

Cette conférence a été prononcée lors du colloque sur L'Essor des Neurosciences, de la physiologie à la cognition : 1945-1975, qui s'est tenu les 21-23 septembre 2007 au Collège de France et à l'ENS (organisateur : Claude Debru, Jean Gaël Barbara, Céline Cheric). La version définitive de ce texte est publiée in Claude Debru, Jean Gaël Barbara, Céline Cheric (éds.), « Essor des neurosciences en France dans le contexte international (1945-1975) », Paris, Hermann, sous presse.

Alfred Fessard : regard critique sur la cybernétique

Jean-Gaël Barbara

CNRS, UMR7102, Paris, F75005-France ; UPMC, UMR7102, Paris, F75005-France ; CNRS, UMR7596 REHSEIS, Paris, F75013-France ; Université Paris 7, UFR de Biologie, UMR7596 REHSEIS, Paris, F75013-France.

Summary

Alfred Fessard (1900-1982), the key figure in the foundation after war of French neurophysiology, invited Norbert Wiener (1894-1964) and Warren McCulloch (1889-1969) to Paris. However, his relations with Cybernetics were complex. The intention of this article is to understand what Cybernetics represented to Fessard and how he envisaged its relations with neurophysiology. The theoretical framework of Wiener was thought as the basis of a future approach devoted to reconcile elementary neurophysiological processes with higher brain functions.

Cybernétique et neurophysiologie française

Au cours de l'immédiat Après-guerre, la *neurophysiologie*, alors synonyme d'*électrophysiologie*, se développe selon deux axes principaux. D'une part, l'étude des trajets nerveux jusqu'aux centres aboutit, avec les progrès de l'électronique et des microélectrodes, à des mesures unitaires, rendues possibles par les dissections et dissociations des éléments histologiques et la miniaturisation des procédés d'enregistrement, lors de la

révolution microphysiologique des années 1950. D'autre part, l'électrophysiologie est utilisée pour des mesures plus globales, électromyographiques, électroencéphalographiques, ou de potentiels évoqués cartographiés et intégrés dans une approche fonctionnelle. A l'interface de ces approches, un nombre restreint d'études recherchent des corrélations entre ces deux types de mesures, dans le but d'établir, par réduction des unes aux autres, une organisation

fonctionnelle qui serait superposable à une autre d'ordre morphologique.

Cependant, les premières tentatives, notamment par Herbert Jasper, visant à préciser dans quelles mesures les potentiels globaux dépendaient de potentiels unitaires échouèrent¹. Le grand débat sur l'origine neuronale des ondes lentes de Hans Berger divisait les axonologistes², les défenseurs des potentiels lents dendritiques³ et les partisans d'une synchronisation d'activités synaptiques⁴. La compréhension des activités cérébrales échappait alors en grande partie aux microphysiologistes et elle n'était guère secourue par la connaissance histologique des circuits corticaux⁵.

Dans un autre style de recherche, une autre espèce de chercheur concevait la genèse des rythmes cérébraux comme des synchronisations locales par résonance d'oscillations élémentaires quantiques. Une telle conception était celle du mathématicien Norbert Wiener (1894-1964) dont les vues sur la question avaient été publiées dans l'ouvrage célèbre *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the*

*Machine*⁶. Les difficultés des physiologistes à distinguer dans les potentiels globaux des entités isolables laissent le champ libre aux mathématiques et à la physique dans l'interprétation des fonctionnements nerveux et dans cette problématique spéculative du tout et de la partie. Une telle démarche s'appuyait sur des d'outils mathématiques alors inaccessibles aux physiologistes, ainsi que sur trois théories, la théorie des systèmes⁷ de Ludwig von Bertalanffy (1901-1972), la théorie de l'information⁸ de Claude Elwood Shannon (1916-2001), et la théorie cybernétique de Norbert Wiener. De ces systèmes, la cybernétique est celui qui suscita le plus de réflexions et de recherches théoriques sur les fonctionnements des cerveaux et des machines, ainsi que sur leurs analogies. L'une des raisons tenait aux conditions de genèse de cette réflexion en étroite interaction, dès ses débuts, avec des biologistes, et surtout des neurophysiologistes et psychologues du Massachusetts Institute of Technology, dont Arturo Rosenblueth et Warren McCulloch.

La cybernétique était conçue comme l'étude du fonctionnement d'un système dirigé vers un but, selon l'étymologie du mot *χυβερνητης* renvoyant au timonier. Le mathématicien français Louis Couffignal (1902-1966) définissait la cybernétique comme « l'art de rendre l'action efficace » selon un principe téléologique conçu comme principe de régulation, de rétroaction, c'est-à-dire d'une action modifiée par elle-même en retour pour atteindre son objectif. La conception plus classique du

¹ Barbara, J.G. (2006), pp. 446-447. Voir en particulier Jasper, H.H. (1948) et Jasper, H.H. (1952).

² Marshall, L.H. (1983)

³ A symposium on dendrites, soutenu par la Société Américaine des Electroencéphalographistes reconnaissait les travaux sur les potentiels dendritiques comme un nouveau champ d'investigation, soulignant ainsi le rôle des électroencéphalographistes dans cette aventure. A symposium on dendrites, *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 1958, Supp. 10.

⁴ Par exemple, Eccles, J.C. (1951)

⁵ Le morphologiste et axonologiste Rafael Lorente de Nó, héritier de Santiago Ramón y Cajal, insistait toujours sur l'écart entre la connaissance histologique et la connaissance électrophysiologiste et sur la nécessité absolue de choisir des structures nerveuses modèles dont l'architecture nerveuse soit la plus simple possible.

⁶ Wiener, N. (1948)

⁷ Bertalanffy (von), L. (1950)

⁸ Shannon, C.E (1948)

secrétaire perpétuel de l'Académie, Louis de Broglie (1892-1987) faisait de cette discipline «une véritable branche nouvelle de la science [...] qui s'occupe de tous les mécanismes de commande et de régulation, aussi bien électriques que proprement mécaniques, et qui cherche à englober, dans une synthèse unique, à la fois l'étude de servomécanismes, celles des machines mathématiques et même celle du système nerveux. »⁹ Enfin, fidèle à son ouvrage de 1948, la conception élargie de Wiener, telle qu'il l'exprimait lors d'un colloque organisé au Pays-Bas en 1963, présentait la cybernétique comme « l'étude de la communication et du contrôle des machines et des organismes vivants »¹⁰.

Neurophysiologie et cybernétique demeuraient deux domaines largement distincts, malgré les relations que qu'ils tissèrent dès leur départ aux Etats-Unis, puis en Europe, avec pour ce qui concerne la France des psychologues et des neurophysiologistes tels Henri Piéron (1881-1964), Louis Lapicque (1866-1952), Alexandre Monnier (1904-1986), Paul Chauchard (1912-2003) ou encore Alfred Fessard (1900-1982). Tous participèrent au colloque intitulé « Les machines à calculer et la pensée humaine » organisé par le C.N.R.S. en 1951 sous la direction de Louis Couffignal, au 29, rue d'Ulm. Ils exprimèrent chacun des sentiments très différents selon leur sensibilité

⁹ Allocution du Colloque de 1951 « Les machines à calculer et la pensée humaine » organisé par Louis Couffignal. Colloques internationaux du Centre National de la Recherche Scientifique, 8-13 janvier 1951, Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 1953, p. 8.

¹⁰ « Cybernetics is the study of communication and control in machines and living organisms. » cited in Nerve, brain and memory models, Prog. Brain Res., vol. 2, 1963.

pour la psychologie et les mathématiques. La personne d'Alfred Fessard nous intéresse tout particulièrement pour son implication centrale dans la refondation de la neurophysiologie française. Nous souhaiterions comprendre la place qu'a joué la cybernétique dans l'œuvre et les réflexions d'Alfred Fessard et cela malgré quelques paradoxes.



Figure 1. Alfred Fessard (1900-1982)

Si l'intérêt d'Alfred Fessard pour la cybernétique est indéniable, ce neurophysiologiste est demeuré largement en marge de ce mouvement, en ne participant pas aux colloques internationaux qui lui était consacré. Fessard considérait cette approche comme légitime et utile à la neurophysiologie, mais il ne suscita aucun travail en lien direct à ce domaine. Ces paradoxes semblent en réalité significatifs de la pensée de Fessard, si l'on cherche à préciser le contexte français de réception de la cybernétique, l'évolution du jugement de Fessard pour ce domaine, la signification de l'intérêt qu'il lui porta et sa conception des relations entre la cybernétique et la neurophysiologie – une préoccupation qui l'a accompagné

de l'immédiat Après-guerre jusqu'à sa retraite.

Le contexte français

La cybernétique est inscrite au sein des relations privilégiées entre certains mathématiciens et physiologistes pressentant des analogies entre mécanismes neuroniques inférés de conceptions théoriques sur la transmission synaptique et les opérations élémentaires des machines à calculer, dont l'effort de guerre accélère le développement et l'intérêt porté par le monde politique.

En France, alors qu'Alfred Fessard est mobilisé, son ancien professeur de physiologie en Sorbonne, Louis Lopicque, publie en 1942, à la bibliothèque de Philosophie Scientifique de Flammarion, un ouvrage destiné à un large public, intitulé *La Machine nerveuse*¹¹. La même année, Lopicque suscite une série de discussions avec Louis Couffignal qu'il rencontre alors fréquemment à l'Office des inventions. Ces échanges aboutissent dix ans plus tard, malgré l'aveu d'échec des deux parties à concevoir des analogies fonctionnelles entre machines et structures histologiques du cervelet humain, à un ouvrage de Couffignal renversant la problématique de Lopicque en adoptant le titre *Les machines à penser*¹².

Dès 1946, des conférences financées par la fondation Josiah Macy, rassemblent aux Etats-Unis, à New-York en particulier, mathématiciens, physiologistes, psychologues, anthropologues et sociologues. En France, au début des années 1950,

l'Académie des sciences soutient le mouvement cybernétique en patronnant des colloques, dont le plus important est celui organisé par Couffignal. De « grosses machines à calculer » y sont présentées sous forme de modèles réduits, dont le calculateur de Couffignal en projet à l'Institut Blaise Pascal. Lopicque, qui n'avait plus qu'une année à vivre, ouvre une session où l'on présente les célèbres automates joueur d'échec de Leonardo Torres-Quevedo, (1852-1936), les modèles de mémoire et réflexe conditionné de William Grey Walter (1910-1977), les idées de Warren McCulloch (1889-1969), les recommandations de Lorente de Nó (1902-1990), quelques idées de Wiener, et l'homéostat de William Ross Ashby (1903-1972), vivement critiqué par Lopicque. Dans cette même session, Fessard a enjoint Henri Gastaut (1915-1995) à souligner les spécificités du cerveau humain, tandis que Lopicque a recruté, pour la suivante où s'exprime Fessard, Paul Chauchard pour qu'il souligne l'intérêt des conceptions chronaxiques dans la compréhension du cerveau comme machine ; le propos de Fessard est tout autre¹³.

Son intérêt pour la cybernétique est sincère. Il invite McCulloch et Wiener à l'Institut Marey, donne à lire à Pierre Buser le célèbre article de McCulloch et Pitts sur le calcul logique des neurones. En ce qui concerne le concept d'information, sa proximité avec l'école de Cambridge l'a très tôt rendu particulièrement attentif à

¹¹ Lopicque, L. (1942)

¹² Couffignal, L. (1952)

¹³ Colloque « Les machines à calculer et la pensée humaine » organisé par Louis Couffignal. Colloques internationaux du Centre National de la Recherche Scientifique, 8-13 janvier 1951, Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 1953.

l'ordre, à la forme et la mise en forme des signaux nerveux, c'est-à-dire au concept d'*information*¹⁴ présenté dès 1928 par le Prix Nobel Edgar Adrian (1889-1977) dans son ouvrage *The Basis of sensation*¹⁵. Dans un article du *Journal de radiologie et d'électrologie*¹⁶, Fessard compare dès 1946, soit deux années avant la publication de l'ouvrage de Wiener, trois modèles du fonctionnement nerveux, entendu ici comme mécanismes d'« aiguillage » de l'influx, soit la « distribution sélective » de l'influx, en faisant appel implicitement au concept d'information. Le premier modèle se base sur la théorie de Lapicque d'une compatibilité chronaxique (*isochronisme*), le second sur un aiguillage nécessairement conditionné par itération d'impulsions tout-ou-rien selon l'idée du codage d'Adrian et le troisième sur une transmission synaptique subordonnée à un état d'excitation stationnaire neuronique, selon la conception de Charles Sherrington. L'intérêt de Fessard pour le concept d'information apparaît dès l'introduction par mention de « signaux nerveux » qui « se propagent » et « atteignent finalement les organes de réaction qu'ils ébranlent. » « Cette émission, cette propagation, cette action finale, poursuit Fessard, obéissent à des lois que nous commençons à connaître [...] » Certains aspects de l'approche cybernétique, l'idée d'une information nerveuse coordonnant et régulant précisément et avec rapidité la vie de relation de l'animal en vue d'une adaptation au milieu, sont donc pour Fessard des concepts familiers. « En s'en tenant à cet aspect, dit Fessard en

¹⁴ Garson, J. (2002)

¹⁵ Adrian, E. (1928)

¹⁶ Fessard, A. (1946)

1953, le neurophysiologiste qui, depuis longtemps, avant la lettre, faisait de la cybernétique, doit aujourd'hui se demander ce que lui apporte de nouveau la systématisation de Wiener et de ses disciples. »¹⁷

Regard critique de Fessard sur la cybernétique : un regard de physiologiste

Pour Norbert Wiener, la cybernétique propose aux physiologistes une réflexion nouvelle dont il reconnaît le décalage avec leurs pratiques, comme le suggèrent quelques unes de ses réflexions favorites, lors de séances de travail des années 1970 avec des physiologistes du Central Institute for Brain Research d'Amsterdam : « you don't mind my talking science fiction with you, do you? », « I don't say this is true », « What do you think of such wild ideas? »¹⁸

Selon l'opinion prudente de Fessard en 1951, la cybernétique propose et le physiologiste dispose. « Il y a certainement, dit-il, dans cette façon d'interroger la machine et d'utiliser les lois de la Physique pour comprendre le Système nerveux un principe fécond de découverte, pourvu qu'il donne lieu par la suite à des vérifications expérimentales satisfaisantes. Mais il y a aussi un danger. Il ne faut pas oublier qu'un même résultat final peut être obtenu par des mécanismes distincts [...] »¹⁹

Le colloque de 1951 discute plus volontiers les analogies cerveau-machine, sans trop se soucier de l'homologie des mécanismes nerveux avec les opérations élémentaires des machines. Ce qui prévaut, c'est de

¹⁷ Fessard, A. (1953a)

¹⁸ Olson, G.E & Schadé, J.P. (1963)

¹⁹ Fessard, A. (1953b), p. 517

savoir jusqu'à quel point on peut rendre compte des facultés du cerveau par des mécanismes. C'est aussi de connaître les chances de pouvoir un jour construire une machine à l'image du cerveau. Lapicque, mal à l'aise, reconnaît s'être « compromis », selon son mot, comme tenant de la position prise jusque dans le titre du colloque "Les machines à calculer et la pensée humaine", par la publication de son ouvrage de 1942, en acceptant ce type de rapprochements. Pourtant, en dehors de Lapicque et de ses élèves, Monnier et Chauchard, les français semblent plus réservés que leurs homologues américains sur la distance supposée entre la pensée humaine et la machine à calculer.

Par exemple, Grey Walter répond à l'intervention de Fessard en notant que "jusqu'à présent, on a toujours pu construire en électronique l'analogie d'une propriété simple ou complexe du système nerveux. [...] aucun phénomène physiologique ne met actuellement en échec l'analogie machine-cerveau." ²⁰ Pour McCulloch, Lettvin, et Pitts, « les cerveaux sont des machines à calculer, mais les machines à calculer fabriquées par l'homme ne sont pas encore des cerveaux. » ²¹

Du côté français, Louis de Broglie déclare qu'« il est certain que le fonctionnement des servo-mécanismes et des machines mathématiques présente des analogies incontestables et très étendues avec celui du système nerveux [...] Le cerveau humain possède des facultés d'initiatives et de création qui sont à l'origine de la science elle-même et dont on n'aperçoit pas très bien comment une machine, si

perfectionnée soit-elle, pourrait être douée », avant d'ajouter dubitatif, « quoi qu'il en soit, il y a là un ensemble de problèmes passionnants d'une immense portée. » ²²

Mais Fessard laisse de côté ces questions. « Restons, dit-il, plus modestement sur le terrain de l'analyse élémentaire, à l'échelle du neurone, à l'échelle des "pièces détachées." » ²³ Son attitude a en réalité deux justifications. D'une part, une approche de la cybernétique se fondant sur « l'analogie souvent frappante, des performances globales » ²⁴ ne peut justifier à cette échelle l'analogie des fonctionnements sous-jacents. D'autre part, c'est bien à l'échelle des neurones que « l'esprit de la cybernétique, en empruntant un cadre à ses notions fondamentales, en particulier aux notions d'*information*, de *rétroaction* et d'*opération* [...] » ²⁵ peut révéler « des analogies à échelle plus fine [...] entre les constituants élémentaires de certaines machines et les traits structuraux et fonctionnels qui sont à la base des mécanismes nerveux. » ²⁶ Mais ce terrain fertile de la cybernétique est lui-même critiqué. Etudier les circuits nerveux comme une machine consiste souvent selon Fessard à appliquer un schéma trop rigide qui fait oublier la complexité dynamique des circuits neuroniques et leurs propriétés ne relevant pas d'un câblage, mais d'interactions à distance et de courants de fuite qui ouvre le champ à des fonctionnements probabilistes. Fessard place donc la cybernétique de Wiener, prenant en compte la complexité des systèmes probabilistes, comme modèle d'une

²⁰ Fessard, A. (1953b), p. 528

²¹ McCulloch, W.S. (1953), p. 425

²² Broglie (de), L. (1953)

²³ Fessard, A. (1953b), p. 519

²⁴ Fessard, A. (1953a), p. 25

²⁵ Fessard, A. (1953a), p. 26

²⁶ Ibid.

science mathématique complexe des modèles qui ne peut se résoudre à des schémas aussi simples que rigides.

Fessard, physiologiste soucieux de révéler l'intérêt fonctionnel des propriétés dynamiques des neurones qui sont peu prises en compte classiquement, exprime sa méfiance vis-à-vis des analogies rapides et des calculs mathématiques hors du champ de l'expérience. La cybernétique ne doit pas être une « statistique des neurones qui, dans chaque région, ont réussi à se décharger *totale*ment [...] »²⁷, c'est-à-dire une théorie neuronique statistique au sens de la théorie cinétique des gaz de Boltzmann. Le mathématicien ne doit pas appliquer aveuglement et sans discussion les théories physiques aux systèmes biologiques, tel est le message original de Fessard en 1951 devant une assemblée de physiciens, mathématiciens et neurophysiologistes, majoritairement acquis à de simplistes analogies relevant parfois de fausses théories physiologiques.

Signification de l'intérêt de Fessard pour la cybernétique

Le jugement de Fessard fait tantôt relever l'approche cybernétique de l'amusement et de la « limite du vraisemblable », et parfois d'heureuses spéculations. « En somme, ses excès mis à part, il apparaît que la cybernétique peut rendre de grands services au neurophysiologiste. Elle l'éveille à des possibilités nouvelles d'explication, elle l'engage à méditer sur de frappantes analogies, elle lui fournit un langage et des procédés symboliques d'expression qui peuvent

l'aider à mieux étreindre la complexité nerveuse [...] »²⁸

Le paradoxe n'est en réalité qu'apparent, car si la cybernétique peut rendre compte de certains fonctionnements de circuits, elle peut être également utile à *étreindre*, selon le mot de Fessard, les fonctions complexes, non par analogie, mais en fournissant des modèles fondés sur des analogies à échelle réduite. La cybernétique devient pour Fessard un moyen de questionner théoriquement les *fonctions suprêmes du cerveau*, la *pensée*, et la *conscience*. Dès le début des années 1950, Fessard insiste sur la prise en compte des fonctions supérieures, « l'ensemble des opérations dont est capable le cerveau », « le domaine de la performance royale », « le terrain de la pensée », car « [...] pour le neurophysiologiste contemporain, nous dit-il, l'intérêt s'est un peu déplacé du côté de l'étude des mécanismes plus complexes, de ceux qui résultent de l'assemblage de plusieurs neurones ou systèmes de neurones [...] »²⁹

Dès 1951, Fessard tente une définition de la pensée comme l'ensemble des « opérations dont elle est capable »³⁰. En ce sens les machines « pensent », mais sans « l'expérience mentale » du cerveau humain. Fessard va au-delà d'une irréductibilité de cette expérience, en proposant « imaginer que la configuration des champs électriques intracérébraux soit, dans certaines régions spécifiques, isomorphes à la structure de l'expérience perceptive. »³¹ « Les psychologues, indique Fessard, ne manqueront pas de reconnaître là quelques-unes des

²⁷ Fessard, A. (1953b), p. 524

²⁸ Fessard, A. (1953a), p. 32

²⁹ Fessard, A. (1953c), p. 23

³⁰ Fessard, A. (1953b), p. 525

³¹ *Ibid.*, p. 526

idées que défendirent jadis avec talent les théoriciens de la Gestalt Theorie. »³²

A ce propos, Fessard cite Wolfgang Köhler (1887-1967) opposant comme lui une organisation fonctionnelle du « type dynamique direct » aux organisations du « type-machine »³³. En somme, Fessard reconnaît finalement implicitement pour les fonctions complexes le droit pour une approche cybernétique de réaliser des modèles indépendants de l'expérience à l'aide de concepts de physiologie élémentaire. Au colloque de Montréal de 1953, Fessard s'interroge sur la conscience. S'il commence par énoncer certaines hypothèses physiologiques et critiquer sévèrement les approches de la cybernétique reposant sur des câblages rigides³⁴, il reprend ensuite un raisonnement de type cybernétique pour proposer certaines corrélations entre structures élémentaires de circuits et « opérations élémentaires de la conscience » comme *transmission*, *intégration*, et *mécanismes autogènes*.

Fessard situe donc la cybernétique au carrefour de ses propres intérêts neurophysiologiques, dont tous les observateurs scientifiques ou épistémologistes ont reconnu le dualisme relatif entre études des mécanismes élémentaires, soit une physiologie dite *interne*, les études fonctionnelles ou physiologie *externe*. Pour Fessard, la cybernétique peut aider, avec la psychologie, à fixer une terminologie, un ensemble de concepts avec lesquels on peut discuter des fonctions supérieures dans leurs rapports théoriques aux mécanismes élémentaires sous-jacents. La cybernétique peut tenter des

explications et des modèles des *fonctions* par des *fonctionnements*, selon une distinction chère à Fessard.

Réflexion de Fessard sur le rôle et la place de la cybernétique dans la neurophysiologie

La conception de Fessard au sujet de la cybernétique en fait une approche à la fois annexe de la neurophysiologie et relativement autonome dans ses pratiques et objets, dès lors que la complexité des systèmes neuroniques est suffisamment prise en compte. Cependant, lors de sa conférence faite en Sorbonne en 1953³⁵, Fessard souligne que « de tels systèmes [cybernétiques] sont trop fragiles [...] ils sont généralement conçus de telle sorte que l'enlèvement d'un seul neurone dénaturerait les propriétés de l'ensemble [...] »

Cette critique de type holiste sous entend l'importance du hasard, des liaisons dynamiques entre neurones, la surestimation du déterminisme anatomique strict des voies nerveuse. « C'est, dit Fessard, la susceptibilité que chaque neurone a d'entrer en action, et cela exige de celui-ci une certaine plasticité dont les cybernéticiens ne semblent pas avoir tenu compte. »³⁶

En 1962, Fessard publie un article dans le livre intitulé *Frontiers in Brain Research*³⁷. La cybernétique est considérée comme une branche de la neurophysiologie, une branche de la biophysique appliquée à la neurophysiologie s'intéressant aux fonctions, en prenant en compte la notion centrale d'information. Dans l'esprit de Fessard, la cybernétique est

³² Ibid., p. 527

³³ Ibid., p. 528

³⁴ Fessard, A. (1954), p. 216

³⁵ Fessard, A. (1953a), p. 32

³⁶ Ibid., p. 33

³⁷ Fessard, A. (1962)

déjà devenue une science des modèles, à l'instar de conceptions proches de Georges Canguilhem, lecteur et contemporain d'Alfred Fessard, dont l'approche philosophique l'enjoint à considérer le statut idéal du modèle mathématique et cybernétique dans la biologie contemporaine³⁸. Fessard en fait lui-même un usage assez spéculatif dans ses réflexions sur le code nerveux qu'il présente dans un article du Monde de 1968³⁹, dans lequel il présente la tâche du physiologiste de « déchiffrer le ou les codes par lesquels le cerveau traduit, communique, conserve, manipule et, finalement utilise l'information. [...] » « Le code nerveux, problème essentiel, est à rechercher, dit Fessard, dans les caractéristiques d'espace et de temps de l'activité des neurones cérébraux. »

Dans l'article «Cybernétique et biologie», publié en 1970 dans l'*Encyclopædia Universalis*⁴⁰, Fessard décrit l'historique du domaine et en présente les *opérations de communication*, les *propriétés de système*, les *opérations de commande*, et en guise de conclusion, les applications médicales. Fessard reste toujours en marge des grands colloques internationaux de cybernétique, mais il participe aux colloques français de cybernétique médicale, comme celui de Nice en 1966 où il invite Michel Meulders à participer⁴¹. Son but vise à soutenir les

efforts des médecins cybernéticiens, tel le Dr. Barbizet⁴².



Figure 2. IVème congrès international de médecine cybernétique, Nice, Septembre 1966, Alfred Fessard (centre).

Mais comment Fessard considère-t-il alors le mouvement cybernétique quelque vingt ans après sa naissance ? En 1973, l'allocution inaugurale de Fessard au colloque du C.N.R.S. « Comportement moteur et activités nerveuses programmées » d'Aix-en-Provence jette un regard rétrospectif assez critique vis-à-vis du mouvement des années 1950. « Le mouvement théorique créé par la cybernétique naissante a beaucoup contribué à appuyer les recherches dans cette direction [consacrées à la notion de programme moteur] à donner son statut à ce type de modèle ; peut-être aussi à lui donner une sorte de monopole qui a retardé quelque peu l'avènement d'un modèle plus exact, faisant mieux ressortir le concept de programme. »⁴³ Fessard a ici en tête les conceptions de programmation de Kurt Wachholder (1893-1961) qui aurait pu entrer beaucoup plus tôt dans le cadre de la

³⁸ Canguilhem, G. The role of analogies and models in biological discoveries, in *Scientific change* (Heinemann, Londres, 1963) (eds, Crombie A.C.) Traduit en français sous le titre *Modèles et analogies dans la découverte en biologie*. In *Etudes d'Histoire et de Philosophie des Sciences* (Vrin, Paris, 1968), pp. 305-318.

³⁹ Fessard, A. (1968)

⁴⁰ Fessard, A. (1970)

⁴¹ Meulders, M. Communication personnelle.

⁴² Meulders, M. Communication personnelle.

⁴³ Fessard, A. (1974)

cybernétique, comme une conception *téléologique* au sens de Wiener.

La leçon d'Alfred Fessard a été entendue des neurophysiologistes français qui se sont dans leur majorité abstenus de créer des modèles infondés. Mais les propos de Fessard sont en réalité adressés dès 1951 aux apprentis cybernéticiens. Fessard appelaient à une cybernétique fidèles aux approches de Wiener prenant en compte la complexité, destinées à une biologie des systèmes complexes, selon une conception prenant en compte la hiérarchie des phénomènes, les liaisons dynamiques entre éléments et l'intrusion du hasard, à l'image de la *Systems Biology* que nous connaissons aujourd'hui. La republication en 1989 de la conférence de Fessard en Sorbonne de 1953 dans la *Revue Internationale de Systémique* est significative à cet égard. Les conceptions de Fessard se rapprochaient finalement de la vision de Georges Canguilhem voyant dans une *biologie mathématique* à venir, une nouvelle façon d'interroger le vivant, en considérant les fonctions au sein d'une totalité, ainsi qu'en réintroduisant la finalité des mécanismes biologiques⁴⁴.

Fessard n'avait sûrement pas saisi d'emblée ce que la cybernétique était destinée à devenir dans son rapport à la neurophysiologie. Mais il faut rendre hommage à sa perspicacité pour toujours maintenir dans sa réflexion une tension entre deux cultures épistémologiques comme un principe régulateur des relations interdisciplinaires, ce que Fessard eut toujours à cœur d'encourager. C'est par cette capacité hors norme que Fessard a pu considérer l'heuristique

d'une science des modèles autonome en interaction réciproque avec la neurophysiologie, se rapprochant ainsi de la dernière ébauche d'une philosophie de la vie de Georges Canguilhem⁴⁵, c'est-à-dire d'un idéalisme assez critiquable à son époque, et cependant nouvelle, qui demeure une visée actuelle des sciences biologiques contemporaines.

Nous pouvons interpréter la conception de Fessard au sujet de la cybernétique comme une tentative de réconcilier deux démarches qui lui tinrent toujours à cœur de développer de conserve, l'analyse des opérations neuroniques élémentaires et les fonctions supérieures du cerveau. Le vœu de Fessard était finalement proche des aspirations de Wiener lui-même dans la prise en compte de la complexité des fonctionnements locaux établis par les physiologistes et leur restitution par des modèles complexes et probabilistes. Cette conception de Fessard peut être mise en perspective dans les réflexions contemporaines de Canguilhem au sujet d'une mathématique biologique et dans les développements récents d'une Biologie des systèmes développée par de nouveaux outils mathématiques. Dans cette perspective générale, la cybernétique représente un cadre théorique qui fut pris très au sérieux par Fessard et certains de ses élèves comme une perspective future d'harmonisation de courants de recherche distincts, un terrain d'interdisciplinarité et un lieu de réflexion commun à la neurophysiologie, la psychologie, la psychiatrie ou encore la psychanalyse. La dimension théorique de la cybernétique a en effet permis son infiltration dans ces différentes

⁴⁴ Canguilhem, G. (1963)

⁴⁵ Barbara, J.G. (2007)

branches du savoir, et démontré la possibilité de construire sur des bases communes des modèles pluridisciplinaires dans lesquels s'opèrent des convergences entre différents domaines d'étude. C'est le mérite d'Alfred Fessard d'avoir compris cela, et même si les désignations des voies de recherche ont changé, et qu'on ne parle plus de cybernétique, l'espoir d'une synthèse des connaissances par les outils mathématiques les plus modernes demeure et se développe sous d'autres formes.

Remerciements

Je souhaite remercier chaleureusement Michel Meulders pour les discussions que nous avons eues au sujet de ce travail et Renan Le Roux⁴⁶ pour ses remarques judicieuses sur ce manuscrit.

Références

Adrian, E. The basis of sensation. (Christophers, Londres, 1928)

Barbara, J.G. The physiological construction of the neurone concept (1891-1952). C. R. Biol. 329, 437-449 (2006)

Barbara, J.G. L'étude du vivant chez Georges Canguilhem entre physiologie et philosophie de la vie : des concepts aux objets biologiques. (A paraître)

Bertalanffy (von), L. An outline of General System Theory. Br. J. Philos. Sci. 1, 1389-1164 (1950)

Broglie (de), L. Discours de M. L. de Broglie. In Les machines à

calculer et la pensée humaine (Editions du C.N.R.S., Paris, 1953)

Canguilhem, G. The role of analogies and models in biological discoveries. In Scientific change (ed, Crombie A.C.) (Heinemann, Londres, 1963)

Couffignal, L. Les machines à penser. (Editions de minuit, Paris, 1952)

Eccles, J.C. Interpretation of action potentials evoked in the cerebral cortex. Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. 3, 449-464 (1951)

Fessard, A. Trois conceptions du fonctionnement nerveux central. J. Radiol. Electrol. 27, 145-150 (1946)

Fessard, A. Points de contact entre neurophysiologie et cybernétique. Structure et Evolution des Techniques, 35-36, 25-33 (1953a)

Fessard, A. Sur un « défaut » propre à la machine nerveuse. In Les machines à calculer et la pensée humaine (Editions du C.N.R.S., Paris, 1953b)

Fessard, A. Quelques propriétés des systèmes de neurones. Cahiers de physique, 46, 23-33 (1953c)

Fessard, A. Mechanisms of nervous integration and conscious experience. In Brain mechanisms and consciousness (eds Adrian, E.A., Bremer, F. & Jasper, H.H.) (Blackwell, Oxford, 1954)

Fessard, A. Neurophysiological frontiers in brain research. In Frontiers in brain research. (eds French, J.D.) (Columbia, Princeton, 1962)

Fessard, A. Le cerveau et le comportement humain. (Le Monde, 14 mars 1968)

Fessard, A. Cybernétique et biologie. (Paris, Encyclopædia Universalis, Paris, 1970)

Fessard, A. Allocution inaugurale. Brain Res, 71, v-xi (1974)

⁴⁶ Ronan Le Roux prépare actuellement une thèse à l'EHESS sous la direction d'Eric Brian intitulée *La cybernétique en France (1948-1970)*. Il a traduit en français l'ouvrage de Wiener de 1948 *Cybernetics*.

- Garson, J. The Introduction of information into neurobiology. Philosophy of Science Association, 18th Biennial Meeting (2002)
- Jasper, H.H. Charting the sea brain waves. *Science* 108, 433-437 (1948)
- Jasper, H.H. Brain waves and unit discharge in cerebral cortex. *Science* 116, 656-657 (1952)
- Lapicque, L. *La machine nerveuse.* (Flammarion, Paris, 1942)
- Marshall, L.H. The fecundity of aggregates: the axonologists at Washington University, 1922-1942. *Perspect. Biol. Med.* 26, 613-636 (1983)
- Mc Culloch, W.S., Lettwin, J.Y., Pitts, W.H. & Dell, P.C. Une comparaison entre les machines à calculer et le cerveau. In *Les machines à calculer et la pensée humaine* (Editions du C.N.R.S., Paris, 1953)
- Olson, G.E & Schadé, J.P. A tribute to Norbert Wiener. In *Cybernetics of the nervous system.* (eds, Wiener, N. & Schadé, J.P.) (*Prog. Brain Res.*, Elsevier, Amsterdam, 1965)
- Shannon, C.E. A mathematical theory of communication. *The Bell System technical journal* 27, 379-423 (1948)
- Wiener, N. *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine.* (Hermann, Paris, 1948)