



HAL
open science

Les automates : de l'âge classique à la cybernétique

Mathieu Triclot

► **To cite this version:**

Mathieu Triclot. Les automates : de l'âge classique à la cybernétique. Journée d'études "nature, science et philosophie", Université Lyon 3 Jean Moulin, Jun 2004, Lyon, France. hal-01526640

HAL Id: hal-01526640

<https://hal.science/hal-01526640>

Submitted on 23 May 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Les automates de l'âge classique à la cybernétique,
Mathieu Triclot, doctorant Philosophie, Université Jean Moulin Lyon 3
Journée d'études « nature, science et philosophie », Lyon 3
Lyon, Juin 2004

0.

Dans cette intervention je me propose de comparer deux figures de l'automate, chez Descartes et Vaucanson, à l'âge classique, et, au 20^e siècle, dans le mouvement cybernétique. Je vais poser les deux questions suivantes :

1. Quel usage théorique est fait de la notion d'automate à l'âge classique et dans la cybernétique ? Qu'est-ce qui les distingue ?
2. Qu'est-ce que ces distinctions théoriques engagent comme distinctions techniques ? Comment-ce que les usages théoriques de la catégorie d'automate sont liés aux progrès des machines existantes ?

A l'origine de cette étude, il y a les réflexions de Jean-Claude Beaune sur le rôle philosophique des automates. Je pense plus précisément à une citation de Beaune. Dans l'introduction à *L'automate et ses mobiles*, il écrit : « l'automate est au centre des frottements des catégories logiques, au point où les savoirs se heurtent, se nouent et se dénouent. »

Cette idée fournit le cadre de cet exposé : l'intérêt de l'automate est qu'il est une sorte de point de jonction entre plusieurs grands concepts : la machine, le vivant, le naturel, l'artificiel, la matière, la pensée, le mécanisme, la finalité, la fonction, etc.

Selon la conception que l'on se fait de l'automate, on a tendance à distribuer différemment ces grands concepts.

La raison pour laquelle l'automate joue ce rôle est qu'il met en difficulté nos entreprises de catégorisation. L'automate c'est cette machine qui lorgne vers le vivant, ce mécanisme qui présente de la finalité...

Alors, la première distinction qui est rendue problématique par l'automate c'est évidemment la distinction entre le vivant et la machine. Cela fait partie de la définition même de l'automate. Si on prend la définition donnée par l'Encyclopédie : « Automate : Engin qui se meut de lui-même, ou machine qui porte en elle le principe de son mouvement. »

Mais, porter en soi le principe de son mouvement, c'est à peu près la définition de la nature par opposition aux objets de l'art, dans la *physique* d'Aristote.

Le propre de l'automate est qu'une fois remonté, il se meut de lui-même, il manifeste un comportement organisé qui tend vers une fin, il reproduit un certain nombre de grandes fonctions vitales, etc. De ce point de vue là, une des plus belles réalisations de l'âge classique, qu'on étudiera par la suite, est le canard de Vaucanson, qui imite non seulement la configuration externe du canard, mais aussi ses opérations internes, comme par exemple la digestion.

Le propre d'une telle imitation, lorsqu'on la pousse à son comble est qu'on ne sait plus où l'on se situe : du côté du vivant ou de la machine ? Que devient une copie quand elle vraie ? Une bonne partie du plaisir que procurent les automates est là : on peut jouir du faux, jouir de l'illusion autoentretenu de ne plus distinguer le modèle et la copie. Faire comme si c'était vivant. Aïbo, le chien robot de Sony, descend du Canard.

Ce jeu – est-ce un animal ou est-ce une machine ? – prend une dimension nouvelle à l'âge classique avec l'usage qui est fait de la notion de mouvement : à partir du moment où on a réduit l'ensemble du monde matériel à une composition de mouvements, sans faire intervenir des formes substantielles ou des petites âmes, alors l'automate devient le paradigme de toute explication. Expliquer ce sera découvrir l'automate qui fonctionne derrière toute chose.

Du fait de ce privilège accordé au mouvement, l'automate occupe une place à part dans l'univers des machines. D'un côté, c'est une machine rare, qui a souvent des fonctions de divertissement, rarement des fonctions directement productives... et pourtant l'automate représente par un autre côté la machine par excellence.

Dans la mesure où la machine se définit à partir du concept de mouvement (c'est le cas dans l'Encyclopédie), l'automate devient la machine par excellence. Elle qui n'est que mouvement, qui n'a besoin d'aucune intervention extérieure une fois qu'elle a été remontée. L'automate est une sorte de définition immanente de la technicité pour l'âge classique.

Si on reprend ces différentes dimensions (le rapport au vivant, la question du mécanisme, la place technologique de l'automate), on voit qu'il y a deux tensions au sein de la catégorie d'automate. Ca donne en quelque sorte le schéma des frottements dont parlait Jean-Claude Beaune.

1. Il y a une tension entre les machines réelles, qui sont rares, marginales et le fait que l'automate résume en quelque sorte ce qu'est la technique. Tension donc, entre des machines marginales au sein de l'univers technique et un rôle central dans la définition de la technicité.
2. Il y a une tension entre ce rôle central – l'automate est la machine qui exprime le mieux ce que c'est qu'être une machine – et le fait que l'automate lorgne du côté du vivant. Le paradoxe c'est que c'est au maximum de l'univers mécanique que se fait le rapport au vivant. L'automate ouvre la technique sur ce qui est considéré traditionnellement comme son autre, le monde des corps vivants.

Chacun de ces pôles (rareté, centralité, ouverture au vivant) correspond à un aspect des automates. L'automate est rare en tant que machine concrète. L'automate est central en tant qu'expression de la technicité. L'automate ouvre au vivant en tant qu'il est considéré sous des grandes catégories d'arrière-plan, celle du mécanisme de l'âge classique ou du mécanisme informationnel pour la cybernétique.

Voilà à peu près formellement le portrait robot conceptuel de l'automate, si on peut dire. Mais ces lignes de tensions peuvent être investies différemment. On peut jouer différemment le schéma problématique de l'automate.

C'est ce que je vais essayer de vous montrer maintenant en examinant deux figures de l'automate à l'âge classique. Celle que présente la philosophie cartésienne à travers la fameuse théorie des animaux-machines et celle qu'on trouve chez un automaticien de génie : Jacques Vaucanson. On a les deux aspects : les machines concrètes et les machines discursives.

Je comparerai pour finir cette formation là avec le rôle que joue les automates dans la cybernétique. J'essayerai alors de vous montrer comment est-ce que la cybernétique a transformé l'usage de la catégorie d'automate.

1. Descartes

La thèse des animaux-machines est bien connue chez Descartes. On en trouve les premières formulations dans les lettres à Mersenne de 1630.

Cette thèse peut se lire à deux niveaux.

Premièrement, elle est clairement un sous-produit de la distinction entre la pensée et l'étendue.

1. Tout ce qui peut être réduit à l'étendue doit l'être.
2. Il n'y a donc plus aucune raison pour admettre des âmes ou des formes substantielles comme dans la physique scolastique.
3. Le mécanisme s'applique aux animaux pour lesquels on ne doit plus supposer une âme végétative ou sensitive.

La fin du *Traité de l'homme* donne un résumé particulièrement frappant de cette fonction d'élimination des entités postulées dans la physique d'Aristote. Descartes énumère les fonctions qu'il a expliqué dans le *Traité de l'homme*, puis conclut : « je désire que vous considériez que ces fonctions suivent toutes naturellement, en cette machine, de la seule disposition de ses organes, ni plus ni moins que font les mouvements d'une horloge, ou autre automate, de celle de ses contrepoids et de ses roues ; en sorte qu'il ne faut point à leur occasion concevoir en elle aucune autre âme végétative, ni sensitive, ni aucun autre principe de mouvement et de vie, que son sang et ses esprits, agités par la chaleur du feu qui brûle continuellement dans son cœur, et qui n'est point d'autre nature que tous les feux qui sont dans les corps inanimés ».

En gros la thèse des automates signifie donc à ce premier niveau : nous n'avons besoin de rien d'autre pour expliquer le monde des corps que la matière et le mouvement. La matière, conçue clairement et distinctement, n'est pas autre chose que de l'étendue et tout s'explique par des modifications de l'étendue.

En apparence, Descartes ne retient pas grand-chose des automates concrets dans ce premier aspect de la thèse. L'automate désigne une possibilité : la possibilité de réduire les principes de l'explication à la matière et au mouvement.

Mais il y a quand même un usage d'un aspect des automates. L'automate est une machine de foire, une machine d'illusionniste. C'est ce dont se sert Descartes. A plusieurs reprises, on trouve l'argument suivant : on ne peut jamais être sur que les animaux ne soient pas des automates. Exemples de cela : dans la deuxième méditation, où les hommes que je vois dans la rue pourraient très bien n'être mus que par ressorts. Ou encore, la lettre à Mersenne du 30 juillet 1640. Si nous ne connaissions que des automates et n'étions pas tombé dans le préjugé d'enfance que les animaux ont une âme, nous n'hésiterions pas à qualifier les animaux d'automates.

Descartes joue une propriété des automates, l'illusion (selon laquelle on ne sait plus si c'est du vivant ou de la machine) pour déraciner une autre illusion (le préjugé d'enfance que les bêtes ont une âme). Ce faisant, il renforce la certitude du mécanisme et de la distinction pensée/étendue qui lui est associée.

Le cartésianisme réinvestit ici une des dimensions de l'automate : la dimension de l'image spectaculaire et illusoire du vivant.

Mais il y a un second niveau beaucoup plus concret, dans la thèse des animaux-machines, et qui correspond à un autre usage de l'automate. Il faudrait distinguer entre ce qu'on peut appeler le « référent mécaniste », que j'ai étudié jusqu'ici et puis la « mécanologie »

cartésienne qui consiste dans l'explication effective des grandes fonctions du corps vivant. Le texte majeur de ce point de vue là c'est le *Traité de l'homme*.

Dans le *Traité de l'homme*, Descartes utilise plusieurs modèles mécaniques. On peut les ordonner de la manière suivante :

1. au niveau le plus bas, il y a le modèle du crible qui sert à décrire l'action mécanique des esprits animaux ou des aliments. Cela correspond au niveau de l'action par contact. Il y a des particules plus ou moins grosses ou petites qui doivent passer par des trous. On retrouve les principes généraux du mécanisme : tout est affaire d'extension (grand/petit), il n'y a pas d'action à distance. A plusieurs reprises, Descartes mobilise le principe d'inertie : le sang ou les esprits animaux se dirigent en ligne droite vers le cerveau, mais leur mouvement est diversifié par telle ou telle contrainte mécanique...
2. Mais à ce niveau là, qui est celui de l'action par contact, il est seulement question de dispositifs mécaniques, comme le crible, le ressort, les tuyaux, etc, mais pas encore d'automates. Le niveau de la description automatique apparaît à partir du moment où c'est le corps dans son ensemble, l'organisme qui entre en jeu. Le premier modèle d'automate c'est la fontaine comme modèle de la circulation du sang dans l'organisme. Le cœur est l'équivalent d'une pompe qui active par sa chaleur la circulation du sang. On a un automate au sens où on a une machine qui intègre en elle-même son moteur. Elle porte en elle le principe de son mouvement.
3. Mais il y a un troisième niveau de description qui fait intervenir des automates plus complexes : le niveau des esprits animaux, de la commande nerveuse et de la sensation. A ce moment là on a plusieurs modèles : l'horloge, l'orgue ou des automates de cours. Descartes dit : Les objets extérieurs agissent contre les organes de nos sens comme « ces étrangers qui entrant dans quelques-unes des grottes de ces fontainiers causent eux-mêmes sans y penser les mouvements qui s'y font en leur présence : car ils ne peuvent entrer qu'en marchant sur certains carreaux tellement disposés, que par exemple, s'ils approchent d'une Diane qui se baigne, ils la feront cacher dans des roseaux ; et s'ils passent plus outre pour la poursuivre, ils feront venir vers eux un Neptune qui les menacera de son trident ; ou s'ils vont de quelque autre côté, ils en feront sortir un monstre marin qui leur vomira de l'eau contre la face ; ou choses semblables, selon le caprice des ingénieurs qui les ont faites. » C'est à ce niveau là que la description automatique est la plus originale, comme modèle de la commande nerveuse, qui mobilise des formes primaires de rétroaction.

Au fond l'automate se retrouve chez Descartes à la croisée de deux distinctions, ou plutôt d'une distinction et d'une indistinction. Pour qu'il y ait des animaux-machines il faut :

1. la distinction entre la pensée et l'étendue
2. et l'indistinction entre le naturel et l'artificiel.

Cette seconde indistinction est gagnée sur le fond de la première distinction. On la trouve exprimée dans un passage capital de la 4^e partie des *Principes de la philosophie*, §203. Descartes y explique que les automates nous font voir en grand ce qu'on ne peut pas toujours discerner en petit dans les corps. C'est la fonction de la mécanologie. « L'exemple de plusieurs corps composés par l'artifice des hommes m'a beaucoup servi : car je ne reconnais aucune différence entre les machines que font les artisans et les divers corps que la nature seule compose, sinon que les effets des machines ne dépendent que de l'agencement de certains tuyaux, ou ressorts, ou autres instruments, qui, devant avoir quelque proportion avec les mains de ceux qui les font, sont toujours si grands que leurs figures ou mouvements se

peuvent voir, au lieu que les tuyaux ou ressorts qui causent les effets des corps naturels sont ordinairement trop petits pour être aperçus de nos sens. » Il conclut : « Et il est certain que toutes les règles des mécaniques appartiennent à la physique, en sorte que toutes les choses qui sont artificielles, sont avec cela naturelles. »

Au final, cela fait que la situation de l'automate est particulièrement précaire dans le système cartésien. Voilà qu'on retrouve les lignes de frottement dont parlait Beaune.

Le risque c'est que l'indistinction entre nature et artifice gagne la distinction entre la pensée et l'étendue. Que la pensée devienne une sorte très particulière d'artifice, réductible aux automates. C'est à peu près ce que vont réaliser les matérialistes du 18^e. Dans l'article « Ame des bêtes » de l'Encyclopédie, qui est une critique de Descartes par l'Abbé Yvon, on voit poindre cette crainte : que au final la suppression de la distinction nature/artifice ne vienne détruire la distinction âme/corps.

Voilà à peu près comment est-ce que l'automate peut fonctionner théoriquement comme un point de tension, entre différentes lignes de force conceptuelles.

2. Vaucanson

Si on passe maintenant de l'autre côté de la barrière, du côté des automates effectifs, on peut reconnaître dans Jacques Vaucanson, le double automaticien de Descartes. Vaucanson a été un des automaticiens les plus brillants de l'âge classique.

Il a construit trois automates qui ont connu un immense succès dans l'Europe du 18^e : le joueur de tambourin et de galoubet (une sorte de flûte provençale), le joueur de flûte et le canard.

C'est un personnage intéressant parce qu'assez ambigu. Par un côté il appartient à l'univers des montreurs d'automates et des entrepreneurs de spectacles. Le joueur de flûte est exposé à partir de 1738 à l'hôtel de Longueville à Paris. Vaucanson mène alors une vie d'intrigues mondaines. Il va de procès en procès avec les commanditaires de ses automates. A partir de 1740 les trois automates sont bringuebalés dans toute l'Europe, de Londres à Saint-Pétersbourg.

Je dis que c'est un personnage ambigu parce qu'on lui prête en général de toutes autres intentions que celle d'un montreur d'automates. Dans la brochure publicitaire de 1738 qu'il rédige pour l'exposition, et qui est un des rares textes qu'on ait de lui traitant des automates, il affirme vouloir non pas montrer, mais démontrer. Il est difficile, faute de documents, de reconstituer le projet exact de Vaucanson. On sait que dans les années 1730, Vaucanson a été liés aux chirurgiens Quesnay et Le Cat, qui poursuivaient tous deux le projet de construire des « anatomies mouvantes », c'est-à-dire des reproductions mécaniques d'organes destinées à l'enseignement de la médecine. Mersenne, par exemple, appartient aussi à cette tradition. Il avait cherché à réaliser des automates illustrant la circulation du sang ou le mécanisme de la parole. Circulation du sang et prononciation sont les deux grands idéaux régulateurs de l'automatisme classique.

Les automates de Vaucanson sont ambigus, parce que ce sont des automates de foire, des automates de démonstration, mais qui appartiennent pourtant par certains côtés à la tradition médicale. Dans une lettre à l'Abbé De Fontaine, qui est reproduite en partie dans l'article automate de l'Encyclopédie, le canard est dit imiter exactement les mouvements de l'animal vivant. Le canard comporte en effet un nombre de pièces absolument impressionnant qui reproduit dans le détail toute l'anatomie des ailes du canard. A chaque fois qu'il y a un os, il y a une pièce. Cela produit un mouvement vrai comme nature qui a sidéré tout le 18^e siècle.

Le flûteur est construit sur le même principe. C'est le premier automate musicien véritable. Avant on se contentait de mettre un instrument automatique du style boîte à musique dans l'automate, qui jouait les sons, et à l'extérieur, l'automate simulait les mouvements du musicien.

Le flûteur de Vaucanson joue de la flûte, c'est-à-dire que l'ensemble du mécanisme de modulation de l'air dans la bouche, avec les mouvements des lèvres, de la langue, et dans la flûte est reproduit. Dans le prospectus de 1738, Vaucanson se vante d'avoir suivi les lois de la mécanique et d'avoir construit son automate sur une analyse anatomique précise de la respiration.

Encore plus fort, le canard est muni d'un mécanisme de digestion. Dans la brochure, Vaucanson prend parti dans le débat entre deux théories médicales de la digestion par fermentation et par trituration (le canard digère par fermentation) et affirme avoir produit un modèle de la vraie fonction de digestion. Son canard est « un petit laboratoire chimique ».

Ici on est au maximum de l'ambiguïté, puisque la plupart des historiens s'accordent sur le fait que cette digestion était truquée : le canard rejetait un certain nombre d'aliments prédigérés au moyen d'un mécanisme ad hoc.

Vaucanson a deux vies. En 1741, il est nommé inspecteur des manufactures de la soie, en monnayant le prestige qu'il a acquis comme automaticien. Mais on sait qu'il a poursuivi ses projets d'automates et notamment la recherche d'un automate illustrant la circulation sanguine. Il y avait déjà eu des tentatives de faite par Quesnay, mais qui avaient échouées parce qu'il utilisait des tuyaux en fer blanc. Or dans les années 1760, avec la découverte du caoutchouc, Vaucanson a cru qu'il tenait le moyen de réaliser enfin ses « anatomies mouvantes ».

Si on veut parler comme Ian Hacking, on peut dire que la niche écologique de l'automatisme de Vaucanson est vraiment complexe. Il faut distinguer plusieurs composantes :

- le projet des anatomies mouvantes, qui est lui-même un aspect dans la querelle dont je n'ai pas parlé entre les médecins et les chirurgiens au début du 18^e
- il y a le mécanisme cartésien
- mais il y aussi tout ce monde des montreurs d'automates et des grandes foires.
- Et puis on pourrait ajouter des débats médicaux du style : macération ou trituration.

Tout cela dessine une figure de l'automate comme paradigme de l'explication mécaniste en biologie. Mais il ne s'agit pas tant dans l'esprit de la philosophie cartésienne de plaquer du mécanique sur du vivant, que de reconnaître l'absence fondamentale de distinction entre les lois des mécaniques et celles de la biologie. L'automate de l'âge classique est au centre de cette formation conceptuelle là comme machine théorique et comme machine effective.

4.

On a tendance à considérer qu'il y a une continuité entre les automates classiques et la cybernétique. On trouve par exemple chez Canguilhem un certain nombre de propositions définitives sur ce que sont et peuvent les automates. Dans le fameux article « Machine et organisme », Canguilhem assure : « il n'y a pas de machines monstre », « il n'y a pas de machines à construire des machines ». C'est assez malvenu, parce que chez les cybernéticiens on a justement quelque chose comme une conception des pathologies mécaniques, à laquelle s'ajoute une théorie des automates autoreproducteurs.

Il faut être attentif aux transformations du concept d'automate. Certes, il y a énormément de points communs entre la cybernétique et la figure de l'automate à l'âge classique : on retrouve tout un bestiaire cybernétique. A défaut de canard, on a les tortues de Grey Walter qui interagissent dans un monde de petits signaux lumineux, le rat de Shannon qui s'oriente dans son labyrinthe... Tout cela repose sur une catégorie d'automate qui transcende le partage entre le naturel et l'artificiel.

Mais les automates cybernétiques distribuent différemment nature et artifice. Ce qu'il y a de fondamentalement nouveau, je crois, dans la cybernétique, c'est l'inversion du rapport de modèle entre le vivant et la machine. Le vivant n'est plus seulement pour la cybernétique ce qui s'explique par l'automate, la machine exhibant les formes et les fonctions, mais il devient le modèle d'un nouvel automatisme dans lequel les machines sont construites en fonction du vivant.

Cette différence de conception s'explique par la transformation des référents mécaniques. La cybernétique est la théorie de deux grands automates : le canon de dca et l'ordinateur. Ces deux automates se caractérisent par le fait qu'ils sont susceptibles d'une description, non plus en termes de mouvements, mais en termes de feedback et d'information. Qu'est-ce qui change à partir du moment où on a des automates informationnels ?

L'analyse du canon automatique de dca donne lieu au premier article cybernétique, en 1943. L'article qui est intitulé « Behavior, Purpose, Teleology » (« Comportement, Finalité, Téléologie ») est signé par le mathématicien Norbert Wiener, l'ingénieur Julian Bigelow et le physiologiste Arturo Rosenblueth.

L'idée est que le canon de dca, lorsqu'il s'ajuste à sa cible au moyen de l'information qui lui est fournie par le radar, manifeste un comportement finalisé. En effet, Il y a un but à atteindre (anticiper la position de la cible au moyen de l'information disponible) par rapport auquel le canon s'adapte au fur et à mesure. La finalité n'est donc plus une propriété mystérieuse qui serait l'apanage des seuls êtres vivants, mais c'est un effet de certains dispositifs mécaniques complexes, à base de traitement de l'information et de feedback. C'est la bonne nouvelle cybernétique.

La seconde partie de l'article développe une analogie célèbre entre certaines troubles du comportement humain et des défaillances du canon de DCA. L'action finalisée peut échouer, chez l'homme ou la machine, soit parce que le feedback est trop faible ou que les capacités d'ajustement feedback ont été détruites, soit parce que le feedback est trop fort et mène à un comportement oscillatoire catastrophique. Dans ce dernier cas, les ajustements succèdent aux ajustements sans jamais atteindre un point d'équilibre. Ici on a bien quelque chose comme une pathologie mécanique.

Ce qui est caractéristique du style cybernétique ici, ce sont les analogies, à double entrée, du vivant à la machine et de la machine au vivant. Mais la réflexion cybernétique est allée plus loin, en inversant le rapport de modèle entre le vivant et la machine.

Au lieu d'expliquer le vivant par la machine, de construire des machines exhibant le fonctionnement automatique du vivant, la cybernétique a fini par prendre le problème à l'envers. Le texte qui illustre le mieux ce renversement est le dernier texte de John Von Neumann, *l'ordinateur et le cerveau*.

Von Neumann est un immense mathématicien et un des pères de l'ordinateur moderne. Il rédige *l'ordinateur et le cerveau* en 1956 alors qu'il est mourant (il a un cancer des os) pour les conférences Silliman à Yale. C'est son testament philosophique en quelque sorte.

Comment en arrive-t-on à un primat du vivant dans l'automatisme cybernétique ? Von Neumann cherche à rompre avec la conception purement fonctionnaliste des automates informatiques et de la cognition.

Le raisonnement est le suivant : on sait depuis Turing, et McCulloch et Pitts, pour ce qui est des cybernéticiens, que toute fonction qui peut s'énoncer de façon exhaustive et finie, peut être implémentée par un automate logique. Dans cette optique là, on part de fonctions dont on cherche le modèle mécanique. C'est la démarche de ce qu'on pourrait appeler la modélisation fonctionnelle.

Von Neumann renverse la démarche. Prenons une fonction du type reconnaissance des triangles. Si on est fonctionnaliste, on va se demander quelles règles gouvernent la reconnaissance des triangles. Alors on va dire, un triangle c'est une figure à trois côtés ou bien dont la somme des angles fait 180° . Mais ajoute Von Neumann qu'est-ce qu'on va faire pour des triangles qui seront dessinés de façon incomplète, ou dans lesquels un bord n'est pas fermé, ou bien encore des triangles qui apparaissent uniquement par contraste avec un fond ? On a l'intuition que la liste des règles nécessaires risque de s'allonger à l'infini, d'une manière qu'on ne peut pas maîtriser. De plus, la reconnaissance des triangles n'est qu'une infime partie de la reconnaissance visuelle.

Conclusion de Von Neumann : il ne faut pas partir de la fonction pour en donner un équivalent mécanique, il faut partir de cet automate complexe qu'est le cerveau.

Je cite : « Il est parfaitement possible que le moyen le plus simple, et le seul utilisable, de dire effectivement ce qui constitue une ressemblance visuelle soit de fournir une description des connexions des aires visuelles du cerveau... Il faut s'attendre à des phénomènes comme celui-là quand on aborde des entités vraiment complexes. En conséquence, il est vraisemblablement futile de chercher un concept logique précis, c'est-à-dire une description verbale précise de « ressemblance visuelle ». Il est possible que le réseau des connexions des aires visuelles du cerveau soit la plus simple expression ou la meilleure définition logique de ces principe ».

L'idée qui émerge ici c'est de construire des automates non plus comme l'explication de grandes fonctions, projet que la cybernétique partageait avec l'automatisme du 18^e siècle, mais à partir des données de la neurologie. « Une nouvelle théorie essentiellement logique est nécessaire pour comprendre les automates de haute complexité, et en particulier le système nerveux. Il est néanmoins possible qu'au cours de ce processus logique, nous soyons obligés d'emprunter à la neurologie plus que nous ne pourrions lui fournir ».

A partir d'un certain niveau de complexité, ce ne sont plus les machines qui expliquent le vivant (principe de la réduction du vivant aux machines), mais le vivant qui donne l'idée de techniques nouvelles (principe de complexification des machines par le vivant).

Ces remarques de Von Neumann débouchent sur des recherches du type de celles ce que vous a décrit pour une part Arnaud Riquebourg. On a un nouveau concept de vie artificielle. On part d'un réseau de neurones auquel on apprend par essais/erreurs, en ajustant les poids synaptiques, à produire une certaine performance. Les règles sont représentées à l'issue du processus dans la structure même du réseau et non dans des modules à part.

Ce renversement dans la démarche de modélisation va de pair avec deux propriétés des automates cybernétiques qui les distinguent encore des automates de l'âge classique.

1. Comme on s'en doute dans ce que je viens de dire, la frontière entre la pensée et l'étendue est tombée. La catégorie d'automate englobe maintenant dans un même règne les agencements matériels et les processus cognitifs. C'est l'âme qui est

machine. L'absence de distinction entre nature et artifice a fait tomber la distinction entre pensée et étendue qui la fondait au départ.

2. Les automates du 18^e siècle étaient des machines solitaires, enfermées dans un fonctionnement déterminé. Le propre de la cybernétique c'est de penser l'automate en termes de communication et de couplage informationnel. La machine n'est jamais seule. Elle est intégrée dans un milieu avec lequel elle interagit, comme le canon de dca. Ce milieu inclut d'autres machines, mais aussi des vivants. Il y a énormément d'analyses cybernétiques sur ce thème. Et la majeure partie de l'activité de Wiener à la fin de sa vie est tournée vers une théorie des prothèses, c'est-à-dire d'un prolongement ou d'un continuum vivant-technique.

Je ne vais pas plus loin dans l'analyse de ces déterminations nouvelles.

Pour conclure, je n'ai pu envisager que quelques aspects tout à fait partiels de la comparaison entre les automates de l'âge classique et les automates informationnels de la cybernétique. Ce que j'ai voulu vous montrer c'est que la figure de l'automate fonctionne comme une manière de distribuer les catégories du naturel et de l'artificiel, mais que cette distribution n'est jamais figée. Elle est ouverte aux possibles techniques. A chaque fois on rejoue avec l'automate ce que c'est qu'un vivant, ce que c'est qu'une machine, ce que c'est qu'une fonction, etc.