

## RÉFLEXIONS SUR L'USAGE DU CONCEPT DE PLASTICITÉ EN NEUROBIOLOGIE

Les progrès actuels de la neurobiologie appellent le dialogue interdisciplinaire. L'importance et l'abondance des faits collectés aux divers niveaux d'analyse du fonctionnement du système nerveux rendent possible une approche verticale de certains problèmes. On peut désormais concevoir que des phénomènes moléculaires du niveau cellulaire puissent être directement reliés aux processus qui rendent compte du fonctionnement de la machine nerveuse et aux phénomènes comportementaux qui expriment le produit de ce fonctionnement intégré au niveau de l'organisme. On connaît les difficultés que soulèvent généralement les problèmes de vocabulaire à l'interpénétration des champs de connaissances. Dans cette perspective, on peut s'interroger sur le succès que connaît actuellement le concept de *plasticité*. Le terme est à la mode. On parle de plasticité des expressions phénotypiques, de plasticité synaptique, de plasticité morphologique, de plasticité fonctionnelle, de plasticité des coordinations sensori-motrices, de plasticité du comportement, etc. Une telle généralisation du concept est-elle justifiée ? Les réalités qu'il recouvre sont-elles suffisamment précises pour qu'on puisse espérer le voir devenir un concept heuristique générateur d'hypothèses et d'expériences nouvelles et donc un concept utile en neurobiologie ? Le problème mérite attention, car la réflexion soulève dès l'abord quelques difficultés que nous voudrions expliciter.

### I. — LE PIÈGE DES CONSÉCRATIONS SÉMANTIQUES

Tout terme de notre langue peut être utilisé dans son sens propre ou dans un sens métaphorique, sans que l'on puisse en faire reproche

à celui qui choisit d'en faire usage dans un contexte particulier. Les connotations interprétatives qui peuvent s'attacher à l'usage du concept de plasticité et au qualificatif de plastique exposent à quelques ambiguïtés. Il importe tout d'abord de les dénoncer.

Le nouveau Littré restreint clairement le sens propre du terme de *plasticité* à « la capacité qu'ont les corps déformables de changer leur forme sous l'action d'une force extérieure et de conserver cette déformation lorsque cette force a cessé d'agir ». La plasticité de l'argile comme le qualificatif de matière plastique dans son sens moderne se réfèrent directement à cette propriété. La notion se distingue donc assez clairement de celle d'*élasticité* qui désigne « la propriété qu'ont les corps déformables de reprendre leur forme et leur volume primitif quand la force qui s'exerce sur eux cesse d'agir ». On retrouve l'acception au sens figuré où elle désigne une certaine souplesse adaptative dans la manière de se comporter et de réagir aux sollicitations de l'environnement.

Une première ambiguïté apparaît lorsqu'on remonte avec l'ancien Littré au qualificatif plus ancien de *plastique*. Étymologiquement, en effet, c'est « au pouvoir de former, de donner une forme » que se réfère le terme. On le retrouve aujourd'hui dans l'expression « art plastique », qui reste fidèle à cette acception, puisqu'il s'agit bien de « l'art de créer des formes ». Intéressant de ce point de vue est l'usage premier qu'en fit la biologie pour désigner la fonction fondamentale que possèdent les êtres vivants d'engendrer et d'entretenir leur forme. La physiologie du début du siècle parlait d'« aliments plastiques », de « fonctions plastiques », pour désigner ce qui contribue, par les fonctions de nutrition, à la morphogénèse et à l'entretien de la structure organique. Littré illustre cette définition par une citation de Hartsoeker : « Il imagina qu'il y avait dans les écrevisses une âme plastique ou formatrice qui savait leur refaire de nouvelles jambes... ».

La biologie devait se heurter à l'ambivalence introduite par un terme qui désignait à la fois la propriété des organisations vivantes d'être des organisations « organisées », des structures d'ordre modifiables, malléables sous l'action des contraintes du milieu extérieur, et des organisations « organisantes », c'est-à-dire des structures génératrices d'ordre, d'abord au niveau d'une morphogénèse

planifiée par le programme génétique, puis comme structurantes de leur propre univers sensoriel et moteur, enfin comme transformatrices de l'ordre physique qui caractérise leur environnement. La prise en considération des deux volets de la dialectique qui unit l'organisme à son écosystème reste évidemment fondamentale. On la retrouve dans les conceptions modernes de genèse et d'épigénèse sélective. La fonction « génétique », telle qu'elle apparaît dans les termes d'ontogenèse, d'organogenèse, d'embryogenèse, de morphogenèse, etc., se réfère à l'existence de forces structurantes, organisationnelles, génératrices et créatrices d'ordre, donc *plastiques* au sens étymologique du terme, alors que la malléabilité, les facultés d'adaptation, d'accommodation aux contraintes de l'environnement qu'expriment les organisations vivantes se référerait à la propriété de déformabilité irréversible survivant à ses causes initiales contenue dans l'acception moderne du terme de *plasticité*.

Si tant est que l'on abandonne en biologie (et l'usage semble aujourd'hui consacrer cet abandon) le terme de « plastique » pour caractériser la capacité auto-organisatrice et génératrice d'ordre des machines vivantes (sans vraiment lui substituer un autre concept unitaire, qui pourtant serait bien utile), la restriction de son sens à la désignation de la propriété de déformabilité et d'accommodation adaptative de la structure sous l'effet des contraintes externes n'est pas exempte d'ambiguïtés nouvelles, et ceci sur deux points au moins.

1. Dans les rapports des concepts de plasticité et d'élasticité, il est clair que la définition de la permanence du changement de forme et de sa survivance aux causes qui l'ont induite n'est pas si facile dès lors qu'il s'agit de distinguer des classes de phénomènes biologiques irréversibles ou plus ou moins rapidement réversibles. Quelle échelle de temps adopter pour distinguer ici la plasticité de l'élasticité ?

2. Une seconde difficulté surgira aussi quant à l'emploi du terme de plasticité au sens propre ou au sens figuré. La pesanteur des consécutions sémantiques inclinerait à restreindre l'usage du terme en biologie à la déformabilité durable des « structures » vivantes. Mais cette restriction nous confronte immédiatement à l'utilisation métaphorique du terme de structure. Il n'est pas besoin de rappeler

ici les nombreux débats épistémologiques auxquels cette extension du concept de structure a donné lieu : structures d'ordre matériel qui caractérisent les condensations d'énergie-matière dans un espace physique tridimensionnel, structures d'ordre temporel qui caractérisent l'organisation des phénomènes dans le temps, structures fonctionnelles, structures abstraites d'ordre conceptuel, structures logiques, mathématiques ou autres...

Tentons, par simplification purement exploratoire, de restreindre le terme de structure à la désignation du *substratum matériel* des systèmes qui nous préoccupent. Une nouvelle difficulté surgit aussitôt, et non des moindres : celle que pose la définition des niveaux d'organisation et des rapports de la structure à la fonction à chacun des niveaux considérés.

## II. — LE PIÈGE DES NIVEAUX D'ORGANISATION

Il est banal de rappeler que les organisations vivantes sont constituées de l'emboîtement hiérarchisé d'une série de sous-structures organisées en « unités systémiques » (Weiss, 1941). Chaque unité du système (l'« org » de Gerard, 1960, encore appelé « integron » par F. Jacob, 1970) se définit par sa *structure d'interface* avec le système de niveau supérieur dont elle est un élément et par la *structure de relation* qui solidarise les éléments interdépendants ou « sous-systèmes » qui la composent. Entrées et sorties de l'unité systémique se définissent au niveau de la structure d'interface, mais son fonctionnement propre se définira par sa structure interne de connectivité. La cellule, l'organe, l'appareil, l'organisme, les groupes d'organismes, les sociétés constituent quelques-uns des paliers structuraux ou « unités systémiques » ou « integrons », que l'on peut définir dans la filiation hiérarchisée qui mène des particules élémentaires à la biosphère (Miller, 1965). Chacun de ces paliers fait généralement l'objet d'une approche horizontale par les hommes de science. Celle-ci requiert à chaque palier des technologies, des problématiques, des théories, des concepts particuliers qui définissent, de fait, les grandes branches de la physique, de la chimie, de la biologie, de la psychologie, de la sociologie.

Chaque integron des organisations vivantes doit donc être

considéré comme un système ouvert spécifié par sa Structure, son fonctionnement et sa Fonction (Système S.f.F.) (Fig. 1).

La Structure du système est définie par une *structure d'interface* comme lieu de ses interactions avec son environnement (souvent confondue avec sa morphologie, sa forme) et par une *structure*

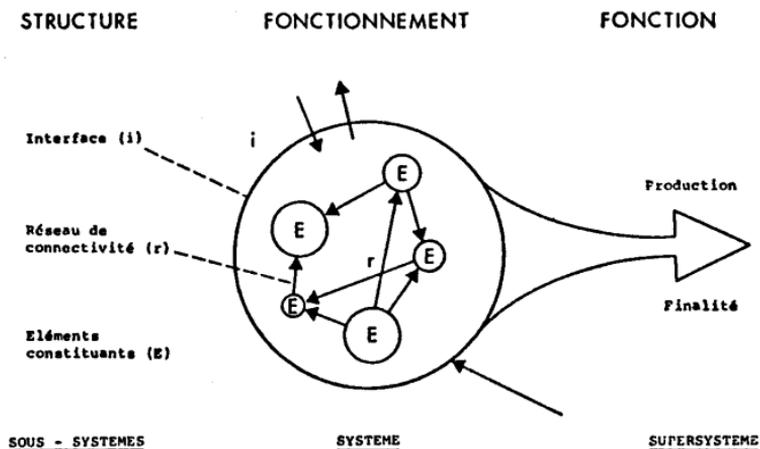


Fig. 1. — Schéma général d'organisation d'un intégrom comme unité systémique.

La spécification du système par la structure distingue : l'*interface* ( $i$ ), frontière morphologique et lieu des échanges entre le système et son environnement, les composants élémentaires (E) ou *sous-systèmes*, et le *réseau de relation* ( $r$ ) qui solidarise ces éléments.

La spécification du système par son *fonctionnement* suppose la description de la nature et de la dynamique des relations « fonctionnelles » qui unissent les divers sous-systèmes qui le composent.

La *fonction* du système est considérée comme le produit de son fonctionnement. La finalité de cette fonction s'exprime dans le réseau de relations fonctionnelles du supersystème qui intègre le système considéré comme un de ses éléments.

*de connectivité interne* qui définit le support des interactions qui solidarisent ses *éléments constitutants* ou *sous-systèmes* qui le composent.

Le *fonctionnement* interne du système considéré traduit les modalités et la configuration spatio-temporelle de la mise en jeu des sous-systèmes ou pièces qui le composent en réponse aux variations qualitatives ou quantitatives du flux d'échanges dont son interface est le siège. On parlera alors d'un processus ou d'un programme de fonctionnement.

*La Fonction* du système apparaît comme le produit de ce fonctionnement exprimé dans une production ou une réaction du système dans et sur les éléments de son environnement. Il n'y a pas de fonction sans finalité fonctionnelle. Une finalité fonctionnelle ne peut trouver sa signification biologique que dans l'identification des conséquences de son expression dans le système de niveau supérieur dont l'intégron considéré est l'un des éléments constitutants.

On voit comment la dialectique traditionnelle de la structure et de la fonction peut se trouver obscurcie par la confusion trop fréquente entre le fonctionnement et la fonction. Si la fonctionnalité d'un intégron est bien le produit d'un processus de fonctionnement qui s'exprime sur le support d'une structure de relations ou de connectivité qui unit les éléments qui le composent, *la signification* qu'elle revêt ne peut être comprise que dans le cadre du *fonctionnement* du supersystème où cet intégron s'insère.

A l'échelon de l'intégron « organisme » qui nous préoccupe ici le plus directement, il est clair que le *comportement* des organismes peut être décrit comme une séquence d'événements apparaissant à l'interface entre le système organisme et le supersystème environnement où il s'insère (son écosystème). Il apparaît comme le produit d'un processus de *fonctionnement* qui s'exprime à travers le support structural des relations « interorganiques » (nerveuses et endocriniennes). Les sous-systèmes « fonctionnels » qui peuvent être délimités à ce niveau (fonctions respiratoires, fonctions circulatoires, fonctions d'assimilation, fonctions d'excrétion, etc.) prennent leur signification dans le système « organisme » intégré dont ces régulations physiologiques assurent l'intégrité et la survie structurale. Dès que l'organisme est affronté aux exigences qui résultent de son interdépendance énergétique ou informationnelle vis-à-vis des autres composants de son écosystème (identification des partenaires sexuels, des prédateurs, de la nourriture ou des proies), il se « comporte ». La recherche des mécanismes, des fonctionnements qui sous-tendent l'expression des « fonctionnalités » comportementales pose alors des problèmes dont la spécificité a rarement été clairement reconnue. Celle-ci suppose en effet l'identification des ensembles neuronaux responsables des opérations partielles qui sous-tendent ces expressions comportementales, de leur structure d'interface à

l'intérieur même du système nerveux et de leur structure d'interrelations. C'est encore à un autre niveau d'organisation que nous devons saisir le rôle des structures de connectivité interneuroniques qui assurent par leur fonctionnement la « fonctionnalité » des ensembles cellulaires auxquels les neurones appartiennent.

Cette préoccupation d'une vision « modulaire » de la structure et du fonctionnement du système nerveux n'est pas absente des courants de réflexion moderne (Szentagothai, 1975), et la recherche des modules câblés interdépendants comme partie constituante des programmes moteurs constitue un important courant de la neurophysiologie contemporaine (voir Paillard, 1976). Ce renouvellement des perspectives peut conduire à d'importantes clarifications. Mais, à supposer le problème résolu, verrons-nous pour autant clarifié le concept de plasticité ? Pourrons-nous justifier son emploi pour décrire indifféremment une certaine malléabilité de la fonction, une certaine variation du programme du fonctionnement, une certaine transformation de la structure matérielle du système ? Peut-on, à tout le moins, garder l'espoir de pouvoir établir une filiation causale entre ces divers phénomènes qui autoriserait une généralisation du concept en neurobiologie ?

C'est alors que nous rencontrons un troisième ordre de difficultés : celui que pose le problème de la stabilité.

### III. — LE PIÈGE DE LA STABILITÉ

Parler de « plasticité » d'un système suppose la possibilité du constat d'un changement d'état, de forme, de structure des propriétés du système. Ce changement d'état lui-même ne peut être défini que par référence à une certaine stabilité invariante. Le changement « plastique » intervenu dans la structure concernée traduira le passage d'un état initial de stabilité à un état final de stabilité distinguable de l'état initial.

S'agissant des systèmes vivants, et sans soulever ici le problème des échelles de temps et d'espace, le concept de *stabilité* peut, comme on le sait, revêtir des contenus divers :

— celui de la *stabilité rigide* indéformable (squelette osseux, plan de câblage nerveux) ;

- celui de la *stabilité déformable* irréversiblement (mémoire à long terme) ;
- celui de la *stabilité déformable* mais retrouvée dès la cessation d'application de la contrainte (structures molles de l'organisme, mémoire à court terme ?) ;
- celui de la *stabilité d'équilibre* résultant de l'application de forces antagonistes (un modèle quasi universel d'organisation du fonctionnement nerveux) ;
- celui de la *stationnarité probabiliste* qui est le propre des organisations vivantes tant au plan structural que fonctionnel.

L'invariance morphologique du système n'est maintenue qu'au prix d'une multitude de micro-remaniements de la structure de base. La stationnarité fonctionnelle est elle-même sous-tendue par une multitude de micro-événements aléatoires aux divers niveaux de l'organisation systémique.

La difficulté apparaît ici en pleine lumière, car l'instabilité des phénomènes, à un certain niveau d'analyse, semble le plus souvent conditionner l'invariance des états du supersystème. L'homéostasie organique n'est maintenue qu'au prix d'une modification permanente de son fonctionnement interne. Les variations de ce fonctionnement ne supposent généralement pas de modifications structurales des réseaux de connectivité où ce fonctionnement s'exprime. Inversement, un changement de structure interne (consécutif à une lésion par exemple) peut ne pas affecter l'invariance fonctionnelle qu'une vicariance de fonctionnement peut contribuer à maintenir.

En analysant la logique des systèmes théoriques susceptibles de présenter des propriétés d'homéostasie, d'habituation, d'adaptation, Ashby (1954) a clairement distingué plusieurs formes possibles de stabilité :

a) *La stabilité* des états d'équilibre thermodynamique qui caractérise les systèmes réagissant à toute perturbation déséquilibrante (dans une certaine marge toutefois) par une réaction compensatrice qui tend à les ramener dans leur état primitif ;

b) *L'ultrastabilité* des états stationnaires de non-équilibre (définis en thermodynamique des phénomènes irréversibles) qui se traduit par la propriété du système de posséder plusieurs états

stables possibles et de réagir aux actions déséquilibrantes par des modifications de l'activité de ses structures de connectivité qui se poursuivent jusqu'à ce qu'il atteigne un nouvel état stable ;

c) *La multistabilité* qui résulte du couplage lâche d'un ensemble de systèmes ultrastables agencé de telle sorte que tous ne soient pas simultanément activés en réponse à un stimulus perturbant ; un tel système est capable de modifier la configuration d'activité de ses sous-systèmes sans pour autant devenir instable.

Ajoutons qu'une caractéristique importante des systèmes multistables est qu'ils ne peuvent exister sans une certaine quantité de bruit sous la forme d'un certain degré d'aléatoire dans les connexions ou d'un certain nombre d'erreurs dans le fonctionnement de leurs éléments, ou encore d'un certain degré d'hétérogénéité ou de variété dans les composants.

On trouvera chez Atlan (1972) d'intéressants développements sur ce problème de la fiabilité et de la souplesse adaptative des systèmes qui s'accroissent avec l'augmentation de l'hétérogénéité de leurs composants, tributaire elle-même d'une diminution de la redondance comme résultat des sollicitations aléatoires de l'environnement.

L'instabilité comme condition de la stabilité, le désordre aléatoire comme générateur d'organisation, la diversité créatrice d'unité : autant de notions antinomiques qui sont apparemment conciliables dans une vision d'ensemble de ce que l'on peut continuer d'appeler la « logique du vivant ».

L'espoir de voir le concept de « plasticité » descriptif d'une dimension commune à la fonction, au programme de fonctionnement et à la structure matérielle des unités systémiques identifiables aux divers niveaux de l'organisation neurobiologique peut-il dans ces conditions rester fondé ? N'est-il pas condamné, dans son extension actuelle, à devenir une de ces « généralisations verbalisantes » contre lesquelles Bachelard nous mettait en garde ?

#### IV. — ARGUMENTS POUR UNE RESTRICTION DU CONCEPT DE PLASTICITÉ

L'usage qui se répand de plus en plus aujourd'hui d'employer le terme de plasticité dans son sens métaphorique général fait

craindre qu'il ne devienne rapidement une source de confusion dans les échanges interdisciplinaires. Un tel usage métaphorique exclura, en effet, difficilement la connotation interprétative qui continue de s'attacher à ce terme. Cette connotation ne conduit-elle pas à attribuer la variation de la fonction ou du processus qui la sous-tend à un changement durable de la structure matérielle du système, changement qui résulte de l'action d'une force extérieure ou des contraintes de l'environnement ?

Or on peut, au premier examen, retenir trois grandes classes de manifestations de ces changements durables de structure chez les systèmes vivants :

1) La première concerne l'échelle de temps géologique de la transformation des espèces dans leur morphologie et dans leurs capacités réactionnelles. Elle traduit une certaine mutabilité structurale du génome. On peut la qualifier de *plasticité « évolutive »* ;

2) La deuxième s'exprime au niveau individuel dans les phénomènes d'épigenèse. Elle traduit la malléabilité structurale du système au cours de son développement. Elle concerne davantage la « mise en forme » de la structure sous l'action des contraintes externes que sa déformabilité proprement dite. Elle implique une sélection des performances dans le champ des compétences génétiques. On peut ici parler de *plasticité « génétique »* ;

3) La troisième enfin marque les capacités du système ayant achevé son développement à remanier sa propre structure et à enrichir son répertoire réactionnel de possibilités nouvelles non initialement présentes dans ce répertoire. Elle définit une certaine *plasticité adaptative* du système ayant achevé sa maturation.

Dans la perspective du dialogue aujourd'hui ouvert en neurobiologie entre les spécialistes du niveau comportemental et les spécialistes du niveau cellulaire, il peut apparaître opportun de distinguer les variations observables du comportement qui relèvent des modifications structurales du réseau de connectivité nerveuse, de celles qui ne les impliquent pas. Seules les premières justifient à notre sens d'être définies comme traduisant une plasticité du système (v. Fig. 2).

On connaît la souplesse de fonctionnement des automates cybernétiques. Elle nous démontre qu'un réseau rigide de connections

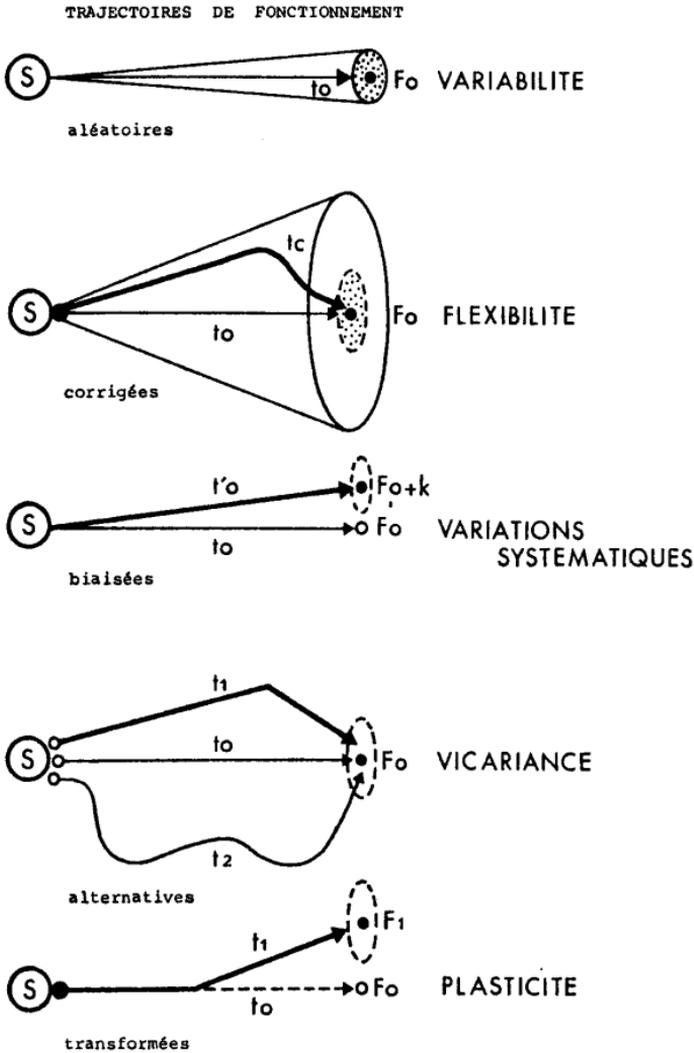


Fig. 2. — Diverses classes de variations observables soit au niveau de la fonction du système : performance, finalité ( $F_0$ ), soit au niveau de sa trajectoire de fonctionnement interne ( $t_0$ ) (voir commentaires dans le texte).

Les quatre premières classes de trajectoires ne supposent pas, en principe, de modifications de la structure matérielle du système (interface, structure de connectivité, éléments composants).

Par contre, on réservera le terme de *plasticité* pour désigner la capacité du système à réaliser de nouvelles fonctions ( $F_1$ ), en transformant soit son réseau interne de connectivité ( $t_0$ ,  $t_1$ ), soit les éléments qui le composent.

préétablies peut être le support d'un fonctionnement variable et maintenir néanmoins des invariances fonctionnelles (des finalités). On ne parlera pas, par exemple, devant la diversité des performances de la tortue de Grey Walter, d'une plasticité de son comportement. Tout ce qui est modulation des réponses possibles d'un organisme en fonction des variations de la situation ne traduit pas obligatoirement une propriété de plasticité. Cela peut exprimer simplement la présence d'un répertoire donné de compétences sollicitables en termes de performances par les actions du milieu. Ce qui est variabilité des réponses possibles en fonction d'une situation déterminée ne relève pas non plus nécessairement d'une plasticité structurale. Cela peut traduire simplement l'intervention de l'état réactionnel de l'organisme (comme facteur intermédiaire) dans la détermination du choix de programmes de réponses déjà disponibles dans le répertoire comportemental de l'individu.

Tout programme de fonctionnement sous-tendant l'expression d'une activité finalisée malgré la rigidité de la structure de câblage qui lui sert de support manifeste une certaine FLEXIBILITÉ, c'est-à-dire une certaine capacité d'ajustement, de tolérance d'erreurs automatiquement corrigées grâce à l'existence de circuits d'assistance et de rétroactions compensatrices. La souplesse adaptative des régulations biologiques basée sur le principe de la servo-assistance et la non-stéréotypie des réponses ne supposent en aucune manière une modification des structures de connectivité interne du système.

Actuellement, le neurophysiologiste est engagé activement dans l'identification des modules câblés qui rendent compte de l'accomplissement de certains programmes moteurs rigides dont l'exécution, toutefois, se trouve contrôlée par des circuits d'assistance et de régulation agencés en fonction des finalités fonctionnelles qu'ils assument (Paillard, 1976). Nous dirons que ces modules sont dotés d'une *flexibilité* de leur fonctionnement à l'intérieur d'une certaine marge de tolérance d'erreurs. Nombreuses sont les activités comportementales fondamentales qui résultent de l'évocation de tels programmes rigoureusement câblés. Leur exécution est cependant exempte de stéréotypie, parce que bénéficiant de l'assistance de dispositifs de correction qui en assurent la flexibilité adaptative.

Par ailleurs, les *variations systématiques* de la performance du système (ses erreurs constantes) ou ses *variations aléatoires* (sa variabilité, son bruit de fond) sont des erreurs de fonctionnement qui échappent aux capacités de correction du système et par suite se situent hors de ses marges de flexibilité (v. Fig. 2).

Enfin la *variété des stratégies* mises en œuvre pour accomplir une même finalité comportementale n'implique pas non plus la création de structures de connexion nouvelles, mais simplement une VICARIANCE de stratégies alternatives préexistantes dans le système et dont les règles de sollicitation peuvent être définies. L'étude des régulations fonctionnelles du niveau physiologique offre de nombreux exemples de l'existence de ces circuits parallèles capables de maintenir l'invariance de la fonction en cas de défaillance de l'un ou même de plusieurs d'entre eux. C'est un principe bien connu de construction des machines dont on souhaite accroître la fiabilité. Il serait surprenant que le niveau des régulations comportementales échappât à cette règle.

Le véritable problème que nous rencontrons en fait dans l'applicabilité du concept de plasticité à ces niveaux d'analyse est celui de la transformation des programmes câblés existants, de leur remaniement structural durable et de la construction de nouveaux modules fonctionnels. En fait, c'est bien le problème des processus d'apprentissage et des engrammations mnémoniques qui se trouve ainsi posé.

Aussi, n'est-il pas sans intérêt pour le neurophysiologiste comme pour le neurobiologiste du niveau cellulaire de pouvoir relier les changements structuraux qu'ils peuvent détecter, d'une part aux processus de fonctionnement de la structure, d'autre part aux variations comportementales qu'ils produisent.

Une taxonomie plus précise des variations du comportement non référables à des changements structuraux des réseaux de connectivité serait précieuse de ce point de vue. Elle permettrait peut-être de distinguer ce qui, dans les variations observables, relève de la *flexibilité*, de la *vicariance* de stratégies, de la *variabilité systématique* ou *aléatoire* (bruit de fond) en orientant la recherche de mécanismes ou de modèles de fonctionnement susceptibles d'en rendre compte à partir d'une machine rigidement câblée.

Elle préciserait du même coup ce qui relève de la *plasticité* du système et de la « modifiabilité » de ses structures internes (v. Fig. 2).

C'est dans cette perspective de dialogue interdisciplinaire entre comportementalistes, neurophysiologistes et neurobiologistes « cellulaires » qu'une telle clarification sémantique nous paraît utile, car il va bien de soi qu'au niveau de la simple description phénoménale l'importance de telles discriminations linguistiques peut ne pas apparaître évidente au comportementaliste pour une analyse des problèmes de son niveau.

On pourrait enfin s'interroger sur la portée d'une extension du modèle d'analyse S.f.F. (Structure-fonctionnement-Fonction) au supersystème dans lequel le comportement individuel n'est plus considéré comme simple expression fonctionnelle d'un processus organique, mais où il devient à son tour le *support structural* d'un *fonctionnement* dont le produit va s'exprimer dans la *fonctionnalité* du supersystème. Ainsi en est-il par exemple des relations inter-individuelles dans un groupe social où la structure de connectivité de ce niveau de système trouve précisément son assise structurale matérielle dans la stéréotypie des configurations de mouvements, d'attitudes, de signaux divers qui constituent ses productions comportementales à finalité sociale. Peut-être alors, le concept de plasticité dans son acception restreinte de *modifiabilité durable du réseau structural de connectivité* qui relie les éléments d'un système quelconque, reprendrait-il un sens en s'affirmant, comme un concept heuristique utile à la progression de nos connaissances.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ASHBY W. R., *Design for a brain*, London, Chapman and Hall, 1954.
- ATLAN N., *L'organisation biologique et la théorie de l'information*, Paris, Hermann, 1972.
- FESSARD A., Réflexions sur l'impact de l'informatique en neurophysiologie, *Totus Homo*, 1, 1969.
- GERARD R. W., Neurophysiology : an integration (molecules, neurons, behavior), in J. FIELD (Ed.), *Handbook of Physiology*, Section 1, *Neurophysiology*, vol. III, Amer. Physiol. Soc., Washington DC, 1960, p. 1919-1965.
- JACOB F., *La logique du vivant*, Paris, Gallimard, 1970.
- MILLER J. C., Living Systems: basic concepts, *Behav. Sc.*, 10, 1965, p. 193-411.

- PAILLARD J., Le codage nerveux des commandes motrices, *Rev. EEG Neurophysiol.*, 1976 (sous presse).
- SZENTAGOTHAÏ J., The « module-concept » in cerebral cortex architecture, *Brain Research*, **95**, 1975, p. 475-496.
- WEISS P., Self-differentiation of the basic patterns of coordination, *Comp. Psychol. Monographs*, **17**, 1941, n° 4, p. 1-96.

*Université d'Aix-Marseille II*

*Institut de Neurophysiologie et Psychophysiologie du C.N.R.S.*

J. PAILLARD.

## RÉSUMÉ

Après avoir souligné les ambiguïtés du concept de plasticité et dénoncé les dangers de son usage purement métaphorique en neurobiologie, nous proposons de revenir à une définition plus précise de la structure, du fonctionnement et de la fonction de l'unité « systémique » ou « integron » caractéristique du niveau d'analyse des phénomènes étudiés. On peut alors décrire une modification de la fonction, une variation des processus de fonctionnement ou une transformation de la structure matérielle du système.

Nous proposons de réserver le terme de plastique pour qualifier, parmi les variations observables du fonctionnement ou de la fonction d'un système considéré, celles qui sont rapportables à une transformation durable de la structure matérielle de connectivité des éléments du système sous l'effet d'une force extérieure ou des contraintes de l'environnement. En ce sens, les variations systématiques ou aléatoires de la performance, la flexibilité du fonctionnement ou les vicariances de processus ou de stratégies observables dans un système rigidement câblé ne justifient pas une description en terme de plasticité.

---