines peuvent s'employer comme une forme originale de modélisation. Nous pouvons dans certains cas, construire des artefacts pour tenter de représenter "concrètement" nos intuitions théoriques. L'intérêt du modèle-machine par rapport à la modélisation purement abstraite réside en ce que l'impératif du fonctionnement de la machine nous oblige à tenir compte des contraintes du monde "réel". Il faut marquer ici une différence avec l'informatique qui met, elle aussi, en acte "mécaniquement" un certain nombre de processus abstraits qu'elle simule par le calcul et la combinatoire. Le "modèle-machine" cybernétique s'aventure là où le calcul s'arrête. Soit parce que l'objet est trop complexe, soit parce que certaines de ses caractéristiques risqueraient d'être estompées par une simulation seulement abstraite. Surtout il cherche à imiter la logique fondatrice de certains processus naturels en se passant du calcul (ou en se combinant avec celui-ci: toutes les formes d'hybridation étant envisageables).

Car la nature, sauf exception -et nous en sommes une notable!-, ne calcule pas. Elle agit et interagit, essentiellement semble-t-il, par "équilibrations" successives. Aussi, toute une tendance de la cybernétique cherche-t-elle à rendre compte des processus d'apprentissage en partant de la notion d'homéostasie (2), cette particularité que possèdent les organismes de maintenir leur équilibre interne. L'enjeu étant d'appréhender les bases à partir desquelles peut s'instaurer et se modifier un "comportement", dans l'acception la plus générale du terme. Ce qui sous-entend la recherche d'une théorie générale de l'équilibration, qui soit en même temps, une théorie de l'auto-construction des représentations (3).

Car pour "exister" un système vivant -ou artificiel-, doit être doté d'une instance de contrôle et de représentation qui réalise un compromis entre ses contraintes internes (ses "besoins"), et ses contraintes

1 Parmi les individualités les plus connues qui ont utilisé la cybernétique pour enrichir leur propre discipline, citons Henry Laborit pour la neurobiologie, Konrad Lorenz pour l'éthologie, Stanley Milgram pour la psycho-sociologie, Piaget pour la psychologie de la cognition...etc

2 Voir l'interview du docteur Sauvan: "un traitement de l'information sans programmation" dans le numéro spécial de Terminal, "Le virus I.A." N° 31/32/33

3 Guy Lacroix: de la cybernétique comme logique du fonctionnement et de l'auto-organisation - 9ème congrès international de cybernétique- Namur 1980.



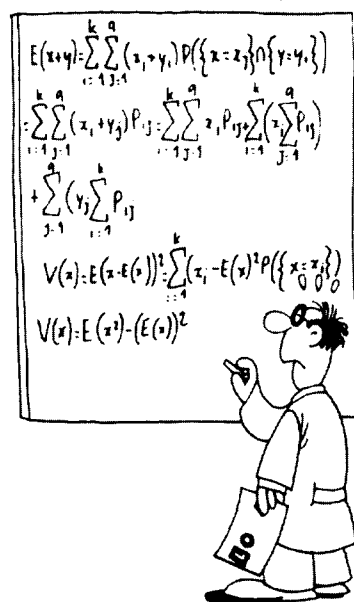
D.R.

externes (son milieu). Un organisme ne peut subsister que par un ajustement permanent avec son milieu, c'est à dire par un remaniement constant des "représentations" qui assurent le guidage de son comportement. On peut étendre ce raisonnement à la vie, en considérant les mécanismes d'évolution comme une exploration buissonnante des possibilités d'équilibration dans un milieu donné.

Le vivant "représenterait" ces possibles en les matérialisant sous la forme d'agencements particuliers de matière et d'information ; l'existant étant alors conçu comme une des formes d'exploration du possible. On peut étendre également cette approche propre à la cybernétique aux systèmes sociaux. Qu'il s'agisse de sociétés de termites, ou de sociétés humaines, les unités biologiques qui les composent, en s'organisant en collectivités, mettent en jeu de nouveaux mécanismes de représentation, d'équilibration et de contrôle qu'il nous reste encore largement à élucider.

Le cerveau ne se copie pas

Prenons l'exemple de la pensée humaine. Elle peut être abordée sous l'angle de son fonctionnement (du "comment ça marche"), comme sous celui de



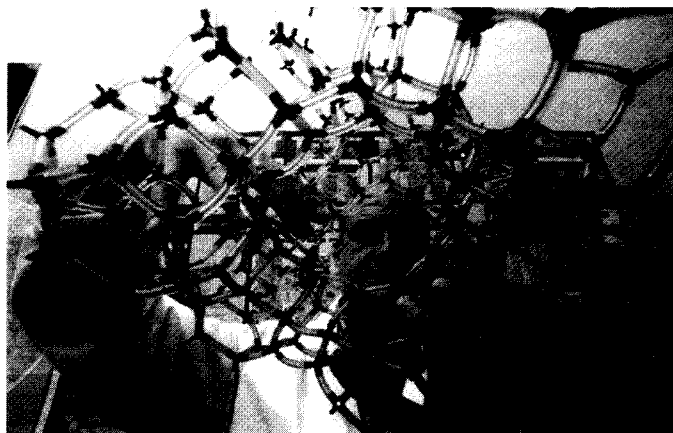
l'auto-organisation: c'est à dire de tout ce qui a rendu possible son émergence. Examinée sous cet angle, la pensée humaine se relativise alors. Elle est le fruit d'une évolution située dans un contexte particulier: notre planète avec une histoire originale. Elle prend place dans un processus de complexification à la fois local (la terre), et général (l'univers), où

rien n'indique que la pensée réfléchissante terrestre soit un spécimen unique dans l'univers, ni que ses caractéristiques soient les seules possibles.

Après tout, il se pourrait que l'intelligence humaine ne représente qu'une particularisation de principes plus généraux. S'ils existent, quels sont ces principes? Voici une question-clé pour la cybernétique qui a montré qu'il y a peut-être toute une dialectique à mettre en oeuvre entre une approche théorique des processus d'auto-organisation -qui il faut le relever sont aussi sous un certain angle des processus d'auto-représentation(4)-, et le choix judicieux de certaines technologies pour imaginer et construire, peut-être, des formes de "pensée mécanique" qui ne feraient plus directement référence à la pensée humaine.

Aussi, ce ne sont pas les caractéristiques du cerveau qui à proprement parler intéressent le cybernéticien, mais la logique abstraite des procédés de traitement de l'information que cet organe met en oeuvre. La cybernétique ne veut, ni ne peut véritablement copier l'ensemble du fonctionnement cérébral, parce

4 Voir surtout toute la dernière partie de l'oeuvre de Piaget où il cherche à développer une théorie du comportement comme moteur de l'évolution.



que celui-ci est lié aux particularités du système biologique dont il assure la "commande". Elle a cependant bon espoir de simuler artificiellement, d'une manière ou d'une autre, les différentes composantes d'une "pensée", comme celles de la pensée humaine, cela pour mieux en comprendre les particularités et en utiliser les principes à d'autres finalités expérimentales ou pratiques.

La cybernétique se propose aussi d'imaginer -et d'imiter si possible-, d'autres formes de "pensées", cela en explorant les différents types de représentations, de mémorisation et de comportements possibles. Les machines expérimentales pourraient ainsi servir de banc d'essai à une modélisation des niveaux de complexité dont nous n'avons pour l'instant que des intuitions confuses, notamment en matière d'écologie et de société. En nous gardant d'une simulation purement abstraite, elles nous aideraient peut-être aussi à progresser vers l'affinement et le dépassement du paradigme informationnel, en nous permettant d'en préciser les limites. La conception énergétiste du monde était à la fois stimulante et terriblement appauvrissante. La conception informationnelle est déjà plus large, mais elle possède certainement des frontières au-delà desquelles elle devient à son tour réductrice.