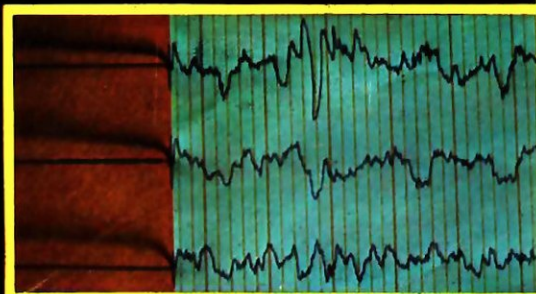
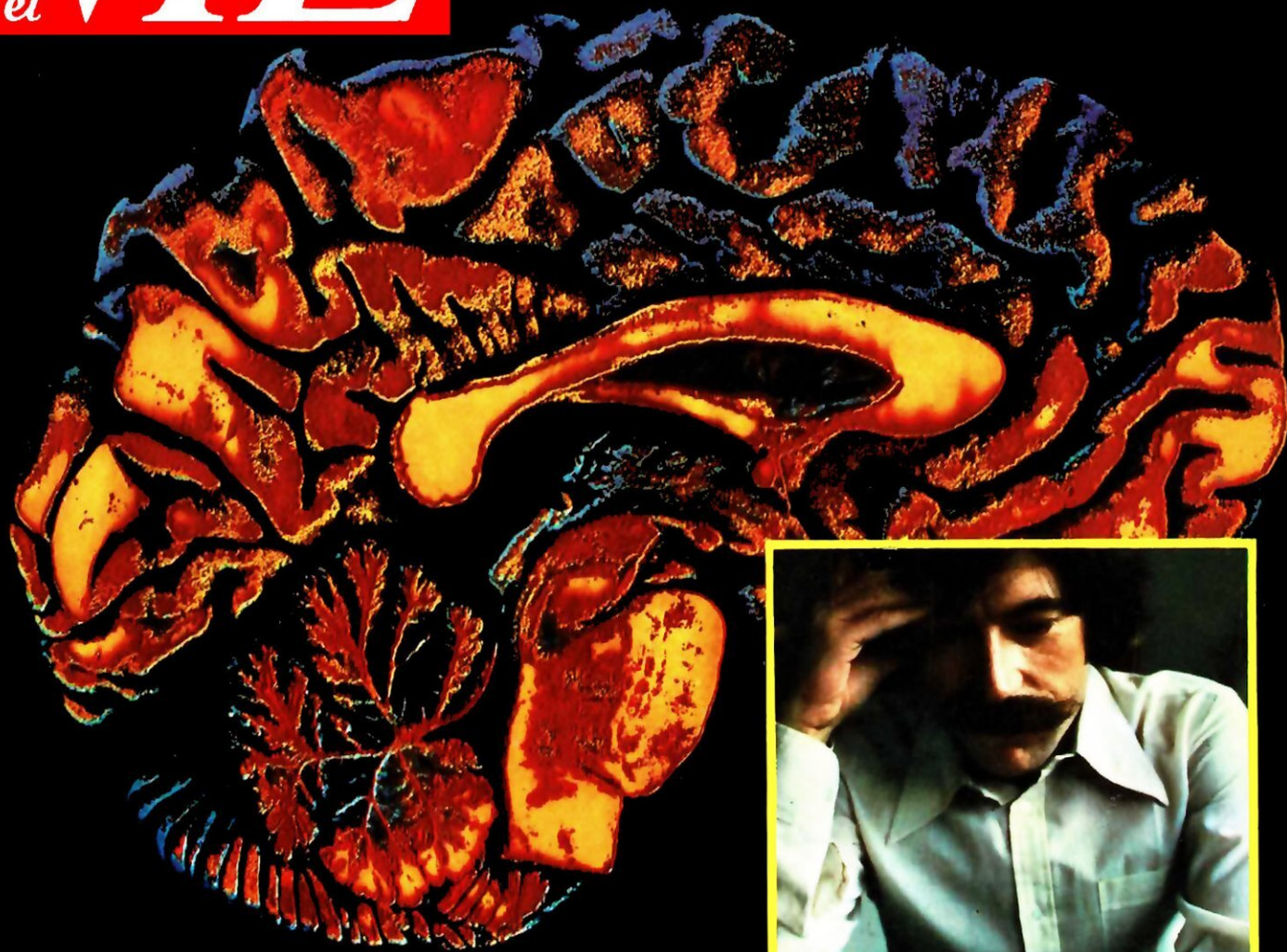


SCIENCE
VIE
et

LE CERVEAU ET LA PENSÉE



NUMÉRO HORS SÉRIE
TRIMESTRIEL

8F

LE NOUVEAU

SCIENCE
VIE
et

HORS-SÉRIE

HI-FI 76

ACOUSTIQUE

AU SOMMAIRE

- Les sons et les sons musicaux
- Comment le cerveau traite les sons
- Problèmes et techniques de l'isolation phonique
- La prise de sons musicale
- Haute-fidélité et performances de l'oreille
- Les matériels HI-FI : disques et bandes, platines et systèmes de lecture, magnétophones et magnétocassettes, ampli et préampli, du nouveau dans les tuners, des enceintes aux enceintes asservies...

EN VENTE A PARTIR
DU DÉBUT DÉCEMBRE

PHOTO BONNIN



HORS-SÉRIE

Publié par
EXCELSIOR PUBLICATIONS, S.A.
5, rue de la Baume - 75008 Paris
Tél. 266.36.20

Direction, Administration, Rédaction
Président : Jacques Dupuy
Directeur général : Paul Dupuy
Rédacteur en Chef : Serge Caudron
Directeur administratif et financier : J.-P. Beauvalet
Promotion : Paul Cazenave, assisté d'Elisabeth Drouet
Diffusion ventes : Henri Colney
Mise en page : Louis Boussange ; Alain Tercinet
Service photo : Daniel Maisto, Miltos Toscas,
J.-P. Bonnin

Correspondants
New York : Arsène Okun, 64-33-99th Street
Rego Park - N. Y. - 11 374
Londres : Louis Bloncourt - 38, Arlington Road
Regent's Park - London W 1

Publicité :
Excelsior Publicité - Interdeco
167, rue de Courcelles
Chef de publicité : Hervé Lacan
Compte Chèque Postal : 91.07 PARIS
Adresse télégraphique : SIENVIE PARIS

A NOS ABONNÉS

● Pour toute correspondance relative à votre abonnement, envoyez-nous l'étiquette collée sur votre dernier envoi.

Elle porte tous les renseignements nécessaires pour vous répondre

● Changements d'adresse : veuillez joindre à votre correspondance, 1,50 F en timbres-poste français ou règlement à votre convenance.

A NOS LECTEURS

● Nos Reliures :

Destinées chacune à classer et à conserver 6 numéros de SCIENCE ET VIE, peuvent être commandées par 2 exemplaires au prix global de 20 F franco. (Pour les tarifs d'envois à l'étranger, veuillez nous consulter.)

Règlement à votre convenance à l'ordre de SCIENCE ET VIE adressé en même temps que votre commande : 5, rue de la Baume, 75008 PARIS.

● Notre Service Livre

Met à votre disposition les meilleurs ouvrages scientifiques parus. Vous trouverez tous renseignements nécessaires à la rubrique : « La Librairie de SCIENCE ET VIE ».

● Les Numéros déjà parus

La liste des numéros disponibles vous sera envoyée sur simple demande à nos bureaux, 5, rue de la Baume, 75008 PARIS.

Pour vous abonner

Nos tarifs

	France et ZF	Etranger
1 AN : 12 Nos	64 F	80 F
1 AN : 12 Nos + 4 H.S.	89 F	110 F
2 ANS : 24 Nos	120 F	152 F
2 ANS : 24 Nos + 8 H.S.	170 F	210 F

Nos correspondants étrangers

BENELUX : PIM Services, 10, bd Sauvinière, 4000 LIEGE (Belgique). C.C.P. 283.76 LIEGE

1 AN : 500 FB

1 AN + 4 H.-Série : 650 FB

CANADA : PERIODICA, 7045 Av. du Parc, MONTREAL 303 - QUEBEC

1 AN : \$ 18

1 AN + 4 H.-Série : \$ 24.

SUISSE : NAVILLE et Cie - 5-7, rue Levrier, 1211 GENEVE 1 (Suisse)

1 AN : 45 FS

1 AN + 4 H.-Série : 60 FS

● RECOMMANDES ET PAR AVION : Nous consulter

Règlements

A l'ordre de SCIENCE et VIE.

Etranger : mandat international ou chèque bancaire payable à Paris.

Bulletin d'abonnement

Je désire m'abonner à SCIENCE ET VIE pour :

1 AN ☐ 1 AN + HORS-SERIE ☐

2 ANS ☐ 2 ANS + HORS-SERIE ☐

A COMPTER DU NUMERO DE

NOM |

PRENOM |

ADRESSE |

| |

CODE | | | | | VILLE | | | | | | | | | |

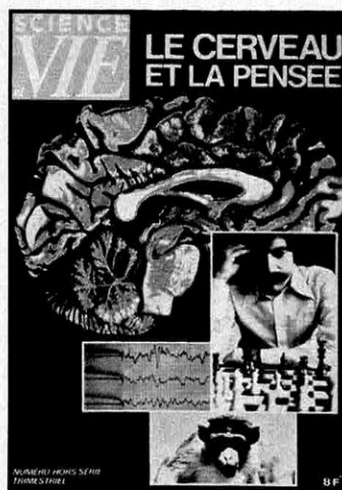
J'adresse le présent bulletin à SCIENCE et VIE, 5, rue de la Baume, 75008 PARIS.

Je joins mon règlement de F
par Chèque bancaire ☐ Mandat lettre ☐
par C.C.P. 3 volets (sans n° de compte) ☐

A l'ordre de SCIENCE ET VIE.

☐ Je préfère que vous m'envoyiez une facture.

Signature



Notre couverture:

Cerveau :
Philippe Fresco.
Joueur d'échecs :
J.-P. Bonnin.
Electroencéphalo-
gramme : J.-P. Bonnin.
Singe : S.A. Barnett.

La Chambre de Commerce
et d'Industrie du Morbihan
s'est étonnée de ne pas voir figurer
la liaison aérienne Lorient-Paris,
exploitée par Air-Inter,
sur la carte publiée en pages 84-85
de Science et Vie hors-série
« Aviation 75 ». Cette carte ne
représente certainement pas toutes
les liaisons intérieures françaises.
Elle est celle diffusée par l'ATAR,
et concerne les compagnies membres
de cette association.
Veuillent nos lecteurs nous excuser
d'avoir omis cette précision.

Sommaire : photos Roger Viollet,
Jean-Pierre Bonnin,
Jacana, Philippe Fresco.

L'organisation du cerveau p. 6

Un système d'une incroyable complexité.
On commence cependant à saisir quelques-uns
des grands traits de son fonctionnement.

par Athanase Tzavaras

La cellule nerveuse p. 18

Le neurone se différencie des autres cellules
par des propriétés électriques très singulières.
Celles-ci permettent la transmission
d'informations codées le long des nerfs.

par Paul Laget

Les médiateurs chimiques p. 28

A la jonction des cellules nerveuses
entre elles, des molécules chimiques
naturelles assurent la continuité de la
transmission des informations.

par Pierre Lefresne

Le cerveau et les hormones p. 38

Certaines portions du cerveau
ont la particularité de sécréter
des substances hormonales.
Et le cerveau lui-même
n'est pas insensible aux hormones
véhiculées par le torrent circulatoire.

par Philippe Richard

Le cerveau et ses drogues p. 46

De l'opium au LSD en passant
par les médicaments psychotropes,
des analogies de structures
avec diverses substances biologiques
expliquent probablement l'action
des drogues sur le cerveau.

par Michel Hamon



La mémoire p. 58

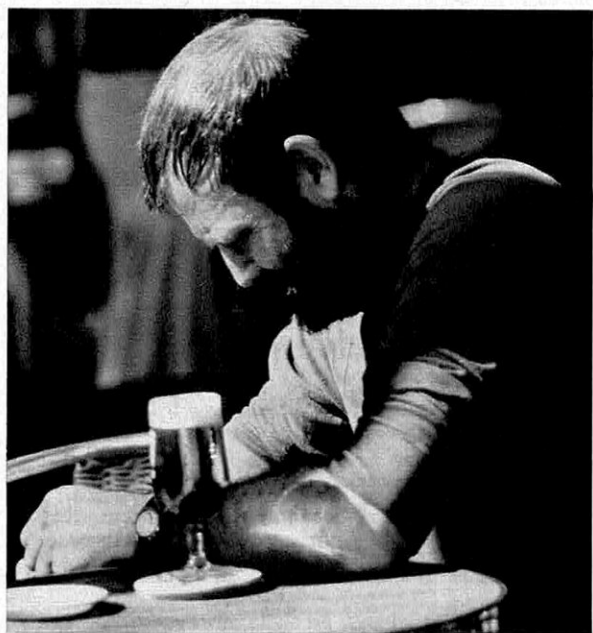
On a beaucoup parlé d'un stockage
des informations dans le cerveau sous forme
chimique.

Il reste à en faire la preuve.

On sait toutefois
que la synthèse des protéines
joue un rôle dans la mémorisation.

par Georges Chapouthier

VEAU ET LA PENSÉE



Vigilance et sommeil p. 70

La neurochimie a déjà permis d'élucider quelques-uns des aspects des phénomènes de veille et de sommeil. Elle complète ainsi ce que d'autres moyens d'études avaient établi.

par Françoise Lille

La perception p. 80

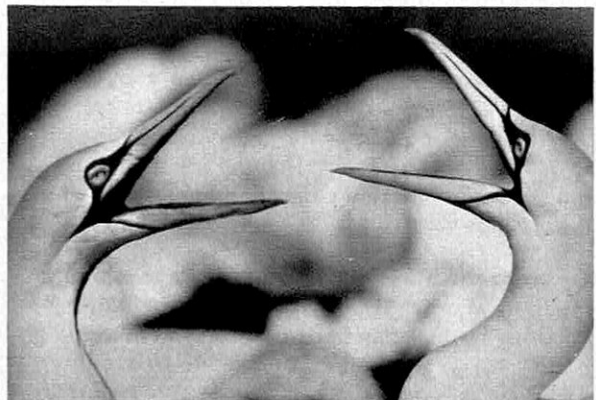
Au-delà des récepteurs sensoriels, la connaissance du monde extérieur met en jeu de multiples niveaux de la personnalité.

par Ronald Forgas

Intelligence et cybernétique p. 92

Est-il possible de construire une machine capable des mêmes performances intellectuelles qu'un être humain ? Et pourquoi pas supérieure ? Les cybernéticiens pensent que oui.

par F.H. George



Comportement animal et psychologie humaine p. 98

Les études modernes du comportement animal peuvent-elles nous apporter des éléments valables pour la compréhension de notre espèce ?

par S.A. Barnett

La médecine psychosomatique p. 112

Si l'affectivité joue un rôle majeur dans leur déclenchement, les maladies psychosomatiques ne sont pas pour autant imaginaires. La psychosomatique n'a toutefois pas encore trouvé sa vraie place parmi les disciplines médicales.

par Jacqueline Renaud



Psychothérapies p. 122

Les caractères propres à nos sociétés industrielles remettent-ils en cause certains fondements de la théorie psychanalytique ? Il existe en tout cas des psychothérapies d'inspiration non freudienne.

par Jacqueline Renaud

A la découverte des expériences de groupe p. 132

Enfermer quinze personnes sous la direction de quelques animateurs pendant 12, 24 ou 48 heures peut être à l'origine d'un nouveau départ pour beaucoup d'entre elles.

par Charles Kramer

La psychiatrie moderne p. 146

Chimiothérapie, psychothérapie, tolérance sociale, trois éléments clés dans l'évolution du traitement de la « folie ». Évolution d'autant plus nécessaire que les troubles mentaux sont loin d'être en régression.

par Pierre Chanoit

LES AUTEURS

M. Pierre Lefresne (« les médiateurs chimiques ») est docteur ès-sciences et appartient au C.N.R.S. Il travaille actuellement au groupe de neuropharmacologie biochimique du Collège de France.

M. Philippe Richard (« le cerveau et les hormones »), ingénieur agronome et docteur ès-sciences, est professeur à l'Université Louis-Pasteur de Strasbourg.

M. Michel Hamon (« le cerveau et ses drogues ») est docteur ès-sciences et chercheur à l'I.N.S.E.R.M. Il travaille au groupe de neuropharmacologie biochimique du Collège de France.

M. Georges Chapouthier (« la mémoire ») est chercheur au C.N.R.S. (laboratoire de physiologie nerveuse de Gif-sur-Yvette). Il est docteur ès-sciences.

Le docteur Françoise Lille (« vigilance et sommeil ») est chef de travaux assistant des hôpitaux au C.H.U. Pitié-Salpêtrière (service de neurophysiologie de M. Jean Scherrer).

M. Ronald H. Forgas (« la perception ») est professeur de psychologie au Lake Forest College, Lake Forest, Illinois.

Le professeur F. H. George (« intelligence et cybernétique ») dirige le département de cybernétique de l'Université Brunel, à Uxbridge, en Grande-Bretagne.

Le professeur S. A. Barnett (« comportement animal et psychologie humaine ») est à la tête du département de zoologie de l'Université nationale d'Australie.

Le docteur Jacqueline Renaud, (« la médecine psychosomatique », « les psychothérapies ») ex-chef de consultation psychosomatique à l'hôpital Necker, est professeur de psychophysiologie à l'école des psychologues praticiens de l'Institut catholique de Paris.

M. Charles Kramer (« à la découverte des expériences de groupe ») dirige actuellement, au siège d'un groupe multinational, le développement du personnel en Europe. Ancien psychologue professionnel, il est l'auteur de « La Frustration » (Delachaux et Niestlé), co-auteur de « Techniques modernes de choix des hommes » (Éd. d'Organisation) et a signé de très nombreuses études traitant des problèmes humains du travail.

Le docteur Pierre Chanoit (« la psychiatrie moderne »), médecin des hôpitaux psychiatriques de la Seine, est directeur des services psychiatriques de la Mutuelle générale de l'éducation nationale.

M. Athanase Tzavaras (« l'organisation du cerveau ») est psychiatre et chargé de recherches à l'I.N.S.E.R.M. Il est membre de l'Unité de neuropsychologie et de neurolinguistique du professeur Henry Hecaen.

Le professeur Laget (« la cellule nerveuse ») est directeur du laboratoire de neurophysiologie ontogénétique de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris). Il dirige aussi le laboratoire d'électroencéphalographie et de neurophysiologie clinique de l'enfant à l'hôpital Trousseau.

EDITO

● Plusieurs éléments justifient la publication de ce Science et Vie Hors-Série « Le cerveau et la pensée ». Parmi les plus importants, citons l'extraordinaire développement de la neurochimie au cours des dix dernières années et, à l'autre pôle, l'intérêt de plus en plus manifeste de notre société pour les Sciences de l'homme. Il est en effet bien des moyens, bien des niveaux, dans l'abord de la réalité psychique. Mais les deux grands pôles que nous venons d'évoquer ne s'affrontent pas. Dans une large mesure, ils s'interpénètrent. Il suffit de songer au problème de la drogue : agression des synapses nerveuses ou maladie de notre civilisation ? Aux troubles du sommeil qui affectent un nombre toujours plus grand de nos contemporains : perturbation du métabolisme des amines cérébrales ou effet

d'un stress justiciable d'une psychothérapie ? Ou encore à la chimiothérapie des maladies mentales.

Entre les deux grands angles de visée de la réalité humaine, il y avait place pour un réexamen, à la lueur des travaux les plus récents, de quelques-unes des fonctions propres à l'activité psychique : la mémoire, la perception, l'intelligence... Et si, dans ce numéro, le problème de l'intelligence est envisagé à travers la cybernétique et l'intelligence artificielle, c'est que le travail des spécialistes vers l'élaboration de machines intelligentes nous pousse à approfondir les concepts majeurs de l'intelligence elle-même.

Un bon exemple de ces rétroactions dont la démarche scientifique moderne est coutumière.

Serge CAUDRON

L'ORGANISATION DU CERVEAU

Du hérisson à l'homme, le développement du cerveau a procédé dans plusieurs voies. Par l'épaississement du cortex cérébral. Par le développement de zones de plus en plus complexes spécialisées dans de grandes fonctions ou capables d'en assumer plusieurs simultanément. Par le développement d'aires associatives à l'origine de l'intégration des fonctions cérébrales.

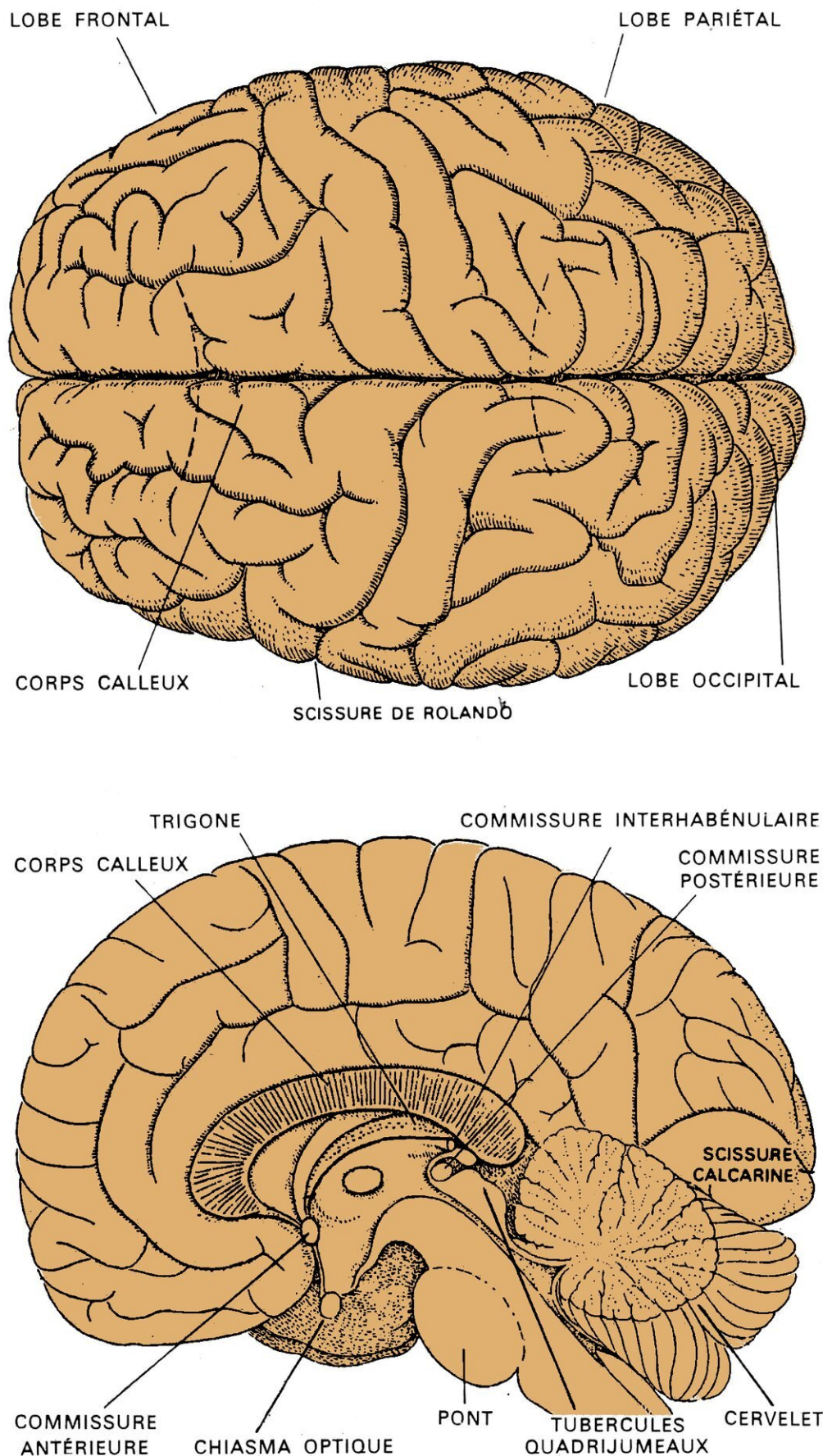
 Partie centrale (et la plus importante) du système nerveux des animaux (et de l'homme), le cerveau était reconnu dès l'Antiquité comme un organe jouant un rôle important dans la réalisation de plusieurs fonctions vitales. Mais durant plusieurs siècles, au gré des croyances et des théories, les fonctions supérieures (intelligence, sentiments, âme) furent attribuées à plusieurs organes : le cœur, le foie, le cerveau...

Ce n'est que vers le XVII^e et le XVIII^e siècle que se dégage la primauté du rôle du cerveau, et particulièrement de ses ventricules, centres d'une « âme », de substance « éthérique » et au caractère volatile.

Avec la phrénologie de Gall, le XIX^e siècle commence à s'intéresser aux circonvolutions cérébrales. Le médecin allemand pensait que les bosses décelées en palpant le crâne signalaient des zones cérébrales hypertrophiées imprimant leur marque sur le moule osseux. Ces « bosses » du cerveau n'étaient pour Gall rien d'autre que le reflet de l'hypertrophie chez le sujet de telle ou telle fonction mentale. Malgré la fantaisie de la phrénologie, la « bonne » question était posée : au niveau du cerveau, peut-on observer,

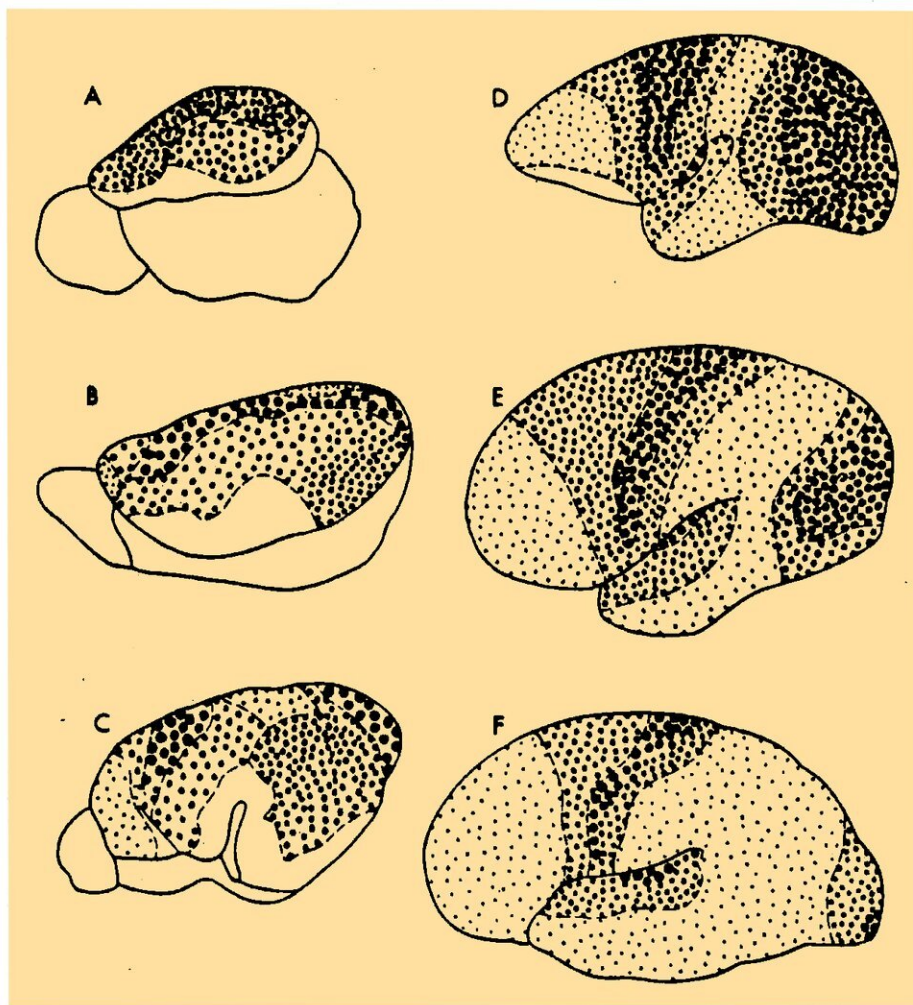
UNIVERSALIS FIGVRA CAPITIS HVMANI, CVIVS
explicationem, in fine figurarum capitís, reperiés.





Le cerveau humain en vue externe supérieure (en haut) et les structures principales apparaissant sur une coupe sagittale. On note l'importance du corps

calleux, principale commissure entre les hémisphères. Elle joue un rôle fondamental dans le fonctionnement d'ensemble du cerveau.



*La différenciation du cortex procède par recouvrement progressif des structures sous-corticales, par épaissement, par complexification des zones fonctionnelles et développement de zones associatives (pointillé léger).
A. hérisson ; B. rat ; C. chien ; D. singe inférieur ; E. anthropoïde ; F. homme.*

pour une fonction particulière, une zone particulière ?

Quelques décennies plus tard, en 1861, le Français Paul Broca va apporter la première réponse objective à cette question. Une lésion localisée à une partie d'un seul hémisphère peut provoquer un trouble isolé et durable d'une fonction (dans le cas concret, une lésion du pied de la 3^e circonvolution frontale à gauche donne une perte du langage parlé).

Depuis cette époque, les faits se sont multipliés, venant d'abord de la pathologie humaine, par la suite de l'expérimentation animale. Actuellement, nous pouvons présenter une synthèse rendant compte d'une grande série de faits liant le cerveau et le comportement, la structure et la fonction.

Les grands traits de l'organisation

En étudiant l'évolution des structures du système nerveux central à partir des reptiles, nous pouvons constater une progression quasi linéaire du nombre d'éléments nouveaux venant s'ajouter aux structures existant précédemment. Cet enrichissement du système nerveux se fait de bas en haut (ou d'arrière vers avant pour les quadru-

pèdes), marqué surtout par une corticalisation progressive, c'est-à-dire l'apparition d'une écorce cérébrale de plus en plus importante et de plus en plus complexe.

Cette différenciation structurale, que nous appelons « verticale », s'exprime sur le plan fonctionnel par diverses formes de prise en charge de besoins, d'aptitudes à la vie et de façons d'être dans le monde (fonctions sous-corticales et fonctions corticales).

Si les fonctions vitales (soif, faim, comportement sexuel) sont desservies par des structures sous-corticales qui varient relativement peu entre les différents échelons de l'échelle phylogénétique, les fonctions d'aptitudes, fonctions supérieures, sont assurées au niveau cortical.

La complexification croissante du cortex n'est pas simplement le résultat d'une augmentation quantitative du tissu cortical, mais surtout d'une nouvelle différenciation, que l'on peut appeler « horizontale », exprimée par la création de zones de plus en plus spécialisées dans une fonction, ou de zones polyvalentes qui regroupent et organisent plusieurs fonctions à la fois.

Si l'on se réfère au schéma de la page 9, qui représente cette double différenciation chez les mammifères (du hérisson à l'homme), nous mettons en évidence aussi bien l'augmentation

quantitative du cortex par rapport au sous-cortex que la différenciation qualitative à l'intérieur de chaque hémisphère. Cette dernière se réalise surtout par la création des zones tertiaires ou zones d'association de plus en plus importantes. Schématiquement, il existe deux zones d'association : l'une antérieure ou frontale, l'autre postérieure ou zone du carrefour pariéto-temporo-occipital.

Une dernière différenciation fonctionnelle va intervenir vers le haut de l'échelle phylogénétique, principalement chez l'homme. Les hémisphères sont des organes pairs mais non symétriques. Ainsi, nous savons depuis Broca que l'hémisphère gauche est spécialisé dans les fonctions du langage. Cette asymétrie fonctionnelle, appelée aussi dominance d'un hémisphère pour une fonction donnée, sera examinée plus loin en détail.

Ces quelques éléments forment le cadre général de l'organisation fonctionnelle du cerveau. Nous présenterons maintenant plus en détail les don-

L'intérieur et la face inférieure du cerveau, tels qu'ils figuraient dans la grande encyclopédie de Diderot.

nées concernant essentiellement les différenciations horizontale et droite-gauche. Cela reviendra, pour nous, à parler de l'homme.

De la dominance manuelle aux observations cliniques

Que le développement d'une capacité ou la « sophistication » d'une aptitude ne correspondent pas obligatoirement à une augmentation du tissu nerveux est parfaitement illustré par la différenciation droite-gauche au niveau des hémisphères. Chez l'homme, les différences anatomiques actuellement connues entre les hémisphères sont trop peu importantes pour expliquer les différences fonctionnelles.

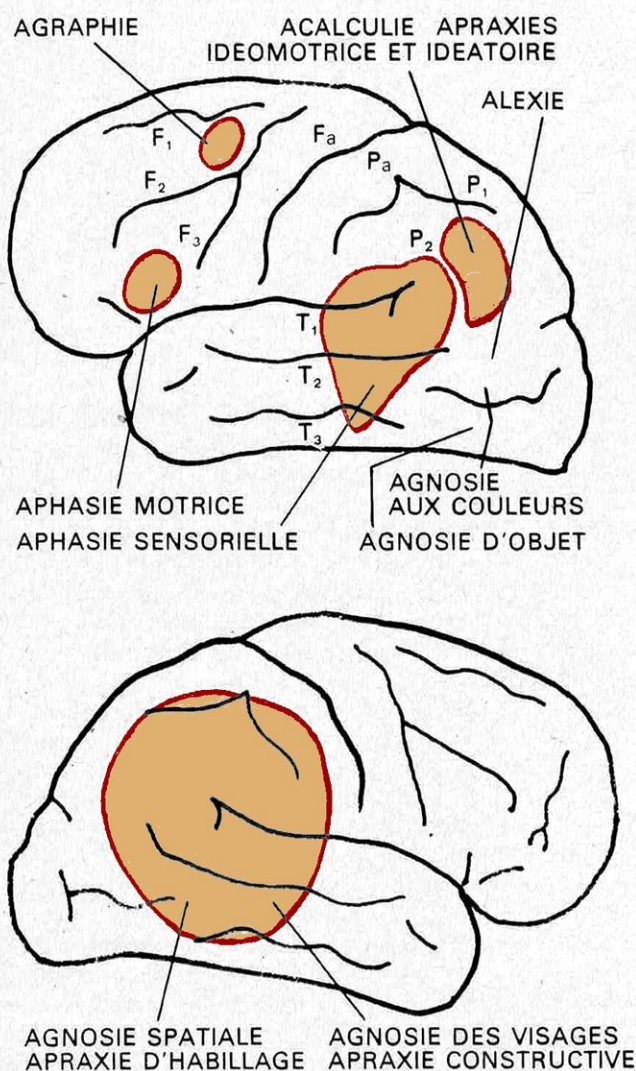
L'existence de droitiers et de gauchers est un fait d'observation quotidienne. Ce fait est vraisemblablement une caractéristique de l'espèce humaine, régie par des lois d'hérédité encore mal connues. La distribution des droitiers et des gauchers est approximativement de 9/1, et ceci indépendamment du sexe, de la race ou de la culture.

La dominance manuelle a un rapport certain avec l'organisation fonctionnelle cérébrale : en règle générale l'hémisphère gauche des sujets droitiers est dominant pour le langage. Cette règle ne peut pas être appliquée à l'organisation du cerveau des gauchers, qui se caractérisent par une grande variabilité de leur organisation hémisphérique. Une seule chose est certaine : un gaucher n'a pas une dominance cérébrale en miroir de celle d'un droitier. Aussi, à partir de maintenant, toutes nos références seront faites à l'organisation nerveuse des sujets droitiers, qui, rappelons-le, représentent la large majorité des femmes et des hommes (90 %).

Nous avons déjà signalé que grâce à l'observation de P. Broca, nous avons eu la première preuve objective de localisation et de latéralisation d'une fonction. Depuis cette époque, les observations se sont multipliées et les corrélations anatomo-cliniques ont permis la description assez détaillée de localisations cérébrales.

La lésion ⁽¹⁾ des zones primaires de projection corticales d'une fonction entraîne l'abolition, même passagère, de cette fonction (par exemple, une lésion de la circonvolution frontale ascendante d'un hémisphère, zone primaire de contrôle de la motricité des membres de l'autre côté du corps, provoque une hémiplégie). Cet effet de la lésion des zones primaires interdit,

(1) Quand nous parlons de lésion, nous nous référons à toute cause ayant comme résultat une destruction accidentelle d'un nombre plus ou moins important de cellules nerveuses. Ces causes peuvent être un trauma direct, un processus « occupant » de l'espace intracranien (tumeur, hématome, abcès), un accident dû au mauvais fonctionnement du système vasculaire cérébral, ou enfin une lésion « thérapeutique » en liaison avec un acte neurochirurgical (évacuation d'un hématome...).



Les observations cliniques ont permis de déterminer diverses zones fonctionnelles à la surface de l'hémisphère gauche, en haut, et de l'hémisphère droit, en bas. Ce dernier est plus spécialisé dans la discrimination spatiale.

Figure 100

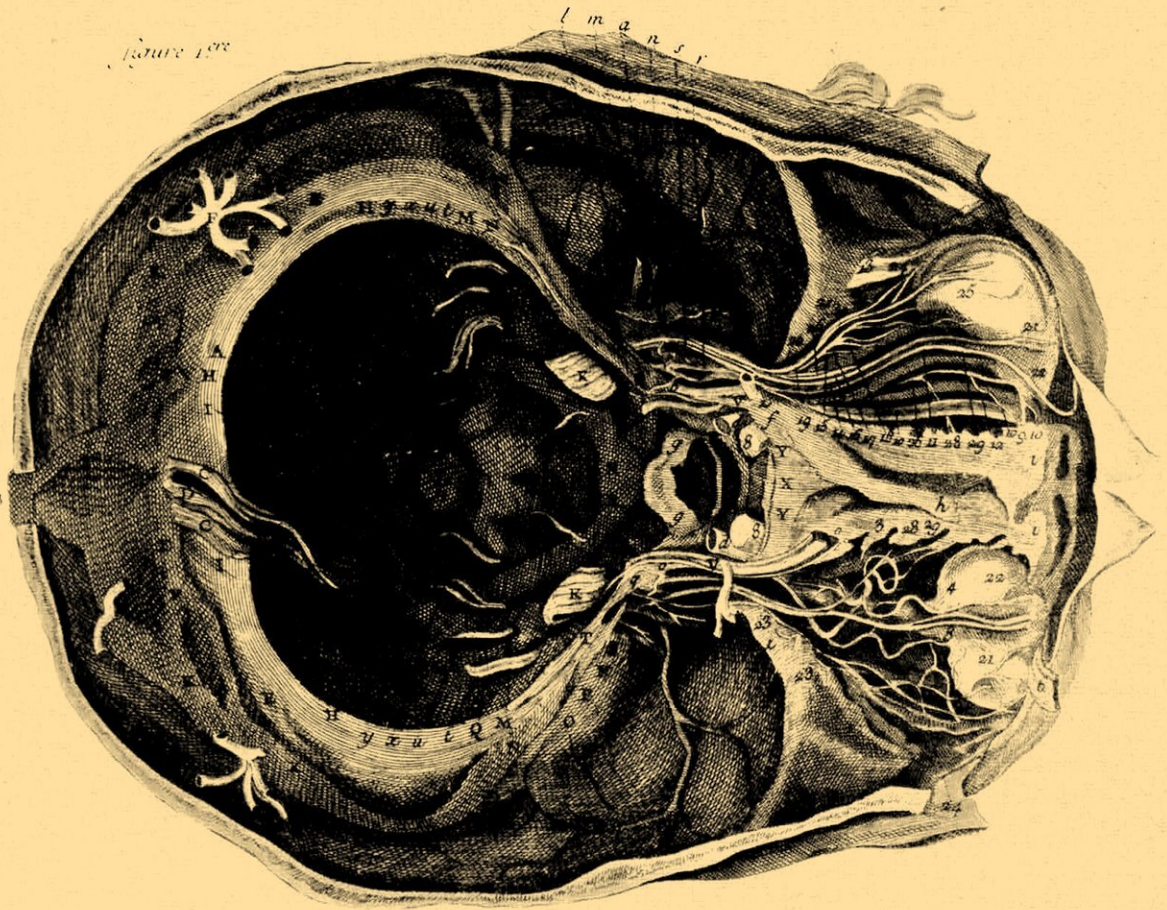
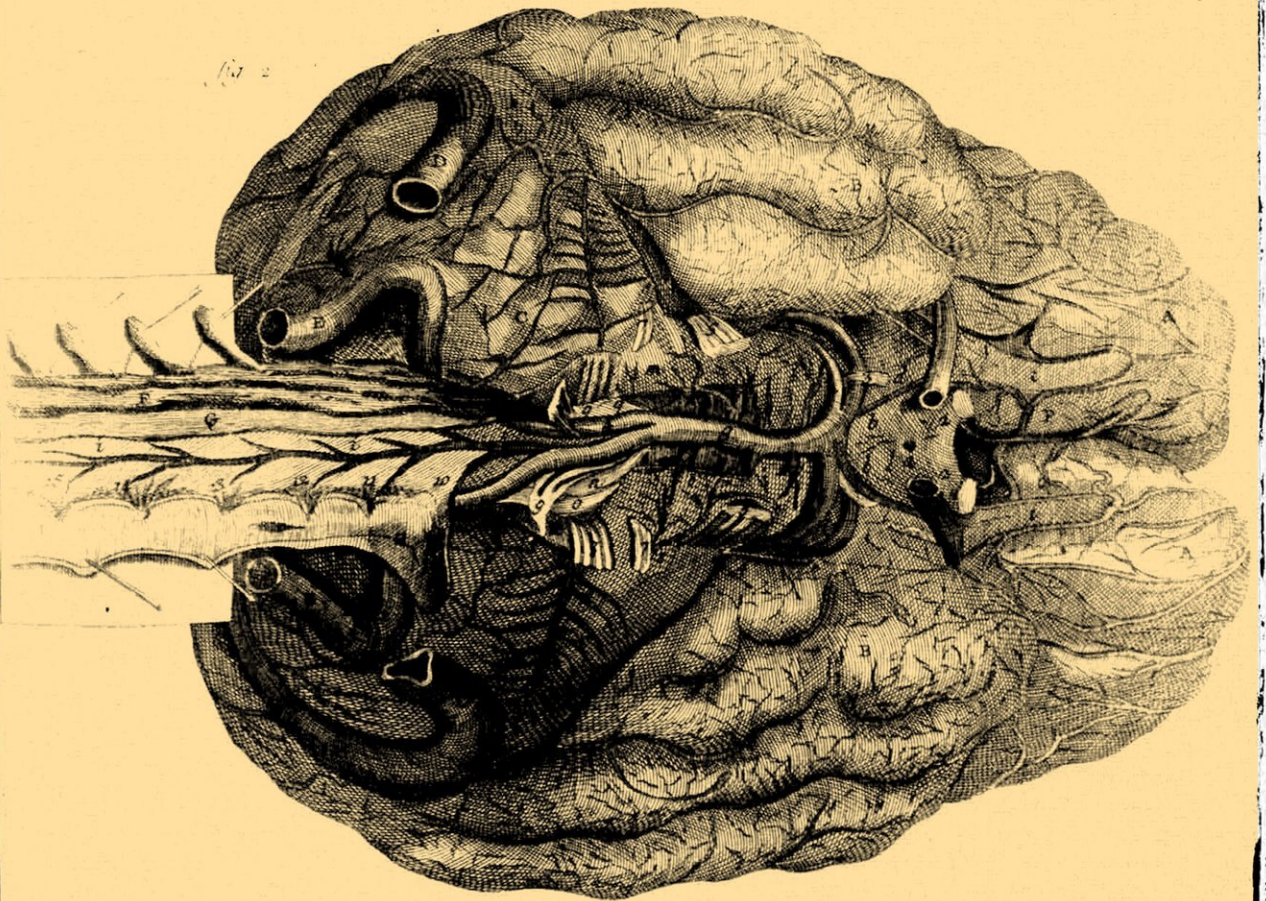
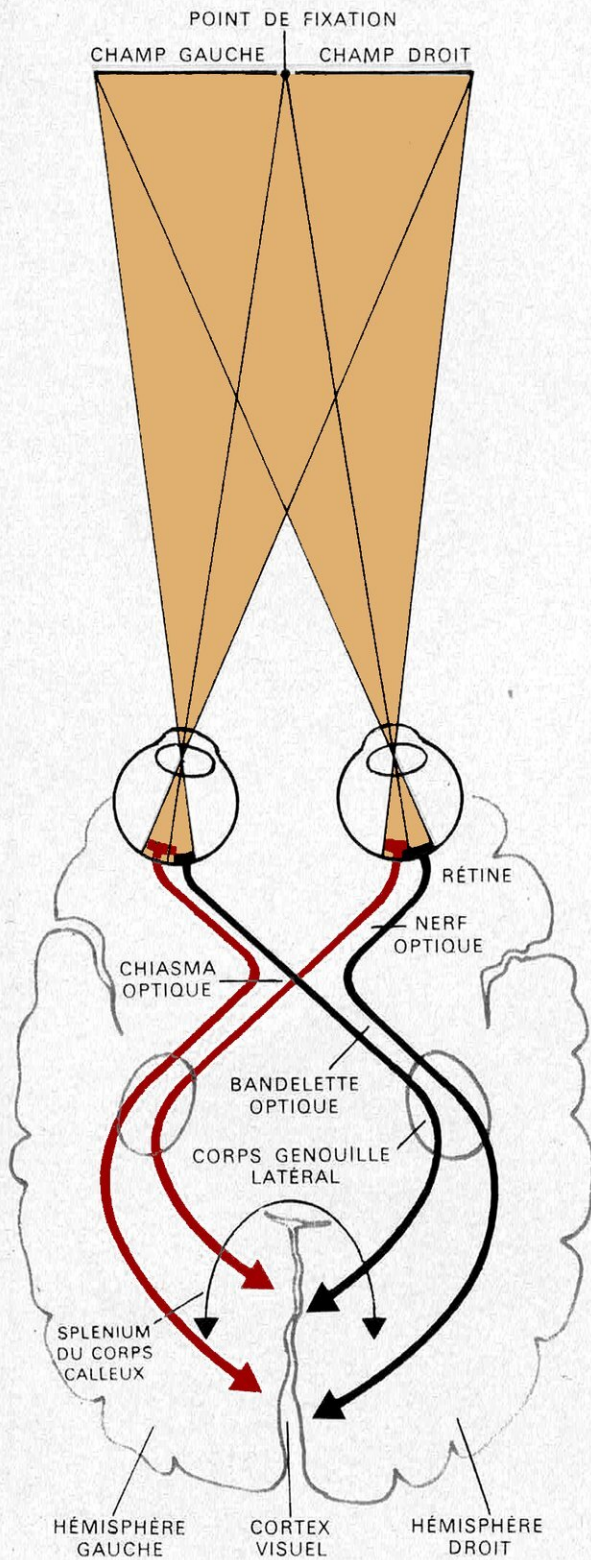


Fig 2



LES VOIES VISUELLES



fonctions supérieures, il faut, bien entendu, que les fonctions primaires soient intactes ou largement préservées. Et, étant donné que ces fonctions supérieures sont habituellement latéralisées, leur bon déroulement nécessite l'existence d'une liaison intacte entre les deux hémisphères. Ce rôle est joué par les différentes commissures interhémisphériques, dont la plus importante est le corps calleux.

Les fonctions supérieures

Comme fonctions supérieures, nous considérons toute capacité et aptitude plus ou moins élaborée, qui permet à un animal d'être dans le monde ou de vivre avec les autres animaux d'une façon équilibrée. C'est chez l'homme, qui possède le système nerveux central le plus compliqué, que ces fonctions supérieures atteignent leur plus haut développement.

En s'appuyant sur les données de la pathologie cérébrale, la neuropsychologie reconnaît habituellement trois grands groupes de fonctions supérieures : le langage parlé (système de communication propre à l'homme) ; les « praxies » (système d'actes habiles permettant la maîtrise du monde) ; les « gnosies » (système de saisies de l'information interne et externe, permettant la perception et le contrôle des différents états physiques de l'environnement).

La méthode anatomo-clinique a permis de localiser ces fonctions ou des éléments de ces fonctions dans différentes aires corticales. Nous parlons ainsi d'« aphasie » (troubles du langage), d'« apraxie » (troubles des gestes intentionnels) et d'« agnosie » (pertes de capacité de reconnaissance). Non seulement il est possible d'établir l'existence de zones corticales spécialisées dans l'une ou l'autre de ces fonctions supérieures, mais surtout on a saisi l'existence de dominances hémisphériques pour certains groupes de fonctions.

En règle générale, c'est une lésion gauche (chez le droitier, bien entendu) qui va donner une perte de la capacité d'expression orale (aphasie motrice ou aphasie de Broca), une difficulté de compréhension du langage parlé (aphasie sensorielle ou aphasie de Wernicke), une impossibilité de lecture (alexie), un trouble de l'écriture (agraphie) ou une chute des capacités mathématiques du sujet (acalculie). Mais cette spécialisation de l'hémisphère gauche repose sur un mode de fonctionnement plus général : l'hémisphère gauche prend en charge l'information extérieure et intérieure ; il l'analyse de façon à lui donner un sens, voire un nom, et peut ainsi organiser des programmes logiques d'action.

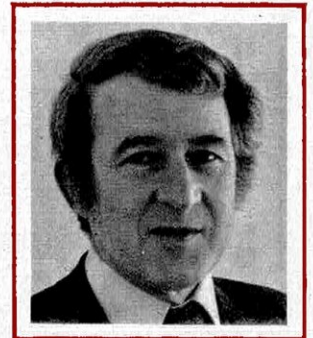
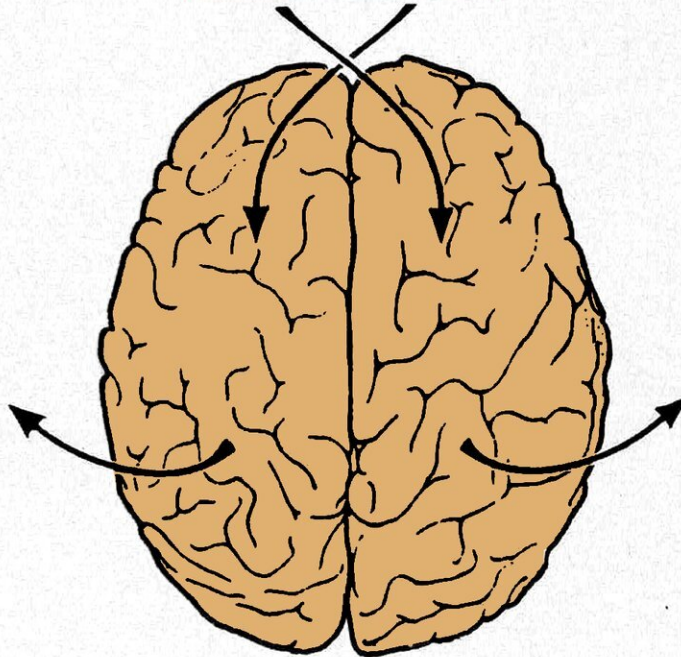
Nous pouvons dès lors comprendre que des lésions des parties postérieures de l'hémisphère gauche puissent provoquer des pertes d'activités motrices intentionnelles programmées (faire des gestes descriptifs ou conventionnels habituels : apraxie idéo-motrice ; exécuter une suite de

bien entendu, de tirer des conclusions pour d'autres fonctions plus compliquées. Néanmoins, nous garderons déjà une première information : la moitié du corps et la moitié de l'espace visuel et auditif sont contrôlés par l'hémisphère contre-latéral.

Pour explorer et diagnostiquer un trouble des



JEUNE FEMME,
TYPE SLAVE,
LONGS CHEVEUX
BLONDS,
YEUX NOIRS...



Chez un sujet à cerveau dédoublé, l'expérience des chimères visuelles met en évidence les différences de capacités des deux hémisphères. L'hémisphère droit est capable de décrire un personnage

à travers le langage. Le droit de l'identifier dans un choix de photographies, avec une extrême précision. Ceci à partir des deux moitiés de la « chimère » d'origine, projetées sur chaque hémisphère.

gestes, comme allumer une cigarette : apraxie idéatoire) ou la perte de saisies de significations d'objets usuels (agnosie visuelle pour les objets) ou des couleurs (agnosie des couleurs).

Plus récemment, les observations cliniques ont permis de constater que l'hémisphère droit, souvent appelé hémisphère mineur, était dominant pour d'autres catégories de fonctions ou de modes de fonctionnement.

L'existence, après des lésions droites, de la perte de la capacité d'orientation dans l'espace extracorporel (agnosie spatiale), de la saisie de l'emplacement et de l'appartenance du corps dans le monde (somato-agnosie ou troubles du schéma corporel) ou, enfin, la perte des capacités d'actions habituelles soit par rapport au corps (apraxie d'habillage) soit sur des objets (apraxie constructive), ont permis de croire que l'hémisphère droit était le spécialiste des fonctions spatiales.

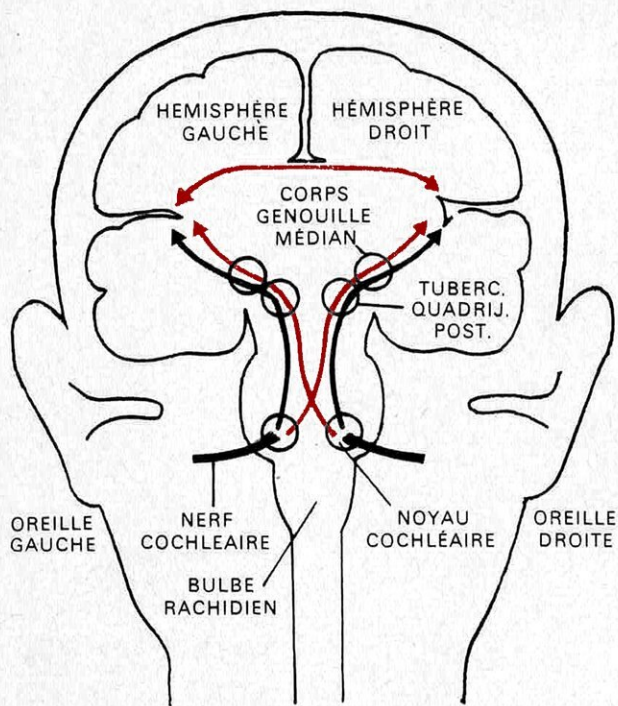
Cette spécialisation comporte vraisemblablement la capacité de donner au sujet un cadre de

référence globale pour son existence dans le monde. Cette idée est renforcée par les observations qui décrivent, après lésions de l'hémisphère droit, des pertes de reconnaissance des personnes (agnosies des physionomies ou prosopagnosie), des significations des sons habituels autres que le langage (agnosie auditive) ou l'impossibilité de saisie de l'information d'une scène visuelle compliquée (agnosies visuelles).

Il faut rappeler que les lésions ne sont pas obligatoirement restreintes à une des zones que nous évoquons. C'est pourquoi les observations cliniques sont habituellement de nature complexe, un même malade pouvant souffrir de plusieurs perturbations à la fois.

Les relations interhémisphériques

Etant donné la spécialisation des deux hémisphères, la communication entre eux représente une des conditions essentielles du bon fonction-



LES VOIES AUDITIVES

nement du système nerveux central.

Ici encore, l'observation clinique a permis de mettre en évidence des perturbations de fonctions, mais cette fois sans lésions de la zone spécialisée pour cette fonction, par suite d'une atteinte des liaisons entre les deux hémisphères. Prenons un exemple : on demande à quelqu'un de faire un geste, par exemple un pied de nez. Il reçoit et interprète cet ordre verbal avec son seul hémisphère gauche. C'est l'hémisphère gauche qui, possédant la suite logique et la signification du geste, permettra le déclenchement des circuits neuronaux nécessaires à cet acte. La transmission de l'ordre se fera à l'intérieur de l'hémisphère gauche pour l'exécution du geste par la main droite (étant donné le croisement des fibres motrices). Mais, pour que cet ordre soit transmis à la zone de contrôle moteur de la main gauche, c'est-à-dire dans l'hémisphère droit, il doit traverser le corps calleux. Si une lésion a coupé les fibres de transmission entre hémisphère gauche et hémisphère droit à ce niveau, la main gauche sera incapable d'exécuter l'ordre et ceci en l'absence de toute autre lésion. Nous parlons dans ce cas d'apraxie idéo-motrice unilatérale gauche.

Ce fait, observé dès le début du XX^e siècle, a permis ces dernières années de mieux comprendre le sens du fonctionnement normal du cerveau humain.

La possibilité d'étudier les deux hémisphères intacts, mais privés de leur intercommunication habituelle, peut ainsi présenter un intérêt majeur. Une chance a été offerte aux chercheurs quand, pour des raisons thérapeutiques, des neurochirurgiens ont été amenés à sectionner le corps

calleux chez des malades épileptiques. Cette opération, techniquement assez simple, a de bons résultats, étant donné que la section réalisée empêche la propagation de la crise épileptique d'un hémisphère à l'autre.

En travaillant donc avec de tels sujets à cerveau dédoublé, l'équipe de l'Américain Roger Sperry, au California Institute of Technology, nous a offert une somme impressionnante de données concernant l'organisation fonctionnelle du cerveau. Avant d'évoquer ces résultats donnons un aperçu général de la méthode expérimentale utilisée.

Prenons le système visuel (voir schéma p. 12). Si un sujet fixe un point qui se trouve droit devant lui, tout stimulus apparaissant dans l'un ou l'autre hémichamp visuel (un hémichamp est composé de la partie nasale de la rétine d'un œil et de la partie temporale de l'autre œil) arrive exclusivement à l'hémisphère controlatéral à la partie de l'espace où le stimulus se trouve. Dans le cas concret, et étant donné qu'il y a eu section du corps calleux, l'information ne peut pas être transférée d'un hémisphère à l'autre. Ainsi, il est possible d'obtenir les réponses que peut, de par sa spécialisation, donner l'hémisphère interrogé.

L'exemple le plus simple concerne les capacités linguistiques des deux hémisphères. Comme nous l'avons déjà vu précédemment, l'hémisphère gauche est le support des fonctions du langage. Il peut donc sans aucune difficulté donner le nom d'un objet qui lui est présenté (dans notre cas, présentation visuelle à l'hémichamp visuel droit). Si, maintenant nous répétons la même expérience, mais dans l'hémichamp visuel gauche, le sujet à cerveau dédoublé ne pourra pas nous dire de quel objet il s'agissait. Cela ne veut pas dire que l'hémisphère droit est incapable de saisir une quelconque information au sujet de l'objet présenté. En fait, il l'a bien reconnu et le sujet, mis en présence d'un grand nombre d'objets hétéroclites, trouvera sans hésitation celui qui est identique à l'objet présenté.

Ce fait démontre que si l'hémisphère gauche est l'hémisphère « bavard », l'hémisphère droit n'est pas « bête », et qu'il peut fort bien mener à son terme une tâche, pourvu que l'on ne fasse pas appel au langage.

L'inverse est vrai pour d'autres types de tâche. Prenons l'exemple de la reconnaissance des visages. Dans les mêmes conditions de présentation qu'auparavant et sans verbalisation (visages sans noms), l'hémisphère droit obtient des performances beaucoup plus précises et beaucoup plus sûres que l'hémisphère gauche privé de la possibilité de verbalisation.

Si maintenant nous voulons compliquer la tâche pour voir les lois de fonctionnement de chaque hémisphère, nous pouvons réaliser l'expérience des chimères visuelles.



1 L'origine de la dure mere
 qui est a l'endroit de ce per-
 tuis par lequel se fait com-
 munication du ventricule
 droit du cerueu avec le
 fenestre.
 3 La dure mere esteuee, afin
 que tu voye la maniere de
 dissequer.
 C La pie mere, ou tenue me-
 brane, au trauers de laquel
 le apparoit la substance du
 cerueu, telle que tu voy en
 ce lieu. Et ne nous seroit
 possible te monstrier autre-
 ment la tenuite de ladicte
 membrane, si ce n'estoit qu-
 l'on te la proposast au corp-
 naturel.



Nous prenons deux photographies de visages, un homme et une femme, nous les coupons au milieu et nous créons une chimère des deux visages. Chaque moitié de la chimère est projetée sur chaque hémisphère. C'est la nature de notre question qui va conditionner la réponse du sujet : si nous lui demandons de retrouver le visage vu dans un choix de photos, il va nous montrer sans hésitation le visage qui correspond à la moitié projetée à son hémisphère droit. Si maintenant nous lui demandons de décrire verbalement les traits du visage vu, il va nous donner les caractéristiques de la partie de la chimère projetée à son hémisphère gauche.

Cette démonstration élégante de la spécialisation fonctionnelle de deux hémisphères chez l'homme pose encore un problème : y a-t-il un moyen de mesurer le fonctionnement cérébral chez l'homme normal ?

Le rôle des deux hémisphères chez le sujet normal

Dans le domaine visuel et dans des situations expérimentales analogues à celles décrites dans le paragraphe précédent, un sujet normal répond d'après les mêmes règles fonctionnelles que les sujets à cerveau dédoublé, mais la présence du corps calleux impose une adaptation des méthodes de mesure. Si nous laissons un temps suffisant pour que l'information traverse le corps calleux, nous ne pouvons plus saisir les différences d'organisation entre les deux hémisphères, et cette situation rappelle finalement notre façon d'être de tous les jours.

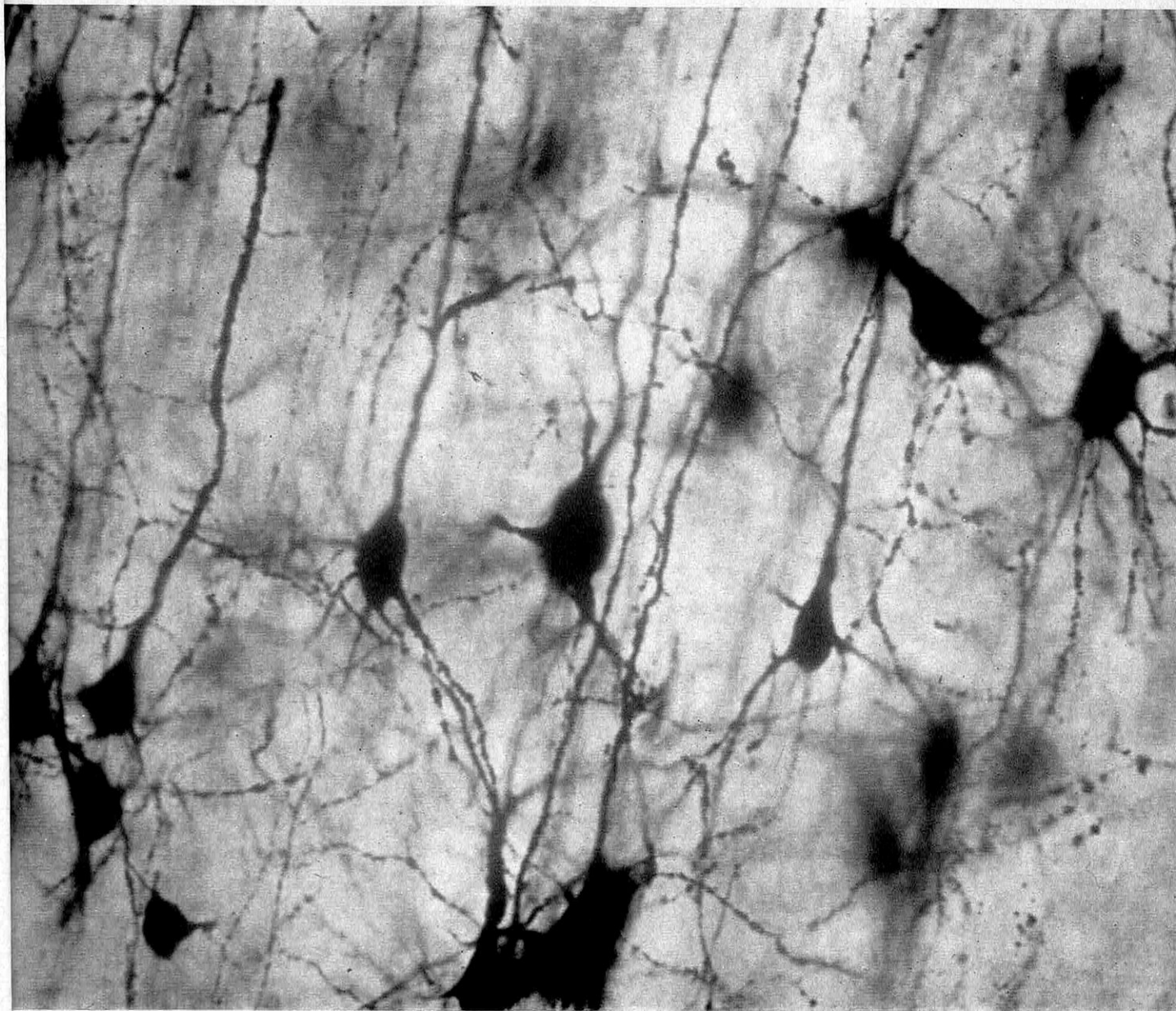
Une autre série d'expériences a beaucoup contribué à enrichir notre compréhension du fonctionnement du système nerveux central.

Il s'agit cette fois-ci du système auditif. Comme nous pouvons voir sur le schéma en p. 14, l'information venant de chaque oreille suit deux voies de projections au cortex : une voie principale qui croise la ligne médiane et se projette à l'hémisphère contralatéral, et une voie directe, homolatérale, d'une moindre importance fonctionnelle.

Si nous présentons à une oreille du matériel acoustique verbal, son traitement ne peut se faire que dans l'hémisphère gauche. Si l'on ne tient compte que des voies principales, croisées, une information de ce type, présentée à l'oreille gauche, se projette sur l'hémisphère droit et de là, par voie calleuse, va à l'hémisphère gauche, où elle peut être utilement traitée.

Si maintenant nous utilisons un magnétophone à deux pistes et plaçons un écouteur à chaque oreille, nous pouvons réaliser une présentation simultanée de deux stimulus différents mais de même nature (par exemple présenter trois paires de chiffres différents). En demandant au sujet de nous rapporter le plus possible des chiffres

La Renaissance n'ignorait pas l'organisation d'ensemble du système nerveux de l'homme.



Si on se place au niveau cellulaire, nous ignorons à peu près tout du fonctionnement cérébral.

entendu aux deux oreilles, nous obtenons une mesure de dominance d'une oreille pour un matériel donné. Dans le cas de chiffres, l'oreille droite (hémisphère gauche) donne systématiquement tous les chiffres présentés, tandis que l'oreille gauche (hémisphère droit-corps calleux-hémisphère gauche) donne éventuellement un ou deux chiffres. Il s'agit là d'un phénomène d'inhibition de l'information non-directe. Cette manipulation expérimentale s'appelle « écoute dichotique ».

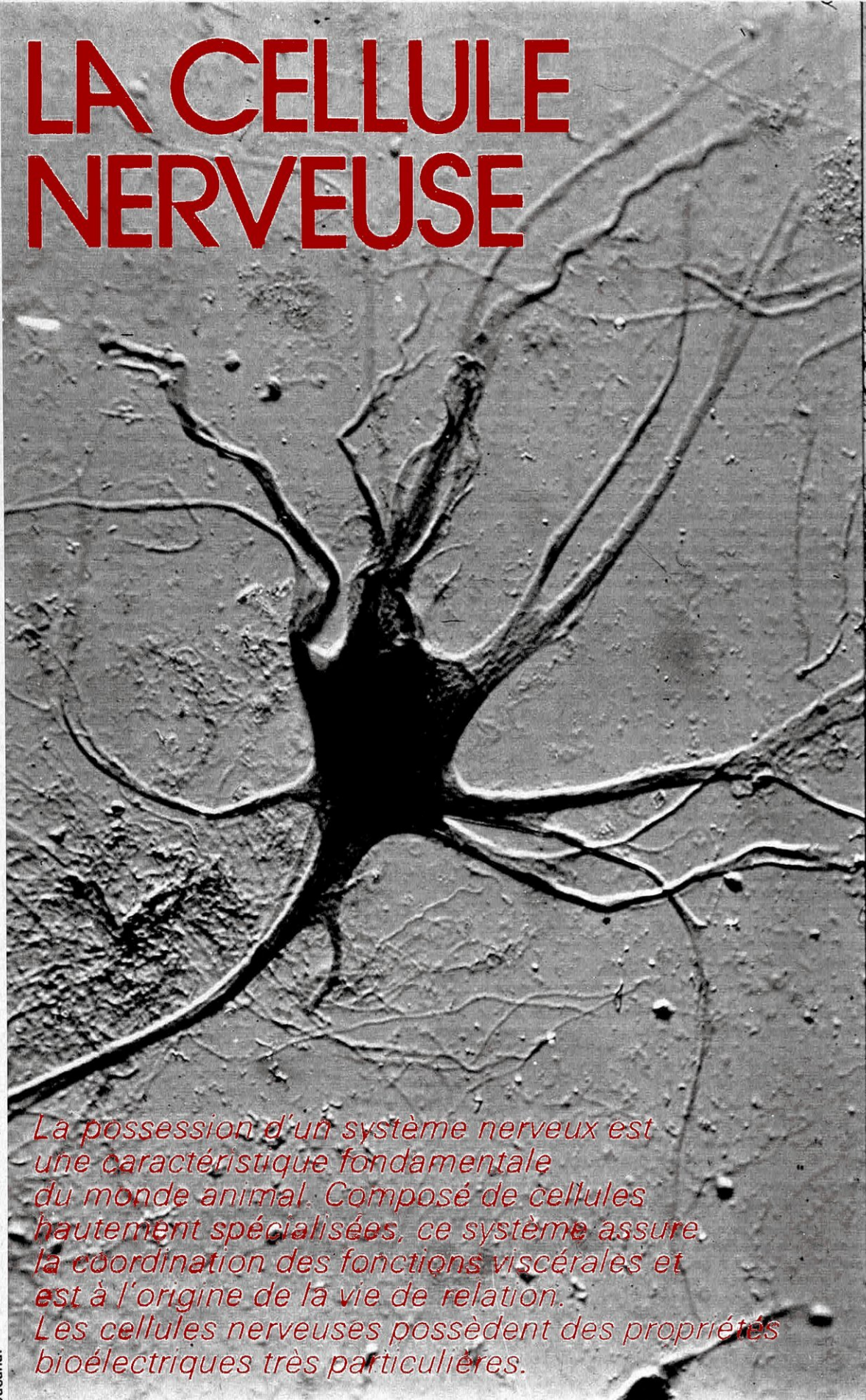
Ces exemples démontrent que l'organisation fonctionnelle du système nerveux central proposée plus haut est valable même pour le sujet normal. Mais le sujet normal en action ne peut pas se rendre compte des différences de fonctionnement de ses deux hémisphères.

La distinction qui s'est établie en haut de l'échelle phylogénétique entre l'hémisphère gauche et l'hémisphère droit, permet vraisemblablement la possession de stratégies différentes et une sélection adaptée pour résoudre un problème donné. Les deux hémisphères, sur le plan fonctionnel, peuvent travailler indépendamment mais pas d'une façon autonome, le corps calleux placé au milieu jouant un rôle de régulateur.

Enfin, si nous commençons à comprendre les lois générales d'organisation fonctionnelle du cerveau, si nous arrivons à dessiner une certaine cartographie des zones spécialisées dans le traitement d'une fonction, nous ne connaissons presque rien sur les lois qui gèrent, au niveau cellulaire ou au niveau du groupement des cellules, les relations entre structure et fonction.

Athanase TZAVARAS

LA CELLULE NERVEUSE



La possession d'un système nerveux est une caractéristique fondamentale du monde animal. Composé de cellules hautement spécialisées, ce système assure la coordination des fonctions viscérales et est à l'origine de la vie de relation. Les cellules nerveuses possèdent des propriétés bioélectriques très particulières.



L'immobilité du végétal
marque chez lui l'absence
d'un système nerveux.
En page de gauche,
un neurone de la moelle
épinière du bœuf..

● Dans la diversité des êtres vivants pluricellulaires, la principale subdivision est celle séparant le monde végétal du monde animal. La différence fondamentale entre ces deux « règnes » réside dans la façon dont les individus se procurent l'énergie nécessaire à leurs processus vitaux. Dans leur immense majorité, les plantes, en effet, utilisent l'énergie lumineuse, les animaux l'énergie chimique contenue dans les molécules complexes de leurs aliments.

Mais si l'on demande à quelqu'un peu au fait de la biologie ce qui lui paraît distinguer le chat de l'arbre sur lequel il est grimpé, il n'évoquera certainement pas cette différence métabolique. Il opposera plutôt la mobilité de l'animal, et ses réactions aux stimuli issus du milieu extérieur, à la passivité et à l'immobilité du végétal. Cette opposition si manifeste trouve bien sûr sa source dans l'absence chez l'un et dans la présence chez l'autre d'un système nerveux et d'organes des sens.

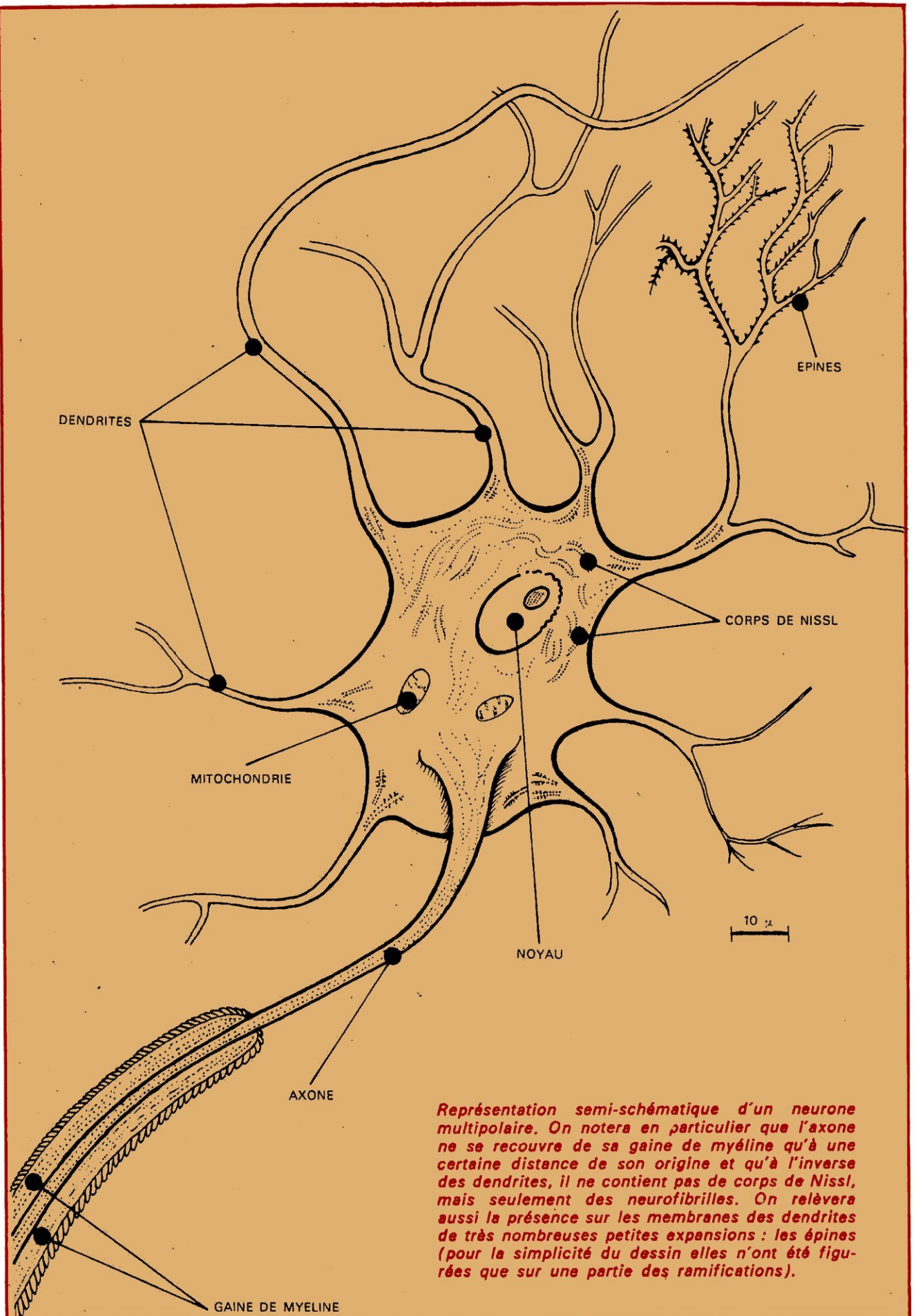
A l'exception des éponges, pour tous les organismes animaux pluricellulaires, les modifications de l'environnement (variations de lumière, de température, présence de certaines molécules chimiques...) sont détectées par des cellules spécialisées, dites *réceptrices* ou *sensitives*, traduites en informations d'un type particulier (*l'influx nerveux*), puis transportées vers d'autres éléments cellulaires, les *neurones effecteurs*, qui ont la charge d'organiser la réponse de l'animal aux changements intervenus dans le milieu extérieur. Dans la règle, ces réponses sont *adaptées*, ce qui signifie qu'elles tendent à protéger l'intégrité de l'organisme et son statu quo biologique.

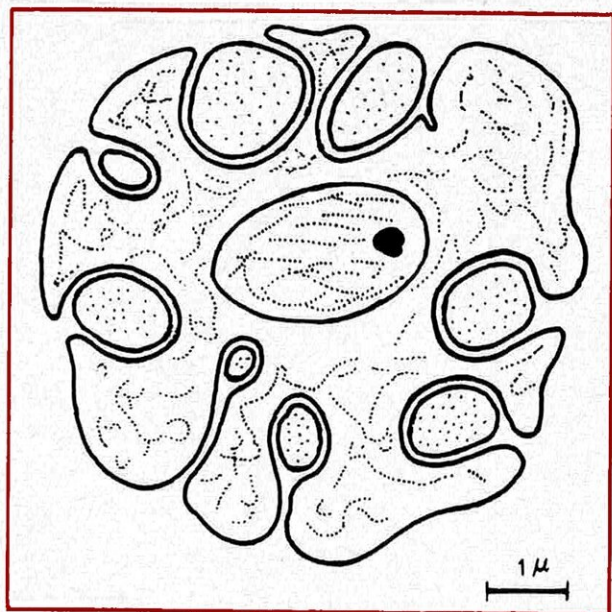
Les cellules que nous avons appelées neurones ont acquis par un remarquable processus de spécialisation et de différenciation des caractères structuraux et fonctionnels très particuliers.

Neurone et neurones

Sous sa forme la plus caractéristique, telle qu'on peut la rencontrer par exemple chez les mammifères, la cellule nerveuse nous apparaît formée d'un corps ou *soma* sur lequel s'insèrent de fins prolongements protoplasmiques plus ou moins ramifiés.

Le soma, le plus souvent arrondi ou polygonal, est de dimensions variables, allant de quelques microns à quelques dizaines, voire quelques centaines de microns pour certains neurones d'invertébrés. Les prolongements sont généralement de deux types. Les uns (les *dendrites*), sont fins (entre 1/10 de μ et 2 ou 3 μ), courts (quelques





Représentation semi-schématique de fibres nerveuses amyéliniques. On voit que plusieurs fibres de diamètres différents, mais toujours faibles, sont englobées dans les replis d'une grosse cellule de Schwann dont le noyau est visible au centre.

dizaines à quelques centaines de μ), souvent tortueux et leur surface peut présenter de nombreux petits renflements de 2 à 3 μ de longueur appelés *épines*.

Tous ces caractères opposent les dendrites à l'autre type de prolongement : l'*axone* ou *fibre nerveuse*, qui est généralement unique, peu ramifié sauf à son extrémité, de plus gros diamètre (de 1 μ jusqu'à 1000 μ chez certains invertébrés) et dont la longueur peut atteindre plusieurs décimètres, voire dépasser le mètre chez les mammifères de grande taille.

Comme toutes les cellules vivantes, le neurone possède une membrane, un noyau et un cytoplasme contenant certaines inclusions (mitochondries par exemple) jouant un rôle important dans son métabolisme. Mais il renferme aussi des organites intracellulaires qui lui sont propres : les *corps de Nissl* et les *neurofibrilles*. Les premiers sont vraisemblablement associés à la synthèse des neuroprotéines ; les seconds apparaissent, en microscopie électronique, comme des agrégats de longues molécules protéiques dont le rôle est encore mal connu.

Les dendrites ont une constitution identique à celle du soma et renferment comme lui des corps de Nissl et des neurofibrilles.

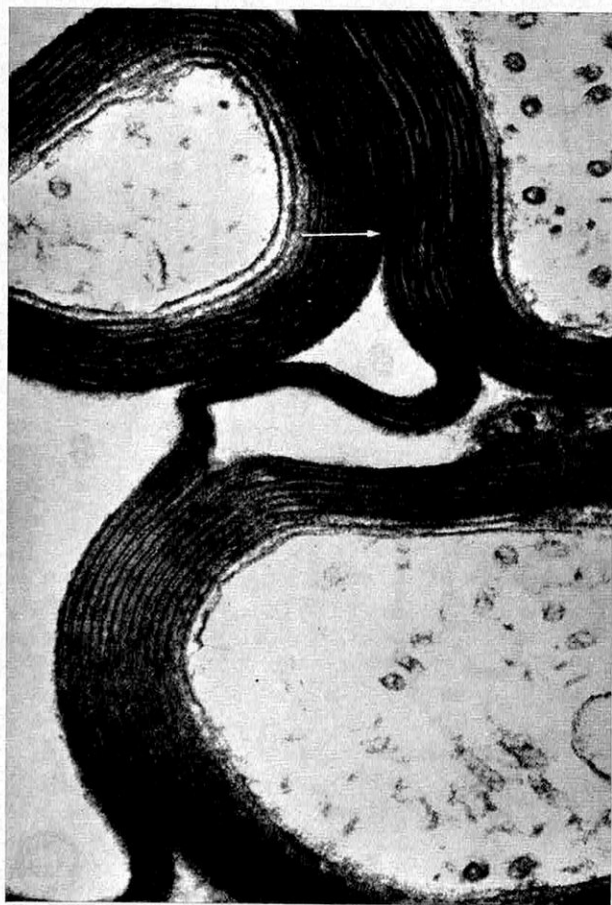
L'*axone* a une structure plus originale, liée à son rôle de conducteur de l'influx nerveux. Chez tous les invertébrés et pour une part chez les vertébrés, les fibres nerveuses apparaissent comme des filets protoplasmiques renfermant des neurofibrilles et dépourvus de corps de Nissl ; leur membrane, l'*axolemmme*, est le prolongement de celle du soma. Les axones sont englobés dans les replis de cellules allongées non nerveuses, dites

cellules de Schwann, qui, s'alignant bout à bout, forment une gaine continue autour d'eux.

Chez les vertébrés, certaines fibres nerveuses ont une structure plus complexe. Au cours du développement, des cellules de Schwann viennent s'accoler à l'axone, puis s'enroulent autour de lui en une spirale très serrée. Par la suite, le cytoplasme des cellules de Schwann se modifie, s'enrichit beaucoup en lipides phosphorés dont l'ensemble est dénommé *myéline*. La fibre nerveuse se trouve ainsi entourée d'une gaine feuilletée, la gaine de myéline. Ce phénomène de myélinisation se développe aussi bien dans les fibres des nerfs périphériques que dans les cordons et faisceaux du système nerveux central.

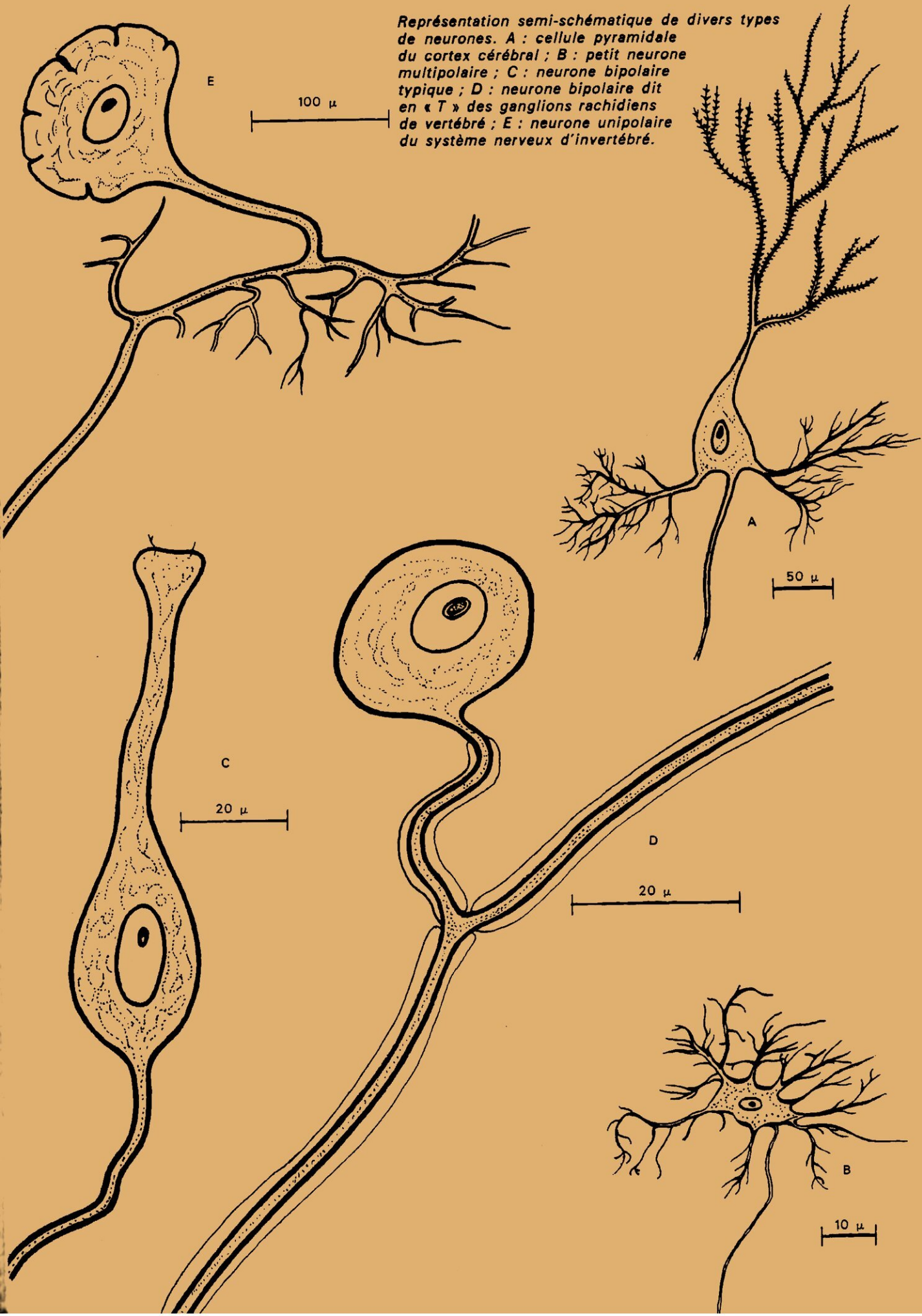
On peut ainsi, chez les vertébrés, distinguer fibres nerveuses *myélinisées* et *amyéliniques*.

Les neuroanatomistes et neurohistologistes ont observé depuis longtemps que les cellules nerveuses n'étaient pas toutes semblables. La plupart ont un axone unique et les dendrites naissent en plusieurs points du soma. On les dit *multipolaires*. D'autres ont un dendrite unique, dont les caractères sont sensiblement les mêmes que celui de l'axone, et qui peut comporter aussi une gaine de myéline. Ce sont les neurones *bipolaires*. Enfin, chez les invertébrés, il existe



Vue en microscopie électronique de fibres nerveuses myélinisées. On distingue clairement les feuilletés concentriques de myéline. Dans l'intérieur des axones, de petites taches arrondies correspondent à la coupe transversale de neurofibrilles.

Représentation semi-schématique de divers types de neurones. A : cellule pyramidale du cortex cérébral ; B : petit neurone multipolaire ; C : neurone bipolaire typique ; D : neurone bipolaire dit en « T » des ganglions rachidiens de vertébré ; E : neurone unipolaire du système nerveux d'invertébré.



des neurones *unipolaires* dont le soma n'a qu'un seul prolongement. A quelque distance de son origine, celui-ci donne plusieurs branches ramifiées à type de dendrite et un prolongement à type d'axone.

Les propriétés électriques du neurone

A la fin du XVIII^e siècle, on avait observé qu'un choc mécanique ou une décharge électrique appliquée au bout d'un nerf, à distance d'un muscle, pouvait produire la contraction de celui-ci. L'interprétation logique du phénomène était de supposer que le tronc nerveux réagissait à la stimulation, qu'il était *excitable*, et que l'effet de la stimulation se propageait à distance, transporté par un agent ou un phénomène de nature alors inconnue : le fluide ou *influx* nerveux.

Au milieu du XIX^e siècle, les naturalistes commencèrent à penser, les nerfs étant faciles à exciter par l'électricité, que l'influx nerveux lui-même pouvait être de nature électrique. Les recherches ultérieures devaient le vérifier, et on put même établir que le neurone présentait deux sortes de phénomènes bioélectriques : le *potentiel de repos* (ou de membrane) et le *potentiel d'action*.

● *Le potentiel de repos*. La plupart des cellules vivantes sont électriquement *polarisées*, une différence de potentiel existant entre l'intérieur de la cellule et le milieu extracellulaire. Ce phénomène est lié en particulier à la structure et aux propriétés de la membrane, d'où l'autre appellation de *potentiel de membrane*.

Dans les cellules nerveuses, la valeur de ce potentiel est élevée (60 à 70 mV) et son signe, toujours le même, est tel que l'intérieur de la cellule est *néгатif* par rapport à l'extérieur.

A la différence du potentiel de membrane des autres cellules, celui des neurones peut présenter de brèves variations réversibles dont la plus caractéristique correspond au potentiel d'action.

● *Le potentiel d'action*. Sous l'effet d'une stimulation suffisamment intense, le potentiel de repos d'une fibre nerveuse se modifie de façon brutale, importante (plusieurs dizaines de millivolts), réversible et de courte durée. En outre, ce potentiel d'action ne reste pas cantonné au lieu de l'excitation, mais se propage d'un bout à l'autre de la fibre, quelle que soit sa longueur, représentant l'influx nerveux lui-même.

Parmi les principaux caractères du potentiel d'action, on peut relever :

- sa brève durée (1 à 3 millisecondes) ;
- sa vitesse de propagation qui, beaucoup plus faible que celle de l'électricité, se mesure en mètres/s et demeure constante quelle que soit la longueur d'axone parcourue ;
- son voltage relativement élevé, de l'ordre d'un dixième de volt, constant quelle que soit la longueur du trajet ;
- sa propriété de pouvoir se reproduire à une fréquence relativement élevée (jusqu'à 800 envi-

ron par seconde), fréquence cependant limitée par l'intervention d'une phase dite *réfractaire*.

Tous ces caractères sont sous la dépendance de divers facteurs physico-chimiques et structuraux. C'est ainsi que la vitesse est liée à la température, s'élevant et s'abaissant avec elle. Elle dépend aussi du diamètre de la fibre nerveuse et de la présence ou non d'une gaine de myéline. A température et à diamètre égaux, une fibre nerveuse myélinisée peut conduire à une quinzaine de m/s au lieu de 3 ou 4 m/s si elle est amyélinique (1).

Des phénomènes ioniques

Une fois bien connus les caractères du potentiel d'action et de sa propagation, les expérimentateurs se sont attachés à étudier ses mécanismes. Dans ce domaine, les découvertes les plus intéressantes ont été faites entre 1950 et 1960 par les neurophysiologistes anglais Hodgkin, Keynes et Huxley.

Ces chercheurs ont pu montrer, en particulier, que sous l'effet d'un stimulus suffisamment intense, la membrane de la fibre nerveuse devenait brusquement perméable aux ions *sodium* auxquels elle oppose, au repos, une barrière presque infranchissable. Ces ions, toujours présents à concentration élevée dans le milieu extracellulaire, se précipitent donc en grande quantité à l'intérieur de l'axone où ils s'accumulent.

Porteurs de charges positives, ils rendent pendant un très bref instant (moins d'une milliseconde) l'intérieur de la fibre non plus négatif, mais fortement positif par rapport à l'extérieur, ce qui explique que le potentiel d'action ait un voltage de 100 à 120 mV nettement supérieur à celui du potentiel de repos (60 à 70 mV).

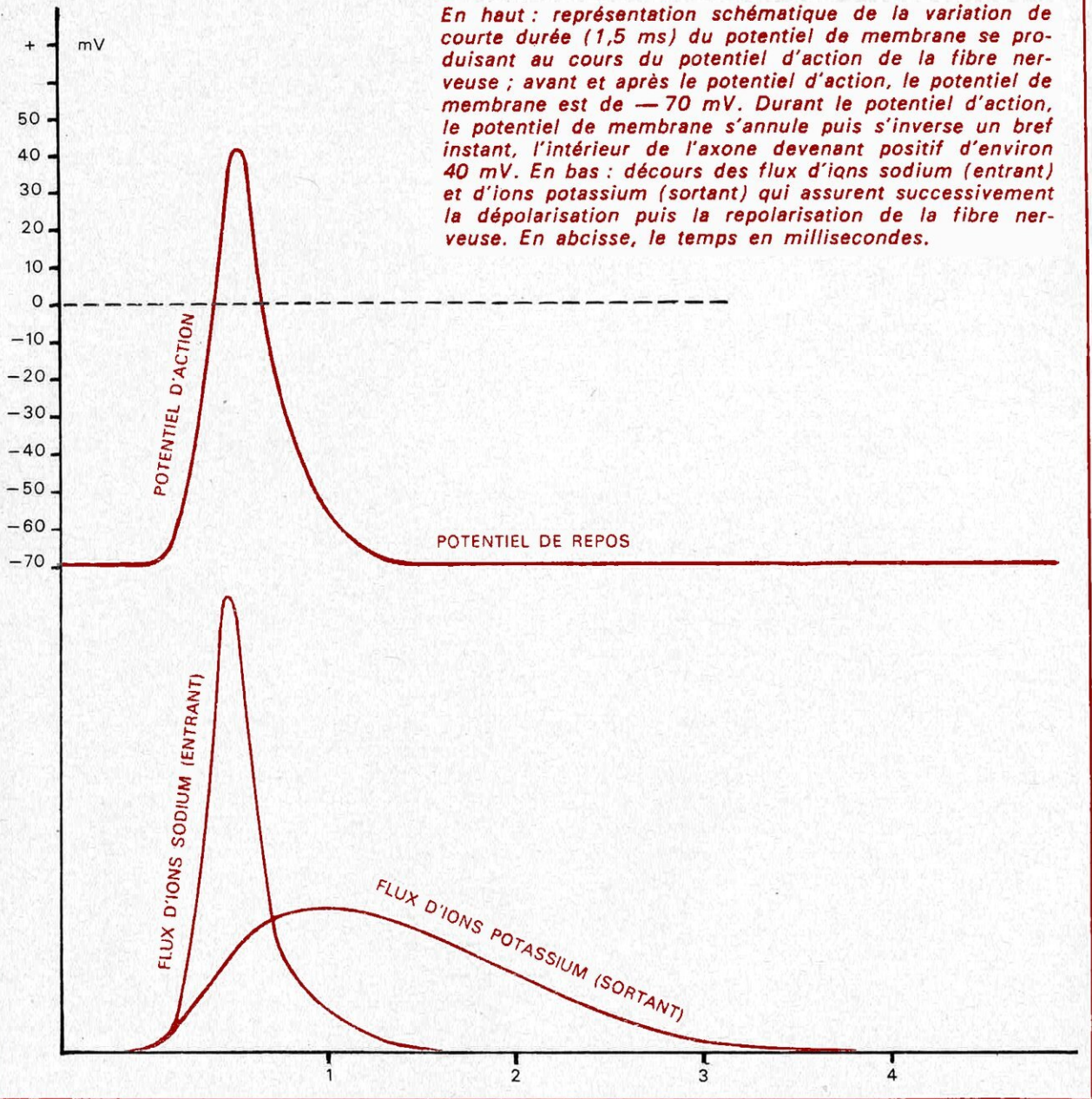
Tout de suite après cette intrusion massive d'ions sodium, la fibre retrouve sa polarisation habituelle par une sortie en quantité équivalente d'ions, également positifs, de nature différente : les ions *potassium*. En même temps, la membrane redevient imperméable aux ions sodium. Plus tardivement, des mécanismes métaboliques complexes feront ressortir ces derniers de la fibre, assurant son retour complet à l'état initial.

Ce double mouvement en sens inverse de particules chargées, entrée d'ions sodium, puis sortie d'ions potassium, rend très bien compte de la valeur et de la durée du potentiel d'action ainsi que des conditions de sa propagation. Il constitue la pièce maîtresse de la *théorie ionique de l'influx nerveux*.

Si la fécondité de cette théorie ne s'est pas démentie depuis vingt ans dans l'interprétation des phénomènes bioélectriques du système nerveux, elle n'a pas cependant résolu tous les problèmes. Certains points obscurs demeurent, en particulier quant aux mécanismes intimes de la

(1) Chez les mammifères, dont la température centrale normale est de 37-38°, la vitesse de l'influx dans les fibres myélinisées se calcule au moyen d'une relation empirique simple, suivant laquelle la vitesse de conduction en m/s est égale à 6 fois le diamètre exprimé en microns (60 m/s pour un axone de 10 μ).

En haut : représentation schématique de la variation de courte durée (1,5 ms) du potentiel de membrane se produisant au cours du potentiel d'action de la fibre nerveuse ; avant et après le potentiel d'action, le potentiel de membrane est de -70 mV. Durant le potentiel d'action, le potentiel de membrane s'annule puis s'inverse un bref instant, l'intérieur de l'axone devenant positif d'environ 40 mV. En bas : décours des flux d'ions sodium (entrant) et d'ions potassium (sortant) qui assurent successivement la dépolarisation puis la repolarisation de la fibre nerveuse. En abscisse, le temps en millisecondes.



perméabilisation aux ions sodium sous l'effet du stimulus.

Les phénomènes ioniques ne suffisent d'ailleurs pas à décrire tout ce qui se passe dans la fibre nerveuse au moment où l'influx naît et se propage. Les recherches récentes ont mis l'accent sur des événements biochimiques et métaboliques ainsi que sur diverses modifications de la structure intime de la membrane axonique se traduisent, entre autres, par des changements de ses propriétés optiques (biréfringence, pouvoir de diffusion, etc.).

Le neurone, élément sécréteur

Le développement explosif de l'électronique et des moyens perfectionnés de détection et d'amplification des courants et tensions très faibles avaient amené les neurophysiologistes à centrer

l'étude du fonctionnement du système nerveux sur la détection des phénomènes bioélectriques. Cependant, depuis quelques années, une conception plus équilibrée du fonctionnement du neurone s'est peu à peu imposée. De très nombreuses recherches, actuellement en pleine expansion, se consacrent à l'étude de la production par le neurone de diverses substances physiologiquement actives ainsi qu'au transport de celles-ci le long de l'axone. Le cytoplasme somatique apparaît en effet comme une véritable usine chimique synthétisant d'innombrables molécules organiques.

Les unes sont les protéines cellulaires elles-mêmes, qui parcourent un cycle métabolique particulièrement complexe, se détruisant et se reconstruisant sans cesse. Cette activité de synthèse peut prendre une importance particulière dans diverses circonstances de la vie du neurone, par exemple au cours de sa croissance ou lorsque

ses prolongements, spécialement son axone, se trouvent lésés.

Mais le neurone produit aussi d'autres substances. Ce phénomène dit de neurosécrétion a été d'abord mis en évidence pour certains neurones de l'hypothalamus. Le corps de ces cellules fabrique une substance hormonale qui descend dans l'axone sous forme de petits grains de sécrétion, libérés à son extrémité ou même le long de son trajet. Depuis cette découverte, une activité neurosécrétoire avec transport du produit sécrété (neurosécrétat) a été mis en évidence dans de nombreux autres types de neurones.

La démonstration du flux axonique de telles substances a pu se faire grâce à l'emploi de techniques « dynamiques » de neurohistologie. Celles-ci reposent sur la détection dans les cellules nerveuses de protéines marquées radioactives (historadiographie) ou sur l'observation en microscopie de fluorescence.

Une fois démontré l'écoulement des protéines et d'autres produits dans les prolongements du neurone, on s'est attaché à en mesurer la vitesse. On a eu ainsi la surprise de constater que des flux de vitesses différentes parcouraient l'axone. On a pu distinguer un flux lent, de l'ordre du millimètre par jour, et un flux beaucoup plus rapide pouvant atteindre 20 à 40 mm/heure.

Plus surprenant encore, à ces déplacements *somatofuges* (du soma vers l'extrémité de l'axone) s'ajoute un flux *somatopète* qui transporte certaines substances ou certains organites intracytoplasmiques de l'extrémité de la fibre vers le corps cellulaire.

Les communications entre éléments nerveux

L'organisation anatomique et fonctionnelle du système nerveux repose en grande partie sur la communication des neurones entre eux et sur la possibilité pour l'influx nerveux de se propager de l'un à l'autre. Au sein des amas neuronaux, la microscopie optique et électronique montre que les ramifications axonales viennent se terminer au contact de nombreux somas et dendrites. Ces aires de contact, appelées *synapses*, ont révélé des traits structuraux et fonctionnels bien particuliers.

Les terminaisons des fibres nerveuses peuvent venir au contact soit des somas (*synapses axo-somatiques*), soit des dendrites (*synapses axo-dendritiques*), voire d'autres axones (*synapses axo-axoniques*). L'aire de contact peut être réduite, la très fine ramification d'un axone se dilatant légèrement à son extrémité pour former un *bouton synaptique*, ou au contraire être large et englober une surface importante du soma (*synapses en calice*). Entre les deux, tous les intermédiaires sont possibles.

Au niveau des zones de contact, contrairement à ce que croyaient certains histologistes de la fin du siècle dernier, les membranes des deux éléments de la synapse ne sont jamais fusionnées et gar-

dent leur individualité. Cependant, l'espace intercalaire entre les membranes est toujours très étroit (200 à 300 angströms) et peut même se réduire à 50 ou 70 Å, les membranes étant alors pratiquement collées l'une à l'autre. La présence ou l'absence d'un tel intervalle synaptique entraînent d'ailleurs des types de fonctionnement différents.

Une autre particularité structurale de l'organisation synaptique réside dans la présence, au sein des ramifications axoniques terminales, de *vésicules synaptiques*. Celles-ci, découvertes il y a une vingtaine d'années grâce au microscope électronique, apparaissent comme des corpuscules sphériques de 200 à 500 Å de diamètre. Leur densité est toujours plus élevée au voisinage de la face interne de la membrane, et en particulier au niveau des aires de contact synaptique.

Un trait frappant dans l'organisation des *centres nerveux* réside dans le nombre extrêmement élevé de synapses présentes sur les dendrites ou le soma d'un unique neurone. La microscopie électronique montre par exemple que, chez les mammifères, les moindres ramifications dendritiques sont littéralement couvertes de terminaisons synaptiques. Celles-ci, pour un neurone donné, s'élèvent certainement à plusieurs dizaines, voire à des centaines de milliers, chacune d'elles exerçant une influence sur la cellule nerveuse et pouvant modifier son fonctionnement.

Quelques mécanismes synaptiques

Une des notions fondamentales de la neurophysiologie réside en ce qu'un neurone peut influencer un autre neurone de deux façons opposées. Il peut déclencher ou accroître le fonctionnement de ce neurone lorsqu'il est au repos ou peu actif (rôle excitateur). Il peut aussi le freiner ou l'arrêter (rôle inhibiteur).

Le rôle inhibiteur d'une cellule nerveuse sur une autre avait été envisagé depuis très longtemps et ressortait de l'expérience quotidienne. Nous savons tous qu'à tout instant, par une opération de la volonté, nous pouvons arrêter, diminuer ou ralentir un mouvement volontaire ou réflexe. Les neurones se trouvant en relation par l'intermédiaire des synapses, il était logique de supposer que l'influence qu'ils exercent les uns sur les autres se faisait par l'intermédiaire de celles-ci et que certaines d'entre elles étaient *excitatrices*, d'autres *inhibitrices*. Cependant, les mécanismes de ces influences n'ont pu être éclaircis que depuis une vingtaine d'années, en particulier à la suite des travaux du neurophysiologiste anglais J. Eccles et de son école, et grâce au développement des techniques d'enregistrement de l'activité d'un seul neurone par l'emploi des microélectrodes.

En ce qui concerne les *synapses excitatrices*, l'exemple le plus simple de l'action exercée par une cellule nerveuse sur une autre nous est fourni

par l'*arc réflexe monosynaptique*. Dans celui-ci, l'excitation mécanique, thermique, électrique... suffisamment intense d'un neurone dit *sensitif*, provoque le fonctionnement d'un neurone *moteur* dont l'activité se traduit à notre vue par la contraction d'un certain nombre de fibres musculaires.

L'analyse des phénomènes bioélectriques se produisant au niveau de la synapse sensitivomotrice nous permet de saisir les événements expliquant cette interaction. En effet, chaque fois que l'axone du neurone sensitif produit un potentiel d'action, une microélectrode implantée dans le soma du neurone moteur montre que le potentiel de repos de ce dernier subit après un bref délai une diminution réversible. Celle-ci, dénommée *potentiel post-synaptique exciteur*, dure une dizaine de millisecondes et atteint quelques millivolts.

Si ces petits événements bio-électriques se somment en nombre suffisant, le potentiel de membrane du corps cellulaire s'effondre brusquement et il y a production d'un potentiel d'action somatique (*spike*). Celui-ci s'engage dans l'axone et s'y propage jusqu'aux plus fines ramifications, avec des propriétés et une vitesse identiques à celles d'un potentiel d'action provoqué par stimulation directe de la fibre nerveuse.

Il n'y a pas plus d'une vingtaine d'années que l'on connaît les mécanismes intimes du fonctionnement des *synapses inhibitrices*.

Il a tout d'abord été établi que les actions excitatrices et inhibitrices (au moins chez les vertébrés) sont toujours exercées par des neurones différents. Il était bien connu cependant que la stimulation d'un nerf périphérique sensitif pouvait provoquer aussi bien la contraction réflexe d'un muscle déterminé que l'inhibition d'un autre. Cette double action s'explique par une particularité d'organisation du système nerveux central. Les terminaisons des fibres sensitives exercent leur action excitatrice, d'une part sur certains motoneurones, d'autre part sur des neurones particuliers, les *interneurones*, qui à leur tour peuvent inhiber un groupe de motoneurones.

Les mécanismes intimes de l'action inhibitrice sont, dans une certaine mesure, les réciproques de ceux de l'action excitatrice. Les influx émis par l'interneurone, sur l'élément nerveux qu'il inhibe, y amèneront l'apparition non d'une dépolarisation, mais d'une *hyperpolarisation* transitoire (potentiel post-synaptique inhibiteur) qui augmente son potentiel de repos de quelques millivolts durant une dizaine de millisecondes. Ainsi, une dépolarisation produite par l'arrivée à ce même neurone d'influx excitateurs aura-t-elle plus de mal à abaisser son potentiel de membrane jusqu'au niveau où se produit le déclenchement d'un spike.

Au sein du système nerveux central, chaque neurone se trouve, de la sorte, soumis à des actions inhibitrices et excitatrices qui se somment algébriquement et se combinent de façon incessante, modulant en quelque sorte son activité.

Celle-ci se traduit par l'émission de potentiels d'actions à des fréquences infiniment variées.

Les intermédiaires synaptiques

Les neurophysiologistes se sont naturellement demandé comment le potentiel d'action arrivant à l'extrémité d'une terminaison nerveuse pouvait entraîner, dans le neurone avec lequel elle est en contact, cette dépolarisation ou cette hyperpolarisation transitoire respectivement responsables de l'excitation ou de l'inhibition. Pour certains, les phénomènes électriques suffisaient à l'expliquer ; pour d'autres, il fallait imaginer l'intervention d'une substance chimique.

Finalement, la mise en évidence au niveau de la jonction neuro-musculaire, dont le fonctionnement est proche de celui d'une synapse du système nerveux central, de la libération d'un intermédiaire chimiquement identifié, l'*acétylcholine*, allait fournir un argument très puissant à la théorie chimique. Celle-ci était d'ailleurs rapidement étayée par d'autres découvertes et recevait un important appui avec la mise en évidence des vésicules synaptiques, auxquelles était dévolu le rôle de réservoir.

Ainsi, de nos jours, est-il définitivement admis qu'au sein du système nerveux central, la plupart des actions synaptiques (tant excitatrices qu'inhibitrices) mettent en jeu des intermédiaires chimiques. Cependant, plus récemment, des analyses attentives, portant sur certaines synapses d'invertébrés, puis de vertébrés, ont démontré sans ambiguïté l'existence d'actions synaptiques par pur couplage électrique.

De tout ce que nous venons de dire concernant les synapses, on peut facilement déduire que celles-ci constituent un lieu « critique » dans les relations neuronales. Cette déduction est confirmée par de nombreuses constatations. D'une part, les synapses imposent, tout au moins pour celles à fonctionnement chimique, un *retard* (délai synaptique) de une à deux millisecondes dans la transmission de l'influx d'un neurone à l'autre. D'autre part, en raison des propriétés très particulières et très spécialisées des portions de membranes axonique, somatique ou dendritique qui s'y trouvent en contact, elles constituent un « point faible » dans l'organisation générale du système nerveux. C'est ainsi qu'elles sont *fatigables*, ne pouvant fonctionner qu'à des fréquences assez basses, et sont particulièrement sensibles à certaines drogues ou à certaines substances toxiques. Enfin, et c'est là un de leurs caractères essentiels, l'influx nerveux ne peut les franchir que dans un sens, celui qui va de l'axone de l'élément présynaptique vers les dendrites ou le soma du neurone postsynaptique.

Naissance et vie des neurones

Au cours du développement embryonnaire des vertébrés, les éléments cellulaires primordiaux qui donneront l'ensemble du système nerveux

central s'isolent très précocement à partir du feuillet cellulaire le plus externe de l'embryon, l'ectoblaste, pour former une portion distincte de celui-ci : le *neuroectoblaste*.

Au sein de ce dernier, des cellules dites *germinales* ou *matricielles*, se multiplient intensément, chez les mammifères pendant toute la durée de la gestation. Elles s'agglomèrent en amas nombreux de volumes variés ou en nappes plus ou moins étendues qui donneront l'ensemble de la substance grise du système nerveux central adulte.

Au cours du développement, les cellules issues des divisions incessantes des cellules germinales perdent peu à peu leur possibilité de multiplication. Parallèlement, elles acquièrent des caractères particuliers qui vont leur conférer l'aspect et le rôle de véritables neurones. Durant ces phases de *différenciation* et de *maturation*, les prolongements caractéristiques, dendrites et axone, apparaissent, croissent et se ramifient et le cytoplasme acquiert corps de Nissl et neurofibrilles. En même temps, s'installent les propriétés physiologiques propres aux éléments nerveux.

Dans de nombreuses espèces de mammifères, l'homme entre autres, la naissance ne signifie pas l'achèvement du système nerveux. Celui-ci va encore évoluer durant les premières années de la vie. D'ailleurs, contrairement à ce que l'on pensait autrefois, l'homme ne naît pas avec son stock définitif de cellules nerveuses. Il apparaît aujourd'hui que, dans les premiers mois de la vie post-natale, il existe des régions (le cervelet par exemple) où les cellules nerveuses augmentent encore leur nombre, se différencient et présentent des mouvements de migration qui leur donnent leur situation définitive. Il s'y ajoute la croissance et l'arborisation des ramifications dendritiques ou axoniques et la formation de nombreuses nouvelles synapses avec les branches dendritiques néoformées. Parallèlement, des fibres nerveuses, aussi bien centrales que périphériques, s'entourent progressivement de leur gaine de myéline, celle-ci augmentant peu à peu son diamètre au fur et à mesure que l'axone s'allonge durant la croissance de l'organisme.

Dans le cours de son développement et de sa maturation, le neurone présente d'importantes modifications de son métabolisme. C'est ainsi que la résistance de la cellule nerveuse à l'anoxie est plus grande durant la vie prénatale et les premiers jours qui suivent la naissance que dans la vie adulte, où elle devient particulièrement sensible à l'absence d'oxygène et meurt au bout de quelques minutes (5 environ) si celui-ci fait totalement défaut.

En revanche, le développement du système nerveux central implique une activité de synthèse, en particulier protéique, très importante. Ainsi, la cellule nerveuse immature présente une grande susceptibilité aux agressions microbiennes, virales ou toxiques ou aux perturbations génétiques qui troublent ou dévient ces synthèses. Autant de raisons qui expliquent que, durant

la vie embryonnaire et fœtale, le système nerveux central est souvent atteint de lésions ou de malformations qui grèveront plus ou moins lourdement son développement et sa maturation ultérieure, avec des conséquences parfois redoutables.

Lorsque le jeune neurone a subi son processus de différenciation, il a du même coup totalement perdu ses propriétés de multiplication. A la différence de ce qui se produit pour la peau ou pour d'autres organes, une portion détruite du système nerveux central n'est pas susceptible de se reconstituer. Les neurones disparus sont simplement remplacés par des éléments non nerveux qui assureront la cicatrisation anatomique, mais non la reconstitution de la fonction.

Certains neurones adultes peuvent toutefois retrouver leur intégralité, tant anatomique que fonctionnelle, après une lésion qui n'endommage que leurs axones. Lorsque, par exemple, un petit nerf *périphérique* sensitif ou moteur est sectionné, les segments de fibres nerveuses en aval de la section perdent très rapidement leur excitabilité et leurs propriétés de conduction ; on dit qu'elles dégèrent. Par contre, la portion d'axone demeurée reliée au soma repousse et vient rétablir ses connexions.

Cette capacité de régénération des fibres nerveuses avec récupération fonctionnelle totale connaît malheureusement d'étroites limites. Chez les mammifères, elle ne peut se produire correctement que si la lésion n'intéresse qu'un nombre d'axones assez limité et si elle n'est pas située trop près du soma. Chez l'homme, un tronc nerveux tel que le nerf médian ou le nerf cubital, sectionné au niveau du poignet, régénérera suffisamment pour que le patient retrouve une motricité et une sensibilité de la main voisines de la normale. Il n'en sera pas de même si la section a lieu beaucoup plus près de la moelle épinière. D'autre part, chez les mammifères, la repousse des axones est impossible au sein du *système nerveux central*. La section des cordons blancs de la moelle entraîne une perte définitive des fonctions motrices ou sensitives qu'ils assumaient.

On est très mal informé encore des raisons de cette incapacité des fibres nerveuses centrales des mammifères à régénérer. Elle est en effet beaucoup moins accusée chez les vertébrés à sang froid. Ainsi, chez la grenouille, si on sectionne un nerf optique, celui-ci régénérera assez rapidement et l'animal recouvrera la vision et toutes les capacités fonctionnelles de l'œil opéré.

**

Un pas essentiel dans notre connaissance de la biologie de la cellule nerveuse sera fait le jour où nous connaîtrons les raisons d'une telle différence. Et nous pourrions alors entrevoir des possibilités de restauration fonctionnelle qui nous paraissent inconcevables aujourd'hui.

Paul LAGET

LES MÉDIATEURS CHIMIQUES

*Pour des raisons
essentiellement techniques,
le problème des
médiateurs chimiques
a d'abord été étudié au
niveau du système nerveux
périphérique et des
organes qu'il innerve.
On dispose aujourd'hui
de méthodes suffisamment
fines pour que les
mécanismes
de la transmission chimique
de l'influx nerveux
soient peu à peu élucidés
pour le système
nerveux central lui-même.*

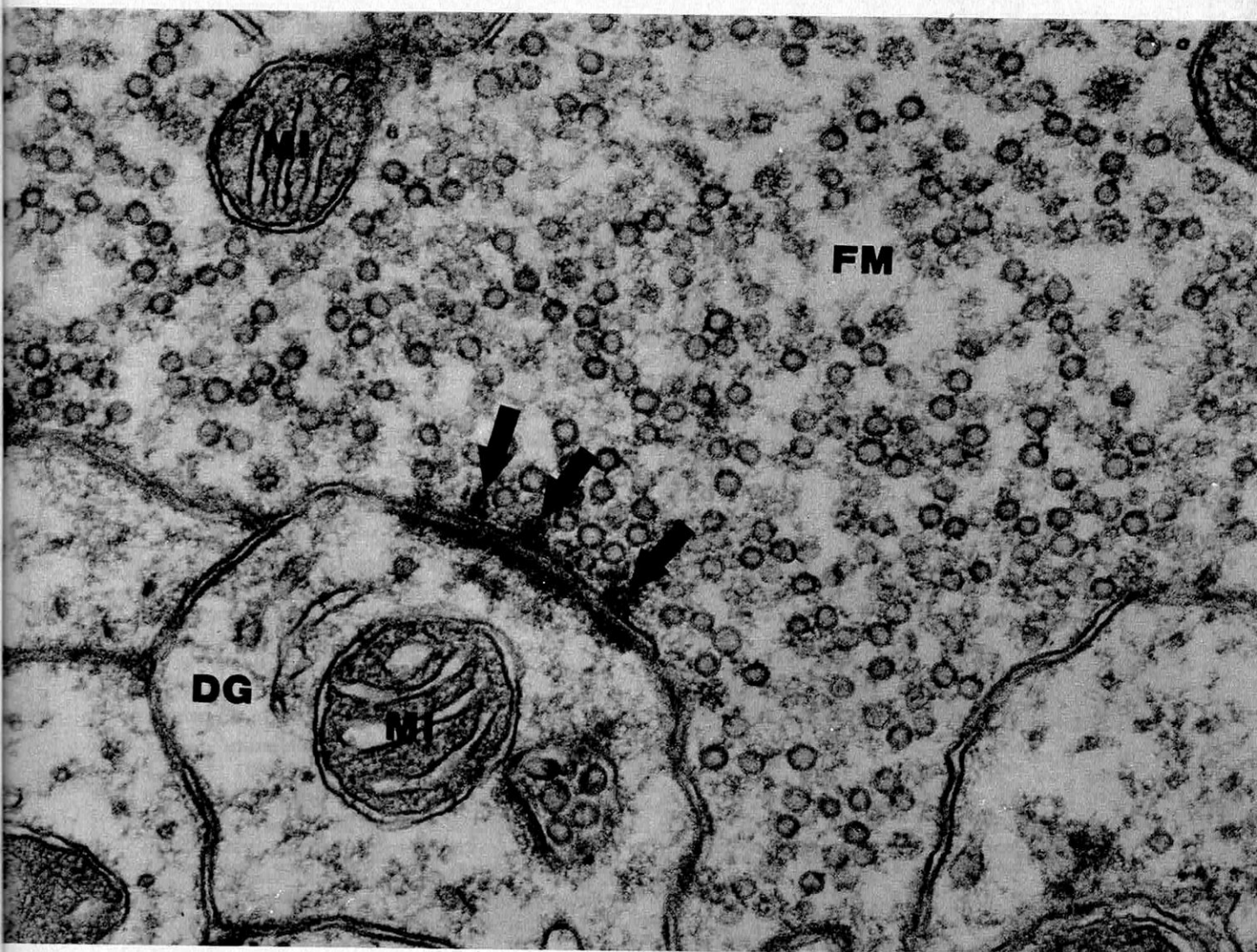
*Micrographie électronique
d'une synapse chimique
au niveau du cervelet du chat
(synapse entre une
fibre moussue,
FM et un dendrite
d'un grain DG).
Dans ce type de synapses,
le neuromédiateur
est probablement
l'acétylcholine.
De nombreuses vésicules
synaptiques d'un
diamètre de 500 Å environ
remplissent une grande partie
du cytoplasme axonal.
Des mitochondries (MI)
sont présentes dans
le cytoplasme axonal
aussi bien que dans celui
de l'élément postsynaptique.
A un endroit précis
de la membrane présynaptique
se développent
des différenciations
cytoplasmiques sous forme
de cônes opaques
aux électrons (flèches)
où les vésicules synaptiques
se groupent pour
atteindre la membrane.
Cette région de l'axone
est directement opposée à la
zone de la membrane
postsynaptique comportant
le récepteur.
Entre les deux régions
membranaires, il y a
l'espace ou fente synaptique,
rempli d'un matériel
opaque aux électrons
(Cliché Sotelo, x 60 000).*

L'étude des médiateurs chimiques intervenant dans la transmission nerveuse est étroitement liée aux données anatomiques actuelles sur les microstructures du tissu nerveux.

Du point de vue morphologique, un neurone comporte trois régions bien individualisées : le corps cellulaire ; les expansions cytoplasmiques (les dendrites, qui conduisent l'influx nerveux vers le corps cellulaire, et l'axone, élément unique qui transmet l'influx vers la périphérie ; les extrémités des ramifications de l'axone.

En ce qui concerne le système nerveux central, ces extrémités, quelque peu renflées, sont appelées *boutons terminaux*. Le microscope électronique a confirmé qu'il n'existait pas, à ce niveau, de continuité, mais seulement une contiguité d'un neurone à l'autre. Les boutons terminaux d'un neurone apparaissent séparés d'une autre cellule nerveuse, ou de ses prolongements cytoplasmiques, par un espace n'excédant guère 200 Å.

La zone privilégiée où deux cellules excitables sont contiguës, la synapse, constitue un système orienté. La transmission de l'influx ne peut s'y effectuer que dans un seul sens. On peut donc définir une région pré-synaptique, le bouton



terminal, et une région post-synaptique. Dans le système nerveux central, on a décrit trois types de synapses : les synapses axo-dendritiques, les plus faciles à mettre en évidence ; les synapses axo-somatiques (la région post-synaptique est constituée par le corps cellulaire lui-même d'un neurone) ; les synapses axo-axoniques, de découverte récente.

Revenons à l'anatomie d'une synapse. Le cytoplasme du bouton terminal renferme en général beaucoup de mitochondries et des vésicules sphériques d'un diamètre de 500 Å environ, les *vésicules synaptiques*. Dans certains neurones, on trouve des vésicules synaptiques de plus grande taille, arrondies ou de forme oblongue. La membrane présynaptique est hérissée en certains points de structures en cône opaques aux électrons.

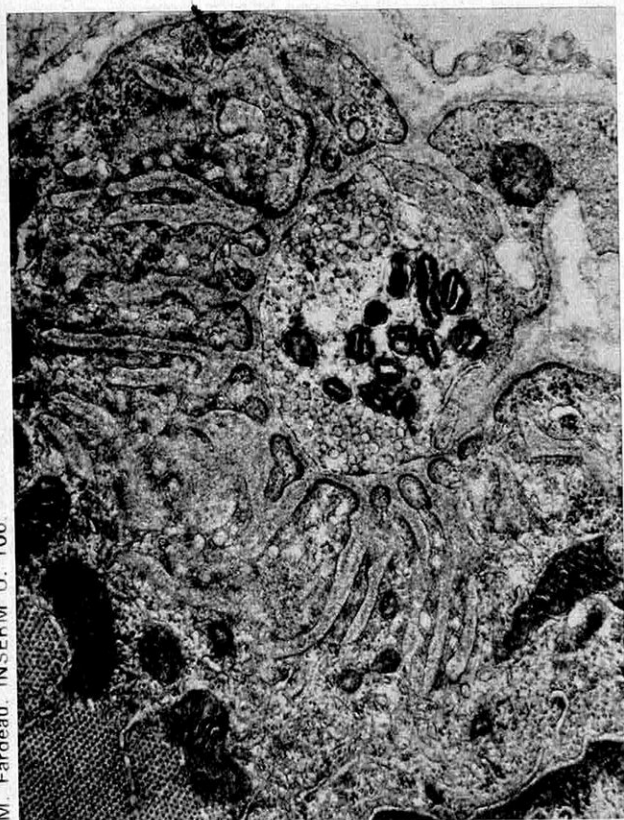
Dans l'espace synaptique, on a observé des éléments orientés perpendiculairement aux membranes et qui peuvent former un pont entre les cellules. Les membranes en regard sont, en certains endroits, épaissies, l'épaississement se trouvant en général plus marqué du côté post-synaptique.

Du point de vue fonctionnel, la *jonction*

neuro-musculaire des vertébrés présente de nombreuses analogies avec les synapses que nous avons décrites. A ce niveau, les terminaisons nerveuses pénètrent dans une zone étroitement spécialisée des fibres musculaires, la plaque *motrice*. Par sa localisation et par ses dimensions, la jonction neuromusculaire est beaucoup plus accessible à l'expérimentation que la synapse.

La conduction de l'influx nerveux est un phénomène de dépolarisation transitoire de la membrane cellulaire, qui se propage de proche en proche le long de l'axone. Comme les neurones sont séparés par l'espace synaptique, on pouvait penser à l'existence d'un mécanisme particulier permettant au potentiel de le franchir. Le problème se pose en termes analogues pour la jonction neuro-musculaire.

Certains auteurs ont cependant longtemps maintenu que la transmission synaptique devait mettre en jeu des phénomènes électriques de même nature que ceux intervenant dans la conduction. D'autres, au contraire, pensaient que la transmission faisait intervenir un messenger chimique diffusant de la cellule présynaptique à la cellule-cible.



Micrographie électronique d'une plaque motrice de muscle péronier de cobaye. La section transversale montre l'extrémité nerveuse enchassée dans la gouttière synaptique et le plissement de la membrane musculaire formant l'appareil sous-neural. La terminaison nerveuse contient des vésicules synaptiques.

Ce concept de synapse chimique n'a été définitivement accepté que lorsqu'il fut possible de réaliser des enregistrements électriques dans les terminaisons des motoneurones, puis dans les ganglions sympathiques et les cellules du système nerveux central. Il devenait en effet difficile d'expliquer comment les terminaisons d'une cellule pouvaient produire un courant capable d'exciter une cellule de taille beaucoup plus grande. Et surtout d'expliquer de façon purement électrique les phénomènes d'inhibition post-synaptique.

Il est maintenant acquis que les deux types de synapses, électrique et chimique, coexistent chez un même organisme, mais que les secondes sont plus fréquentes chez les mammifères.

La transmission chimique s'effectue en plusieurs étapes que nous analyserons une par une. Il importe, auparavant, de décrire la séquence globale des événements.

— Le nerf est au repos et les boutons terminaux contiennent le médiateur dont la synthèse s'est effectuée à ce niveau.

— L'axone est parcouru par un potentiel d'action qui atteint la terminaison nerveuse.

— Par un mécanisme encore mal connu, l'influx déclenche la libération du médiateur dans l'espace synaptique.

— Le neuromédiateur atteint la membrane post-

synaptique où il est reconnu par une protéine à configuration spatiale spécifique jouant le rôle de récepteur.

— La liaison neuromédiateur-récepteur entraîne une modification de la perméabilité cellulaire à certains ions (sodium, potassium ou chlorure), d'où la naissance d'un potentiel post-synaptique ou d'un potentiel de plaque motrice. Dans les deux cas, en résultera le déclenchement d'un potentiel d'action.

— La transmission chimique d'un second potentiel d'action implique l'élimination préalable du médiateur présent dans l'espace synaptique. Le « nettoyage » peut être réalisé par capture des molécules par l'élément présynaptique ou par leur transformation chimique en des composés n'ayant plus d'affinité pour le récepteur.

La mise en évidence des médiateurs

C'est au niveau du système nerveux périphérique (jonction neuro-musculaire des vertébrés, systèmes sympathiques post-ganglionnaires) que le concept de transmission chimique s'est d'abord développé et qu'on a pu identifier un certain nombre de médiateurs. Leur nombre, dans tout le règne animal semble assez limité. Citons l'acétylcholine, les catécholamines (dopamine et noradrénaline), les indolamines (sérotonine), des acides aminés dicarboxyliques⁽¹⁾ et des acides aminés à courte chaîne.

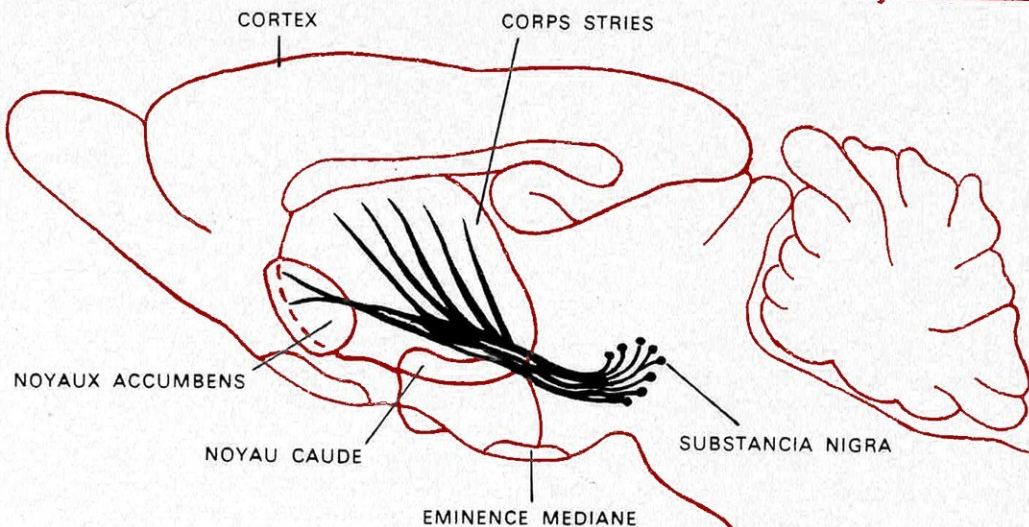
Par la suite, ces molécules furent mises en évidence dans le système nerveux central des mammifères et l'on se préoccupa de leur répartition dans les différentes aires cérébrales.

Le cortex, l'hippocampe, les corps striés et l'hypothalamus sont particulièrement riches en acétylcholine. La dopamine abonde dans les corps striés et le système limbique ; elle a été récemment mise en évidence en tant que neuromédiateur au niveau du cortex. La répartition de la noradrénaline et celle de la sérotonine sont assez parallèles. Présentes dans tout le cerveau, elles sont concentrées dans l'hypothalamus. L'acide gamma-amino-butyrique (GABA) est abondant dans les corps striés et dans l'hypothalamus.

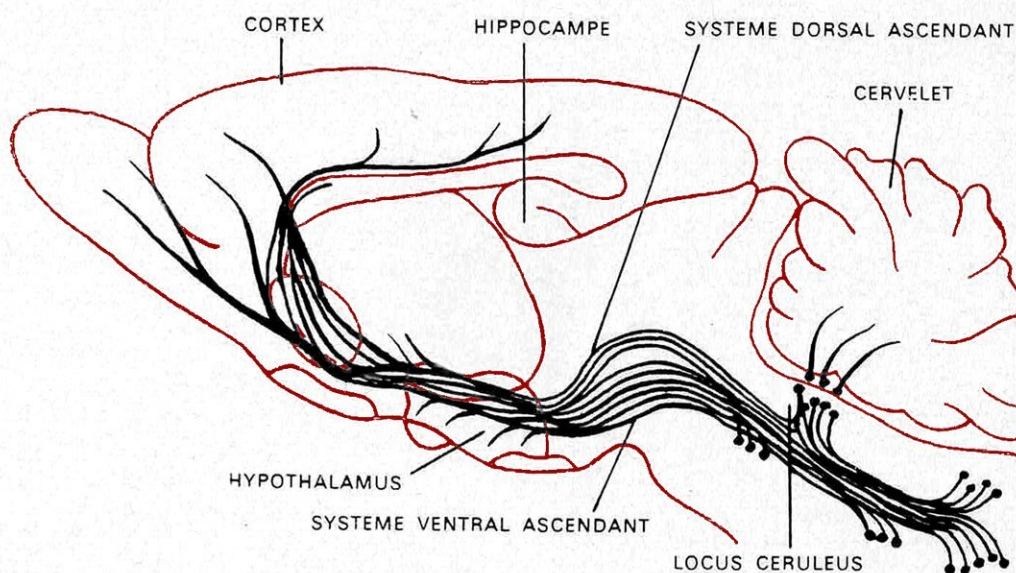
Les catécholamines et la sérotonine ont la propriété intéressante de donner des dérivés fluorescents par traitement aux vapeurs sèches de formol à 70°. Les longueurs d'ondes des produits fluorescents permettent de distinguer la sérotonine des catécholamines et de tracer, dans le système nerveux central, les voies nerveuses correspondantes. Il n'est cependant pas possible de discriminer adrénaline, noradrénaline et dopamine.

Cette technique montre que les monoamines (noradrénaline, sérotonine, dopamine...) sont concentrées au niveau des boutons terminaux.

(1) Deux groupements acide sur la même molécule



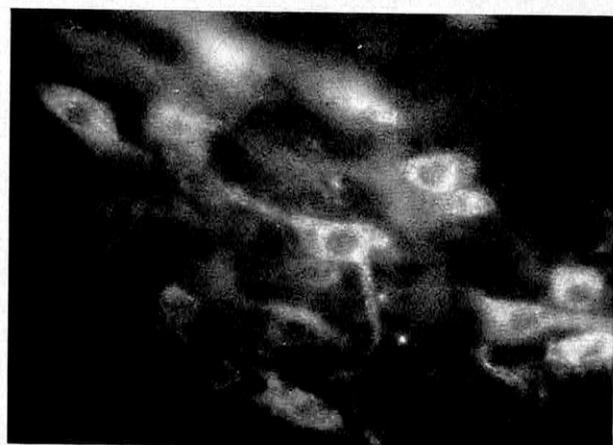
*Les voies nerveuses dopaminergiques (en haut)
et les voies noradrénergiques dans le cerveau du rat
(d'après Ungerstedt)*



La synthèse des neuromédiateurs

L'identification des étapes successives de cette synthèse a été grandement facilitée par l'emploi des isotopes radioactifs. En pratique, cela consiste à mettre le tissu nerveux en contact avec des précurseurs présomptifs (radioactifs) du médiateur et à suivre leur incorporation. Il existe en fait deux méthodes d'utilisation des éléments radioactifs, *in vivo* et *in vitro*. Dans ce dernier cas, des fragments de tissu nerveux prélevés après sacrifice de l'animal sont mis en présence de substances radioactives, dans un milieu de survie à 37°.

Les méthodes *in vivo* les plus simples consistent en injection sous-cutanées ou intraveineuses. Mais l'introduction directe dans le liquide



Mise en évidence des neurones dopaminergiques de la « substance noire » du cerveau du rat par la technique d'histofluorescence.

céphalo-rachidien a donné des résultats très fructueux. Enfin, depuis quelques années, se sont développées les méthodes stéréotaxiques, qui permettent de délivrer en des points précis du cerveau, à l'aide d'une micropipette, de très faibles volumes d'une solution. La stéréotaxie procède par repérage des structures cérébrales dans un système de coordonnées à trois dimensions.

Quelques résultats caractéristiques obtenus par ces méthodes sont donnés en page 33.

Les techniques de fractionnement sub-cellulaire ont permis d'identifier le compartiment cellulaire où les processus de bio-synthèse prenaient place. Par centrifugation dans une solution de saccharose, on peut faire éclater les corps cellulaires et morceler les axones en petits fragments. Dans ces conditions, les terminaisons nerveuses résistent, leur membrane se reconstituant après séparation de l'axone. On parvient, par de nouvelles centrifugations, à isoler ces terminaisons libres ou synaptosomes. Maintenues en milieu de survie pendant environ 1 heure à 37°, les synaptosomes conservent la propriété de synthétiser le neuromédiateur dans des conditions voisines de celles observées sur l'animal vivant et sur des coupes de tissus.

L'éclatement de synaptosomes par mise en suspension dans l'eau distillée a permis de préciser quelque peu l'organisation spatiale des voies de bio-synthèse. On montre ainsi que les enzymes sont situés dans le cytoplasme. Seule, la dopamine-bêta-hydroxylase est contenue dans les vésicules synaptiques. Ces organites renferment le plus souvent une fraction importante des médiateurs produits. C'est le cas pour l'acétycholine.

Les mécanismes de la libération

Les mécanismes élémentaires de la libération sont encore mal connus ; une contribution précieuse à la compréhension du phénomène a toutefois été apportée pour l'étude électrophysiologique fine de la jonction neuro-musculaire des vertébrés.

L'acétylcholine libérée par la terminaison nerveuse sous l'effet d'un potentiel d'action est reconnue au niveau de la membrane sous-neurale. Il en résulte une dépolarisation qui reste localisée à la plaque motrice et dont l'amplitude peut être modulée de façon graduelle. L'application d'acétylcholine à l'aide d'une micropipette au voisinage de la membrane sous-neurale montre en effet que l'amplitude de ce *potentiel de plaque motrice* (ou ppm) est fonction de la quantité de médiateur délivrée.

Lorsque la valeur du ppm dépasse un certain seuil, un potentiel d'action se déclenche, qui va se propager à la surface de tout le muscle et provoquer sa contraction.

En l'absence de toute stimulation nerveuse, on peut enregistrer des ppm de très faible intensité, de l'ordre de 0,5 millivolt. Ces potentiels *miniatures*, incapables de provoquer la naissance

d'un potentiel d'action, apparaissent au hasard à la fréquence moyenne d'un par seconde.

On a pu les interpréter par la libération au hasard d'un nombre constant de molécules de médiateur constituant un *quantum*. L'existence d'un ppm, par suite de la stimulation d'un nerf, résulterait de la libération d'un certain nombre de quanta, avec sommation d'un nombre équivalent de potentiels miniatures.

Le bien fondé de cette hypothèse a pu être vérifié lorsqu'on a su diminuer la quantité d'acétylcholine libérée sous l'effet d'un influx nerveux. En abaissant la concentration en calcium et en augmentant celle du magnésium dans le milieu d'incubation de la préparation, on obtient des ppm dont l'amplitude décroît de façon discontinue, chaque saut correspondant à un ppm miniature. Le même phénomène a été observé, toujours pour l'acétylcholine, dans les synapses ganglionnaires et certaines synapses du système nerveux central.

La libération quantique du médiateur semble également valable pour les catécholamines.

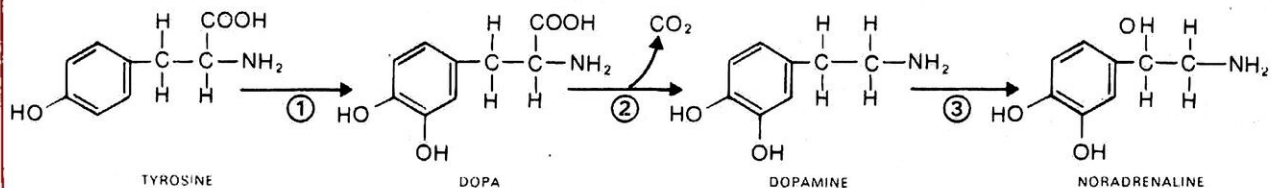
Une question soulève actuellement les passions. Celle de savoir si l'on peut attribuer un support morphologique aux quanta. Les tenants de l'affirmative font résulter l'apparition des potentiels miniatures de l'expulsion du contenu des vésicules synaptiques. Il est vrai que l'on a mis en évidence la libération conjointe de catécholamines et de composés à haut poids moléculaire que l'on sait contenus dans les vésicules.

Bien que séduisante, l'hypothèse ne permet cependant pas de rendre compte de tous les résultats observés. Dans certaines structures du système nerveux central des mammifères, le marquage radioactif de l'acétylcholine a montré, par exemple, que ce médiateur ne provenait vraisemblablement pas des vésicules synaptiques.

Le site d'action : les récepteurs

En principe, seule la molécule libérée par la terminaison nerveuse en réponse à une stimulation peut conduire au déclenchement d'un potentiel d'action. Chaque neuromédiateur est en effet reconnu par une protéine particulière, le « récepteur », au niveau de la membrane de la cellule-cible. Cette reconnaissance résulte d'une complémentarité entre la structure du messenger chimique et celle du site actif de la protéine. Selon la nature du médiateur ainsi reconnu, on parlera de récepteur cholinergique, noradrénergique, dopaminergique, etc...

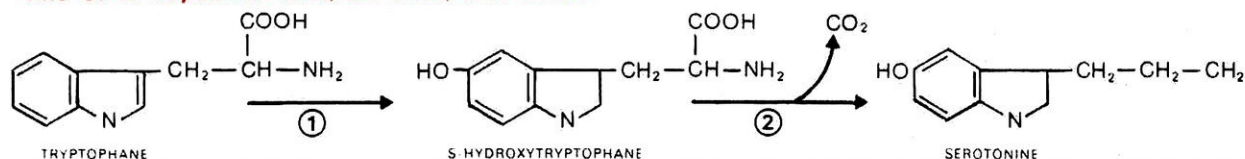
En réalité, si la spécificité de la liaison d'un neuromédiateur avec son récepteur est grande, elle n'est pas absolue. Il existe des analogues structuraux du messenger chimique, appelés agonistes, dont l'application au niveau d'une jonction neuro-musculaire, par exemple, reproduit les effets de la stimulation du nerf afférent. Les composés chimiques dits antagonistes ont une action opposée. Ils suppriment les consé-



Pour les catécholamines, le précurseur de la chaîne de biosynthèse est la tyrosine, acide aminé essentiel apporté par l'alimentation. La transformation de la tyrosine en DOPA est catalysée par un enzyme présentant une grande spécificité vis-à-vis de son substrat : la tyrosine-hydroxylase (1). C'est à ce niveau que pourrait s'effectuer, dans les conditions naturelles, une régulation de la production des catécholamines. Les produits finaux de la chaîne, la noradrénaline et la dopamine sont, en effet, des inhibi-

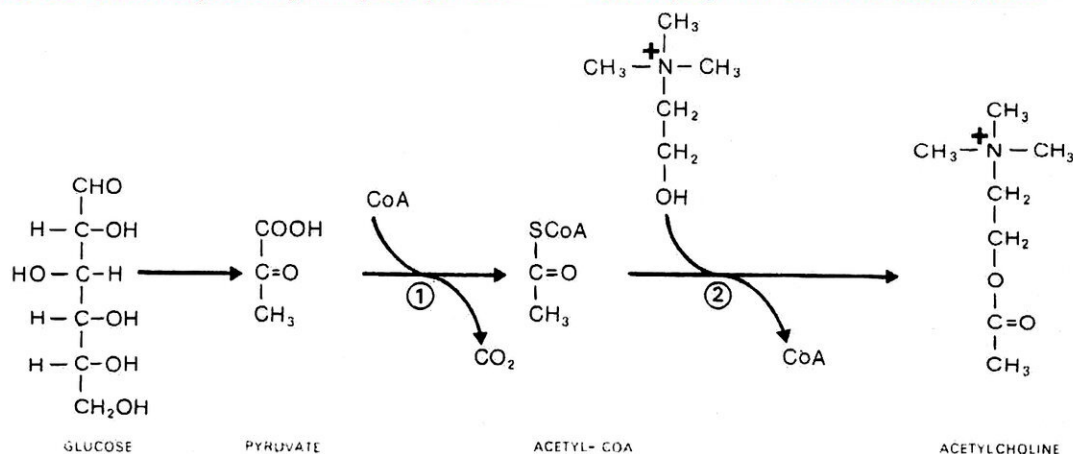
teurs de cet enzyme.

La deuxième étape est catalysée par la DOPA-décarboxylase (2), enzyme peu spécifique qui accepte comme substrat de nombreux acides aminés aromatiques. Dans les neurones dopaminergiques, la dopamine est le produit final de la chaîne. Dans les cellules noradrénergiques, se déroule une étape supplémentaire consistant en une hydroxylation et catalysée par la dopamine-beta-hydroxylase (3).



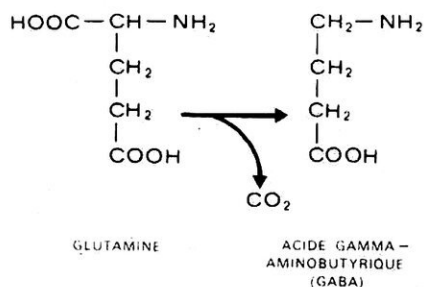
La sérotonine est également produite à partir d'un acide aminé essentiel : le tryptophane. La diminution du taux de tryptophane dans le régime alimentaire peut se traduire par une baisse des concentrations cérébrales en sérotonine. Les deux étapes enzymatiques qui con-

duisent à la sérotonine sont très voisines de celles décrites pour les catécholamines. La tryptophane-hydroxylase (1) est une enzyme au fonctionnement complexe. La 5-hydroxytryptophane-décarboxylase (2) est semblable, voire identique, à la DOPA-décarboxylase.



La voie de biosynthèse du GABA à partir d'un dérivé d'acide aminé, la glutamine, se limite à une seule étape enzymatique. L'activité de la

glutamate-décarboxylase pourrait être physiologiquement modulée par le produit de la réaction.



La biosynthèse de l'acétylcholine est étroitement liée au métabolisme cellulaire général. Le seul enzyme vraiment spécifique actuellement connu est la choline-acétyltransferase (2). Elle réalise le transfert d'un radical acétyl du coen-

zyme A sur une molécule de choline. La choline est apportée par le sang ; elle pénètre dans les neurones grâce à un système de transport qui peut être bloqué par certains agents pharmacologiques.

quences physiologiques normales d'une stimulation présynaptique.

● *Les récepteurs cholinergiques périphériques* existent sous deux types, les récepteurs nicotiniques et les récepteurs muscariniques.

Les premiers se localisent dans la plaque motrice du muscle strié et dans les ganglions du système nerveux autonome. La nicotine se comporte en agoniste pour ces deux types de structures, qui n'en ont pas moins des propriétés pharmacologiques un peu différentes. Sur les ganglions, la nicotine et ses analogues ont un mode d'action complexe. Ils provoquent d'abord une stimulation des fibres post-ganglionnaires, mais celle-ci conduit rapidement au blocage de la conduction nerveuse. Il y a en effet dépolarisation persistante de la membrane post-synaptique, qui s'explique par la destruction généralement lente des composés utilisés.

En ce qui concerne la jonction neuro-musculaire, de blocage est obtenu avec des antagonistes comme la d-tubocurarine, utilisée comme relaxant musculaire en chirurgie. Mais il existe aussi des agonistes agissant par dépolarisation persistante des fibres musculaires. La purification de venins de serpents neurotoxiques, enfin, a permis d'isoler des neuropeptides désignés sous le terme d'alphaneurotoxines. Ces substances forment avec les récepteurs cholinergiques des complexes stables et agissent comme des antagonistes très spécifiques.

Les récepteurs muscariniques se localisent dans les organes innervés par les fibres post-ganglionnaire du système parasympathique (cœur, muscles lisses, glandes exocrines). L'innervation des muscles lisses est différente de celle du muscle strié. Il n'existe pas de plaque motrice bien individualisée et les axones, très ramifiés, se résolvent en de multiples terminaisons nerveuses recouvrant une surface importante. La stimulation entraîne une contraction lente, dont l'intensité croît de façon continue.

De la belladone, plante commune dans nos régions, sont extraits de puissants antagonistes des récepteurs muscariniques dont le plus utilisé est sans doute l'atropine.

● *Les récepteurs cholinergiques centraux.* Malgré les problèmes posés par la complexité du système nerveux central, l'application très localisée de composés divers a permis d'y définir trois types de récepteurs cholinergiques.

On a pu mettre en évidence des récepteurs muscariniques au niveau du cortex et du noyau caudé. L'action de l'acétylcholine sur ces neurones ne se manifeste toutefois qu'avec une longue latence, 60 secondes ne constituant pas une durée inhabituelle, et se caractérise aussi par la persistance de potentiels d'action longtemps après la fin de l'application du médiateur.

Des récepteurs nicotiniques sont présents dans le cervelet.

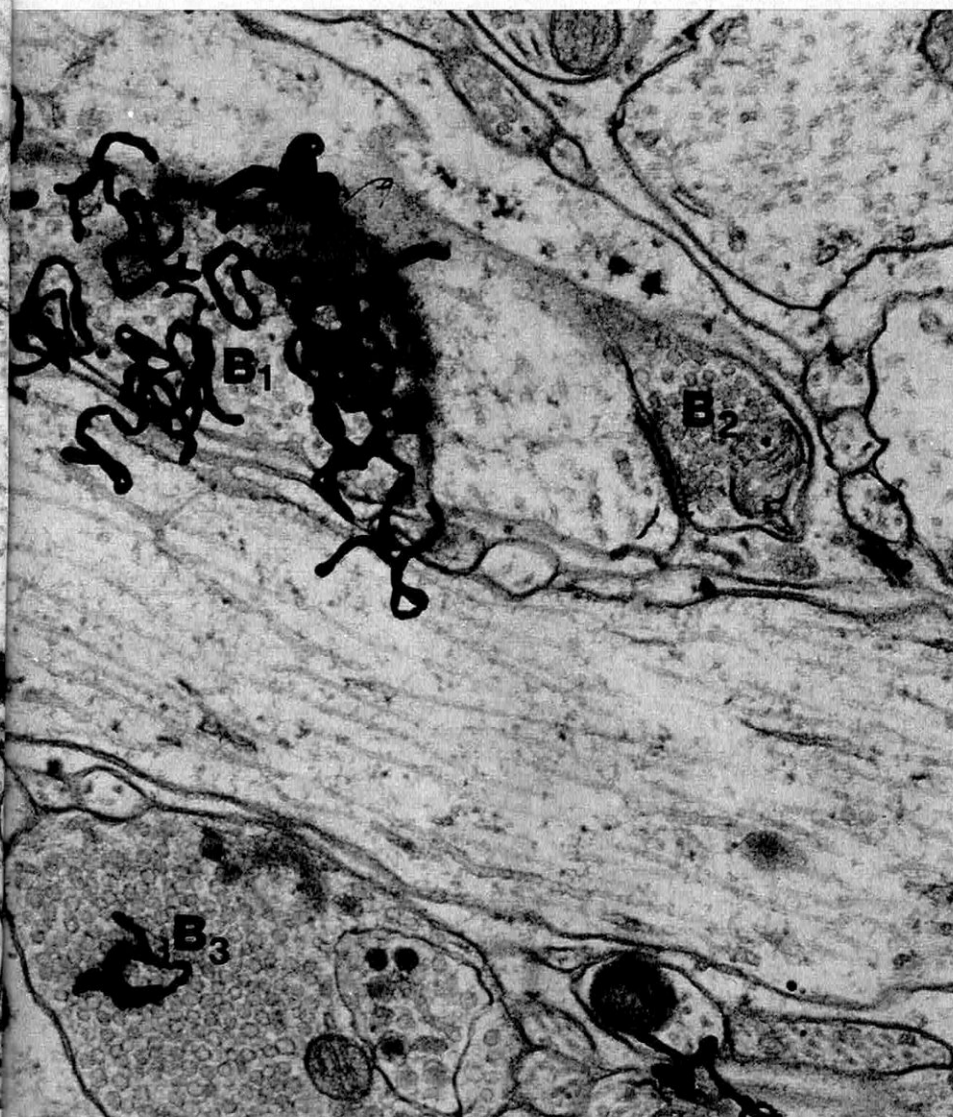
Un troisième type de récepteurs sur lesquels les antagonistes muscariniques et nicotiniques



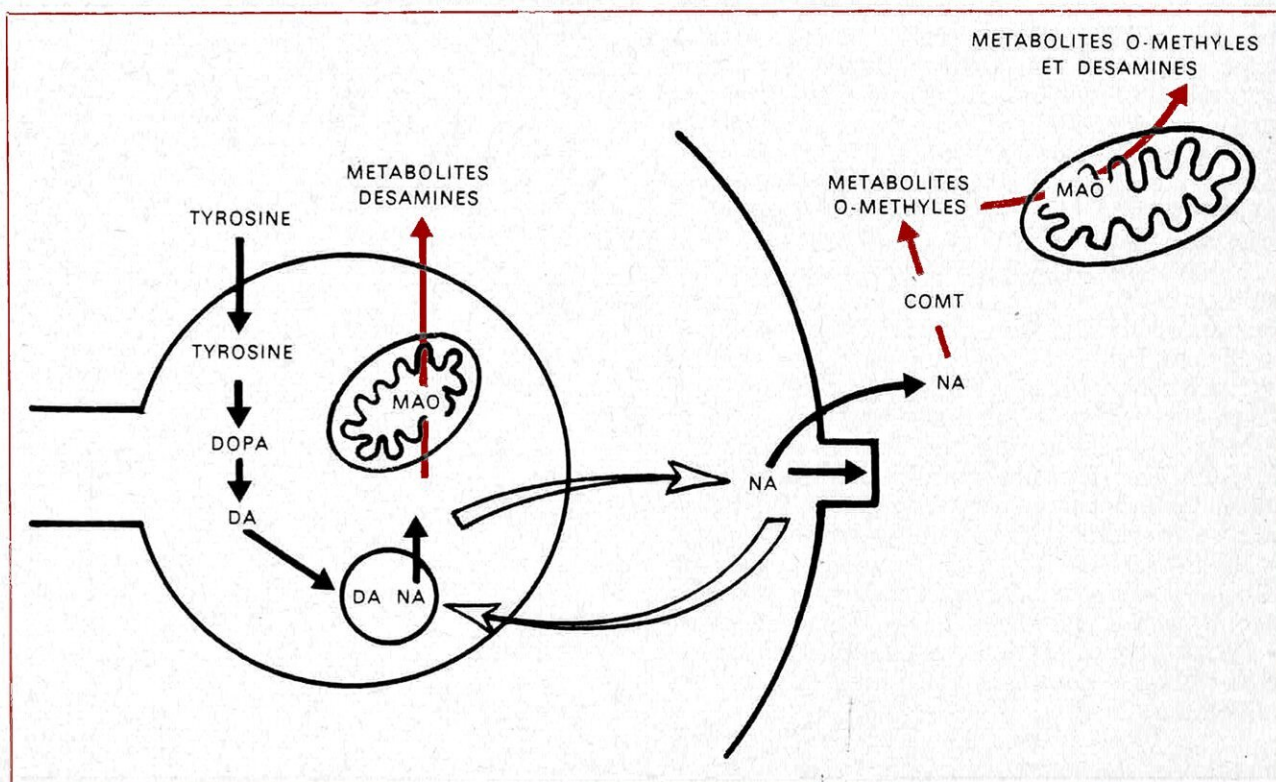
sont également actifs a été localisé dans les corps genouillés et le thalamus. On parle de récepteurs « intermédiaires » sans pouvoir dire encore s'il s'agit d'un type de récepteur particulier ou de la juxtaposition de deux récepteurs classiques.

Une méthode de mise en évidence directe des récepteurs cholinergiques au niveau du système nerveux curial, basée sur la spécificité et la force de liaison avec certains agonistes ou antagonistes commence à être appliquée. Les fragments de tissu nerveux sont incubés en présence d'analogues radioactifs de l'acétylcholine. Ils sont ensuite lavés de manière à éliminer les molécules faiblement liées. Les complexes récepteur-composé radioactif peuvent être visualisés par autoradiographie. Les résultats topographiques obtenus jusqu'à présent par cette méthode sont en accord avec les données pharmacologiques et biochimiques.

● *Les récepteurs catécholaminergiques.* Les effets physiologiques provoqués par la stimulation des nerfs sympathiques périphériques ont conduit à distinguer deux types de récepteurs catécholaminergiques : les récepteurs alpha, situés au niveau des glandes salivaires et des muscles lisses, qui répondent à ce stimulus par



Radioautographie d'une coupe de tissu nerveux d'un rat sacrifié 30 minutes après injection de noradrénaline tritiée. Le médiateur n'a été incorporé que par les boutons synaptiques appartenant au système noradrénergique. Une émulsion photographique a été coulée sur la coupe et le rayonnement émanant de la noradrénaline tritiée, incorporée et stockée dans les boutons, impressionne l'émulsion au niveau où se trouve le médiateur radioactif. Après révélation et fixation, les grains d'argent impressionnés apparaissent comme des petits tortillons très opaques aux électrons, d'un diamètre de 2 000 Å environ. Sur cette micrographie, il n'y a qu'un seul bouton synaptique marqué (B_1), ce qui permet de le différencier des autres boutons (B_2 et B_3) qui n'appartiennent pas au système noradrénergique (cliché Sotelo, x 35 000). En bas de page, schéma du métabolisme de la noradrénaline (NA) qui dérive d'un autre médiateur, la dopamine (DA). Deux enzymes, la MAO (localisée dans les mitochondries) et la COMT, peuvent être impliqués dans les réactions.



La séquence des événements se produisant au niveau d'une synapse catécholaminergique lors de la transmission de l'influx nerveux est représentée ci-contre. Les modifications du potentiel de membrane sont figurées par un pointillé; les molécules du neuromédiateur par les carrés noirs. On n'a représenté ici (f) que les mécanismes de recapture du médiateur par la terminaison présynaptique, mais non ses processus de dégradation.

une augmentation de leur tonus; les récepteurs bêta, localisés sur les fibres cardiaques et les muscles lisses qui se relaxent dans ces conditions; les récepteurs bêta sont également responsables de modifications du métabolisme glucidique et lipidique.

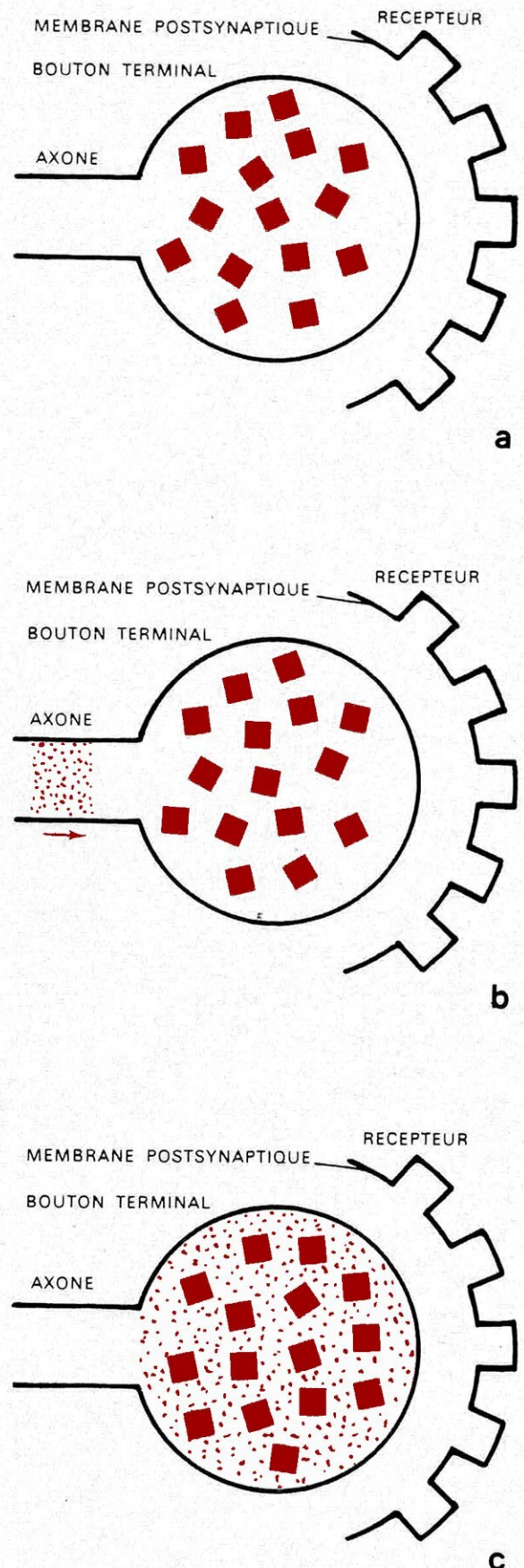
L'application de noradrénaline et de divers antagonistes par la méthode des micro-injections stéréotaxiques a permis de localiser des récepteurs alpha au niveau du système nerveux central des mammifères. La liaison des catécholamines avec leur récepteur induit non seulement des modifications du potentiel de la membrane post-synaptique, mais aussi l'activation d'une adénylcyclase, enzyme membranaire responsable de la synthèse de l'adénosine monophosphate cyclique (AMPC). Les agonistes des catécholamines stimulent la synthèse d'AMPC alors que les antagonistes bloquent cette stimulation.

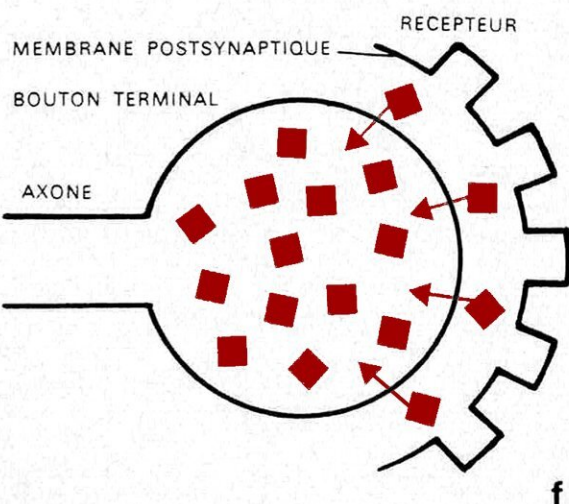
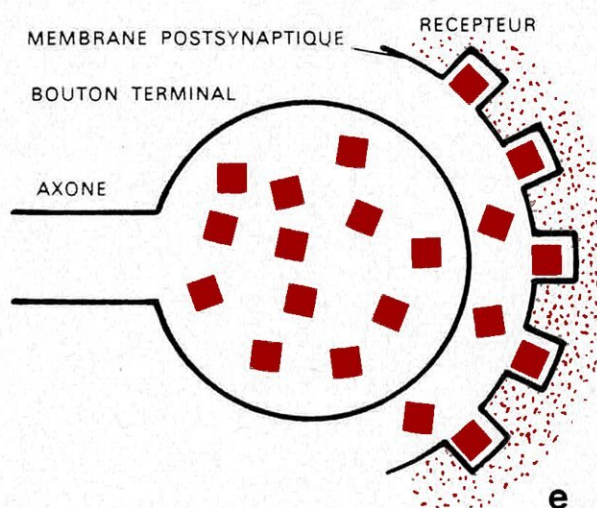
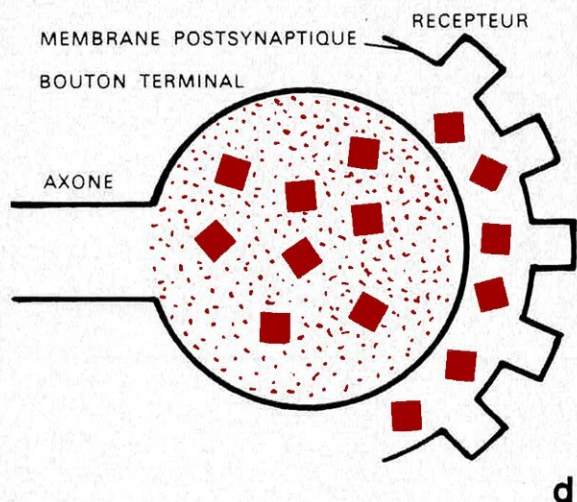
L'inactivation des neuromédiateurs

Les neuromédiateurs agissent en modifiant la valeur du potentiel de repos de la membrane post-synaptique. Cette variation de potentiel, explicable en termes de changement de la perméabilité membranaire à certains ions, est provoquée par la liaison du messenger chimique avec son récepteur. Le retour du potentiel à sa valeur initiale, condition nécessaire pour que se manifestent les effets d'une nouvelle stimulation, nécessite donc la dissociation du complexe neuromédiateur-récepteur. Deux processus physiologiques peuvent intervenir pour réaliser cette opération dont la durée n'excède pas quelques millisecondes.

● **Destruction du neuromédiateur.** L'illustration la plus claire de ce mécanisme est fournie par l'acétylcholine. Cet ester de l'acide acétique et de la choline peut être hydrolysé par un enzyme, l'acétylcholinestérase. Cet enzyme est abondamment représenté dans le système nerveux central mais environ 50 % de son activité est présente dans les synaptosomes. L'activité de l'acétylcholinestérase est telle que pour mettre en évidence une libération d'acétylcholine, aussi bien *in vivo* qu'*in vitro*, on doit utiliser des inhibiteurs.

Les produits formés au cours de l'hydrolyse n'ont plus d'affinité pour les récepteurs choli-





nergiques. La choline est récupérée par la terminaison nerveuse présynaptique et réintroduite dans le cycle de synthèse; l'acétate est très vraisemblablement métabolisé dans les cellules gliales voisines (cellules de soutien).

En ce qui concerne les catécholamines, un enzyme, la mono-amine-oxydase ou MAO provoque la désamination oxydative de la noradrénaline et de la dopamine. Les composés formés sont oxydés par une aldéhyde-deshydrogénase. Une autre voie possible de la dégradation des catécholamines pourrait être une méthylation sous l'action de la catéchol-O-méthyl-transférase (COMT). Aucune de ces deux voies métaboliques ne semble toutefois jouer un rôle important dans l'élimination des catécholamines de l'espace synaptique.

La MAO, présente dans les mitochondries des terminaisons nerveuses, maintiendrait constant le taux intracellulaire de médiateur en éliminant les catécholamines diffusant hors des vésicules synaptiques. La COMT, localisée dans les corps cellulaires et (ou) dans les cellules gliales, dégraderait les catécholamines circulantes.

● *Recapture du médiateur.* Le processus physiologique d'inactivation des catécholamines dans l'espace synaptique semble consister en leur recapture par la terminaison nerveuse.

L'importance physiologique de ce mécanisme est montrée par la corrélation existant entre la densité de l'innervation catécholaminergique d'un tissu et sa capacité à concentrer les catécholamines radioactives ajoutées dans le milieu extérieur. Les techniques d'autoradiographie et de fractionnement subcellulaire ont confirmé que les catécholamines radioactives ajoutées dans le milieu sont captées par les neurones et tout particulièrement par les terminaisons nerveuses.

Le mécanisme de la capture a été étudié en détail tant au niveau du système nerveux central que d'organes périphériques comme le cœur. Il met en jeu des protéines membranaires spécifiques — perméases noradrénergique et dopaminergique — dont le fonctionnement, très sensible à la composition ionique du milieu extracellulaire, paraît lié à l'activité d'un autre enzyme, l'ATPase sodium-potassium dépendante (pompe à sodium). Ce mécanisme de capture des catécholamines s'est montré riche de conséquences pharmacologiques avec la découverte d'inhibiteurs spécifiques des perméases. Une autre application précieuse de cette propriété des terminaisons nerveuses résulte de l'emploi d'un analogue de la noradrénaline, la 6-hydroxydopamine. Cette molécule, poison violent pour toutes les cellules, pénètre très facilement dans les terminaisons noradrénergiques, moins bien dans les terminaisons dopaminergiques, et pas du tout dans les autres. Injectée localement dans une aire cérébrale donnée, elle permet une destruction sélective des neurones noradrénergiques, du plus haut intérêt en recherche fondamentale.

Pierre LEFRESNE

LE CERVEAU ET LES HORMONES

 Bien qu'il fût le premier à noter la relation entre un trouble cérébral et un trouble endocrinien, Claude Bernard, suivi par tous les physiologistes de la fin du XIX^e et du début du XX^e siècle, séparait nettement fonction nerveuse et fonction endocrinienne. Chaque système était autonome, l'hypophyse étant le « cerveau » du système endocrinien.

Dès le début du XX^e siècle, une série d'observations expérimentales et cliniques allaient peu à peu conduire à réviser cette conception. A partir de 1925, la notion de neurosécrétion venait s'ajouter aux données précédentes. Il était démontré qu'une cellule nerveuse est capable d'élaborer et d'excréter un produit de sécrétion, une hormone. Cette idée ne fut admise que beaucoup plus tard (1949).

A la même époque, s'imposait également l'idée d'un contrôle hypothalamique de l'hypophyse. La notion de complexe hypothalamo-hypophysaire apparaissait, et Roussy et Colin créaient le terme de *neuroendocrinologie*.

On regroupe actuellement dans cette branche de la neurobiologie tout ce qui concerne les hormones élaborées par les structures cérébrales (neurohormones), les mécanismes généraux de leur libération et l'action de l'ensemble des hormones sur le système nerveux.

Les hormones posthypophysaires

L'hypophyse est une glande située à la base du cerveau sous l'hypothalamus. Elle est divisée, schématiquement, en deux parties, le lobe antérieur ou antéhypophyse (adénohypophyse) et le lobe postérieur ou posthypophyse (neurohypophyse).

La posthypophyse est d'origine nerveuse et se trouve rattachée à l'hypothalamus par la tige pituitaire, qui est un faisceau de fibres nerveuses. Elle contient deux hormones qui sont, chez les mammifères, l'ocytocine et la vasopressine ou hormone antidiurétique (ADH). Ce sont des nonapeptides (neuf acides aminés) de constitution très voisines puisque deux acides aminés seulement les distinguent. La vasopressine des suidés (porc, sanglier) est elle-même légèrement

différente de celle des autres mammifères.

L'ocytocine a deux effets. Au cours de la parturition, elle provoque la contraction du muscle utérin et favorise ainsi l'expulsion du fœtus. Pendant la tétée, elle agit sur des cellules contractiles qui entourent les lobules sécréteurs de la glande mammaire. Le lait est expulsé et devient disponible pour le jeune. L'hormone antidiurétique modifie la réabsorption de l'eau au niveau du tubule rénal, ce qui constitue une des régulations les plus importantes de la concentration osmotique du sang. A forte dose, l'ADH peut augmenter la pression artérielle (effet vasopresseur).

La posthypophyse ne constitue qu'un organe de réserve pour les deux hormones, dont la synthèse est effectuée dans les corps cellulaires de neurones groupés dans deux noyaux de l'hypothalamus antérieur, les noyaux paraventriculaire et supraoptique. Ces cellules sont de grande taille (neurones *magnocellulaires*) et leurs axones se rassemblent pour constituer la tige pituitaire. Le produit élaboré (neurosécrétion), lié à des protéines de transport (les neurophysines), migre le long des fibres nerveuses sous forme de granules qui s'accumulent dans les extrémités axoniques.

Les deux hormones sont excrétées par un processus analogue à celui qui commande la libération des médiateurs au niveau des synapses, mais elles ne restent pas dans l'espace synaptique. L'ocytocine et l'ADH pénètrent dans les capillaires qui irriguent la posthypophyse et gagnent par voie sanguine leurs organes cibles.

Les cellules neurosécrétrices qui élaborent les hormones posthypophysaires ont toutes les propriétés des cellules nerveuses (en particulier, les axones conduisent l'influx nerveux) mais elles possèdent également les caractéristiques morphologiques des cellules glandulaires.

Hormones hypothalamiques et contrôle de l'antéhypophyse

L'antéhypophyse n'est pas d'origine nerveuse et possède une structure glandulaire. Les histophysiologistes y distinguent sept types de cellules qui correspondent vraisemblablement aux sept hormones élaborées par la glande :

Les interactions entre système endocrinien et système nerveux central sont multiples. Il existe des cellules nerveuses sécrétrices d'hormones, dont l'activité peut elle-même

être contrôlée par d'autres hormones. L'action de celles-ci sur certaines structures nerveuses se traduit aussi par des modifications du comportement.

— l'hormone de croissance (somatostimuline, hormone somatotrope, GH, STH) dont le rôle essentiel est de contrôler tous les mécanismes de la croissance ;

— la prolactine (hormone lutéotrope, PRL, LTH) intervient dans la régulation de la sécrétion lactée et dans certaines fonctions ovariennes (contrôle du corps jaune) ;

— la mélanostimuline (interméline, hormone mélanotrope, MSH) existe sous deux formes, alpha et bêta ; elle agit sur la pigmentation de certaines cellules épithéliales ;

— les quatre autres hormones stimulent les sécrétions d'autres glandes endocrines.

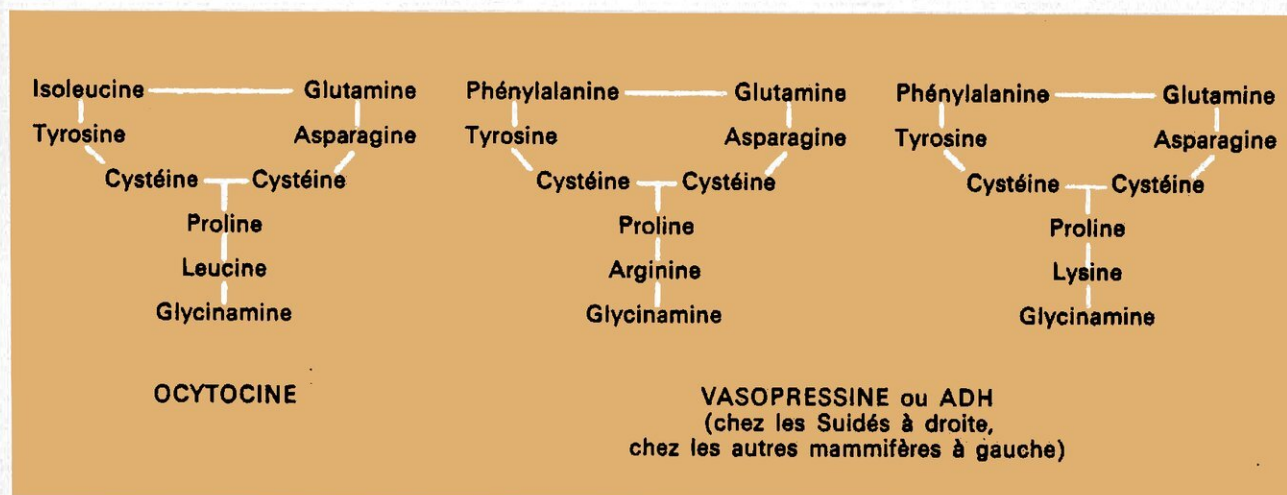
Ce sont la *thyroestimuline* (TSH ou hormone thyroéotrope) dont l'effecteur est la thyroïde ; la *corticotestimuline* (ACTH, hormone adrénocorticotrope) qui influe sur certaines hormones surrénaliennes ; deux *gonadostimulines*, FSH (ou hormone folliculostimulante) qui règle la croissance des follicules ovariens chez la femelle et la spermatogenèse chez le mâle, LH (ou hormone lutéinisante) qui déclenche l'ovulation chez la femelle et contrôle les cellules interstitielles du testicule chez le mâle.

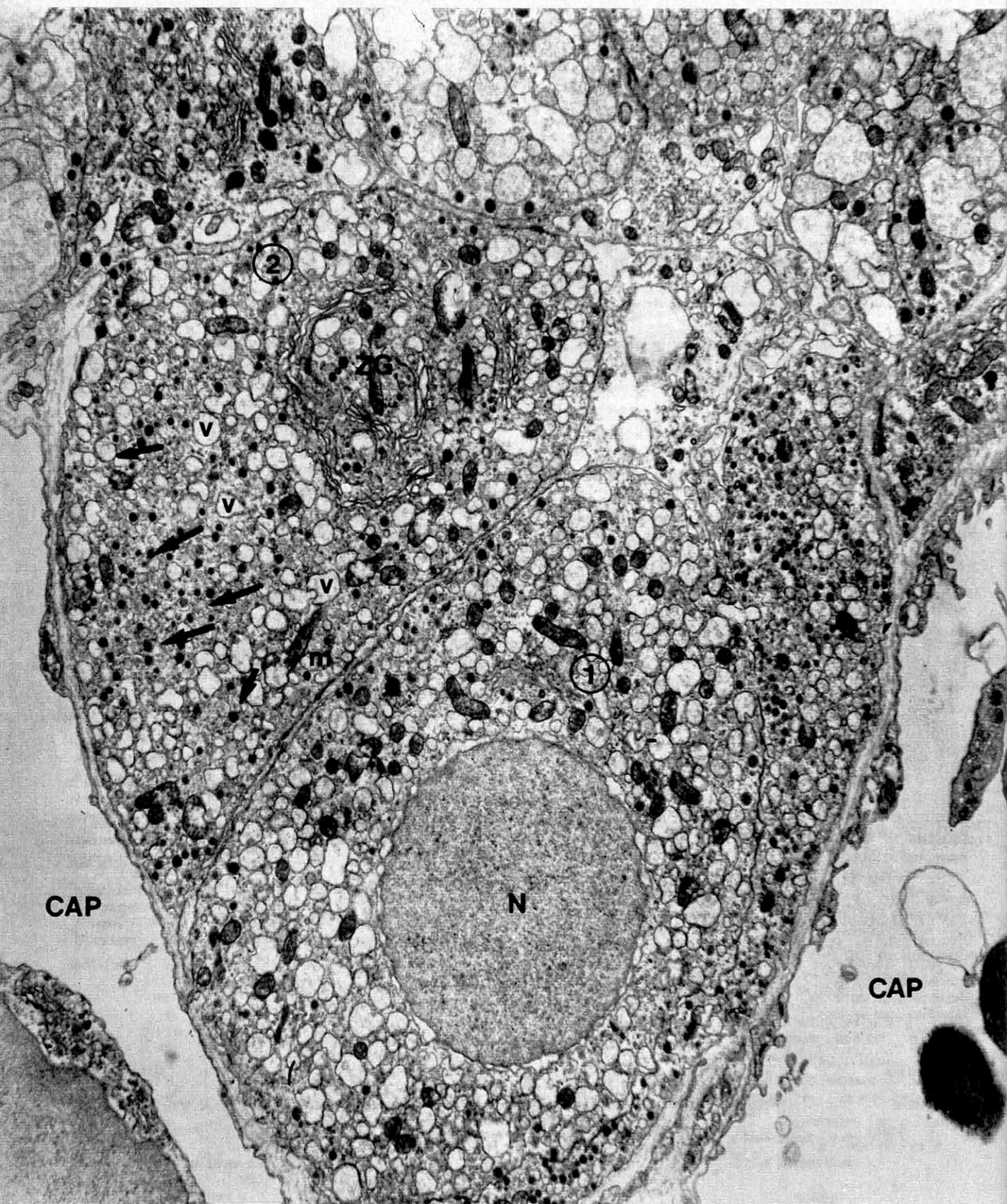
Le contrôle de ces hormones antéhypophysaires par des neurohormones hypothalamiques est un concept relativement récent dont de nombreux points se trouvent encore en discussion ou sont inconnus.

Les relations hypothalamo-antéhypophysaires sont fondamentalement différentes de celles qui lient l'hypothalamus à la posthypophyse. Ces dernières sont exclusivement nerveuses et constituées par les axones des cellules neurosécrétrices qui se terminent dans la posthypophyse. Les hormones hypothalamiques contrôlant l'antéhypophyse sont élaborées dans des cellules neurosécrétrices, dites *parvocellulaires*, car de tailles plus petites que les précédentes. Les corps cellulaires ne se trouvent pas dans des noyaux bien individualisés et sont localisés de façon imprécise dans l'« aire hypothalamique hypophysiotrope ».

Mais la différence essentielle réside dans le fait que les axones se terminent sur de nombreux capillaires dans la partie basale de l'hypothalamus ou « éminence médiane ». Ils constituent un plexus artériel, le système porte-hypophysaire, qui sort de l'hypothalamus pour irriguer l'antéhypophyse. C'est par cette voie que les sécrétions hypothalamiques vont agir sur l'antéhypophyse. Ce transfert par voie sanguine justifie la tendance actuelle qui vise à remplacer le terme initial de *facteur* par celui d'*hormone* pour désigner ces sécrétions.

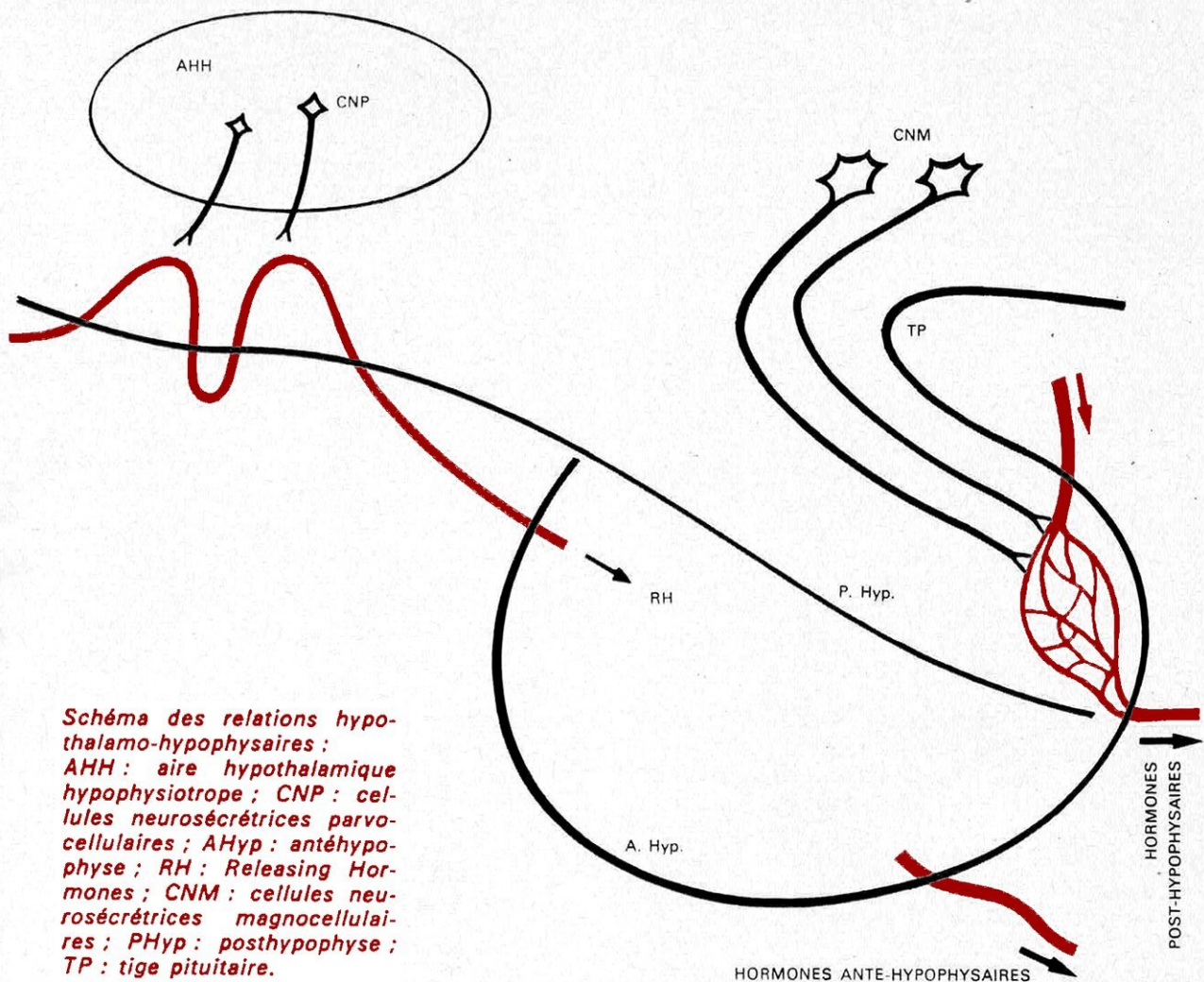
Les premières actions mises en évidence étaient stimulatrices des hormones antéhypophysaires, d'où le terme de facteurs de décharge (releasing





Antéhypophyse de rat mâle castré depuis 3 mois, au microscope électronique (x 9 000). On voit deux cellules gonadotropes (1 et 2) stimulées par la castration. Elles sont situées au voisinage d'un capillaire (CAP) dans lequel elles libèrent directement leur produit de sécrétion. Les hormones sont stockées dans des grains de sécrétion (flèches)

qui se forment dans la zone de Golgi (ZG). Ces cellules sécrètent activement : elles contiennent peu de grains de sécrétion, de nombreuses vacuoles (v) et la zone de Golgi est très développée. Chaque cellule contient des mitochondries (m) et un noyau (N), mais celui de la cellule n° 2 n'est pas visible. (A. Tixier-Vidal, Col. de France, Paris.)



factors ou RF, maintenant releasing hormones ou RH). La prolactine semblait faire exception puisque le facteur hypothalamique était inhibiteur (PIF, prolactin inhibiting factor). Actuellement, on admet (voir tableau p. 42) qu'il existe une hormone hypothalamique stimulante pour toutes les hormones antéhypophysaires et des hormones inhibitrices pour trois d'entre elles : la prolactine, la mélanostimuline et l'hormone de croissance.

La constitution chimique de ces hormones hypothalamiques est encore l'objet de nombreuses recherches. Il s'agit généralement de polypeptides dont le plus simple est la TRH, qui ne contient que trois acides aminés. La LHRH et la somatostatine contiennent respectivement dix et treize acides aminés. La composition de la GHRH (10 acides aminés) et de la MRIH (3 ou 5 acides aminés) est encore discutée. Celles de toutes les autres sont inconnues.

Sans entrer dans le détail des chaînes polypeptiques, il faut noter qu'il existe fréquemment des analogies entre les molécules des différentes neurohormones. Elles ont des groupes d'acides aminés communs, ce qui explique que deux d'entre elles peuvent parfois avoir des effets voisins, sinon identiques.

La libération des neurohormones

Les cellules neurosécrétrices, parvo et magnocellulaires, reçoivent comme tout neurone de nombreuses terminaisons synaptiques. Les médiateurs mis en évidence à ces niveaux sont l'acétylcholine, la dopamine, la noradrénaline et la sérotonine. Ils sont à l'origine d'excitations ou d'inhibitions des cellules neurosécrétrices et contrôlent ainsi la libération des neurohormones.

Celle-ci, de façon très schématique, peut s'effectuer de deux façons, l'une phasique, l'autre tonique. Dans le premier cas, il s'agit d'une décharge massive liée à un cycle ou à une stimulation périphérique. Dans le second, il y a une sécrétion permanente et relativement constante. Les libérations phasiques constituent souvent la voie descendante de réflexes neuroendocriniens alors que les sécrétions toniques sont le résultat d'un ensemble de régulations très précises dites en feed-back (rétroaction).

● **Les réflexes neuroendocriniens.** L'arc réflexe est un concept classique de la neurophysiologie et peut se définir comme un circuit composé d'au moins deux neurones (l'un afférent, l'autre effé-

LES HORMONES ÉPIPHYSAIRES

L'épiphyse ou glande pinéale est une structure nerveuse dérivée de l'épithalamus et située à la partie dorsale du diencephale. Elle contient en abondance de la sérotonine (médiateur chimique de certaines synapses du système nerveux central) et certains de ses dérivés, dont la mélatonine. Son rôle est encore mal connu et controversé. Il consiste vraisemblablement en une action freinatrice qui s'oppose à celle des gonadostimulines hypophysaires FSH et LH.

rent), articulés par une synapse dans un centre nerveux. Pour le réflexe neuroendocrinien, la voie afférente nerveuse est toujours composée de plusieurs neurones. Le centre nerveux est généralement l'hypothalamus et la voie efférente humorale est constituée par des vaisseaux sanguins. Les stimulations périphériques à l'origine de tels réflexes sont multiples et peuvent être spécifiques (auditives, olfactives, visuelles, thermiques, somesthésiques) ou non spécifiques (stimulations nociceptives). A titre d'exemple, nous décrirons brièvement quelques réflexes neuroendocriniens.

L'ovulation provoquée. Il existe des espèces dites cycliques (ratte, brebis, vache, femme) chez lesquelles l'ovulation est spontanée et se produit régulièrement (tous les quatre jours chez la ratte, tous les vingt-huit jours chez la femme). Cette ovulation est induite par une libération massive de LH, elle-même commandée par une décharge cyclique de LH-RH. Ce cycle est certes influençable par des facteurs externes, mais sa régulation est essentiellement endogène. D'autres espèces (chatte, lapine, furette) sont à ovulation provoquée, puisque celle-ci ne se produit qu'après un rapprochement sexuel. C'est le coït, donc une stimulation externe, qui provoque la libération de LH-RH.

L'éjection du lait. Nous avons vu le rôle indis-

pensable de l'ocytocine au moment de la tétée. Cette hormone est libérée par un réflexe neuroendocrinien qui trouve son origine dans les stimulations tactiles du mamelon. Les influx nerveux qui naissent dans les récepteurs cutanés gagnent les cellules neurosécrétrices magnocellulaires de l'hypothalamus dont l'activation provoque une décharge d'ocytocine.

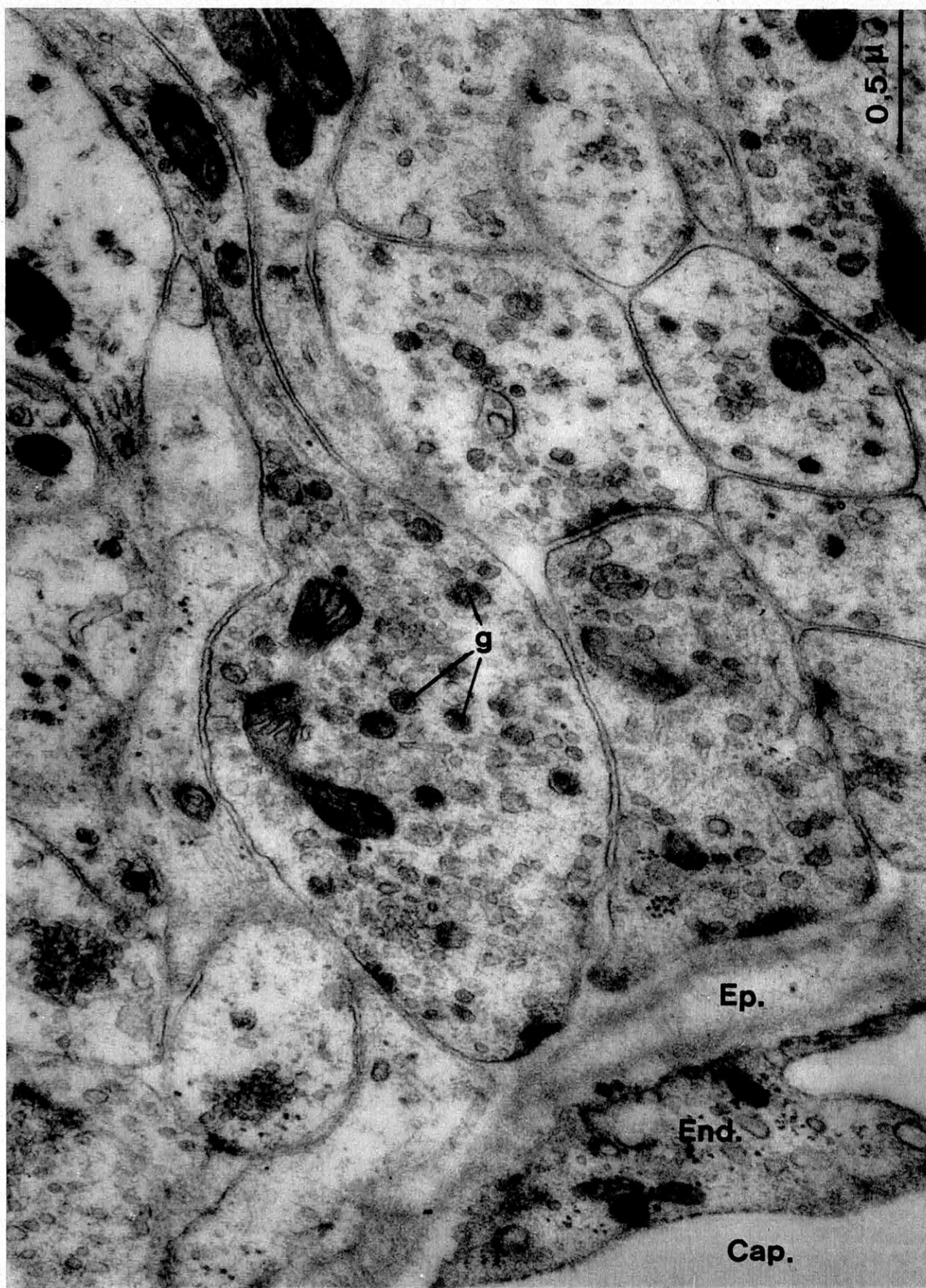
Les réflexes photo-sexuels. Les stimulations lumineuses sont à l'origine de nombreux réflexes neuroendocriniens dont l'arc nerveux est constitué essentiellement par des fibres joignant la rétine à l'hypothalamus. La plupart affectent la sphère sexuelle, la durée de l'éclairement (photopériode) modifiant l'activité de reproduction. Certaines espèces se reproduisent lorsque la longueur du jour augmente (oiseaux, jument, anesse) ; d'autres, quand elle diminue (chèvre, biche).

L'alternance jour-nuit est d'ailleurs à l'origine de l'existence d'un rythme nyctéméral de sécrétion de certaines hormones : si on inverse les périodes de lumière et d'obscurité (éclairage pendant la nuit, obscurité le jour), on décale de 12 heures certains phénomènes cycliques. Notons enfin que le fonctionnement de l'épiphyse (voir encadré) est sous la dépendance étroite des intensités d'éclairement.

Les stimulations nociceptives qui constituent une agression (stress) entraînent la libération de nombreuses hormones, mais affectent essentiellement l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien, ce qui se traduit par une décharge massive de CRH, d'ACTH et d'hormones surrénaliennes.

● **Contrôle par rétroaction.** Certaines hormones antéhypophysaires se trouvent sous un double contrôle hypothalamique puisqu'il existe deux neurohormones, l'une facilitatrice, l'autre inhibitrice. Dans ce cas, la régulation peut être envisagée comme le résultat d'un équilibre entre les deux facteurs, sans que l'on sache actuellement ce qui le détermine.

Hormones antéhypophysaires	Neurohormones hypothalamiques de contrôle	
	activatrices (Releasing Hormones : RH)	inhibitrices (Release Inhibiting Hormones : RIH)
Hormone de croissance (GH, STH)	GHRH	somatostatine (GHRH)
Prolactine (PRL, LTH)	PRH	PRIH
Mélanostimuline (MSH)	MRH	MRIH
Thyréostimuline (TSH)	TRH	—
Corticostimuline (ACTH)	CRH	—
Hormone folliculostimulante (FSH)	FSHRH	—
Hormone lutéinisante (LH)	LHRH	—



Au centre, la terminaison axonique d'une cellule neurosécrétrice de l'hypothalamus. Elle contient des granulations (g) renfermant les neurohormo-

nes. Ep : espace péricapillaire ; End : endothélium ; Cap : capillaire. Cliché professeur Mazzuca (Lille), dans un travail subventionné par la DGRST.

Pour les hormones antéhypophysaires dont les neurohormones hypothalamiques de contrôle sont uniquement facilitatrices, la régulation ne peut se concevoir sans l'intervention d'un mécanisme de freinage particulier, sinon il se produirait une augmentation constante du taux d'hormones circulantes. De fait, les hormones contrôlées (directement ou indirectement) par les neurohormones exercent des actions en retour (feed-back) sur l'aire hypophysiotrope de l'hypothalamus.

Les mécanismes de feed-back sont extrêmement complexes et varient pour chaque cas. Le plus souvent il s'agit d'une action freinatrice (feed-back négatif) qui est à l'origine d'une autorégulation du système. Il existe cependant des feed-back positifs qui provoquent une autoaccélération de la sécrétion d'hormones, un tel système ne s'arrêtant que par l'intervention d'un autre facteur.

Nous n'envisagerons ici que quelques-unes des possibilités de feed-back négatifs qui sont schématisés sur la figure page 45. Une neurohormone hypothalamique h_1 stimule la sécrétion d'une hormone antéhypophysaire h_2 . Celle-ci agit à la périphérie sur un tissu cible qui peut être une glande endocrine libérant une hormone h_3 . Il existe des mécanismes de feed-back négatifs de h_3 sur l'hypophyse et sur l'hypothalamus, de h_2 sur l'hypothalamus ; et peut-être de h_2 sur l'hypophyse et de h_1 sur l'hypothalamus. Toutes ces rétroactions n'interviennent pas simultanément pour une même hormone, mais il en existe toujours une ou plusieurs selon les cas.

Si l'hypothalamus apparaît comme le centre d'intégration de l'ensemble des informations externes et internes intervenant dans la régulation des systèmes neuroendocriniens, il n'échappe cependant pas au contrôle d'autres centres nerveux, notamment du tronc cérébral, du rhinencéphale et même du cortex. Les mécanismes exacts de ces actions ne sont pas connus, mais de nombreux exemples peuvent les illustrer.

Ainsi, le *rhinencéphale* joue un rôle important dans la régulation de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien. Cette structure participe de façon fondamentale à l'élaboration de nombreux comportements de type affectif. En outre, des expériences de stimulation ou de lésions du rhinencéphale modifient les réponses endocriniennes au stress.

L'activité de l'axe *hypothalamus-hypophyso-gonadique* est également sous la dépendance de structures rhinencéphaliques et corticales. Ceci peut expliquer en partie de nombreux troubles, tels que les aménorrhées psychiques.

Les hormones agissant sur le SNC

L'ensemble du système endocrinien apparaît donc sous la dépendance du système nerveux qui contrôle directement toutes les sécrétions hypophysaires et indirectement les hormones des glandes périphériques. Inversement, l'activité ner-

veuse est influencée par l'équilibre hormonal de l'organisme. Nous avons déjà vu un aspect de cette dépendance dans l'étude des mécanismes de feed-back.

Cette sensibilité du système nerveux aux hormones a été confirmée par des techniques histologiques et biochimiques qui ont mis en évidence l'existence de neurones hormono-sensibles, capables de fixer de façon spécifique certaines hormones. La majorité se situent dans la zone hypophysiotrope de l'hypothalamus, mais il en existe également dans d'autres régions du système nerveux, notamment dans le rhinencéphale.

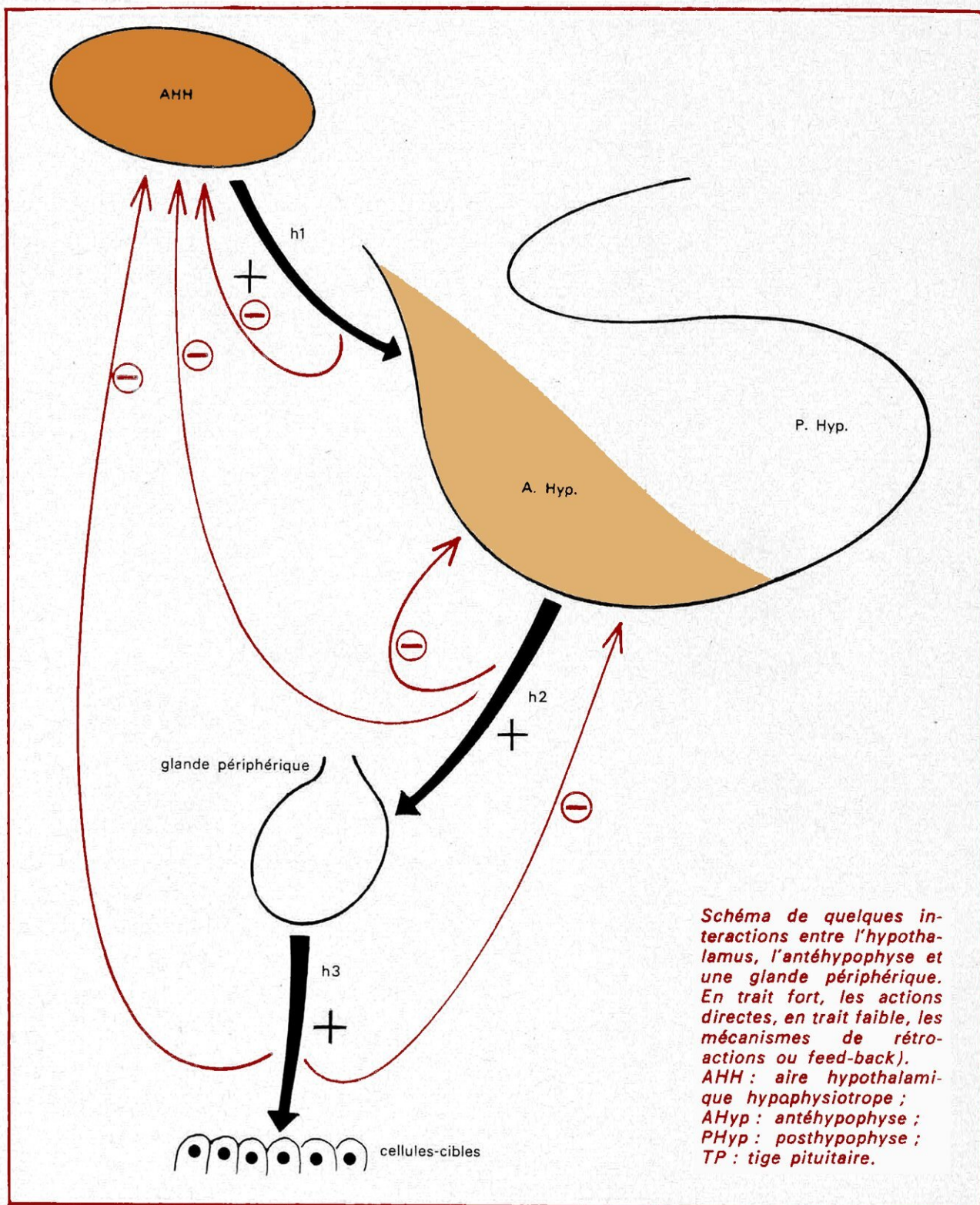
L'action des hormones sur les neurones se décèle non seulement par des modifications de nature biochimique et électrophysiologique s'intégrant dans les boucles de régulation des sécrétions, mais également par des modifications du comportement.

On sait par exemple que l'activité sexuelle est étroitement dépendante du taux de stéroïdes sexuels présents dans le sang. Il s'agit d'une action sur le système nerveux central. Il est en effet possible de faire apparaître un comportement sexuel chez des femelles castrées par implantation, dans certaines zones de l'hypothalamus, de petits cristaux contenant de faibles quantités d'oestrogènes.

Dans la période péri-natale, les hormones jouent également un rôle fondamental sur le développement, la mise en place et le fonctionnement ultérieur des structures cérébrales. Les hormones thyroïdiennes et cortico-surrénaliennes contrôlent la prolifération et la différenciation cellulaire ainsi que le développement des arborisations dendritiques des neurones. Ce dernier point est important puisqu'il est connu que les performances du système nerveux sont fonction du nombre de contacts synaptiques et que la probabilité de tels contacts est liée à la taille des arborisations dendritiques.

Cette action spécifique s'effectue durant un laps de temps bien déterminé, généralement bref (quelques jours) appelé période critique. Celle-ci varie avec les hormones et les espèces. Chez le rat, la sexualisation de l'hypothalamus est déterminée par la présence de stéroïdes mâles dans les premiers jours de l'existence.

Des rattees ayant reçu de la testostérone (hormone mâle) à l'âge de quatre jours ont, à l'âge adulte, une organisation synaptique au niveau hypothalamique de type mâle, des ovaires non développés, pas de cycle, un comportement de monte mais pas de comportement d'acceptation vis-à-vis du mâle. Le même traitement à l'âge de 16 jours est sans aucune conséquence. Chez le mâle, la castration le jour de la naissance permet d'observer ultérieurement une organisation synaptique de l'hypothalamus identique à celle des femelles normales, une décharge cyclique de LH (hormone de l'ovulation) et, dans certaines conditions, un comportement d'acceptation du mâle (réflexe de lordose). La castration à l'âge de 7 jours n'a aucun de ces effets. Ainsi, à un stade très précoce, les androgènes masculini-



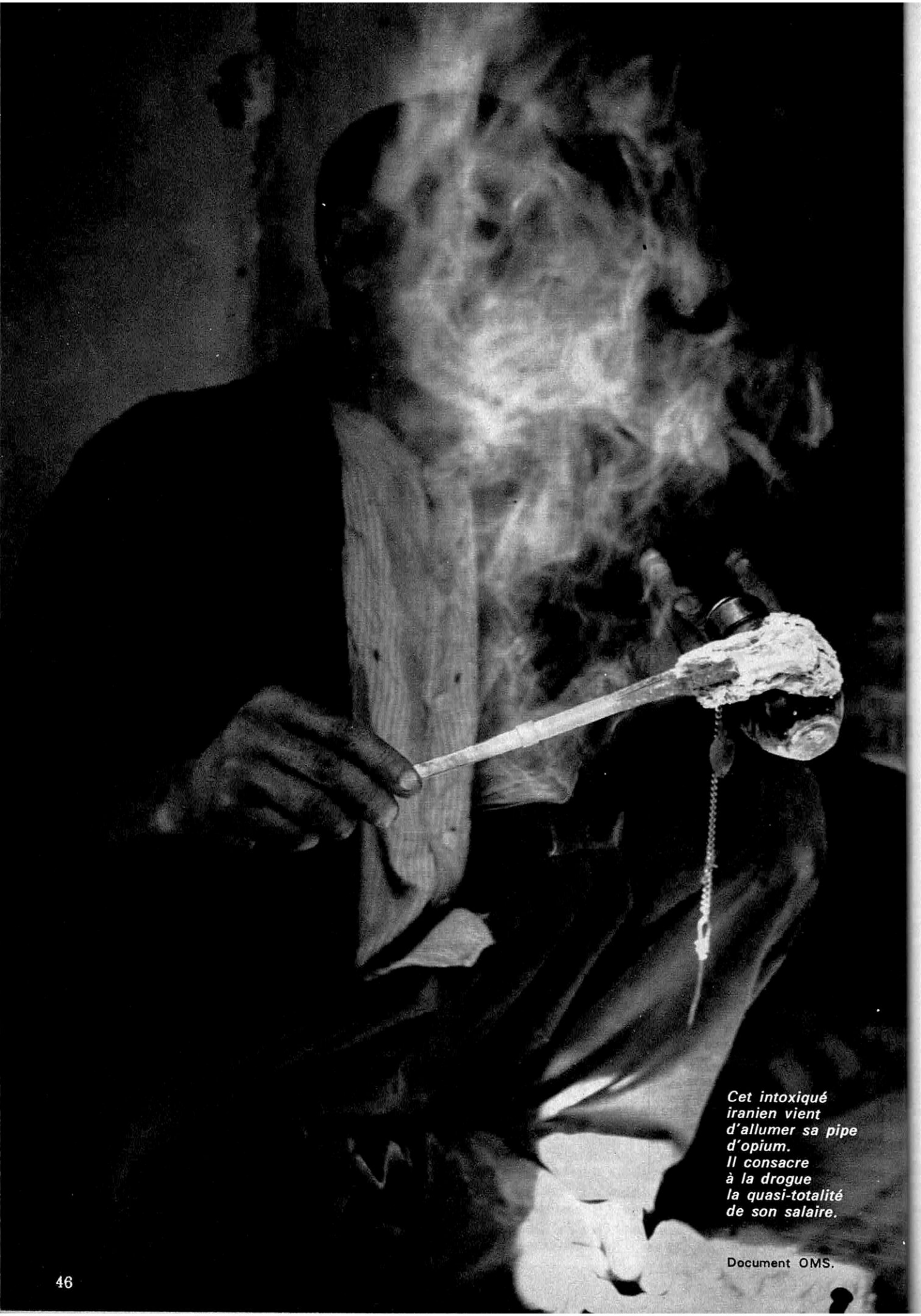
nissent l'hypothalamus, ce qui se répercute définitivement au niveau morphologique, neuroendocrinien et comportemental.

**

Les interactions entre système nerveux et système endocrinien apparaissent donc très rapidement au cours du développement et des insuffisances hormonales peuvent être à l'origine d'anomalies dans la mise en place des structures

cérébrales. Les conséquences peuvent en être dramatiques, le crétinisme hypothyroïdien étant un des exemples les plus connus. A l'âge adulte, les relations entre les deux systèmes tendent à la régulation des mécanismes physiologiques nécessaires au maintien de l'équilibre du milieu intérieur ou homéostasie, et des mécanismes physiologiques et comportementaux nécessaires à la pérennité de l'individu et de l'espèce.

Philippe RICHARD



*Cet intoxiqué
iranien vient
d'allumer sa pipe
d'opium.
Il consacre
à la drogue
la quasi-totalité
de son salaire.*

Document OMS.

LE CERVEAU ET SES DROGUES

De l'opium aux neuroleptiques utilisés par la psychiatrie moderne en passant par le LSD, l'éventail des drogues agissant sur le système nerveux central est immense. Quel que soit leur type d'action, c'est toujours la synapse, la zone de jonction d'un neurone à l'autre, qui joue le rôle de cible. Mais beaucoup reste à définir quant au mode d'action précis de telle ou telle drogue sur les mécanismes synaptiques.

● La révolution sociale qui tend aujourd'hui à faire admettre qu'un malade mental n'est plus un « fou », mais un malade tout court, nous la devons à la neuropharmacologie. Mais cette discipline scientifique nouvelle concerne aussi bien les chercheurs fondamentaux que les cliniciens. Si, en effet, elle aboutit à des thérapeutiques médicamenteuses très efficaces, elle permet aussi de mieux comprendre, dans une situation normale, certains des mécanismes de la physiologie nerveuse.

Depuis la plus haute antiquité, on a connu des substances capables de modifier le comportement, l'affectivité, ou les capacités intellectuelles des individus. Les peuplades primitives savent d'ailleurs utiliser les propriétés pharmacodynamiques de divers extraits végétaux, tantôt pour stimuler l'agressivité des combattants, tantôt au cours de cérémonies magiques impliquant souvent hystérie collective. Dans nos sociétés, l'intensité de la vie moderne conduit beaucoup d'individus à faire usage d'une pharmacopée de plus en plus abondante et souvent dangereuse.

Bien avant notre période historique, l'opium était déjà largement utilisé. Ainsi Homère nous conte comment Hélène de Troie le faisait consommer à ses soldats, sous forme de népenthès, pour leur faire oublier leurs souffrances. Mélangé à la ciguë, l'opium constitua le poison absorbé par Socrate.

En Inde, la médecine sacrée faisait appel aux racines de Rauwolfia (dont le principe actif est la réserpine) pour induire le sommeil et calmer les agités.

Les euphorisants et les hallucinogènes ont une histoire au moins aussi abondante. Au Moyen Age, au Liban, la secte des « haschischins », grande consommatrice de chanvre indien (le haschisch), est si bien connue pour ses méfaits sous l'empire de la drogue que leur nom serait à l'origine du mot *assassin*. Au XIX^e siècle, en Egypte, les médecins de l'armée de Bonaparte utilisèrent les propriétés sédatives et analgésiques du haschisch pour traiter les blessés.

Les Indiens d'Amérique centrale et d'Amérique du sud connaissaient assez les vertus du peyotl, des psilocybes et de la coca pour les utiliser au cours de manifestations religieuses ou des expéditions guerrières.

A l'heure actuelle, les moyens d'information nous permettent de savoir combien le problème de la consommation de drogues psychotropes est important. On évalue à deux ou trois cents millions à travers le monde le nombre de personnes qui consomment du haschisch ou l'un de ses dérivés. Aux Etats-Unis seulement, ils seraient une vingtaine de millions. En outre, lorsqu'une toxicomanie est associée à des intérêts économiques, son extension est presque sans limite. C'est le cas de l'alcool et du tabac.

Les principales drogues psychotropes

Au fur et à mesure que la pharmacologie s'est dégagée de l'empirisme qui caractérise la période historique, plusieurs auteurs ont tenté



L'injection de stimulants ou de stupéfiants a des effets particulièrement rapides et intenses.

d'établir une classification rationnelle des drogues. Bien que des systématiques fondées sur la structure chimique et les effets pharmacodynamiques aient été proposées, la tentative de J. Delay et P. Deniker (1961), fondée essentiellement sur des observations cliniques, a le mérite d'apporter une certaine clarté. Cette classification est d'ailleurs, pour l'essentiel, retenue par le milieu médical depuis le 3^e Congrès mondial de psychiatrie de Montréal (1961).

Selon J. Delay et P. Deniker, si l'on définit le tonus mental comme la résultante du niveau de vigilance et de l'état de l'humeur, on peut distinguer trois grands groupes de drogues psychotropes : les *psycholeptiques*, qui abaissent le tonus mental ; les *psychoanaleptiques*, qui l'élèvent ; les *psychodysleptiques*, qui dévient ou perturbent l'activité mentale.

Parmi les *psycholeptiques*, J. Delay et P. Deniker classent séparément les *nooleptiques* (hypnotiques, comme les barbituriques) qui diminuent le niveau de vigilance, et les *thymoleptiques* qui agissent surtout sur l'humeur, comme les tranquillisants (benzodiazépines) et les neuroleptiques (phénothiazines, résérpine, butyrophénones). Dans ce même groupe, on inclue également les *antiépileptiques* (hydantoïnes et barbituriques surtout).

De même, les *psychoanaleptiques* se divisent en deux classes suivant qu'ils stimulent la vigilance (*nooanaleptiques* comme les amphétamines et leurs dérivés), ou l'humeur. Les antidépresseurs, comme l'imipramine et ses dérivés, et les

inhibiteurs de la monoamine-oxydase (IMAO) appartiennent à cette seconde classe de drogues, les *thymoanaleptiques*.

Le troisième grand groupe de psychotropes, celui des *psychodysleptiques* regroupe les *hallucinogènes* (comme la mescaline, le lysergamide ou LSD, et la psilocine), les *délirogènes*, les *stupéfiants*, l'alcool, etc.

À l'heure actuelle, l'introduction de termes nouveaux n'ajoute en général rien, si ce n'est une certaine confusion (par exemple, les tranquillisants deviennent des anxiolytiques, des psychorelaxants...). Par ailleurs, avec le développement de la pharmacologie, la découverte ou la synthèse de nouveaux composés aux actions multiples font qu'il est parfois difficile de leur trouver une place appropriée. Le problème peut même se poser à propos de drogues plus « classiques ». Ainsi, pour Kline, la chlorpromazine est un hypnotique à la dose de 50-100 mg par jour, un tranquillisant entre 30-150 mg, et un neuroleptique entre 450-1 500 mg. De même, l'amphétamine peut, suivant la dose, être classée soit dans les *psychoanaleptiques* soit parmi les *psychodysleptiques*. Puissant stimulant de la vigilance à faible dose, elle peut en effet déclencher l'apparition d'une psychose de type schizophrénique avec de fortes doses prises de façon répétée. On connaît d'ailleurs des dérivés de l'amphétamine qui sont hallucinogènes dès la première prise (comme le DOM ou STP des hippies).

Les méthodes de la neurobiologie

Depuis les années 60, la neurobiologie s'est développée au point que, à l'heure actuelle, le fonctionnement de la cellule nerveuse, du neurone, peut être suivi non seulement par l'analyse de son activité électrique, mais également par celle de son métabolisme. L'étude de la transmission de l'influx d'un neurone à un autre, au niveau de la zone de contact ou synapse, a montré qu'elle mettait le plus souvent en œuvre un mécanisme biochimique. Il était dès lors tentant d'essayer de mettre en évidence d'éventuelles perturbations de ce mécanisme sous l'effet d'une drogue donnée. On pouvait ainsi espérer déterminer le mode d'action de la drogue et peut être définir le trouble pathologique qu'elle corrige en clinique. Une nouvelle classification des drogues psychotropes, plus explicative, serait alors envisageable.

Il n'est pas inutile, à ce propos, de rappeler les principales étapes de la transmission chimique de l'influx au niveau d'une synapse du système nerveux central. Chacune d'elles peut en effet constituer un site d'action possible pour un agent psychotrope.

Lorsque l'influx nerveux qui parcourt l'axone d'un neurone présynaptique (I) parvient au niveau de la terminaison, il déclenche dans l'espace synaptique la libération d'un médiateur

chimique. Cette molécule (médiateur ou neurotransmetteur), au contact d'un récepteur spécifique de la membrane du neurone postsynaptique (II), déclenche des changements de sa perméabilité à certains ions. Finalement, ces perturbations locales de l'équilibre ionique entre l'intérieur et l'extérieur de la membrane du neurone (II) entraînent l'apparition d'un influx qui va se propager le long de l'axone.

Pour que le transfert de l'information puisse avoir lieu, par voie chimique d'un neurone à l'autre, plusieurs conditions doivent être satisfaites :

- Il faut que la terminaison du neurone (I) contienne suffisamment de médiateur susceptible d'être libéré. Pour cela, le neurone (I) doit pouvoir assurer normalement la synthèse du médiateur et en constituer des stocks dans les vésicules synaptiques de ses terminaisons.
- Il faut que le médiateur soit effectivement libéré dans la synapse.
- Il faut qu'il puisse agir sur un récepteur spécifique de la membrane postsynaptique. Pour cela, il importe que son site de liaison sur le récepteur soit libre au moment où le médiateur est libéré dans l'espace synaptique.
- Autrement dit, la transmission synaptique implique l'intervention de mécanismes spécifiques capables d'« inactiver » rapidement le médiateur une fois qu'il a déclenché le déséquilibre ionique de la membrane postsynaptique.

Dans le cas de certains groupes de neurones du système nerveux central, les étapes de la physiologie synaptique sont assez bien connues. Il s'agit en particulier des neurones cholinergiques

(dont le médiateur est l'acétylcholine), des neurones catécholaminergiques, sérotoninergiques et gabaminergiques.

Parmi les neurones catécholaminergiques, on distingue les *noradrénergiques* (le médiateur est la noradrénaline) et les *dopaminergiques* (le médiateur est la dopamine). Ces derniers ont leurs corps cellulaires dans la zone compacte de la substance noire du tronc cérébral et leurs axones se projettent dans les corps striés (noyaux gris centraux). D'autres neurones dopaminergiques font synapse dans l'hypothalamus et dans le cortex cérébral.

Les neurones noradrénergiques et sérotoninergiques (le médiateur est la sérotonine) se distribuent dans le système nerveux central de façon très voisine. Leurs corps cellulaires, situés dans le tronc cérébral, donnent naissance à des faisceaux d'axones se projetant en avant, dans le cerveau, et en arrière, dans la moelle épinière.

La topographie des fibres gabaminergiques est beaucoup moins bien connue.

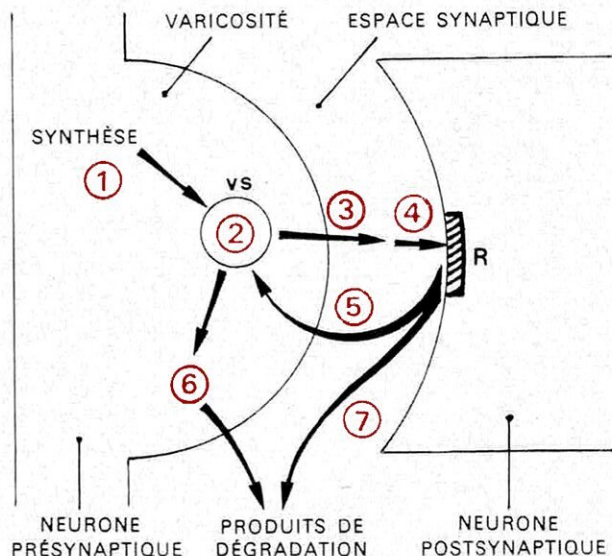
Au sein des groupes de neurones anatomiquement et biochimiquement définis, vont prendre place les diverses étapes nécessaires à la transmission synaptique, telles que nous les avons décrites.

Si une drogue altère une fonction du système nerveux central, on peut s'attendre à ce qu'elle intervienne au niveau d'une étape donnée de la physiologie synaptique au sein d'une population particulière de neurones. Pour le démontrer, il a fallu développer une approche expérimentale nouvelle que nous pouvons illustrer par quelques exemples.

Plus la fréquence de transmission de l'influx à travers une synapse est grande, plus vite est renouvelé le stock du médiateur et inversement. Ainsi, la mesure de la vitesse de renouvellement (turn-over) d'un médiateur à l'intérieur d'une structure cérébrale peut fournir une indication sur la transmission de l'influx dans les synapses correspondantes.

La mesure du turn-over d'un neurotransmetteur fait appel à des techniques diverses avec, parfois, utilisation de traceurs radioactifs. Effectuée chez l'animal après administration d'une drogue, elle peut amener à préciser le groupe de neurones dont l'activité est modifiée par le traitement.

La méthode ne permet pas, en revanche, de dire à coup sûr si la drogue utilisée stimule ou au contraire ralentit la transmission synaptique. Il est en fait nécessaire d'étudier à la fois *in vitro* et *in vivo* le métabolisme d'un médiateur pour déterminer avec précision le mode d'action d'une drogue. Les études *in vitro* sur des coupes de tissu cérébral ou sur des terminaisons nerveuses isolées présentent l'avantage que les paramètres expérimentaux sont parfaitement connus. Mais les deux méthodes sont, dans la plupart des cas, complémentaires. Ainsi, lorsqu'une drogue modifie *in vivo* une étape métabolique mais reste sans effet dans le tube à essai, on a tout lieu de penser que le produit efficace n'est pas la drogue elle-



Les sites possibles d'action des drogues psychotropes dans une synapse du système nerveux central : 1) modification de la synthèse du médiateur ; 2) altération du stockage dans les vésicules synaptiques ; 3) stimulation ou blocage de la libération ; 4) effets postsynaptiques (sur le récepteur R) ; 5, 6, 7) modifications de la concentration du médiateur dans l'espace synaptique (5, action sur la recapture ; 6, sur le catabolisme intracellulaire ; 7, sur le catabolisme extracellulaire).

même, mais un de ses dérivés formé dans l'organisme.

L'arsenal technique dont dispose le chercheur dans le cadre de l'expérimentation animale est, bien sûr, inutilisable chez l'homme. L'estimation grossière de la vitesse de renouvellement est possible dans certains cas, mais comme elle ne permet pas de préciser dans quel sens la transmission synaptique est modifiée, son intérêt en clinique est très limité. Au total, toute systématique explicative fondée sur le mode d'action des drogues au niveau des synapses ne peut procéder que de l'expérimentation animale.

Du point de vue de leur utilisation, on peut en fait distinguer trois classes de substances psychotropes :

- Celles qui ne sont pas — ou ne sont plus — utilisées en clinique, mais restent d'un grand intérêt pour la recherche fondamentale ;
- Celles qui sont utilisées en clinique, soit pour préciser un diagnostic, soit comme médicaments ;
- Celles, que l'on peut appeler pathogènes, qui sont consommées en dehors de tout contrôle et peuvent déclencher des troubles neurologiques graves.

Il est d'ailleurs assez arbitraire de faire une distinction stricte entre les produits des deux derniers groupes. La plupart des drogues dites thérapeutiques peuvent avoir des effets très négatifs, surtout lors des traitements de longue durée.

Dans la suite, nous envisagerons ce que l'on sait du mode d'action de diverses drogues psychotropes.

Drogues et synthèse des médiateurs

L'alpha-methyl-paratyrosine est un puissant inhibiteur d'un enzyme très spécifique, la tyrosine-hydroxylase, qui intervient le premier dans la synthèse des catécholamines. Son administration entraîne une diminution progressive des concentrations de dopamine et de noradrénaline dans le système nerveux central.

En recherche fondamentale, l'alpha-methyl-paratyrosine est surtout utilisée pour montrer l'intervention de neurones catécholaminergiques dans une fonction du système nerveux central. Ainsi l'injection de la drogue chez l'animal provoque à la fois des perturbations de l'ovulation et du sommeil paradoxal. On peut penser que des neurones catécholaminergiques sont impliqués dans les deux cas.

En clinique, l'alpha-methyl-paratyrosine a été employée avec succès dans le traitement de certaines hypertension artérielles. Le même résultat peut d'ailleurs être obtenu avec une autre drogue, l'alpha-methyl-DOPA, qui inhibe le deuxième enzyme impliqué dans la chaîne de synthèse des catécholamines, la DOPA-décarboxylase.

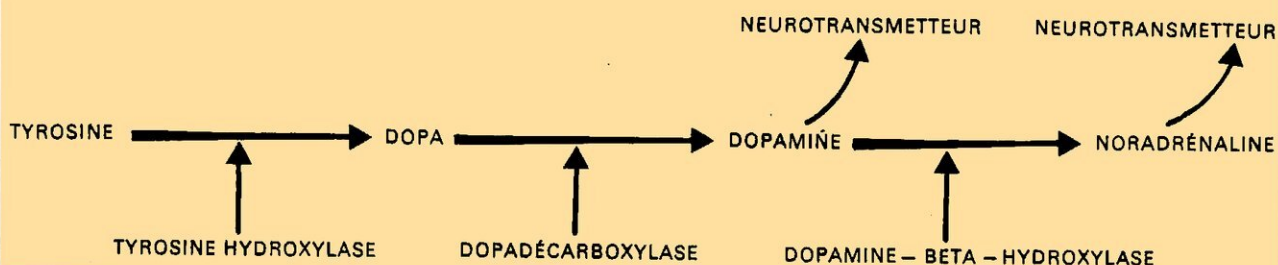
Certaines drogues inhibent plus spécifiquement la synthèse de divers médiateurs. C'est le cas de la parachlorophénylalanine, qui bloque la tryptophane-hydroxylase, premier enzyme dans la voie de biosynthèse de la sérotonine. Largement utilisé en clinique dans le traitement de certaines tumeurs carcinoïdes, cette drogue a par ailleurs un grand intérêt en recherche fondamentale. Son administration chez le rat ou le chat déclenche en effet la suppression presque totale du sommeil pendant 48 heures. Cette observation a été l'une des premières qui a permis d'établir une théorie cohérente du sommeil, faisant intervenir des fibres monoaminergiques (Jouvet et coll.).

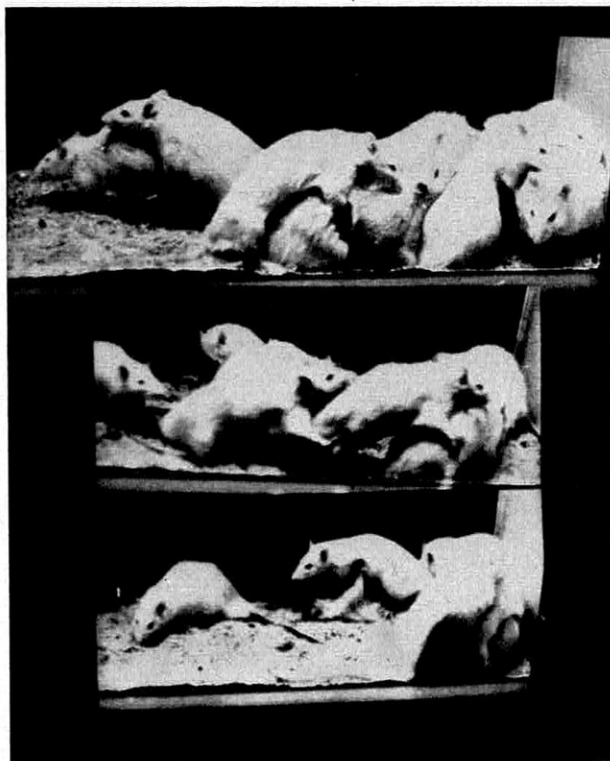
L'administration de parachlorophénylalanine chez le rat mâle déclenche, en outre, une réaction hypersexuelle (Tagliamonte et coll.). Des expériences complémentaires ont montré que le comportement sexuel était normalement freiné par des systèmes sérotoninergiques du système nerveux central. Cependant, dans d'autres espèces et en particulier chez l'homme, le comportement sexuel ne semble pas particulièrement perturbé.

L'administration chronique de parachlorophénylalanine ou de phénylalanine chez le tout jeune animal reproduit en première approximation une maladie assez fréquente, la phénylcétonurie ou idiotie phénylpyruvique. Chez le malade, la dégradation dans le foie d'un acide aminé, la phénylalanine, est extrêmement déficiente, de telle sorte que l'organisme tout entier et notamment le cerveau peuvent en accumuler de fortes quantités. Comme la phénylalanine inhibe également la biosynthèse de la sérotonine, on pense que ce médiateur joue un rôle important dans la maturation du système nerveux central.

Lorsque la synthèse d'un médiateur est bloquée à une étape enzymatique donnée, l'administration du produit normal de la réaction peut rétablir le stock présynaptique du médiateur. La transmission synaptique, et par conséquent la fonction qui en dépend, peuvent à nouveau s'exercer normalement. Une situation exemplaire

LA CHAÎNE DE SYNTHÈSE DES CATÉCHOLAMINES





L'injection de parachlorophénylalanine, inhibiteur spécifique de la biosynthèse de la sérotonine dans le système nerveux central, peut déclencher dans certaines espèces un comportement hypersexuel.

est, à cet égard, celle de la *maladie de Parkinson*.

Il s'agit d'un syndrome caractérisé par un manque d'initiation aux mouvements (akinésie), une rigidité des membres et un tremblement des extrémités, au repos seulement. Cette maladie est provoquée par la dégénérescence de fibres dopaminergiques de la base du cerveau. Dans cette situation pathologique, les enzymes de synthèse du médiateur impliqué, la dopamine, ont purement et simplement disparu avec les neurones.

En fait, si la tyrosine-hydroxylase, premier enzyme de la voie de synthèse de la dopamine, est spécifique des neurones catécholaminergiques, le deuxième enzyme, la décarboxylase des acides aminés aromatiques (comme la dihydroxyphénylalanine ou DOPA, le 5-hydroxytryptophane, etc.), existe également dans d'autres cellules, notamment les neurones sérotoninergiques. Par conséquent, l'administration de DOPA peut conduire à la formation de dopamine même en absence de neurones dopaminergiques.

Le traitement (Hornykiewicz), qui tend à rétablir une concentration normale du médiateur, se révèle extrêmement efficace pour supprimer l'akinésie, bien que la rigidité des membres et le tremblement ne soient pas complètement éliminés.

Comme la DOPA est en majeure partie décarboxylée en dehors du cerveau, il faut administrer de fortes quantités du précurseur pour qu'il puisse atteindre le système nerveux central en quantités suffisantes, méthode qui n'est pas sans

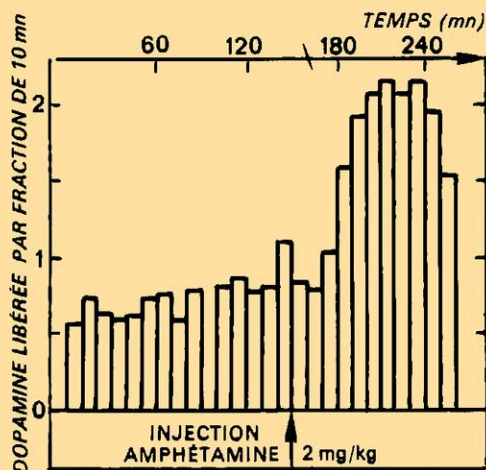
inconvenient pour le malade. A l'heure actuelle, on administre simultanément, avec la DOPA, un bloqueur de la décarboxylase périphérique.

Le stockage des médiateurs. D'autres substances agissent, ainsi que nous l'avons signalé, sur les sites de stockage d'un médiateur au niveau des terminaisons synaptiques. Ainsi, l'administration de réserpine à l'animal de laboratoire entraîne la disparition quasi totale des neurotransmetteurs du type monoamine (dopamine, noradrénaline, sérotonine) dans les terminaisons spécifiques. En clinique, de tels composés sont utilisés dans le traitement de l'hypertension. Leur intérêt comme neuroleptiques réside dans le fait qu'ils peuvent, dans le traitement des psychoses, être substitués aux phénothiazines lorsque ces dernières sont mal supportées par le malade. Leurs effets sur le comportement et le métabolisme des médiateurs en font, chez l'animal, des « outils » pharmacologiques de grand intérêt.

La concentration des médiateurs dans les synapses

Dans les exemples précédents, la concentration du médiateur dans l'espace synaptique était certes modifiée par l'agent pharmacologique, mais les processus qui contrôlent *directement* ce paramètre, c'est-à-dire sa libération et son inactivation, n'étaient pas les cibles de la drogue. Nous allons voir maintenant quelques exemples de drogues qui perturbent ces mécanismes.

Action sur la libération du médiateur. L'amphétamine provoque une augmentation de la concentration des catécholamines dans l'espace synaptique, à la fois en stimulant leur libération et en inhibant les processus d'inactivation (recapture par la terminaison du neurone présynaptique et action des enzymes du catabolisme). Chez l'animal, l'augmentation de la transmission synaptique au niveau des fibres dopaminergiques serait responsable du compor-



Augmentation de la libération de dopamine par les terminaisons du noyau caudé chez le chat après injection intraveineuse d'amphétamine.

tement stéréotypé (reniflement, léchage, rongement, chez le rat) associé au traitement à l'amphétamine alors que l'état d'excitation générale qu'il provoque serait due à la facilitation de la transmission synaptique noradrénergique. Chez l'homme, on retrouve l'état d'excitation (insomnie, perte de la sensation de fatigue...), mais le comportement stéréotypé existe seulement chez les grands drogués aux amphétamines.

En thérapeutique, l'amphétamine a été utilisée dans le traitement de la narcolepsie (tendance irrésistible au sommeil) et pour réduire l'appétit chez les obèses. Dans ce dernier cas, on préfère cependant lui substituer d'autres drogues dépourvues d'effet spectaculaire sur le comportement.

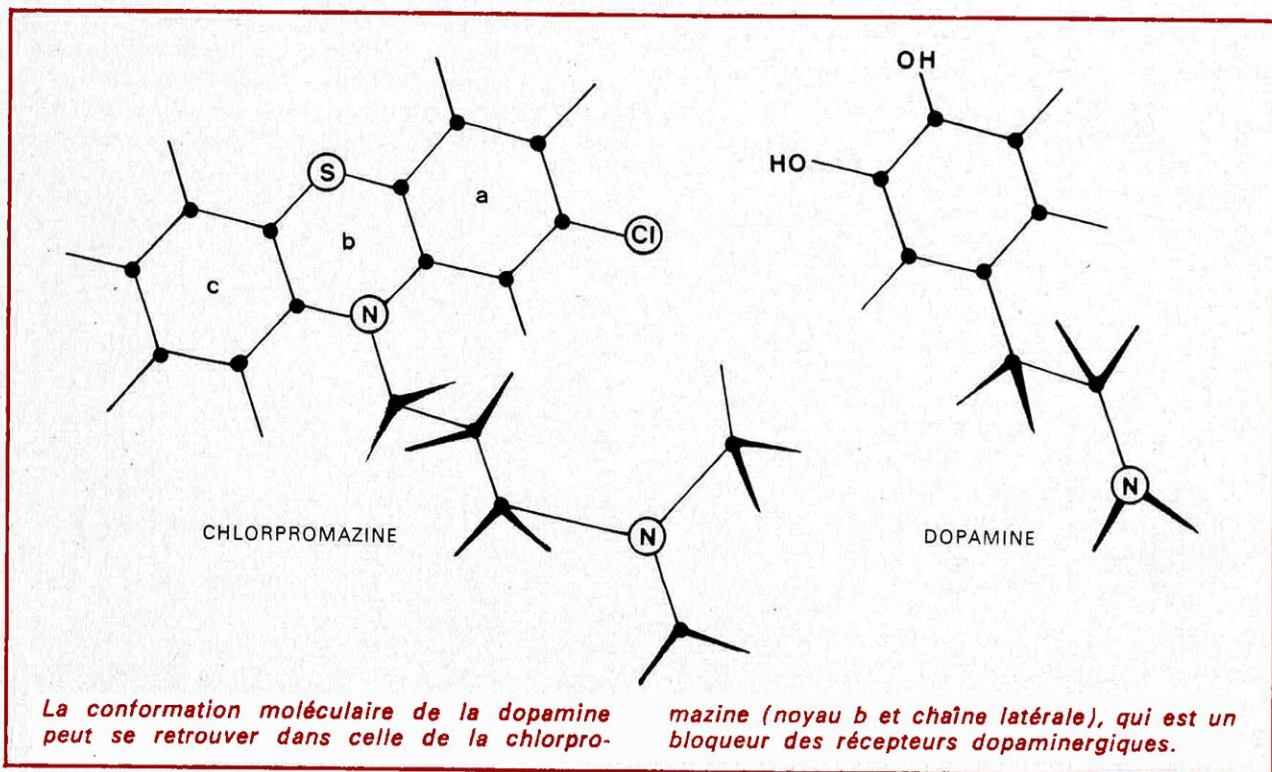
L'intérêt clinique de l'amphétamine réside aussi dans le fait que la prise répétée de doses élevées (par le jeu de l'accoutumance et de la dépendance) déclenche un syndrome voisin de la schizophrénie. D'ailleurs, chez le schizophrène, l'administration d'amphétamine aggrave les troubles psychiques existant, mais sans en faire apparaître de nouveaux, contrairement aux hallucinogènes (mescaline, LSD). Ces observations cliniques sont à la base d'une théorie (Snyder) qui fait intervenir des neurones dopaminergiques (se projetant dans le cortex frontal ?) dans les désordres mentaux du schizophrène.

Beaucoup d'autres drogues peuvent modifier la libération des médiateurs. Ainsi, la morphine inhibe partiellement la libération d'acétylcholine, le LSD celle de sérotonine, etc. Mais il est extrêmement difficile de relier cet effet biochimique à un effet sur le comportement (ceci vaut d'ailleurs pour n'importe quelle drogue psychotrope). En outre la signification même de l'effet

biochimique vis-à-vis de la transmission synaptique est totalement imprévisible. Alors que l'on pourrait s'attendre à une stimulation de la transmission synaptique par une drogue qui induit une libération accrue d'un médiateur, dans certains cas on observe au contraire un blocage de la transmission. Par exemple, l'administration de chlorpromazine entraîne l'arrêt de la transmission dopaminergique alors que la libération de dopamine dans la synapse se trouve augmentée.

En fait, ces drogues agissent directement sur des récepteurs spécifiques et les modifications du processus de libération ne sont que les conséquences indirectes de ces effets. D'une manière générale, pour l'ensemble des systèmes monoaminergiques, il semble que lorsqu'une drogue stimule un récepteur dans une synapse, elle déclenche en même temps un ralentissement du processus de libération du médiateur dans cette synapse. A l'inverse, la libération est stimulée lorsque le récepteur est bloqué. C'est ce qui se passe avec la chlorpromazine, puissant bloqueur des récepteurs dopaminergiques.

Recapture du médiateur. Dans le cas des monoamines (et vraisemblablement dans celui d'autres médiateurs possibles, comme certains acides aminés) le mécanisme de recapture est quantitativement le plus important pour éliminer le médiateur de l'espace synaptique. Le blocage de la recapture s'accompagne ainsi de l'augmentation de la concentration du neurotransmetteur susceptible d'intervenir sur un récepteur spécifique, et la transmission synaptique s'en trouve facilitée. Les drogues qui agissent dans ce sens sont des dibenzazépines, comme l'imipramine et ses dérivés.





OMS-E. Mandelmann.

Comme ces substances sont très efficaces dans le traitement de la dépression (antidépresseurs tricycliques), on a pensé que ce syndrome était la conséquence d'une diminution de l'activité des neurones monoaminergiques. De fait, chez certains déprimés, il s'est révélé que les concentrations des produits de dégradation des monoamines dans le liquide céphalorachidien étaient plus faibles que chez les sujets normaux. Cependant, la signification exacte de ces dosages est très controversée.

Dégradation du médiateur. L'hypothèse qui tend à relier l'effet antidépresseur et la facilitation de la transmission synaptique monoaminergique semblait pourtant confirmée pour l'autre catégorie d'antidépresseurs : les inhibiteurs de la monoamine-oxydase (IMAO). En inhibant la dégradation des monoamines, ils augmentent d'autant la proportion de médiateur « actif » susceptible de se combiner à un récepteur dans l'espace synaptique.

Ces drogues, qui ont connu un grand succès, présentent beaucoup d'inconvénients et sont en outre généralement moins efficaces que les antidépresseurs tricycliques. C'est pourquoi elles sont moins employées aujourd'hui.

L'idée, trop simple, d'une facilitation de la transmission synaptique monoaminergique par ces drogues est à l'heure actuelle remise en question depuis la découverte de nouveaux antidépresseurs dénués de propriétés inhibitrices vis-à-vis du mécanisme de recapture comme de l'activité monoamine-oxydase.

Action directe sur les récepteurs

Depuis les années 50, époque à laquelle J. Delay, P. Deniker et H. Laborit découvraient les propriétés thérapeutiques de la chlorpromazine, le traitement de la schizophrénie consiste essentiellement à administrer des neuroleptiques. Au cours de ces dernières années, beaucoup de dérivés ont été synthétisés et leur mécanisme d'action largement débattu.

Les observations cliniques et les études expérimentales chez l'animal tendent à montrer que la chlorpromazine bloque les récepteurs sensibles à la dopamine. L'administration chronique du psychotrope peut en effet provoquer chez le malade un syndrome analogue à celui qui caractérise la maladie de Parkinson. On sait aujourd'hui

d'hui, par ailleurs, que la stimulation des récepteurs dopaminergiques du système nerveux central s'accompagne de l'activation d'un enzyme membranaire spécifique (adenylate cyclase). Or les neuroleptiques (phénothiazines et butyrophénone) empêchent l'activation de cet enzyme. On sait, enfin, dans certaines conditions, relier le comportement d'un animal au degré de stimulation des récepteurs dopaminergiques du système nerveux central.

Les résultats obtenus par ces diverses approches sont donc convergents et suggèrent que, d'une manière générale, les neuroleptiques sont des antagonistes spécifiques de la dopamine.

Pour beaucoup de chercheurs, ce fait constitue un argument supplémentaire en faveur de l'hypothèse d'un désordre de la transmission dopaminergique chez le schizophrène. D'ailleurs lorsque la maladie est reproduite, en première approximation, par l'intoxication amphotaminique (qui modifie les caractéristiques de la transmission dopaminergique), les neuroleptiques constituent encore la meilleure thérapeutique.

Beaucoup de dérivés méthylés des monoamines sont des psychotropes hallucinogènes. La démonstration récente de leur possible synthèse dans l'organisme et dans le cerveau en particulier (Mandell et coll.) pose le problème de leur participation à la genèse de la schizophrénie. Jusqu'à maintenant, rien ne permet d'affirmer qu'il en est bien ainsi. Cependant, étant donné que l'administration des inhibiteurs de la monoamine-oxydase entraîne à la fois l'aggravation des troubles psychiques du schizophrène et la déviation du catabolisme normal des monoamines vers les dérivés méthylés, l'idée mérite d'être retenue.

Un autre modèle expérimental de la schizophrénie est celui réalisé par l'administration d'hallucinogènes (mescaline, psilocine, LSD). Mais les troubles de la perception produits dans ces conditions intéressent surtout le domaine visuel alors, que, chez le malade, les hallucinations concernent principalement la sphère auditive.

Bien que des études abondantes aient été effectuées, aucun mécanisme d'action des hallucinogènes n'a pu être établi. Certes, le LSD stimule certains récepteurs sérotoninergiques centraux et modifie considérablement le métabolisme et l'activité électrique des neurones sérotoninergiques. Néanmoins rien ne permet actuellement de penser que ces effets sont en rapport avec les troubles du comportement que le LSD provoque.

Récemment, la mise en évidence d'un effet stimulant du LSD vis-à-vis des récepteurs dopaminergiques a apporté un nouvel argument en faveur de l'implication d'une composante dopaminergique dans la schizophrénie. Les troubles du comportement provoqués par le LSD sont d'ailleurs corrigés par les neuroleptiques.

Comme beaucoup d'autres drogues psychotropes, les hallucinogènes présentent un carac-

tère pathogène de par les phénomènes d'accoutumance et de dépendance qu'ils entraînent; phénomènes qui expliquent le degré d'intoxication extrême qui peut être atteint chez certains grands drogués. L'accoutumance (ou la tolérance) vis-à-vis d'une drogue peut se définir ainsi: après plusieurs injections (ou plusieurs prises) il faut une dose plus forte pour provoquer le même effet que celui qui était ressenti au cours du tout premier contact avec la drogue. La dépendance physique (ou assuétude) est l'état extrêmement pénible qui apparaît chez le toxicomane lorsqu'il n'est plus en mesure de s'administrer la drogue depuis un certain temps. Dans de nombreux cas, toutefois, le besoin de continuer à prendre une drogue donnée ne serait que psychologique. Les phénomènes d'accoutumance et de dépendance peuvent également être observés chez l'animal de laboratoire.

Bien que des hypothèses aient été avancées (comme par exemple l'hyposensibilité des récepteurs au cours de l'accoutumance), rien à l'heure actuelle ne permet de les expliquer.

Parmi les drogues qui agissent directement sur des récepteurs, il faut mentionner, d'une part la strychnine, d'autre part la picrotoxine et la bicuculline. En se fixant sur des récepteurs respectivement sensibles à la glycine et au GABA, ils bloquent la transmission de l'influx au niveau de nombreuses synapses inhibitrices du système nerveux central. Ceci se traduit par l'apparition de convulsions qui rappellent les crises épileptiques.

Il paraît ainsi vraisemblable que des perturbations de la transmission synaptique gabaminergique interviennent au cours de l'épilepsie, qui est la plus fréquente des maladies neurologiques (0,5 à 1 % de la population).

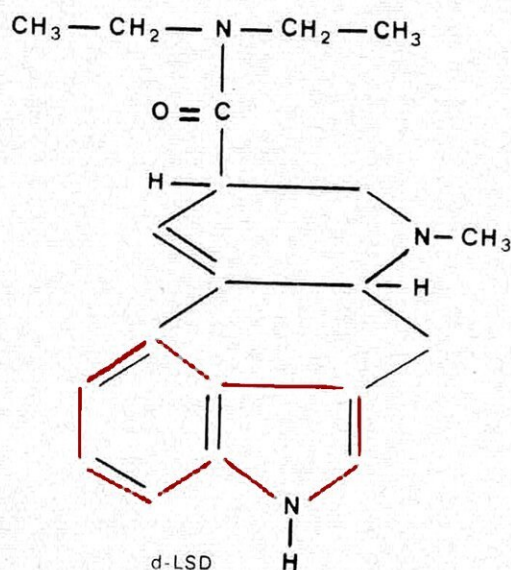
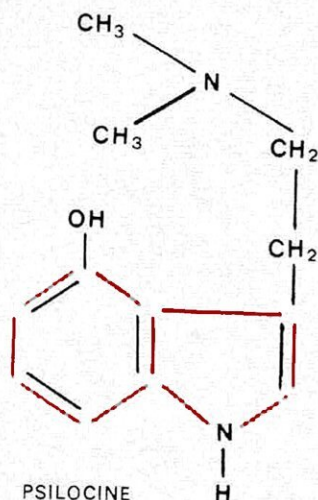
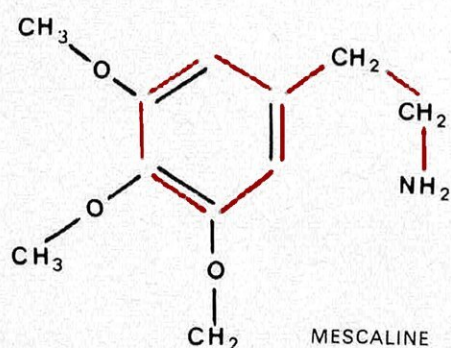
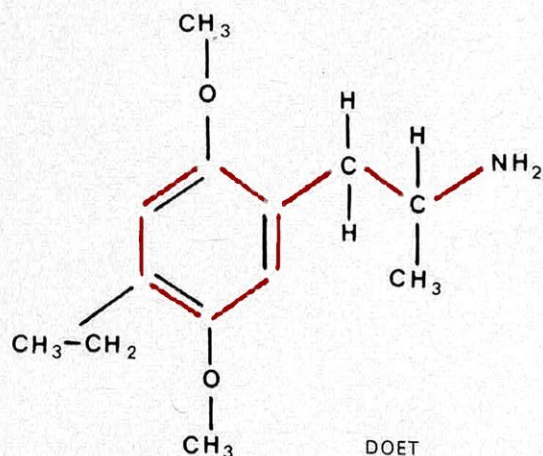
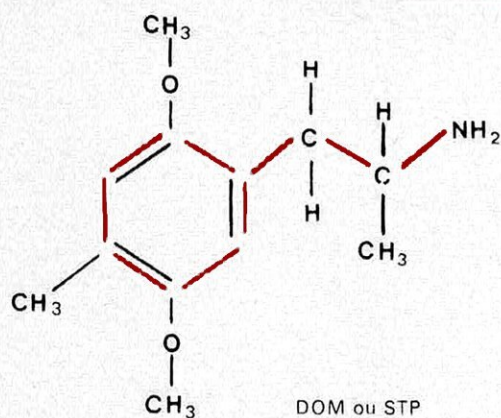
La pharmacologie des récepteurs périphériques sensibles à la noradrénaline et à l'adrénaline (alpha et bêta récepteurs) est bien connue à l'heure actuelle. Cependant, il ne semble pas que l'on puisse la transposer telle quelle aux récepteurs homologues du système nerveux central. L'arsenal pharmacologique qui a été développé pour les systèmes périphériques demeure cependant pour le neurobiologiste d'un grand intérêt dans l'étude de la transmission noradrénergique centrale. De même, les antagonistes et agonistes de l'acétylcholine à la périphérie restent efficaces dans le système nerveux central.

Des tranquillisants mineurs à la morphine

Parmi les composés psychotropes largement utilisés en thérapeutique, les tranquillisants mineurs occupent une place de choix. Il s'agit surtout du méprobamate et des benzodiazépines.

Dans de nombreux pays, les drogués appartiennent aux couches les plus défavorisées, telle cette prostituée de Bombay exposée devant sa logette.





Les drogues hallucinogènes sont le plus souvent des dérivés de certains médiateurs (catécholamines lorsqu'elles possèdent le noyau phényl-éthylamine : DOM, DOET, mescaline ; sérotonine, lorsqu'elles ont le noyau indole : psilocine, d-LSD).

Leur mode actuelle vient de leur grande efficacité à combattre l'anxiété, mais il serait tout à fait prématuré de proposer un mécanisme d'action pour expliquer leurs effets.

La même observation peut être faite en ce qui concerne le lithium ou la morphine. Au moins 70 % des cas de manies et surtout de psychoses maniaques dépressives sont améliorées par l'administration de lithium. Le fait que les effets analgésiques de la morphine puissent être reproduits chez le rat par la stimulation électrique directe de certains neurones sérotoninergiques suggère que l'alcaloïde pourrait agir sur ces cellules. Ce n'est pour l'instant qu'une hypothèse de travail.

Comme les méthylxanthines (caféine, théophylline...) prolongent l'action de la noradrénaline à la périphérie en inhibant la dégradation de son messenger intracellulaire, l'AMP cyclique, on

pense que leur effet psychostimulant pourrait résulter d'une même action au niveau de synapses du système nerveux central.

A travers ces quelques exemples, nous espérons avoir montré comment une discipline nouvelle, la neuropharmacologie biochimique, peut aider à comprendre, puis à traiter, certaines maladies neurologiques.

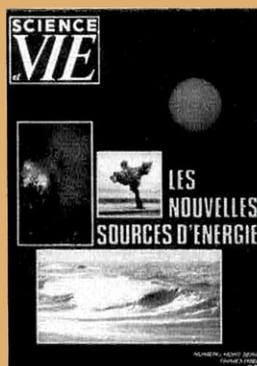
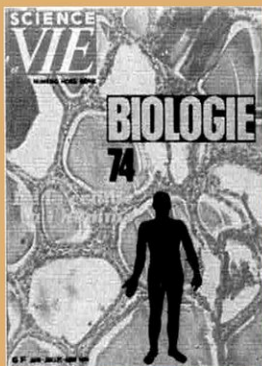
Certes, les problèmes sont nombreux et nous avons vu que, dans la majorité des cas, il était difficile d'attribuer tel effet comportemental à tel effet métabolique. Nul doute cependant que la mise au point de drogues nouvelles, l'expérimentation animale et l'observation clinique permettront de progresser dans la maîtrise des maladies mentales.

Michel HAMON

**NUMÉROS
«HORS SÉRIE»
DISPONIBLES**



POUR RÉPONDRE A LA DEMANDE DE NOMBREUX LECTEURS, NOUS INDIQUONS CI-DESSOUS LA LISTE DES NUMÉROS HORS-SÉRIE ENCORE DISPONIBLES :



- N° 46 HABITATION (1959)
- N° 56 AUTO 61-62 (1961)
- N° 62 WEEK-END (1963)
- N° 65 RADIO TELEVISION (1963)
- N° 66 PHOTO CINE (1964)
- N° 68 AUTO 64-65 (1964)
- N° 71 AUTO 65-66 (1965)
- N° 74 HABITATION (1966)
- N° 75 PHOTO CINE (1966)
- N° 76 AUTO 66-67 (1966)
- N° 79 AUTO 67-68 (1967)
- N° 80 PHOTO CINE (1968)
- N° 81 TELEVISION (1968)
- N° 89 AUTO 69-70 (1969)
- N° 91 NAVIGATION DE PLAISANCE (1970)
- N° 93 AUTO 70-71 (1970)
- N° 95 AVIATION (1971)

- N° 96 AUTO 71-72 (1971)
- N° 97 PHOTO CINE (1972)
- N° 98 MARINE (1972)
- N° 99 NUTRITION ET DIETETIQUE (1972)
- N° 100 AUTO 72-73 (1972)
- N° 101 PHOTO CINE SON (1973)
- N° 102 INFORMATIQUE 73 (1973)
- N° 103 AVIATION 73 (1973)
- N° 104 AUTO 73-74 (1973)
- N° 105 HAUTE FIDELITE (1973)
- N° 106 L'ENVIRONNEMENT (1974)
- N° 107 BIOLOGIE 74 (1974)
- N° 108 CHEMIN DE FER 75 (1974)
- N° 109 PHOTO CINE (1974)
- N° 110 NOUVELLES SOURCES D'ÉNERGIE (1975)
- N° 111 AVIATION (1975)

BON DE COMMANDE

à découper ou recopier et à retourner à Science et Vie, 5, rue de la Baume - 75008 Paris.
VEUILLEZ M'ENVOYER LES HORS-SÉRIE :

N°

JE JOINS 8,80 F (franco) par EXEMPLAIRE

RÈGLEMENT A L'ORDRE D'EXCELSIOR-PUBLICATIONS

☐ CCP 3 volets (sans indiquer le n° de compte)

☐ C. Bancaire

☐ Mandat Poste

NOM

PRÉNOM

ADRESSE

LA MÉMOIRE



Photo J.-P. Bonnin.

L'un des domaines les plus fascinants de la psychophysiologie de ces dernières années a sans doute été celui de la mémoire. C'est dans l'analyse de la biochimie du cerveau que de nombreux chercheurs ont voulu trouver les bases de

cette faculté longtemps mystérieuse. Mais toutes les expériences spectaculaires dont la grande presse a fait état ne sont pas à l'abri de graves critiques et elles posent souvent plus de problèmes qu'elles n'en résolvent.



*Et tout d'un coup
le souvenir m'est apparu...
(Du côté de chez Swann, I).*

Plus récemment, la mémoire a pu faire l'objet d'études scientifiques. Les psychologues expérimentaux ont analysé, à l'aide de diverses techniques, la façon dont l'homme mémorise des syllabes, des phrases ou des figures géométriques. De ces études nombreuses ont pu être tirées des lois psychologiques, telle la loi de Jost qui montre que l'apprentissage d'une tâche se fait mieux avec des essais distribués sur une longue période qu'avec des essais massés en un court laps de temps ⁽¹⁾.

Le domaine de la mémoire est immense et nous serons amenés dans la présente étude à nous limiter à l'exposé des résultats les plus récents et les plus spectaculaires qui ont ouvert la voie à l'analyse de ses bases biologiques.

Mémoire et information

Il n'est sans doute pas inutile de définir ce que nous entendons sous les termes de *mémoire* et d'*apprentissage*. Il n'existe pas de définition universelle de ces termes et aucun accord n'a pu se faire entre leurs différents utilisateurs, philosophes, psychologues, biologistes ou cybernéticiens. Mais, dans le cadre d'une étude neurobiologique, on a pris l'habitude de rattacher ces concepts à celui d'*information*, lui-même issu de l'informatique. Nous définirons donc la mémoire comme « l'ensemble de l'information acquise par le cerveau et guidant le comportement », et l'apprentissage comme « le processus qui permet la rétention d'information par le système nerveux ».

Il s'ensuit que l'apprentissage et la mémoire sont des concepts profondément liés, la mémoire représentant le point d'aboutissement, de stockage, de l'apprentissage. Les chercheurs qui étudient ces phénomènes mêlent souvent les deux notions au point qu'il est parfois difficile de parler de l'une sans l'autre. En ce qui nous concerne, c'est surtout la mémoire, la façon dont l'information est stockée à plus ou moins long terme, qui va nous intéresser ici. Nous ne ferons que de brèves allusions à la dynamique des processus d'apprentissage, qui nous entraînerait trop loin de notre propos.

Pour être utilisée, toute information doit être *codée*. Tous les systèmes qui traitent de l'information, qu'ils soient électroniques comme les ordinateurs ou physiologiques comme le cerveau, utilisent des signaux ou des symboles pour spécifier les objets réels. Le code, c'est l'ensemble de ces signaux et les règles de leur utilisation. Par

● Aucune faculté intellectuelle ne paraît aussi importante que la mémoire. C'est elle qui dirige notre comportement et nous permet d'effectuer les réactions adaptées à ce que nous avons appris à reconnaître comme notre environnement. C'est elle qui maintient l'unité de notre personnalité en lui donnant un « passé ». C'est elle qui nous permet d'acquérir des connaissances, sources du comportement spécifique de notre espèce, l'*Homo sapiens*, l'homme savant. Il n'est donc pas surprenant que, depuis toujours, les penseurs et les philosophes se soient intéressés à cette faculté fascinante.

(1) Il n'est malheureusement pas possible de rentrer ici dans le détail de tous ces travaux. Le lecteur intéressé pourra se reporter aux ouvrages de C. Florès et de A. Lieury (voir bibliographie p. 69).

le biais du code et de ses signaux, les systèmes en question simulent le réel. Le problème de la mémoire revient ainsi à se demander quels sont les principes de codage qu'elle implique.

Il importe, à ce propos, de bien opposer cerveau et ordinateur. Le fait que l'homme puisse construire des machines capables de traiter de l'information conduit souvent à l'idée erronée que le cerveau et les ordinateurs travaillent de la même manière. Cette confusion est particulièrement nette dans le vocabulaire courant, qui parle de « cerveau » ou de « mémoire » électronique. Or, s'il est incontestable que l'ordinateur peut aboutir à des *résultats* similaires à ceux du cerveau, qu'il peut lui aussi posséder une mémoire, voire une « intelligence », cela ne prouve en aucun cas que les principes de codage utilisés par les deux systèmes soient les mêmes. Il est fort vraisemblable que les principes de codage d'une immense quantité d'information à l'intérieur d'un cerveau de quelques centaines de centimètres-cubes sont très différents de ceux des mémoires électroniques. En d'autres termes, la simulation de la pensée par les ordinateurs, qui offre certes des perspectives fascinantes, ne nous apprend rien quant à la nature de la mémoire biologique.

Quels sont donc les principes de codage que l'on peut imaginer dans le cas du système nerveux ? Ils sont de trois types : signaux électriques, codage structural et codage moléculaire.

L'activité électrique du cerveau (2)

Le cerveau, on le sait, reçoit ses informations de récepteurs périphériques, les organes sensoriels, tels l'œil ou l'oreille. Or, on connaît à ce niveau des principes de codage. La lumière qui vient frapper la rétine provoque l'apparition de trains d'impulsions nerveuses le long du nerf optique. Le son qui fait vibrer les organes de l'oreille interne entraîne l'apparition de trains d'impulsions le long du nerf auditif. Il en est de même pour les sensations du toucher, du goût ou de l'odorat.

Ce sont ces trains d'impulsion qui, cheminant le long des nerfs, vont « informer » le cerveau. Et on sait, depuis les travaux d'Adrian au début du siècle, que la fréquence des impulsions le long des voies nerveuses est en relation avec l'intensité des stimulations. Il existe donc des principes de codage électrophysiologique au niveau des organes sensoriels.

Pourquoi n'en serait-il pas de même au niveau central ? Pourquoi des trains d'impulsions circulant le long des chaînes de neurones du cerveau ne pourraient-ils pas être les traces biologiques de la mémoire ? Cette thèse a été formulée par de nombreux auteurs il y a quelques années,

et elle paraissait d'autant plus séduisante qu'elle se rapprochait des principes de fonctionnement des mémoires artificielles d'ordinateurs. On sait que la mémoire des ordinateurs est souvent codée dans des boucles magnétiques (tores).

Selon cette thèse, l'information était portée par des « circuits de neurones reverberants ». Des impulsions nerveuses présentant certaines caractéristiques d'organisation ou de fréquence tournaient indéfiniment le long de ces boucles et conservaient par là-même l'information mémorisée. L'idée paraissait très cohérente et, du fait de l'existence d'un nombre considérable de connexions entre les neurones du cerveau, susceptible d'expliquer les plus spectaculaires performances de la mémoire. Malheureusement, rien dans nos connaissances actuelles ne vient étayer le fait que la mémoire est, à long terme, stockée sous cette forme électrophysiologique.

Il paraît toutefois plausible d'envisager le rôle d'un tel codage pour la mémoire immédiate, celle qui permet, par exemple, de suivre une conversation : l'information parvenant au sujet sous forme électrophysiologique, par ses nerfs, il est raisonnable de penser que durant les premières phases de traitement dans le cerveau, elle reste sous forme d'un codage électrophysiologique. Mais l'interprétation par ce procédé de la mémoire à long terme paraît douteuse.

Le codage structural

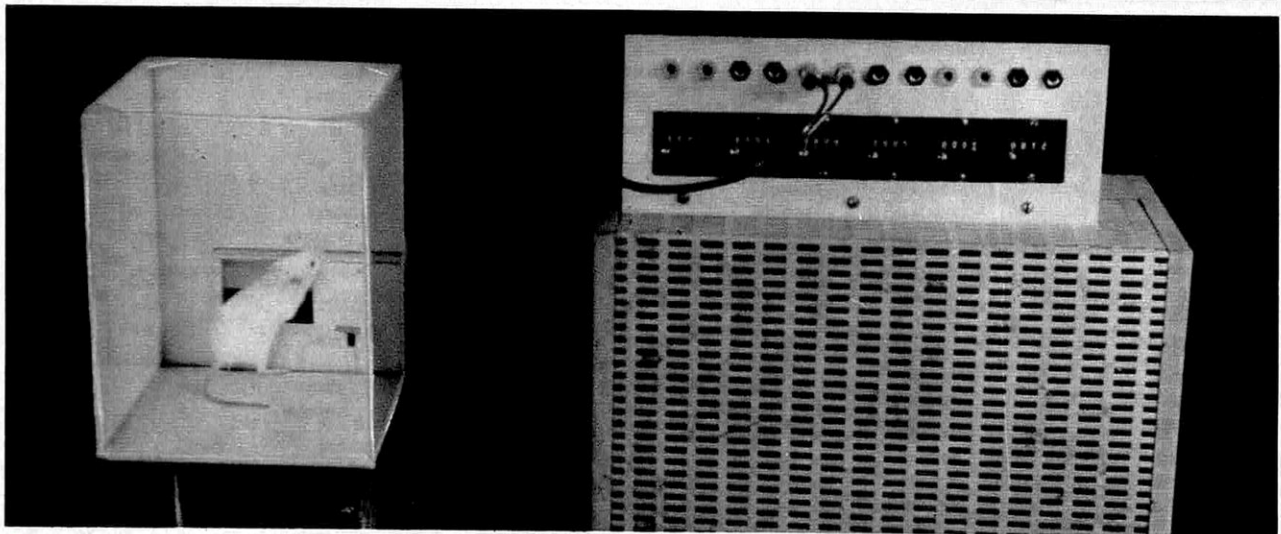
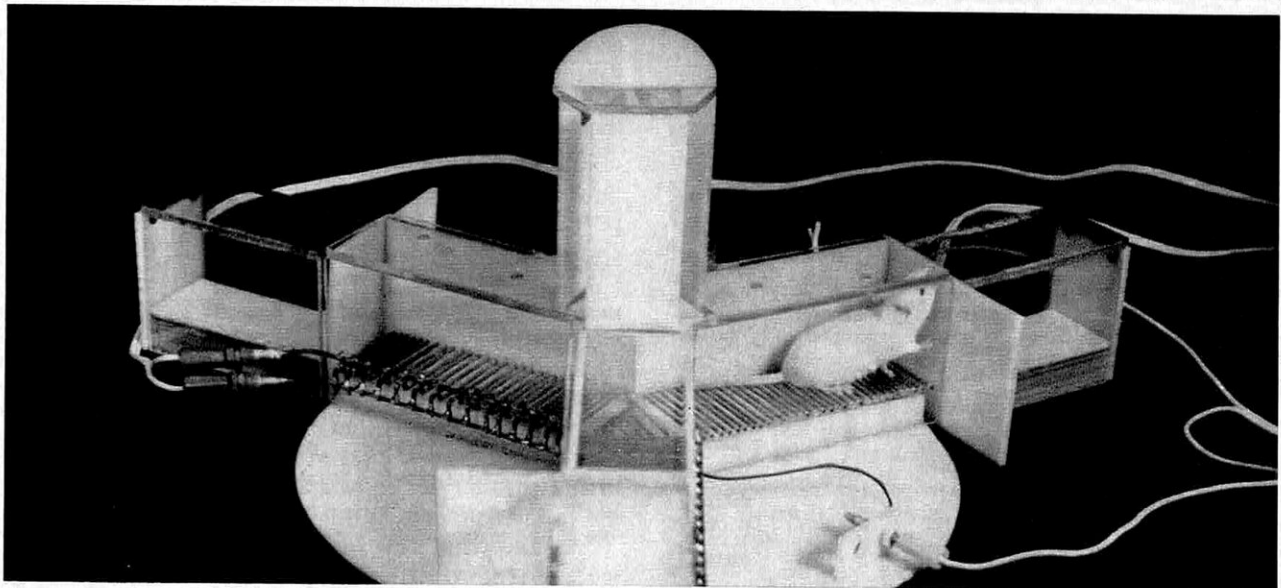
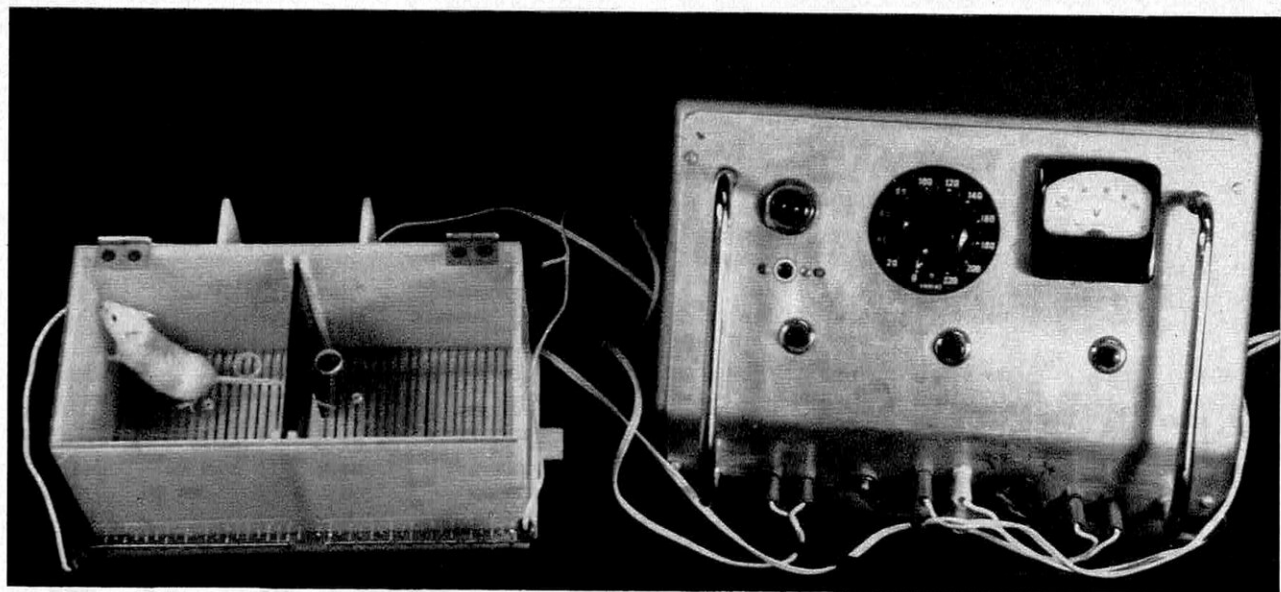
Ici encore nous commencerons par une analogie au niveau d'un récepteur périphérique, l'œil.

Toute stimulation qui parvient à l'œil, que ce soit une stimulation lumineuse ou un simple choc mécanique, aboutit chez le sujet à une sensation visuelle. En d'autres termes, c'est l'organisation du système nerveux et des organes sensoriels qui donne son caractère « visuel » à l'information. Cette spécificité de l'information liée à la structure peut aller beaucoup plus loin. Ainsi, on sait, dans le cas de l'œil, que la stimulation de chaque point de la rétine aboutit à la mise en jeu d'une chaîne de neurones qui va stimuler un point précis du cortex cérébral. Chaque point de la rétine se projette donc séparément sur un point particulier du cerveau. Ici encore, cette information qui permet de localiser un objet dans le champ visuel est portée par la structure des voies nerveuses.

Il paraît très vraisemblable que des phénomènes similaires se produisent au niveau central et que le codage de la mémoire doit tenir compte de l'organisation des voies nerveuses ; c'est en ce sens que l'on peut parler de codage structural. La plupart des hypothèses moléculaires que nous décrirons n'ont de sens que dans le cadre d'une théorie de la mémoire qui laisse une part importante à la structure des voies nerveuses.

Cette organisation des voies nerveuses et la façon dont elle fonctionne présentent, bien qu'elles puissent être modifiées par l'expérience,

(2) Lorsque nous parlons d'activité électrique du cerveau, il ne s'agit pas, bien entendu, d'électricité au sens physique du terme, mais des impulsions électriques produites par les neurones.



Quelques exemples d'appareils utilisés pour l'apprentissage chez la souris : En haut, cage d'évitement : l'animal doit apprendre à changer de compartiment lorsqu'il perçoit un stimulus sonore ou lumineux qui précède de quelques secondes un choc électrique ; s'il change de compartiment, il évite le choc. Au milieu, labyrinthe en Y : la sou-

ris, mise dans l'allée de départ, doit fuir par l'une des deux allées (droite ou gauche) pour éviter une « punition » dans l'autre allée. En bas, apprentissage instrumental simple : la souris reçoit une récompense, sous forme d'accès à une cuve pleine de nourriture, si elle apprend à appuyer sur un levier qu'on aperçoit à sa droite.

une base génétique. C'est la raison pour laquelle divers auteurs ont essayé d'étudier chez la souris une génétique des capacités d'apprentissage et de mémorisation. Cet effort a été notamment illustré par les travaux du groupe de Bovet en Italie sur la comparaison des vitesses d'apprentissage de diverses souches de souris, et a ouvert la voie à divers travaux récents qui montrent que la mémorisation elle-même s'effectue de façon différente selon les souches.

Un codage chimique?

On sait, à la suite des découvertes de la biologie moléculaire, que l'information innée, celle qui, inscrite dans les gènes, guide la mise en place des caractères héréditaires, est codée sous forme moléculaire. C'est l'A.D.N. (acide désoxyribonucléique), molécule géante contenue dans les chromosomes, qui porte ce code génétique sous forme d'une séquence de milliers d'éléments appelés nucléotides. L'A.D.N. est lui-même responsable de la synthèse d'un autre acide nucléique, l'A.R.N. (acide ribonucléique), qui à son tour permet la synthèse de ces molécules capitales du monde vivant, les protéines.

Beaucoup d'auteurs se sont demandés si l'information acquise, mémorisée, ne pouvait pas avoir, elle aussi, une base moléculaire. Et puisque l'A.D.N. était impliqué dans le processus héréditaire, ne pouvait-on impliquer dans la mémoire les deux autres types moléculaires très complexes que sont l'A.R.N. et les protéines? Cette idée a conduit à la formulation des hypothèses moléculaires de la mémoire, qui ont fait l'objet d'une recherche extrêmement intense.

C'est sur ce problème du codage moléculaire que nous allons être amenés à insister, car il a souvent abouti à la publication de résultats spectaculaires sous une présentation qui manquait bien souvent de sérieux.

Tous les auteurs qui ont essayé de fournir une démonstration du codage moléculaire de la mémoire se proposent de trouver des corrélations entre les modifications de la chimie du cerveau d'une part, les modifications du comportement, conséquences d'un apprentissage, d'autre part. Les travaux peuvent se classer en trois grands groupes :

- analyses chimiques directes du cerveau après apprentissage ;
- étude de l'action de divers inhibiteurs biochimiques sur l'apprentissage ;
- essais biologiques ou transferts.

Nous parlerons successivement de ces trois grands groupes, insistant un peu sur le dernier qui est à l'origine de résultats spectaculaires et controversés.

Les analyses chimiques directes

Cette méthode paraît, *a priori*, la plus simple : on soumet un animal à un certain apprentissage, puis on essaie d'analyser dans son cerveau les

modifications chimiques qui ont pu résulter de la mise en mémoire d'une certaine information. Cette méthode fut inaugurée par le pionnier de tous les travaux sur la biochimie de la mémoire, le Suédois H. Hyden.

Hyden montra qu'existent, dans certains noyaux du cerveau du rat, des changements de la composition de l'A.R.N. après divers apprentissages. Pour Hyden, ces changements sont la trace chimique de la mémoire. Depuis, un nombre considérable d'auteurs se sont intéressés à des problèmes semblables. Ils ont soumis des animaux de toutes natures (rats, poussins, pigeons, poissons rouges ou vers) à des apprentissages très variés.

Il paraît aujourd'hui évident qu'il existe après apprentissage des variations considérables de quantité et de nature des protéines ou des A.R.N. dans diverses régions du cerveau. Mais une fois admise cette conclusion, incontestable à la lumière des centaines d'expériences effectuées de part le monde, se pose le difficile problème de l'interprétation des modifications moléculaires.

Du fait même de leur diversité, les résultats des différentes équipes sont, tout d'abord, difficiles à comparer. Outre les différences concernant les animaux d'expérience et les types d'apprentissage, d'autres existent entre les méthodes chimiques utilisées ou les portions du cerveau sur lesquelles ont porté les analyses. Les méthodes d'analyse sont très variées. Il peut s'agir de simples dosages ou de mesures de l'incorporation, durant l'apprentissage, de précurseurs radioactifs des protéines ou des acides nucléiques. Quant aux quantités de cerveau utilisées pour les analyses, elles varient depuis le neurone isolé jusqu'au cerveau entier en passant par tous les intermédiaires.

Mais, outre ces difficultés de comparaison, les travaux effectués se heurtent à de graves objections de fond : les modifications chimiques mises en évidence représentent-elles « la mémoire », comme l'avait cru Hyden, ou ne sont-elles pas, plus simplement, les conséquences d'une plus grande activité du cerveau? En d'autres termes, toute activation du cerveau ne produit-elle pas des modifications moléculaires importantes, sans que celles-ci interviennent en quoi que ce soit dans le codage de l'information acquise? Bien des auteurs penchent actuellement pour cette interprétation.

L'action des inhibiteurs biochimiques

Les antibiotiques sont des inhibiteurs de la synthèse de l'A.R.N. ou des protéines. Sur cette propriété est d'ailleurs basé leur emploi en médecine : bloquant la synthèse protéique des micro-organismes, ils empêchent leur multiplication.

Injectés à fortes doses directement dans le cerveau, ces inhibiteurs peuvent bloquer la synthèse des protéines dans la masse cérébrale. Si l'on

peut prouver qu'une telle inhibition de la synthèse protéique inhibe également l'apprentissage, on aura là un argument indirect en faveur du rôle de la synthèse protéique dans l'apprentissage. C'est ce qu'ont tenté de nombreux chercheurs, dont les premiers sont sans doute Agranoff sur le poisson rouge et Flexner chez la souris.

Agranoff entraîne des poissons dans un aquarium d'évitement, semblable à la cage d'évitement décrite pour la souris, (voir illustration en p. 61) avec cette différence évidente que l'appareil est rempli d'eau. Le poisson doit apprendre à changer de compartiment lorsqu'une lampe s'allume. S'il ne le fait pas, un choc électrique l'y oblige quelques secondes après. Très vite l'animal apprend à changer de compartiment dès que la lampe s'allume. En une vingtaine d'essais, le poisson maîtrise cette tâche simple. Testé dans le même appareil trois jours plus tard, le poisson fuit au premier essai dès que la lampe s'allume, prouvant par là qu'il a retenu la tâche apprise.

Le problème que s'est posé Agranoff est de savoir ce qui allait se passer si on injectait des antibiotiques dans le cerveau du poisson à des temps variés entre la séance d'apprentissage et la séance de test, ou encore juste avant la séance d'apprentissage.

Les résultats montrent que les antibiotiques n'ont aucun effet s'ils sont injectés plus d'une heure après la séance d'apprentissage. Si, en revanche, on injecte les antibiotiques durant l'heure qui suit la séance d'apprentissage, tout se passe lors de la séance test comme si les animaux avaient tout oublié ; ils doivent réapprendre la tâche. Enfin si on injecte les antibiotiques *avant* la séance d'apprentissage, celle-ci n'est pas perturbée, mais la mémoire est perturbée lors du test de rétention trois jours plus tard.

Agranoff montre donc que les antibiotiques n'agissent ni sur la mémoire immédiate qui permet l'apprentissage durant la première séance, ni sur la mémoire vieille de plus d'une heure après cette séance. Ils effacent en revanche la mémoire dans un délai d'une heure après la première séance. Ce qui revient à dire que la synthèse protéique joue, chez le poisson rouge, un rôle dans la mise en mémoire dans l'heure qui suit l'apprentissage.

Des expériences du même genre ont été tentées par le groupe de Flexner sur la souris. L'appareil utilisé est un labyrinthe à discrimination analogue à celui décrit en p. 61, bien que de forme légèrement différente (labyrinthe en forme de T). Des souris doivent apprendre à fuir l'allée de départ rapidement et à quitter le labyrinthe par l'allée de gauche. Toute erreur (délai trop long dans l'allée de départ, fuite par l'allée de droite) est « punie » par un choc électrique. Très vite, les animaux apprennent à maîtriser cette tâche simple. On peut ensuite les tester à des temps variables après cette première séance d'apprentissage pour voir s'ils ont retenu quelque chose, ce qui est le cas général pour des animaux normaux.

Les phénomènes peuvent être différents si les animaux ont reçu des injections intracérébrales d'antibiotiques avant ou après la première séance d'apprentissage. Flexner montre que les antibiotiques injectés juste avant l'apprentissage n'empêchent pas celui-ci ; il n'y a donc, comme chez le poisson rouge, aucune action sur la mémoire immédiate. De même, les inhibiteurs n'agissent pas sur des animaux surentraînés, ce que l'on peut sans doute assimiler à la mémoire au-delà d'une heure dans les expériences d'Agranoff.

Le temps d'action des antibiotiques est cependant bien différent dans les expériences de Flexner et dans celles d'Agranoff. Alors que chez le poisson rouge, il était de l'ordre d'une heure, il est chez la souris de l'ordre de plusieurs jours. Et cette longue période se divise elle-même en deux phases. Durant la semaine qui suit le premier apprentissage, les antibiotiques « effacent » la mémoire s'ils sont injectés dans la zone temporaire du cerveau. Au-delà de cette semaine, en revanche, il faut effectuer les injections tout autour du cortex cérébral pour parvenir à effacer la tâche apprise.

Flexner distingue donc une phase de mémoire à court terme, de l'ordre d'une semaine, durant laquelle l'information est stockée dans la zone temporaire du cerveau et une phase de mémoire à long terme, durant laquelle le stockage prend place dans l'ensemble du cortex cérébral.

Ces résultats sont, on le voit, assez différents de ceux obtenus chez le poisson rouge.

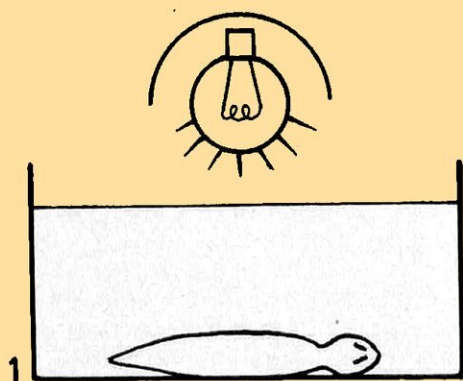
Des résultats récents concernant l'action des antibiotiques sur la mémoire de la souris ont été obtenus par Ungerer, qui a pu montrer que l'action des antibiotiques dépendait largement du type d'apprentissage utilisé. Un antibiotique injecté dans le même laps de temps, aux mêmes endroits, et aux mêmes doses est capable d'effacer un apprentissage de discrimination dans un labyrinthe (comme dans les expériences de Flexner), un apprentissage d'évitement conditionné (cage d'évitement), mais pas l'apprentissage instrumental simple d'appui sur un levier décrit plus haut (voir p. 4). Ungerer montre donc que la synthèse protéique semble liée aux apprentissages où intervient une *discrimination*.

Que conclure finalement de toutes ces expériences et de bien d'autres qu'il n'est pas possible de détailler ici ? Il paraît incontestable que la synthèse des protéines joue un rôle dans la mise en mémoire, probablement lors d'une phase que l'on peut appeler « phase de consolidation » durant laquelle la mémoire immédiate se transforme en une mémoire à plus long terme. Il n'est en revanche pas possible de dire si cette synthèse protéique joue un rôle dans le codage.

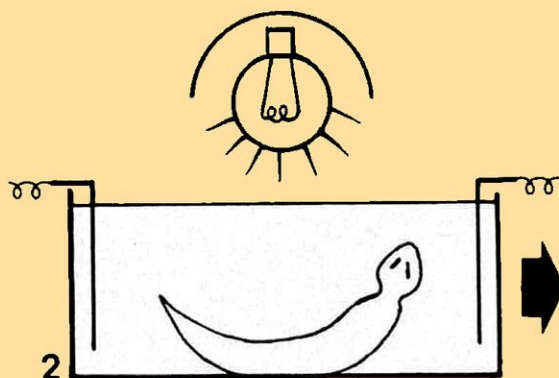
Essais biologiques ou « transferts »

Le principe est de détecter par des méthodes biologiques les modifications chimiques qui se produisent chez les animaux. Dans le cas qui

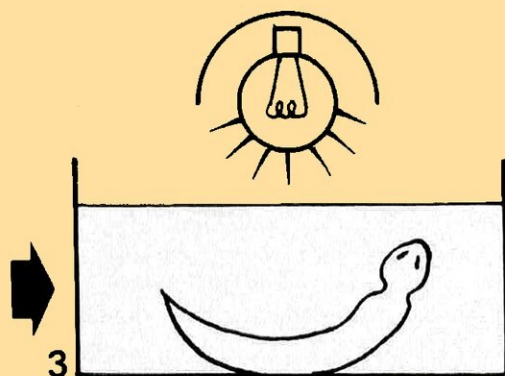
PRINCIPE DES EXPÉRIENCES DE Mc CONNELL



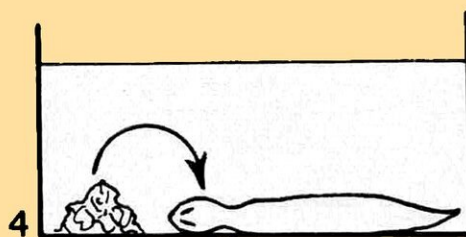
1 La planaire non entraînée ne répond pas à la lumière.



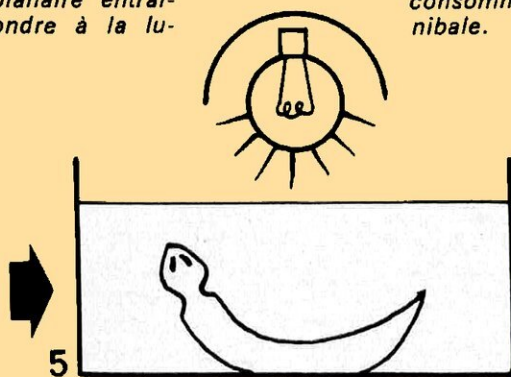
2 Si on associe un choc électrique à la lumière, l'animal se contracte.



3 Après plusieurs essais lumière + choc électrique, la planaire entraînée a appris à répondre à la lumière seule.



4 Broyée, la planaire entraînée est consommée par une planaire cannibale.



5 La planaire cannibale répond à la lumière, suggérant, selon McConnell, le passage par cannibalisme d'une substance de mémoire.

nous préoccupe, cette méthode a consisté à apprendre une tâche à des animaux qualifiés de *donneurs* à préparer un extrait à partir de leur système nerveux et à injecter cet extrait à des animaux qualifiés d'*accepteurs*. Le problème était de savoir si les accepteurs avaient un comportement modifié par l'injection.

Quelques-uns des premiers auteurs travaillant sur ces questions émirent tout de suite l'hypothèse qu'il était possible, par ce procédé, de « transférer la mémoire », d'où le nom de « transferts » souvent donné à ces travaux. Il s'ensuivit des articles spectaculaires qui donnèrent à beaucoup l'illusion que le codage moléculaire de la mémoire avait été clairement démontré.

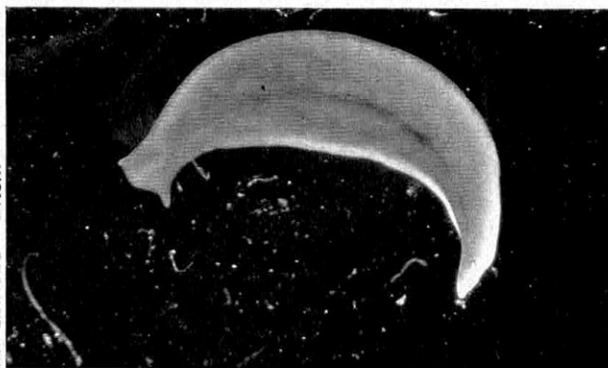
Bien que ce type de travaux offre un intérêt certain, les résultats obtenus jusqu'à aujourd'hui

doivent être fortement nuancés, et même les scientifiques qui défendent encore des thèses hardies de « transfert d'information acquise » restent prudents quant à leurs interprétations.

Les études d'essais biologiques connurent en fait deux périodes : l'une consacrée à des travaux sur des vers plats, les planaires ; l'autre à des travaux sur les vertébrés.

Les travaux de Mc Connell

L'Américain Mc Connell déclencha la controverse concernant les planaires. Les planaires sont de petits vers plats habitant les eaux courantes et doués de propriétés biologiques remarquables. Ils sont sensibles à la lumière grâce à deux yeux élémentaires et présentent l'ébauche d'un système nerveux. Séctionnées en deux fragments



Un petit ver plat habitant les eaux courantes...

ou davantage, les planaires régénèrent en donnant des individus complets. Enfin, bien affamées, elles ne dédaignent de manger des fragments convenablement hachés de leurs congénères.

Mc Connell élabora chez ces animaux un conditionnement. Si on allume une lampe au-dessus de la planaire, l'animal n'est en général pas sensible à ce stimulus. On peut faire suivre cet éclairage d'un fort choc électrique dans la cuve où se trouve l'animal : la planaire présente au choc électrique de violentes réactions (contractions, virages). Si l'on poursuit un certain temps cet entraînement, les animaux apprennent, selon

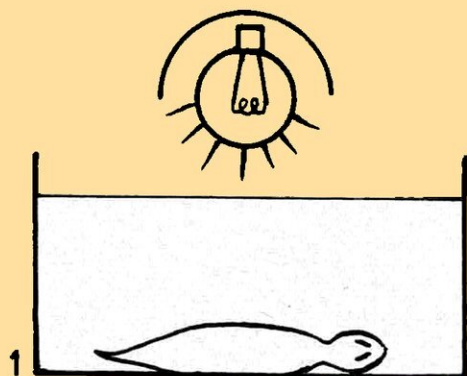
Mc Connell, à associer la lumière à la venue du choc électrique : ils se contractent *dès l'éclairage de la lampe*. C'est le taux des réponses à la lumière qui servira de mesure de la mémoire dans toutes les expériences.

Mc Connell montre ensuite que si l'on sectionne en deux une planaire conditionnée et qu'on la laisse régénérer, les deux nouveaux animaux manifestent une « mémoire » en ce sens qu'ils ont conservé un taux élevé de réponses à la lumière.

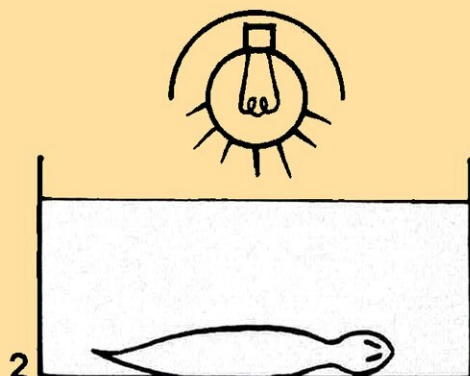
Le résultat le plus spectaculaire concerne l'essai biologique ou transfert. Si l'on fait absorber à des planaires « naïves » des broyats de planaires conditionnées, les animaux cannibales accroissent leur taux de réponses à la lumière. Tout se passe, selon Mc Connell, comme si la mémoire avait pu être transférée par cette injection grossière que constitue le cannibalisme. Mc Connell tire de ces expériences un argument en faveur du codage moléculaire de la mémoire : si la mémoire peut être transférée sous cette forme de broyats, c'est qu'elle est codée sous forme chimique.

Divers arguments pharmacologiques, et notamment le fait que la ribonucléase, enzyme qui digère l'A.R.N., supprime cet effet de transfert, amenèrent Mc Connell à la conclusion que l'A.R.N. était la molécule porteuse de la mémoire.

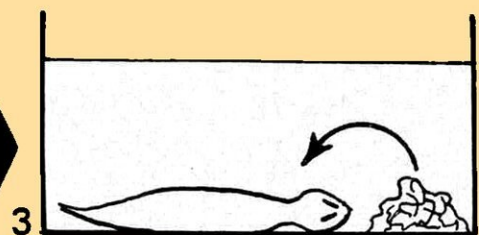
PRINCIPE D'UNE OBJECTION A Mc CONNELL



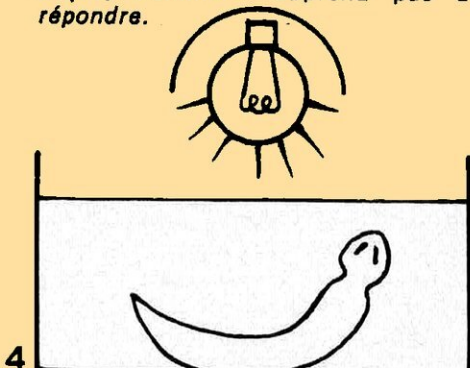
1 La planaire non entraînée ne répond pas à la lumière.



2 Soumis à la lumière sans choc électrique, l'animal n'apprend pas à répondre.



3 Broyée, la planaire est consommée par une planaire cannibale.



4 La planaire cannibale répond à la lumière, suggérant que la substance transmise par cannibalisme n'a rien à voir avec la mémoire.

Des artefacts

Ces expériences ont suscité des objections à tous les niveaux de la démonstration.

On peut discuter la notion même de conditionnement chez ces animaux élémentaires que sont les planaires et se demander si l'accroissement du taux des réponses à la lumière n'est pas dû à tout autre chose qu'à un apprentissage. Divers auteurs ont parlé de « sensibilisation » à la lumière, phénomène qui serait largement indépendant de la mémoire. D'ailleurs, l'élaboration du conditionnement à la lumière est difficile et le phénomène décrit par Mc Connell semble spécifique de certaines souches d'animaux.

Outre ces critiques portant sur l'existence même de capacités de mémoire chez les vers, les travaux de Mc Connell se heurtent à de sérieuses objections en ce qui concerne le transfert par cannibalisme. Si l'on suit la démonstration de Mc Connell, il faut d'abord admettre que les « molécules de mémoire » ingérées avec les broyats d'animaux entraînés sont reconnues et ne sont pas digérées. Mais on peut montrer aussi que diverses conditions de manipulation des « victimes » conduisent à rendre les cannibales plus réactifs à la lumière, *sans qu'il y ait une forme quelconque de mémoire*.

Ainsi, si les victimes sont soumises à des essais de lumière seule (sans choc électrique) et donc n'apprennent aucune réponse particulière, leur broyat est encore capable de rendre les cannibales plus réactifs à la lumière. Tout se passe comme si la manipulation des victimes produisait la synthèse d'une « substance excitatrice » capable de stimuler les cannibales, sans qu'il y ait, à aucun moment, transfert de mémoire.

On peut d'ailleurs confirmer ces critiques à l'aide d'un autre type d'apprentissage. La plupart des difficultés rencontrées dans les expériences de Mc Connell viennent, en effet, du fait qu'il utilise, comme test de « mémoire », le taux de réponses des animaux à la lumière. Chaque fois qu'un animal effectue un grand nombre de réponses à la lumière, Mc Connell en conclut qu'il a retenu le conditionnement. Or, de nombreux facteurs de l'environnement peuvent modifier ce taux des réponses. Il était donc intéressant d'essayer des expériences du même genre avec un autre type d'apprentissage. C'est pourquoi divers auteurs ont essayé chez la planaire le transfert par cannibalisme de discriminations acquises.

L'appareil est constitué par des labyrinthes en Y découpés dans des blocs de paraffine. A l'aide de chocs électriques délivrés dans l'une des deux branches, on apprend aux animaux à choisir l'allée de gauche ou l'allée de droite. Les animaux ainsi entraînés sont ensuite broyés et ingérés par des cannibales que l'on teste dans les mêmes appareils. On conçoit qu'une discrimination entre l'allée de gauche ou l'allée de droite dans un labyrinthe en Y soit nettement moins sensible aux conditions de l'environnement que la mesure du taux des réponses à la lumière. Si les conditions du milieu changent (température,

manipulation des animaux, etc.), cela ne leur donne pas de raison particulière de tourner à gauche plutôt qu'à droite. Un succès dans le transfert de telles discriminations acquises serait donc un fort argument en faveur du codage chimique de l'information mémorisée. Malheureusement, selon de nombreux auteurs, les expériences ne réussissent pas.

Malgré leurs perspectives fascinantes, les travaux de Mc Connell se heurtent donc à de graves objections. A la suite de celles que nous avons formulées et de bien d'autres que nous ne pouvons aborder ici, il apparaît aujourd'hui que les phénomènes décrits sont des artefacts.

Un transfert de mémoire chez les vertébrés?

En 1965, plusieurs équipes, stimulées par les travaux de Mc Connell, tentèrent, chez les vertébrés, des expériences de transfert d'information acquise d'un animal à l'autre par des extraits de cerveau. Quatre d'entre elles publièrent des résultats positifs.

Certains de ces auteurs ayant utilisé, pour les injections, un extrait plus ou moins purifié d'A.R.N., impliquèrent tout de suite l'A.R.N. dans les transferts et en firent donc la molécule porteuse de l'information acquise. Les autres furent plus prudents, ne précisant pas la nature du facteur responsable ou lui attribuant une nature protéique. Ces travaux déclenchèrent une cascade de recherches et d'âpres controverses.

Les principaux résultats publiés dans les années qui suivirent peuvent se répartir en trois catégories : des résultats positifs impliquant l'A.R.N. ; des résultats positifs impliquant des protéines ; des résultats négatifs. Cette question reste encore aujourd'hui largement débattue. Mais, sans qu'il soit possible de déterminer avec certitude ce que les recherches futures apporteront, il est d'ores et déjà possible aujourd'hui de tirer quelques conclusions.

Il paraît vraisemblable que l'on puisse transférer, d'un animal entraîné à un animal qui ne l'est pas, des facteurs du système nerveux capables de modifier le comportement de l'animal accepteur. Ce résultat a été retrouvé par un tel nombre d'équipes dans le monde qu'il paraît difficile de le mettre en doute. D'ailleurs la controverse qui portait à l'origine sur l'existence même du phénomène s'est depuis déplacée sur sa nature et sa signification. Il paraît également vraisemblable, à l'heure actuelle, que des peptides, c'est-à-dire de petites protéines, sont responsables des effets observés. Les résultats obtenus avec des extraits à base d'A.R.N. seraient en fait dus à des impuretés. Plus personne aujourd'hui ne défend le rôle de l'A.R.N. dans ces transferts. Mais la grande question qui demeure est de savoir comment il faut interpréter l'effet de ces peptides sur le comportement des animaux.

A ce propos, deux thèses sont actuellement en présence. Pour certains auteurs, ces neuro-peptides agissent de façon relativement non-



Georges Ungar (en haut à gauche) et le dispositif de test de la scotophobine, avec la boîte noire.

spécifique sur le comportement et s'avèrent capables de faciliter grossièrement certains grands groupes d'apprentissages. Il s'agirait en quelque sorte d'hormones d'un type particulier. Divers chercheurs, et notamment le groupe de De Wied, ont d'ailleurs montré que des peptides dont la nature hormonale est incontestable peuvent avoir des actions facilitatrices ou inhibitrices sur l'apprentissage. Pour d'autres auteurs, en revanche, les peptides impliqués dans les transferts sont beaucoup plus que de simples agents facilitateurs de l'apprentissage. Ce sont des molécules porteuses d'une information précise et qui jouent dans le codage de la mémoire un rôle spécifique. C'est la thèse soutenue notamment par Georges Ungar aux Etats-Unis.

Les travaux d'Ungar

Ungar a effectué, ces dernières années, d'impressionnants travaux sur l'apprentissage de l'évitement de l'obscurité par les rongeurs. Les rongeurs (rats, souris), mis dans un dispositif expérimental qui comporte un endroit obscur (boîte noire), tendent à s'y réfugier. En délivrant dans la boîte noire de forts chocs électriques, on peut leur faire acquérir une aversion de l'obscurité, une « peur du noir ». Si l'on injecte des extraits de cerveaux ainsi entraînés à des accepteurs, ces derniers passent moins de temps dans la boîte noire. Il semble donc qu'un facteur responsable de la peur du noir soit transmissible d'un animal à l'autre.

Ungar a purifié le peptide contenu dans les extraits bruts. Après un très gros travail qui a

consisté à stocker plusieurs milliers de cerveaux de rats entraînés, puis à les fractionner par diverses techniques chimiques, il a obtenu un peptide pur, constitué d'une chaîne de 15 acides aminés, qu'il a appelé *scotophobine*, ce qui signifie : « qui provoque la peur du noir ». Le peptide a pu, depuis, être reproduit artificiellement par synthèse et la molécule synthétique a, si l'on en croit les diverses équipes qui ont confirmé les résultats d'Ungar, les mêmes propriétés « scotophobiques » que la molécule naturelle.

Il est sans doute encore trop tôt pour émettre un avis définitif sur le mode d'action de la scotophobine, mais ce que l'on peut dire, c'est que les brillants travaux d'Ungar n'ont pas entraîné une conviction unanime. La principale critique qui peut être formulée à leur propos concerne la spécificité de la molécule. S'il paraît évident qu'Ungar a isolé une molécule intéressante, il est moins clair que son effet spécifique soit relatif à la peur de l'obscurité. On peut très bien concevoir que le peptide isolé agisse sur des paramètres moins précis du comportement (activité, émotivité) avec pour conséquence le fait que les animaux passent moins de temps dans la boîte noire.

Le choix des couleurs chez le poisson rouge

Parallèlement à ces travaux sur la scotophobine, diverses équipes ont cherché à apporter, à l'aide d'études de comportement animal, une

démonstration de la spécificité des essais biologiques et, par voie de conséquence, de la nature chimique du codage de l'information acquise. Beaucoup d'espoir avait été mis notamment dans le transfert de la discrimination des couleurs chez le poisson rouge.

Le poisson rouge, dont nous avons déjà parlé à propos des travaux d'Agranoff, présente une vision des couleurs assez proche de celle de l'homme. On peut entraîner les animaux dans un aquarium d'évitement divisé en deux compartiments ; chaque compartiment peut être éclairé d'une couleur particulière, par exemple bleu ou rouge. Si l'un des compartiments est éclairé en bleu, l'autre sera éclairé en rouge, mais, lors des essais successifs, la nature, bleue ou rouge, de la lumière baignant chaque compartiment sera modifiée de façon aléatoire. En d'autres termes, le poisson se trouvant dans un compartiment donné sera, lors des essais d'apprentissage successifs, plongé, au hasard, dans du bleu ou dans du rouge.

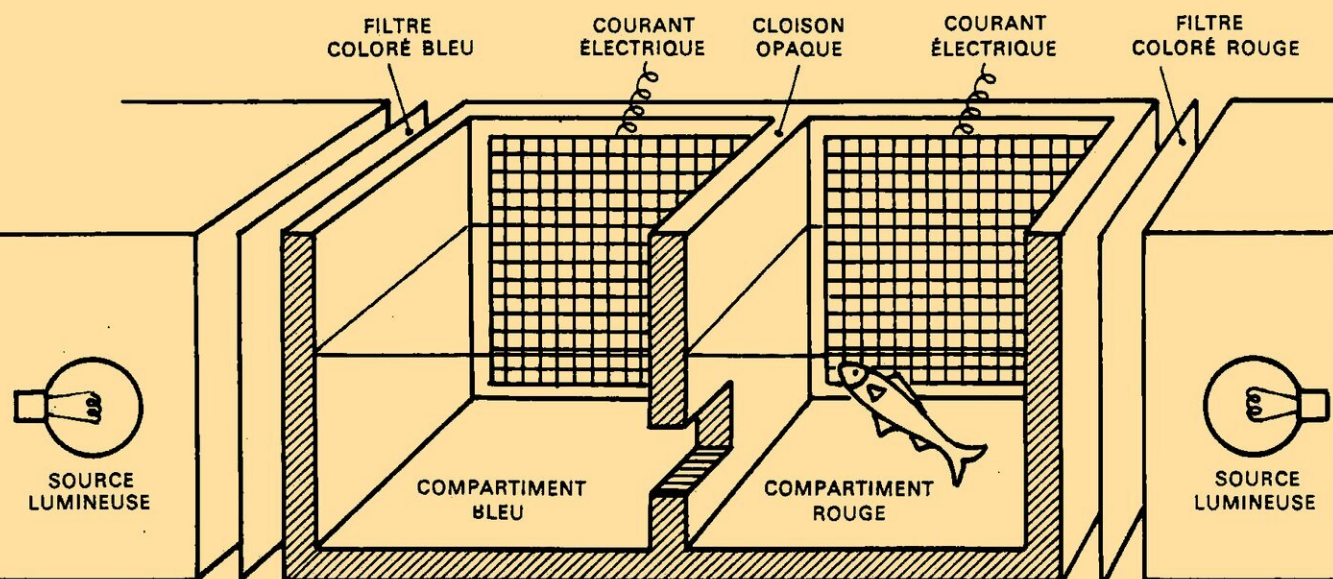
On peut entraîner deux groupes de poissons de façon antagoniste ; l'un des groupes recevra des chocs électriques dans le bleu : il apprendra donc à fuir le bleu et à rechercher le rouge ; l'autre groupe, au contraire, devra apprendre à fuir le rouge et à rechercher le bleu. Lorsque les groupes sont bien entraînés, on peut préparer un extrait à partir de leur système nerveux, l'injecter à des animaux accepteurs et étudier ensuite le choix des couleurs dans le même dispositif.

Les auteurs qui effectuèrent les premières expériences de ce genre trouvèrent que les accepteurs manifestaient des préférences de couleurs semblables à celles des donneurs. Ils en conclurent qu'une discrimination fine pouvait être transférée par voie chimique et que l'on disposait là d'un argument irréfutable en faveur du codage chimique de l'information acquise.

Ces premiers espoirs furent malheureusement déçus, car on montra par la suite que les poissons possèdent des préférences spontanées qui entraînent des conséquences importantes. Ainsi, ils préfèrent le bleu au rouge. On peut même dire qu'ils manifestent pour le rouge une aversion assez nette. Il s'ensuit que pour leur apprendre à fuir le rouge, trois jours d'entraînement suffisent, alors que, pour leur apprendre à fuir le bleu et à choisir le rouge, il faut près de trois semaines. Les extraits de cerveaux « entraînés » diffèrent donc par bien d'autres choses que par la simple acquisition d'un conditionnement aux couleurs. Les quantités de traumatismes subis par les deux groupes d'animaux sont nettement différentes et les facteurs de stress qui en résultent peuvent très bien modifier le comportement des accepteurs sans qu'il soit nécessaire de faire appel à des molécules spécifiques.

Si nous avons insisté sur ces expériences, c'est qu'elles nous paraissent exemplaires des difficultés que l'on rencontre dans l'analyse des bases chimiques de la mémoire et qu'elles montrent parfaitement comment des résultats, à l'origine séduisants, se heurtent finalement à des objections majeures.

On peut se demander si la seule « preuve irréfutable » d'une base moléculaire de la mémoire n'est pas à rechercher dans l'identification de nombreuses molécules, spécifiques chacune d'un type particulier d'apprentissage. Nous avons parlé des recherches d'Ungar sur le fractionnement de la scotophobine. Conscient du fait que le fractionnement d'une seule molécule, pour spectaculaire qu'il soit, ne peut entraîner une conviction unanime, Ungar se propose de s'attaquer à d'autres peptides en rapport avec d'autres situations d'apprentissage. Des résultats encourageants ont été obtenus dans l'apprentissage élémentaire que constitue l'habituation des rats à un son violent : l'animal, qui sursaute violemment



Coupe schématique de l'appareil utilisé pour l'apprentissage des couleurs chez le poisson rouge.

lorsque le son se fait entendre au début de l'expérience s'habitue au point, à la fin, de ne plus réagir. Ungar est sur le point de fractionner une molécule liée à cette habitude.

Mais tant que ces travaux ne seront pas parvenus à l'aboutissement qu'ils se proposent, l'identification de molécules liées à des types précis d'information mémorisée, la prudence restera sans doute l'attitude la plus sage. Il est trop tôt pour écrire, comme on le fait trop souvent, que les bases de la mémoire sont trouvées et que celles-ci reposent sur un codage moléculaire. Malgré tous les travaux que nous venons de décrire, nous ignorons encore tout des principes de codage dans le cerveau de l'information acquise.

Les premières phases de la mémoire

Quelles conclusions tirer de toutes ces études concernant les bases chimiques de la mémoire ? Tout d'abord qu'il apparaît incontestable aujourd'hui que la synthèse des protéines joue un rôle essentiel dans le traitement de l'information acquise et dans sa mise en mémoire. Mais ces travaux n'ont pu, en revanche, atteindre ce qui était leur but initial, c'est-à-dire prouver l'existence d'un codage chimique. Ceci ne veut pas dire que ce codage n'existe pas, mais qu'il reste, aujourd'hui encore, une hypothèse.

Ce relatif échec ne doit pas conduire à des conclusions trop pessimistes. La mise en évidence du rôle de la synthèse protéique dans la mémorisation est, en elle-même, une découverte importante. D'autre part, les recherches qui se poursuivent pourront déboucher sur des concepts nouveaux.

Déjà, le travail accompli guide la recherche sur des voies nouvelles. On peut ainsi se demander si, plutôt que d'étudier la mémoire telle qu'elle existe, « statiquement », dans le cerveau, il ne pourrait pas être plus intéressant d'étudier la façon dont elle se forme, ou, en d'autres termes, les premières phases du traitement de l'information acquise. C'est ce qu'a entamé, depuis quelques années déjà, le groupe de Vincent Bloch à Gif-sur-Yvette.

Les premiers travaux du groupe ont porté sur les effets de la stimulation d'une région particulière du cerveau connue pour moduler l'excitabilité du cortex, la formation réticulée mésentocéphalique. Si, à l'aide d'électrodes implantées dans la formation réticulée du rat, on effectue, immédiatement après la saisie de l'information, des stimulations électriques de très faible intensité, on facilite nettement cette toute première phase de la mémorisation (Denti, Deweer et Bloch).

Bloch et ses collaborateurs furent alors conduits à s'intéresser à une phase du sommeil durant laquelle le cerveau présente une activité voisine de celle de l'état de veille. Cette phase, connue techniquement sous le nom de

sommeil paradoxal, est vraisemblablement celle durant laquelle se produisent les rêves. Leconte, Hennevin et Bloch, ont pu montrer que cette phase longtemps mystérieuse jouait un rôle essentiel dans la consolidation de la mémoire. Chez le rat, la suppression du sommeil paradoxal se traduit par une impossibilité de mémoriser. Chez le rat également, toute acquisition d'information entraîne, en revanche, un accroissement de la durée du sommeil paradoxal dans l'heure qui suit. Il semble donc bien que cette phase du sommeil joue un rôle dans les premières phases de la mémoire.

Divers auteurs ont montré qu'il semblait y avoir, durant le sommeil paradoxal, un accroissement de la synthèse des protéines.

Ainsi, par le biais de l'étude du sommeil paradoxal, une approche beaucoup plus précise du rôle de la synthèse protéique dans la mémorisation s'avère possible et l'on assistera sans doute à des travaux dans cette voie dans les années à venir.

Le fait, d'autre part, que les travaux de Bloch s'adressent à des phases relativement rapides du traitement de l'information (de l'ordre de la minute pour la phase modulée par la stimulation réticulaire, de l'heure pour celle liée au sommeil paradoxal) laisse supposer qu'y interviennent, en ce qui concerne la biochimie du cerveau, des mécanismes également rapides. Sans que ce soit nécessairement exclusif d'autres processus, on peut raisonnablement penser à un rôle des systèmes d'amines biogènes du cerveau, dont on commence à connaître assez bien les modalités de fonctionnement biochimique (voir les articles de ce numéro consacrés à cette question). Ici encore, on peut espérer que des travaux futurs essaieront de préciser l'intervention de ces amines biogènes dans le déterminisme des premières phases de la mémorisation.

Georges CHAPOUTHIER

BIBLIOGRAPHIE

- Florès César : « La Mémoire », P.U.F., coll. *Que sais-je*, 1972.
Lieury Alain : « La Mémoire », Dessart et Mardaga, édit. Coll. Psychologie et Sciences humaines, 1975.
Rougeul A. : « Apprentissage et Conditionnement », La Physiologie, publié sous la direction de Ch. Kayser, Flammarion, 1969, chapitre XVI, pp. 1121-1213.
John E.R. : « Mechanisms of Memory », Academic Press, New York, 1967.
Deutsch J.A. editor : « Physiological Basis of Memory », Academic Press, New York, 1973.
Ungar G., editor : « Molecular Mechanisms in Memory and Learning », Plenum Press, New York, 1970.
Chapouthier G. : « Aspects chimiques de l'apprentissage », dans la Revue des Questions scientifiques, 1974, 145, n° 2, pp. 279-300.
Bovet D., Fessard A., Florès C., Frijda N.H., Inhelder B., Milner B. et Piaget J. : « La Mémoire », (Symposium), P.U.F., 1970.

VIGILANCE ET SOMMEIL



« Les Phases de la Nuit », Max Ernst, 1946.

Les niveaux de vigilance correspondant à l'état de veille peuvent être étudiés de diverses manières. Soit du point de vue des performances psychomotrices; soit du point de vue de l'électricité

corticale; soit, enfin au niveau de circuits nerveux spécialisés de découverte récente. La neuroanatomie et la neurochimie apportent en effet un nouvel éclairage sur les mécanismes fondamentaux de la veille et du sommeil.



● Aux théories anciennes d'un contrôle humoral du sommeil ont succédé, depuis le début du siècle, des théories neurologiques. Après la première guerre mondiale, la description, par Von Economo, de lésions anatomiques du système nerveux central associées à l'encéphalite léthargique faisait poser l'hypothèse d'un centre du sommeil situé au niveau de la partie haute du tronc cérébral.

En 1949, les travaux de Moruzzi et Magoun sur le rôle de la formation réticulée du tronc cérébral dans l'état de veille tendaient à substituer au centre du sommeil, un centre de la veille.

La description, un peu plus tard, par Azerinski et Kleitman, d'une phase particulière du sommeil (ou sommeil paradoxal), faisait perdre à ce dernier son caractère de phénomène homogène. L'association de cette phase particulière du sommeil à l'activité onirique, au rêve, puis la mise en évidence de médiateurs chimiques intervenant sur le niveau de vigilance furent à l'origine d'un grand développement des études sur le sommeil.

Une structure particulière du système nerveux central, la formation réticulée, joue un rôle fondamental dans le contrôle du niveau de vigilance. Elle peut être comparée à un aiguillage complexe qui permet à l'organisme de passer d'un mode de fonctionnement ouvert sur le monde extérieur (la veille) à un fonctionnement

en circuit fermé (le sommeil). Ce dernier permet, par la relaxation musculaire et le ralentissement des fonctions végétatives et corticales qui l'accompagnent, une récupération.

Le sommeil n'est cependant pas un état homogène. Il évolue de façon cyclique avec des périodes de grande activité au niveau du cortex cérébral, des structures sous-corticales et des fonctions végétatives. Ces activités diminuent l'état de relaxation de l'organisme sans toutefois aller jusqu'à l'éveil.

Vigilance et activation de l'organisme

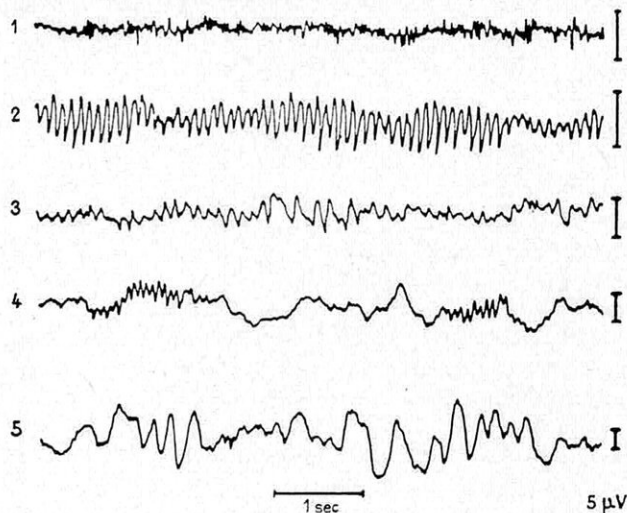
Les recherches sur le sommeil, qui visent à connaître les modalités de la récupération nocturne, conduisent à étudier cet état en soi. Les travaux sur la veille, au contraire, ont essentiellement porté sur ses rapports avec l'activité des sujets, c'est-à-dire sur la mesure de performances capables de traduire un certain niveau de vigilance corticale ou d'activation de l'organisme.

On étudie donc le plus souvent l'efficacité du sujet éveillé, sa capacité de répondre à toute éventualité d'origine externe ou interne, et on essaie de la mettre en relation avec les niveaux de vigilance classiquement définis à partir de l'activité électrique corticale.

L'électroencéphalogramme d'un sujet éveillé



Armelle Kerneis-Jacana



Echantillons de tracés électroencéphalographiques de l'homme au cours de : 1) l'attention ; 2) la veille relâchée ; 3) l'assoupissement ; 4) le sommeil léger ; 5) le sommeil confirmé.

est constitué de rythmes rapides et peu amples, les rythmes bêta. Lorsqu'un état de relaxation du sujet est obtenu (vigilance moins élevée), un rythme plus lent (8 à 12 cycles/s) et plus ample que le précédent peut être observé, surtout dans les régions occipitales. Il s'agit du rythme alpha. Au cours de l'endormissement, des rythmes encore plus lents, 4 à 8 cycles/s, dits encore rythmes thêta, apparaissent.

Il existe une relation entre la performance effectuée et le degré d'activation de l'organisme. Le niveau de performance croît avec le niveau d'activité des centres nerveux. Mais, au-delà d'un certain seuil d'activation, la performance

diminue. Ceci a pu être montré chez le singe soumis à des tests de discrimination. Chez cet animal, la stimulation électrique de la formation réticulée ou l'injection d'amphétamines améliorent d'abord la performance. Au-delà d'une certaine intensité de stimulation ou d'une certaine dose d'amphétamines, toutefois, la performance se détériore alors que l'activation continue à croître.

Certains auteurs ont lié cette détérioration à l'état d'émotivité ou d'hyperexcitation. Elle peut correspondre aussi à des conditions de stress reproduites par la stimulation électrique ou par l'injection.

Les tests de la vigilance

Les tests de vigilance mis au point en psychologie expérimentale sont effectués dans des conditions où le niveau d'activation est bas. Les premières recherches en ce sens, très empiriques, ont été celles de Mac Worth pendant la seconde guerre mondiale. Il s'agissait à l'époque d'essayer de prévenir la non-détection des sous-marins allemands par les radaristes de la RAF.

Ces travaux ont permis la mise en évidence des caractéristiques de la tâche intervenant dans la dégradation de la performance.

- Le sujet est isolé et n'a pas connaissance des performances qu'il réalise.

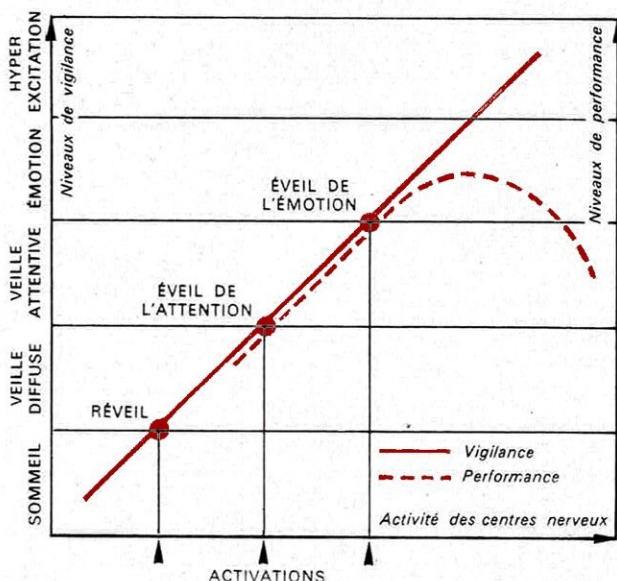
- Les signaux à détecter sont peu fréquents, irréguliers et surviennent sans préavis. Leur intensité est faible. Ils n'apparaissent que pendant un temps très court (dans un test de Mac Worth, le sujet surveille une horloge dont l'aiguille fait un tour de cadran par minute en 100 bonds successifs. Six fois par quart d'heure, à intervalles irréguliers, l'aiguille fait un double saut, que le sujet doit détecter).

- La tâche est prolongée et continue. La durée de l'expérience est, le plus souvent, très supérieure à la demi-heure.

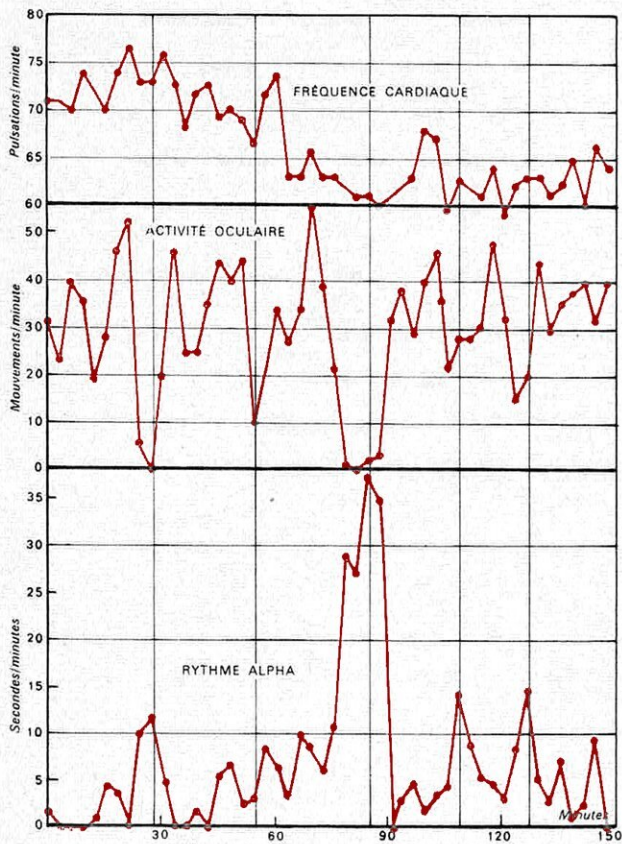
Dans ce type d'expérience, les critères d'efficacité sont simples. On compte le nombre de signaux détectés ou, à l'inverse, le nombre de signaux omis. On y ajoute parfois le nombre de réponses supplémentaires (réponse positive en l'absence de signal) ou le temps de réaction (temps entre l'apparition du signal et la réponse du sujet).

Dans cette situation, on enregistre de nombreux paramètres physiologiques : électroencéphalogramme, fréquence cardiaque et respiratoire, mouvements oculaires et clignement des paupières, etc. On peut ainsi mettre en évidence, dans le cours de la tâche, des abaissements nets du niveau d'activation de l'organisme : diminution des fréquences cardiaque et respiratoire, diminution des mouvements oculaires, développement de rythmes alpha sur l'électroencéphalogramme.

On a pu ainsi définir les conditions essentielles d'une amélioration de la performance. La durée de l'expérience est primordiale. Au-delà de trente minutes, la performance diminue. Elle



Les relations entre niveau de vigilance, niveau d'activité des centres nerveux et niveau de performance pour une tâche donnée : le passage du sommeil à la veille correspond à une activation des centres nerveux ; une activation plus importante marque le passage de la veille diffuse à la veille plus attentive ; une activation encore plus importante va aboutir à un état d'émotion.



Exemple de fluctuations concomitantes des activités cardiaque, oculaire et corticale présentées par un sujet au cours d'une tâche de vigilance. Lors d'un épisode de fléchissement du niveau de vigilance (au centre de la figure) la fréquence cardiaque et l'activité oculaire diminuent, tandis que la quantité des rythmes alpha augmente (d'après Tarrière et Hartemann, 1968).

peut être maintenue à un niveau stable si des pauses entrecourent la tâche ou si le sujet est informé de ses résultats.

Le rôle du sommeil

Dans certaines situations de travail, la non détection de signaux peut être génératrice d'accidents. La conduite automobile, surtout de nuit et pendant plusieurs heures, constitue une situation réelle de vigilance. L'apparition d'épisodes d'endormissement peut être prévenue par des pauses périodiques, réactivant l'état de veille par quelques activités (marche, prise d'aliments), ou, à l'inverse, par un bref sommeil.

Dans des situations telles que la conduite, la pauvreté de l'environnement semble jouer un rôle primordial quant à la difficulté de maintenir un niveau de vigilance suffisant (situation monotone, niveau d'éclairement bas, diminution du nombre d'informations). Il est bien connu, depuis Pavlov, que les situations où la quantité d'informations est diminuée sont pénibles à supporter. La tendance naturelle est d'y échapper en se réfugiant dans le sommeil.

Les tests de vigilance mettent d'ailleurs en évidence une relation directe entre la qualité de

la veille et celle du sommeil qui l'a précédée. L'effet de la privation partielle ou totale de sommeil a été, à cet égard, bien étudiée par Wilkinson.

Les sujets sont soumis à des tests de vigilance d'une durée de 60 minutes, deux jours par semaine pendant six semaines. La nuit ou les deux nuits précédant le test, leur durée de sommeil a été variable, de 7 h 1/2, à 5, 3, 2, 1 ou 0 heures.

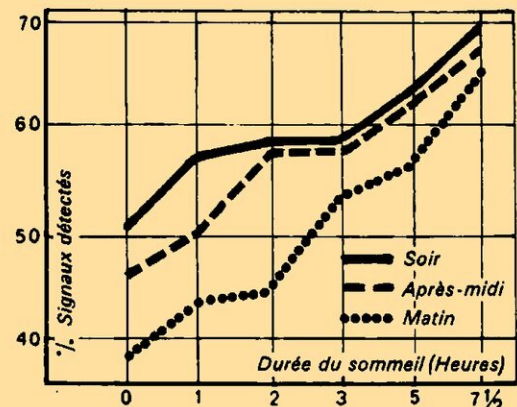
La réduction du temps de sommeil diminue la performance du sujet de façon significative. On note toutefois que les effets de la privation sont différents selon l'heure à laquelle le test est effectué. La dégradation de la performance est maximale le matin et minimale le soir. On retrouve ici les données sur le rythme nycthéméral de la vigilance, laquelle est minimale le matin au réveil, croît progressivement dans la journée, et atteint son niveau maximal le soir ou en fin d'après-midi.

Le sommeil à ondes lentes

Toutes les vingt-quatre heures, en principe, la veille est interrompue par le sommeil. De l'endormissement à l'éveil, se succèdent plusieurs stades de sommeil qui en font, globalement, un phénomène cyclique.

Le *sommeil à ondes lentes* constitue 70 à 80 % de la durée totale du sommeil. Le *sommeil paradoxal* occupe les 20 à 30 % restant et survient toutes les 90 minutes environ.

L'endormissement est réalisé en partie grâce à un isolement du sujet des simulations auditives, visuelles ou autres qui caractérisent l'état de veille. A ce stade, peuvent se présenter des images plus ou moins stéréotypées et des sensations de distorsion corporelle (Alice entrant au Pays des Merveilles...). L'électroencéphalogramme se modifie de façon concomitante, passant des rythmes alpha de la veille « relaxée » (8 à 12 cycles/s) à un rythme thêta.



Relations entre la performance et la durée du sommeil des deux nuits qui la précèdent, selon l'heure de la journée.

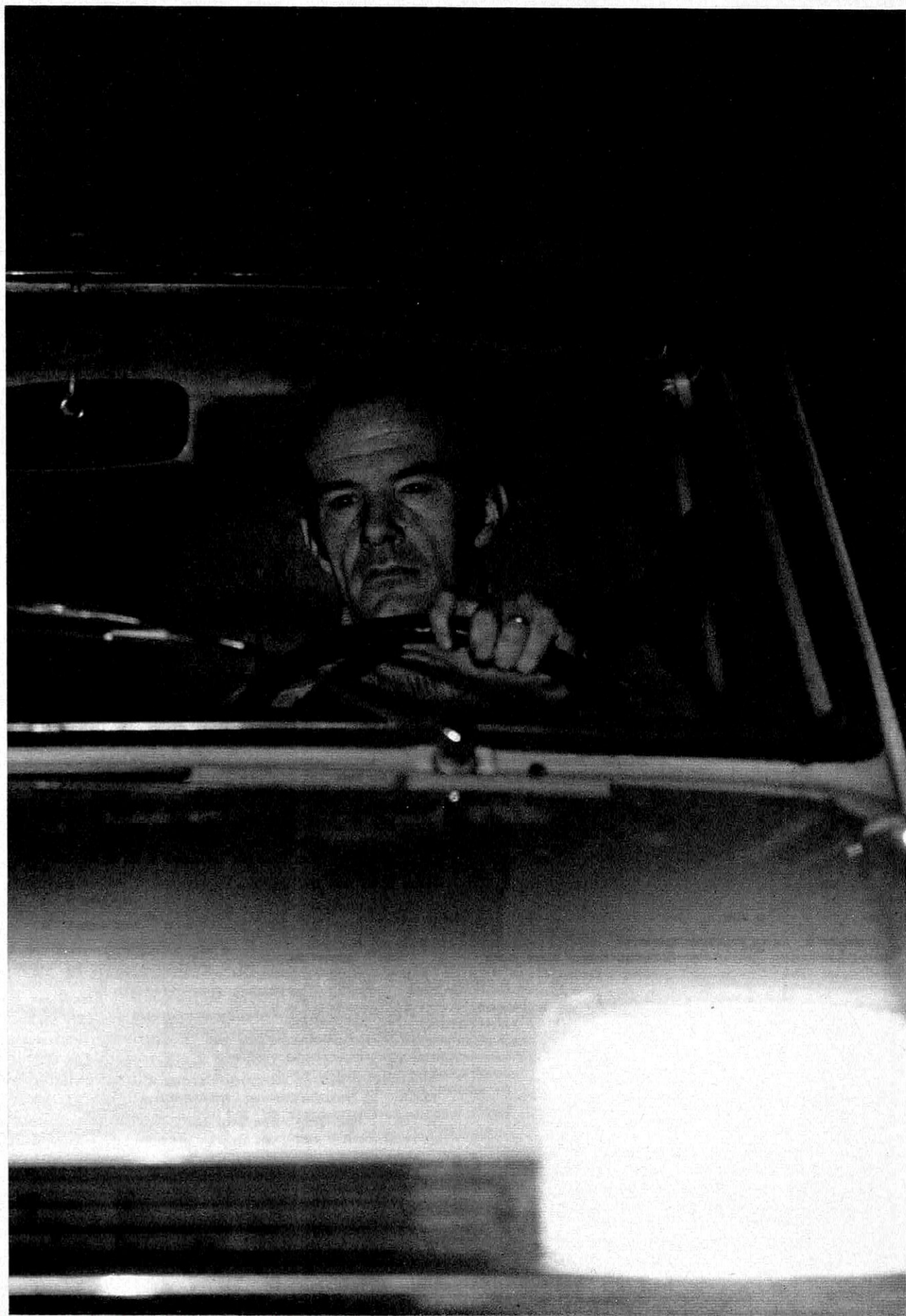


Photo J.-P. Bonnin.

En conduite de nuit, la pauvreté de l'environnement peut entraîner une baisse de la vigilance.

Lorsque le sommeil se confirme, le ralentissement des rythmes corticaux se poursuit. Au sommeil profond vont correspondre des ondes lentes de grande amplitude (0,5 à 3 cycles/s).

Pendant le sommeil à ondes lentes, le repos somatique est net. Le sujet est immobile, bien qu'il conserve un certain tonus musculaire, surtout au niveau des muscles axiaux. Quelques mouvements oculaires très lents sont observés. Les réflexes tendineux diminuent d'amplitude. Les activités cardiaque et respiratoire sont régulières et diminuent à mesure que la profondeur du sommeil s'accroît. La température centrale, enfin, s'abaisse.

Le sommeil à ondes lentes est augmenté après l'exercice physique, son stade le plus profond semblant correspondre spécialement à une récupération physique.

Si l'on éveille le sujet dormant dans ces conditions, peu de rêves sont relatés. Les quelques récits obtenus sont peu imagés ou peu précis.

Le sommeil paradoxal

Les phases de sommeil paradoxal surviennent cinq à six fois au cours du sommeil, avec une durée d'environ 15 minutes qui tend à augmenter progressivement. Le réveil se fait le plus souvent à la fin du dernier épisode.

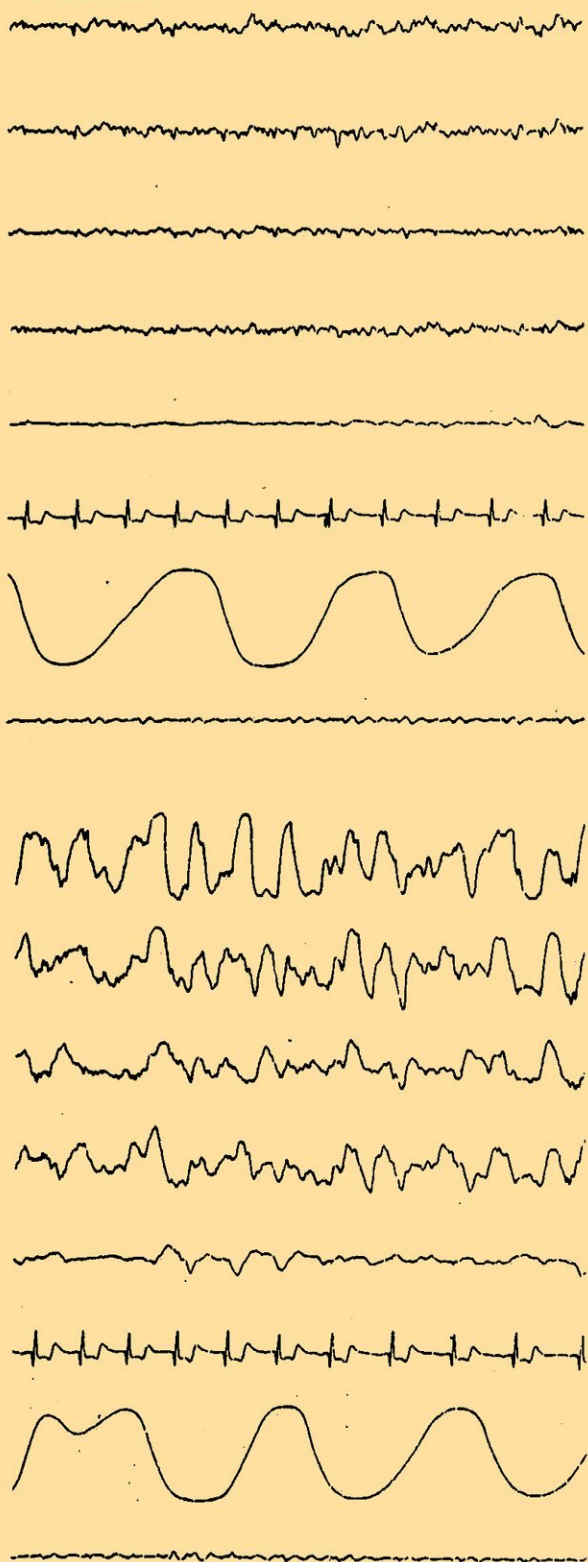
Ce type de sommeil est caractérisé par un électroencéphalogramme dépourvu d'ondes très lentes et peu différent des rythmes thêta de l'endormissement. Le seuil d'éveil est toutefois plus élevé. Il se caractérise aussi par des mouvements rapides et bilatéraux des globes oculaires, groupés en séquences.

Les extrémités des membres et la face sont le siège de contractions musculaires peu amples. Les activités cardiaque et respiratoire sont irrégulières et l'activité métabolique (augmentation du débit sanguin cérébral, élévation de la température du cerveau) est plus intense que dans le sommeil à ondes lentes. A l'inverse, le tonus musculaire est aboli, ainsi que les réflexes.

Lorsqu'on éveille le sujet, il peut souvent raconter un rêve, plus ou moins structuré et cohérent, parfois d'une très grande richesse.

De tous temps, le rêve a suscité des tentatives d'interprétation, allant de la prémonition aux théories psychanalytiques. Il est en tout cas établi actuellement que le sommeil paradoxal existe dès avant la naissance et prédomine chez le sujet jeune. Il est très répandu dans le monde animal et existe chez tous les mammifères.

Le rêve semble en relation avec la vie pulsionnelle (comportements sexuels, alimentaires) et avec la mémorisation à long terme. Dement parle d'une énergie pulsionnelle excédentaire qui s'évacuerait durant cette phase comme par une valve de sécurité. Sur un plan nettement différent, Roffwarg (1966) suppose que le sommeil paradoxal procure au cortex les stimulations endogènes nécessaires à sa maturation. Selon



**Enregistrements polygraphiques
d'une phase de sommeil paradoxal (en haut)
et d'une phase de sommeil
à ondes lentes (en bas).
Sur les quatre dérivations
de l'électroencéphalogramme
(en haut dans chaque document)
les différences de fréquences
et d'amplitude
sont parfaitement nettes.**

Jouvet, il interviendrait dans la sélection et l'utilisation de l'information reçue à l'état de veille.

Les deux types de sommeil sont indispensables. Après privation sélective de l'un ou de l'autre, on assiste à un rebond avec récupération du type de sommeil dont le sujet a été privé. Si la privation a été totale, elle porte la première nuit sur le sommeil lent, les nuits suivantes sur le sommeil paradoxal.

Variations et troubles du sommeil

Les variations du sommeil en fonction de l'âge sont importantes. Chez le nouveau-né, la durée du sommeil par 24 heures est très élevée et il survient par courtes périodes alternant avec de courtes périodes de veille, le jour comme la nuit. Par la suite, le rythme des repas organise des périodes de veille plus longues. A un an, le sommeil nocturne est déjà bien individualisé.

La sieste de l'après-midi n'est supprimée que vers cinq ans, et la durée quotidienne du sommeil diminue jusqu'à l'adolescence, reste sensiblement stable chez l'adulte, puis s'abaisse à nouveau au-delà de 65 ans, avec apparition d'éveils nocturnes. La proportion de sommeil paradoxal subit une évolution parallèle.

L'évolution du sommeil et de l'état de veille est un bon indice du vieillissement. Chez le vieillard, les siestes réapparaissent, les niveaux de vigilance sont plus facilement perturbés et le sommeil est moins profond. Ces données reflètent, en fait, la diminution générale des variations nyctémérales dans les phénomènes biologiques.

Le nombre des recherches menées sur le sommeil depuis une vingtaine d'années est considérable et beaucoup plus important que les travaux sur l'état de veille. Tant en Europe qu'aux USA ou en URSS, des centres spécialisés abordent les multiples problèmes. Certaines équipes, en particulier, se sont spécialisées dans la thérapeutique des troubles du sommeil.

La formation réticulée

La régulation des niveaux de vigilance, des états de veille et de sommeil, est assurée par la formation réticulée du tronc cérébral. Cette structure possède des relations étroites avec l'ensemble du système nerveux central. Elle est, par ailleurs, informée en permanence des modifications survenant dans l'organisme et des besoins de ce dernier.

Du point de vue anatomique, la formation réticulée est située à la partie médiane du tronc cérébral, du bulbe rachidien au diencéphale. Elle comporte en tout plus de quarante noyaux. Vers l'avant, elle est prolongée, du point de vue fonctionnel, par certains noyaux du thalamus et de l'hypothalamus.

Selon la taille de leurs corps cellulaires, on peut distinguer, à l'intérieur de la formation réticulée, trois groupes de neurones. Ces cellules ont de très longs axones, avec de nombreux dendrites qui forment des réseaux et des circuits, véritable « reticulum » qui a valu son nom à l'ensemble de la structure.

Le développement des techniques d'histofluorescence (Falk, 1962) a permis de mettre en évidence plusieurs systèmes de neurones possédant des transmetteurs chimiques différents.

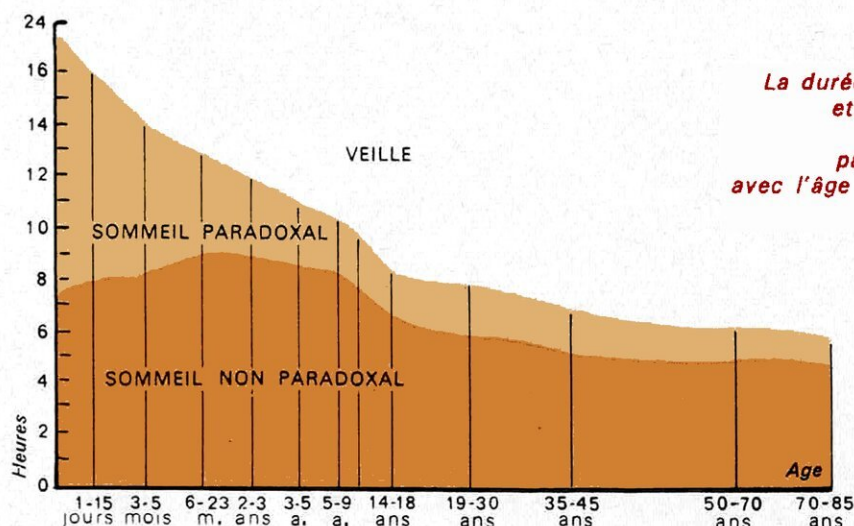
- Le premier est constitué de neurones dont les terminaisons libèrent de la sérotonine ; leurs corps cellulaires sont essentiellement groupés au niveau du *raphé* (voir illustration p. 78).

- Le second a comme transmetteur la noradrénaline ; les corps cellulaires constituent le complexe du *locus coeruleus*.

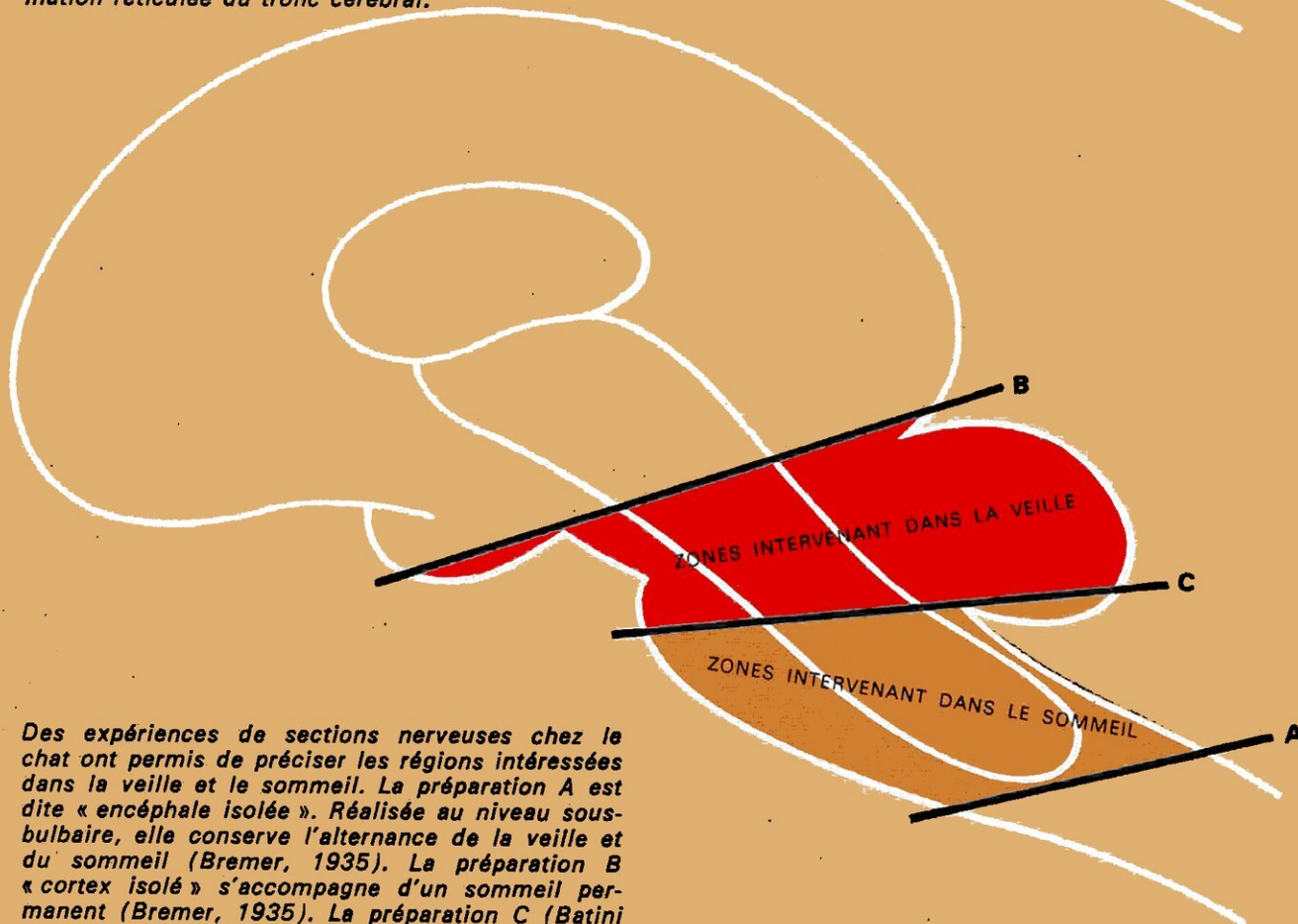
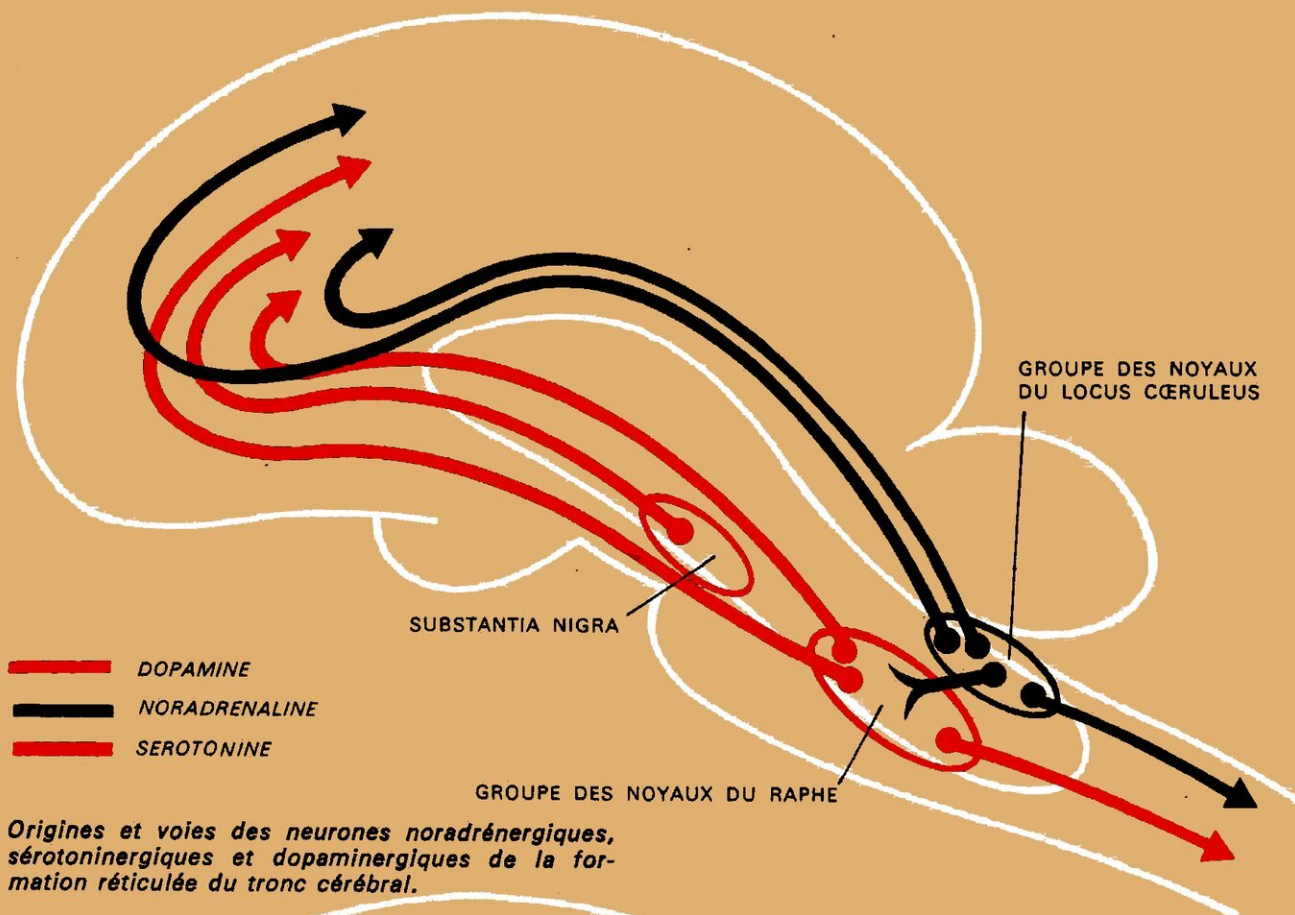
- Le troisième libère de la dopamine ; les corps cellulaires forment la *substantia nigra*.

- Il existe encore de nombreux neurones cholinergiques (libérant de l'acétylcholine), non regroupés en formations anatomiques très précises.

Du point de vue fonctionnel, la formation réticulée possède deux propriétés remarquables. D'une part, elle est un système non spécifique, qui intègre les informations nerveuses provenant



La durée du sommeil total et le pourcentage de sommeil paradoxal diminuent avec l'âge (d'après Roffwarg et coll. 1966).



Des expériences de sections nerveuses chez le chat ont permis de préciser les régions intéressées dans la veille et le sommeil. La préparation A est dite « encéphale isolée ». Réalisée au niveau sous-bulbaire, elle conserve l'alternance de la veille et du sommeil (Bremer, 1935). La préparation B « cortex isolé » s'accompagne d'un sommeil permanent (Bremer, 1935). La préparation C (Batini et coll. 1959), passant en avant de l'origine du nerf trijumeau, s'accompagne de veille permanente.

à la fois de la périphérie (par les systèmes sensoriels), du cortex et du cervelet (par les systèmes moteurs). D'autre part, elle va exercer des actions facilitatrices ou inhibitrices sur le fonctionnement des systèmes sensoriels et moteurs.

Ainsi, la formation réticulée est le lieu de convergence d'influx provenant de toutes les modalités sensorielles. Les axones des neurones sensoriels ascendants lui envoient des collatérales. Les influx qu'elles acheminent perdent leurs caractères spécifiques (visuels, auditifs, tactiles, etc.) et additionnent leurs effets pour moduler l'activité spontanée des neurones de la formation réticulée.

En retour, la formation réticulée émet des projections diffuses dont les influx vont moduler l'ensemble des activités végétatives ou des fonctions de relation de l'organisme. Vers le cortex cérébral, elle envoie des fibres dont l'activité augmentera le tonus cortical, jouant un rôle essentiel dans le contrôle de l'état de veille et l'électrogénèse corticale. Vers la moelle, la formation réticulée envoie deux systèmes, l'un activateur, l'autre inhibiteur de la motricité.

Selon Luria (1973) les influx parvenant à la formation réticulée peuvent être systématisés en trois catégories.

- Ceux qui renseignent sur l'économie interne et les besoins de l'organisme. Les neurones de la formation réticulée sont très sensibles aux modifications physico-chimiques du sang (diminution de la pression partielle en oxygène, augmentation de la p.p. en gaz carbonique ou de la concentration des composés acides). Cette action s'exerce directement. La température et la pression artérielle interviennent également. Les mécanismes physiologiques contrôlant les instincts alimentaire et sexuel semblent également associés à un niveau d'activité élevé de la formation réticulée.
- Ceux qui renseignent sur les modifications du monde extérieur, la prise d'informations étant continue pendant la veille et considérablement diminuée pendant le sommeil.
- Ceux qui proviennent du cortex cérébral, tendant à la régulation du niveau d'activité de la formation réticulée, en jouant soit dans le sens de l'activation, soit dans celui de la désactivation.

La formation réticulée la veille et le sommeil

Les expériences de section ou de stimulation électrique chez l'animal ont montré le rôle essentiel de la formation réticulée dans le maintien de la veille. Alors qu'une section entre le bulbe et la moelle permet l'alternance de la veille et du sommeil, une section plus antérieure (niveau des tubercules quadrijumeaux) s'accompagne d'un sommeil permanent. La partie de la formation réticulée située entre les deux sections est intéressée dans l'état de veille.

Il semble que trois systèmes au moins soient impliqués dans la régulation des états de veille :

le système cholinergique diffus ; le système noradrénergique situé au niveau du locus coeruleus ; le système dopaminergique du locus niger.

En ce qui concerne l'induction et le maintien du sommeil à ondes lentes, des lésions expérimentales chez l'animal au niveau des noyaux de la formation réticulaire ainsi que les mesures du taux de sérotonine cérébrale montrent que le système sérotoninergique du raphé est directement impliqué. Les terminaisons des neurones correspondants joueraient un rôle de frein des éléments responsables de la veille. Ils pourraient inhiber directement les cellules du locus coeruleus.

On a pu mettre en évidence le rôle de la noradrénaline dans le sommeil paradoxal (Jouvet et ses collaborateurs, en particulier). La destruction complète du locus coeruleus entraîne, chez l'animal, une diminution nette de la noradrénaline et supprime totalement le sommeil paradoxal. Les neurones du locus coeruleus ont d'ailleurs une activité inhibitrice sur l'activité des noyaux du raphé et suppriment le sommeil à ondes lentes.

**

Au niveau du comportement et de l'électrophysiologie, les états de veille, de sommeil à ondes lentes et de sommeil paradoxal sont, comme nous l'avons vu, assez bien individualisés. Il n'en est pas de même au niveau des structures nerveuses et de la biochimie. Dans ce cas, on assiste à la mise en jeu de circuits complexes et de mécanismes biochimiques dont tous ne sont pas encore bien élucidés. Interrelations et antagonismes créent toute la complexité de tels mécanismes dont les manifestations sont, au contraire, relativement simples.

Françoise LILLE

BIBLIOGRAPHIE

- Bloch V. : « Les niveaux de vigilance et l'attention », *Traité de Psychologie Expérimentale*. T. III, P.U.F., Paris, 1966.
- Hartmann E. : « Biologie du rêve », Charles Dessart (éd.), Bruxelles, 1970.
- Kales A., Bixler E.O. and Kales J.D. : « Role of the sleep research and treatment facility : diagnosis, treatment and education ». In *Advances in Sleep Research*, vol. 1, Spectrum Pub., Inc., (NY) 391-415, 1974.
- Luria A.R. : « The working brain », Penguin ed. Londres, 1973.
- Oswald I. : « Le sommeil et la veille », P.U.F., Paris, 1966.
- Thomas J. et Houzel D. : « Le sommeil et les rêves », *Vie Médicale*, juin 1972.
- Wilkinson R.T. : « In aspects of human efficiency », *The English Univ. Press, Colquhoun ed.*, 1972.

LA PERCEPTION

Si les mécanismes de la perception opèrent à la frontière de l'individu et de son environnement pour en extraire d'indispensables informations, de multiples niveaux de la personnalité psychique peuvent être impliqués. La complexité

● Etudier la perception, c'est chercher comment, à partir des stimulations qui atteignent ses récepteurs sensitifs, un organisme peut obtenir des informations valables sur son environnement, qui lui permettront de s'adapter à celui-ci.

Les écologistes, Lorenz par exemple, ont étudié les schémas de comportement des animaux inférieurs : accouplement ; ponte ; accomplissement de travaux précis (construction du nid, fabrication du miel...) ; comportements d'agression. Ils ont montré que ces comportements mettaient en œuvre des chaînes de réflexes instinctifs contrôlés par des perceptions innées, c'est-à-dire dont le mécanisme est inscrit dès la naissance dans le cerveau.

Chez l'homme, une vue aussi simpliste du mécanisme de la perception est, bien sûr, indéfendable. Certes, des corrélations (comme celles qui associent des schèmes de luminosité et des réactions corporelles à la perception de la profondeur et du mouvement) s'effectuent grâce à un codage inné. Mais la plupart de nos autres facultés perceptives, y compris la perception de la forme, requièrent un apprentissage. Les interactions entre les mécanismes de l'apprentissage, de la mémoire, de la pensée et de la perception peuvent être représentées par le diagramme de la page 82, en haut.

La perception est donc un processus d'extraction de l'information. Comme dans un ordinateur, cette opération est rendue possible par la mise en fonctionnement de « programmes ». Ceux-ci vont permettre l'encodage par la machine céré-

des phénomènes est d'ailleurs variable avec le type de stimulation proposé par l'extérieur. Parfois, mais c'est loin d'être la règle générale, des mécanismes innés suffisent, chez l'homme, à l'extraction de l'information.

brale des groupes d'information, mais ils peuvent en fait être modifiés par l'information qu'ils font entrer. Ainsi, les mécanismes innés de la perception vont se modifier au fur et à mesure de l'expérience, de l'apprentissage, qu'entraîne la succession des stimulations offertes par l'environnement.

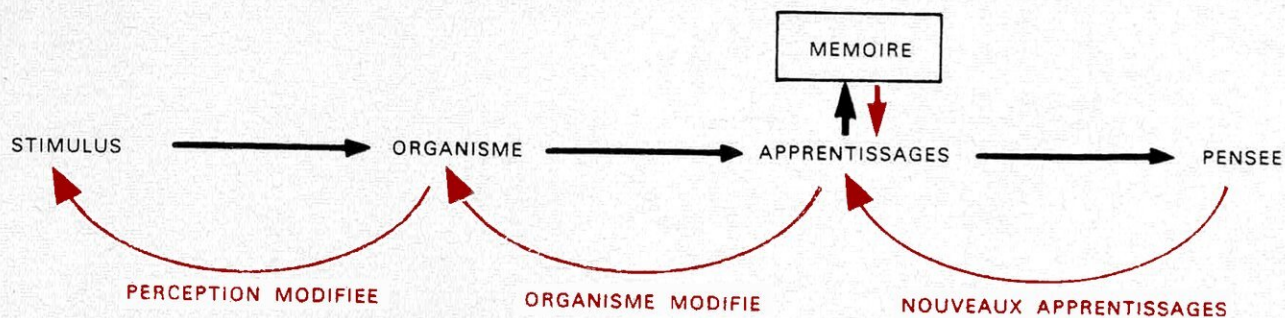
Une succession d'opérations

Un modèle va nous permettre de visualiser la manière avec laquelle l'information est traitée, le niveau où s'opère le passage entre les caractéristiques physiques de la stimulation et les opérations psychiques, et l'organisation d'ensemble du phénomène (p. 82, en bas).

Ce modèle, qui exprime le point de vue de la psychologie contemporaine, part du postulat que toute stimulation entrante n'atteint pas forcément le niveau de stockage dans la mémoire à long terme. Le mécanisme de stockage à long terme possède certains codes ou ensembles fonctionnels qui font passer l'information par un crible sélectif. Seuls certains types de messages informatifs pourront passer la barrière et être mémorisés. Cette notion de tri met l'accent sur l'aspect actif, *constructif*, de la perception (Neisser 1967, Sternberg 1969).

Une autre caractéristique importante du modèle envisagé est que la perception n'est pas un acte unitaire, mais procède par un certain nombre d'étapes liées en une séquence temporelle.





Relations de l'apprentissage et de la pensée avec la perception. Les stimuli possèdent un potentiel, extrait par l'organisme sous forme d'apprentissage. Stockés dans la mémoire, de tels apprentissages modifient

l'organisme: une perception ultérieure du même stimulus sera différente. La pensée, qui résulte d'apprentissages antérieurs, modifie aussi la perception en entraînant de nouveaux apprentissages.

La première étape est la *transcription*, c'est-à-dire la transformation des variables physiques du stimulus en impulsions électriques au sein du système nerveux central. Ces impulsions, qui traduisent l'activité des cellules nerveuses, sont en quelque sorte les lettres du code que le cerveau utilisera pour toutes ses opérations.

Lors de la deuxième étape, se situent deux processus importants. Le premier, *l'emmagasinement d'images*, a besoin d'environ 250 millisecondes pour s'effectuer. Il correspond à une « impression » faite dans le système sensitif. On a pu préciser ce point par des expériences dites de masquage : lorsqu'un second stimulus suit le premier à moins de 250 millisecondes, le premier stimulus n'est pas perçu (Neisser 1967).

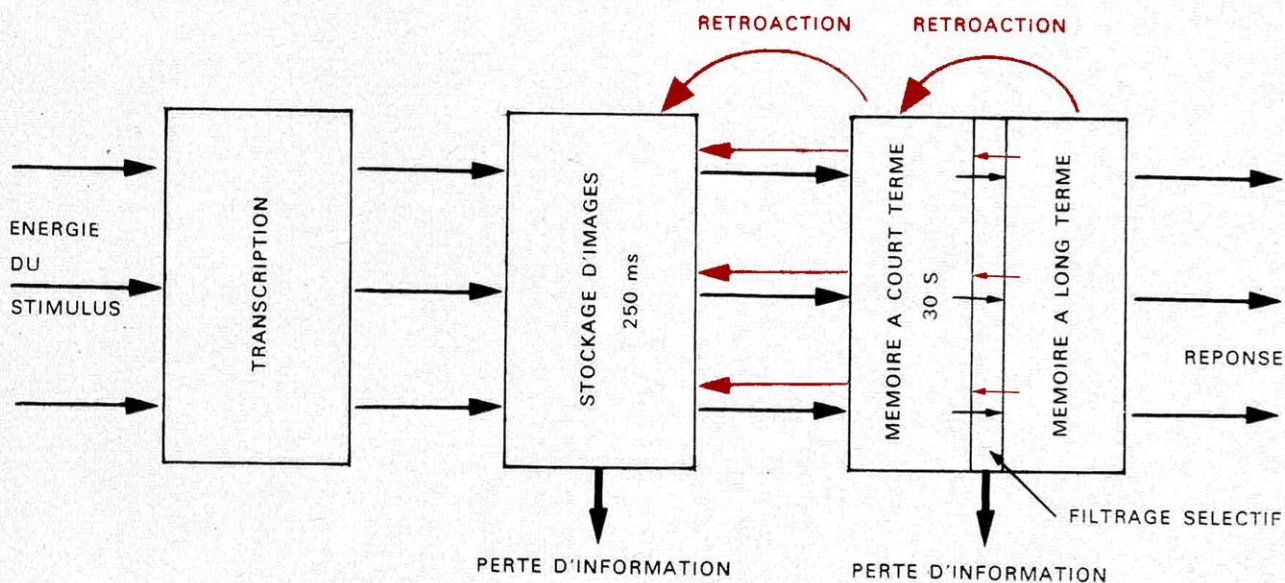
Le second processus fait intervenir la mémoire à court terme et a été étudié par Sperling en 1960. Cet auteur a présenté trois lettres à des sujets et leur a demandé de se livrer immédiatement à une activité mentale quelconque. A la suite de ce petit travail, les sujets étaient incapables de se rappeler les trois lettres. La raison

en est que le transfert de l'information du stade « image » au stade « mémoire à court terme » exige trente secondes, pendant lesquelles s'opère une répétition. Si ces opérations sont perturbées, l'image s'efface avant d'aller plus loin. Nous faisons quotidiennement l'expérience d'un tel mécanisme lorsque, après avoir trouvé un numéro de téléphone dans l'annuaire, nous nous le répétons pour être capable de le transcrire sur le cadran.

Passées ces trente secondes, l'information est transférée vers la troisième étape, la mémoire à long terme, où elle sera activement manipulée.

La hiérarchie des processus perceptifs

L'auteur de cet article (1966 ; avec Melamed, 1970) a approfondi le problème des étapes de la perception par des études de seuils. Il a comparé entre elles différentes lignées animales et, chez l'homme, les divers âges de la vie. La synthèse de ces travaux, qui recouvrent près de trente ans



Modèle de traitement de l'information par le système nerveux central.

de recherches, l'ont amené à considérer que la perception prise dans son ensemble peut être divisée en cinq niveaux de complexité croissante. — Niveau I : *détection* de l'énergie du stimulus et discrimination de toute variation dans ce niveau d'énergie ;

— Niveau II : *discrimination de l'unité de la figure* qui l'oppose au fond ;

— Niveau III : *résolution* de détails plus fins, qui permettent une perception différenciée, donnant lieu à des mises en relation (comparaisons, oppositions) ;

— Niveau IV : *identification* ou reconnaissance d'une forme ou d'une entité spatiale ;

— Niveau V : *manipulation* des schèmes identifiés, qui se produit par exemple dans la pensée conceptuelle.

Des études récentes, portant sur les « temps de perception » ont confirmé le bien-fondé du modèle à plusieurs niveaux hiérarchisés. Posner et Mitchell (1967) ont montré que le temps nécessaire pour nommer une personne est plus long que celui impliqué dans son identification physique. Or, la première opération semble appartenir au niveau IV, la seconde au niveau III de la hiérarchie. Wheeler, en 1970, a, quant à lui, trouvé des temps de reconnaissance plus courts pour des mots que pour des assemblages de lettres sans signification. Cependant, Novik (1974) a mis en évidence que les opérations portant sur des sigles à haute signification telles que les initiales J.F.K. prennent plus de temps que pour des mots.

Dans la suite, nous examinerons plus en détail les différents niveaux de la hiérarchie en commençant par les trois premiers.

Unité de la figure et constantes perceptives

Pour mieux comprendre ce qui se passe aux différents niveaux, il importe de considérer ce qu'on appelle les *constantes perceptives*. Il s'agit de certaines propriétés inhérentes aux objets tels que nous les percevons, qui ne changent pas lorsque se modifient les dimensions physiques.

Ainsi, la luminosité que nous percevons d'un objet (c'est-à-dire le fait de le percevoir comme étant par lui-même plus ou moins clair ou sombre) ne va pas varier lorsqu'on diminue l'éclairage projeté sur cet objet. De même, la perception que nous avons de sa taille ne diminue pas lorsque l'objet s'éloigne, même si l'image rétinienne diminue proportionnellement à l'éloignement. Et, lorsque nous percevons la forme d'un rectangle, nous continuons de la voir telle, même si on la pose sur un plan pivotant dans l'espace et que, pour un certain angle, l'image formée sur la rétine soit trapézoïdale. C'est ce phénomène par lequel toutes les dimensions de notre perception demeurent *invariantes* qui constitue la constance perceptive.

La constance de taille se manifeste quand le sujet apprécie la distance, c'est-à-dire perçoit la taille de l'objet regardé comme fonction de sa

distance en se référant au principe d'invariance. Quant à la constance de la forme perçue, elle se manifeste quand le sujet détecte sans ambiguïté l'orientation spatiale de l'objet.

Gilinsky (1955) a fait une intéressante expérience sur la constance de taille. Il disposait d'un vaste champ qu'on pouvait embrasser du regard sur des distances allant jusqu'à près de 1 500 mètres. A l'intérieur du champ, et en diverses positions, un certain nombre de triangles étaient délimités, l'un après l'autre. Les sujets devaient apprécier la taille des triangles vus au loin en désignant, parmi des triangles plus proches, celui dont la taille semblait s'apparier à celle de l'autre.

Gilinsky a, en fait, utilisé deux conditions expérimentales. Dans un premier temps, les sujets devaient faire un appariement *objectif*, c'est-à-dire apprécier la taille du triangle lointain telle qu'on pourrait la mesurer avec un mètre. Dans un second temps, il s'agissait d'un appariement *réтинien*. On demandait au sujet quelle taille le triangle paraissait avoir ou quelle taille il aurait sur une image photographique. Les résultats de l'expérience sont transcrits en courbes en haut de la page 84. Placés dans de mêmes conditions physiques (l'image dessinée sur la rétine par une forme éloignée), les sujets peuvent donc donner deux jugements différents, l'un se référant à une constance de taille, l'autre à l'image rétinienne.

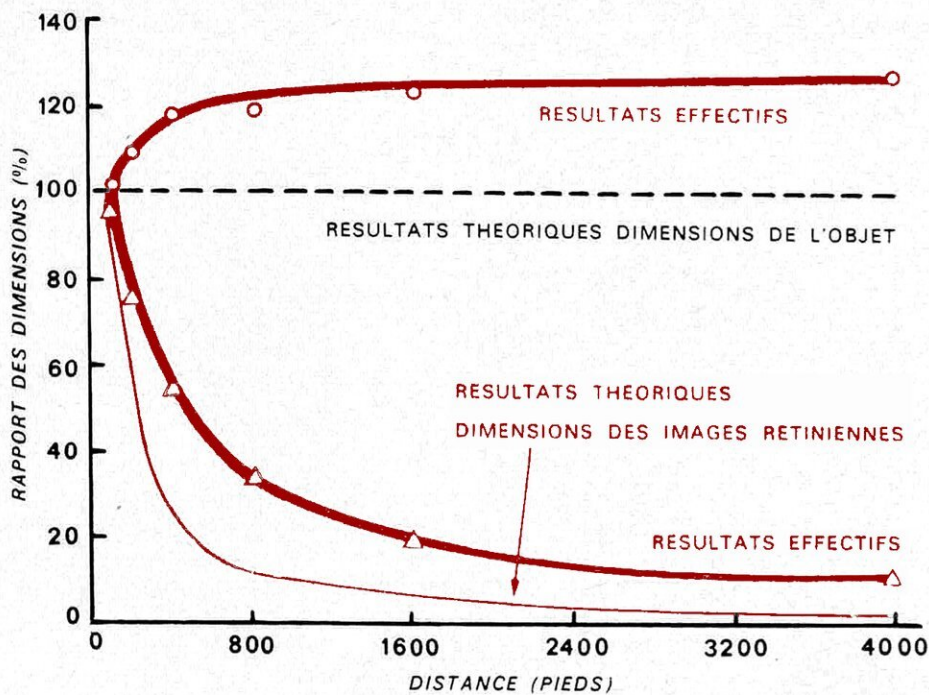
Dans une expérience tout à fait différente, Gelb (1929) avait montré qu'un sujet ne peut donner deux jugements différents de luminosité si les conditions de stimulation demeurent les mêmes. Dès lors qu'il existe un cadre de référence pour une albedo (le rapport de la lumière réfléchie par l'objet à la lumière incidente) donnée, par exemple l'éclairage du fond, l'objet maintient toujours sa luminosité relative.

Ces différences nous permettent de penser que la constance de luminosité (plus immédiate, plus impérative) est organisée au niveau II de la hiérarchie, alors que la constance de taille est organisée aux niveaux III ou IV.

Stabilité de la figure et lois de la gestalt

Le niveau II permet, dans le cas de la constance de luminosité, l'émergence d'une figure à partir d'un fond. Mais, parfois, cette figure n'est pas stable, c'est-à-dire que nous hésitons sur notre perception. On peut en faire l'expérience en observant la figure en bas de la page 84. Il s'agit d'une image ambiguë, telle qu'on peut y regarder l'un ou l'autre, ou les deux profils, soit l'espace médian (un vase, un chapiteau...).

Une des manières de rendre la figure plus stable est d'en différencier une partie, comme nous l'avons fait en ombrant les profils. On peut aussi demander au sujet de fixer une certaine partie de l'image, ce qui la fait généralement « émerger ». Un troisième moyen consiste à donner à la figure une perspective ou à renforcer certaines limites.



L'expérience de Gilinsky (1955) suggère que la constance de taille d'un objet éloigné s'organise à un niveau élevé de la hiérarchie des processus perceptifs.

Tout ceci suggère que la stabilité de la figure est obtenue en dirigeant les mouvements oculaires. Nous pouvons le faire de « l'intérieur », en décidant par exemple de regarder telle partie de la figure. Mais nous pouvons aussi, en la délimitant nettement, gêner les fluctuations du regard.

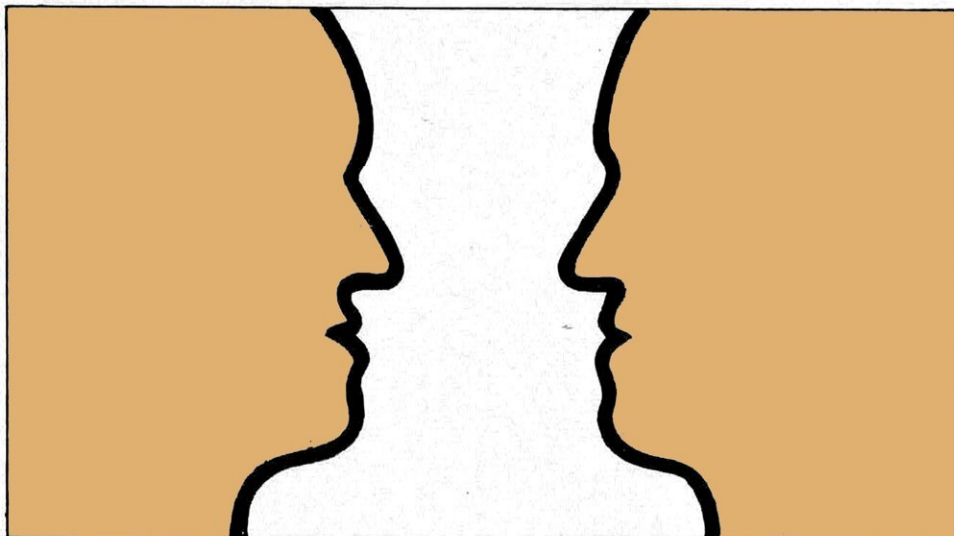
Le champ perceptif peut encore s'organiser par la mise en pratique des principes de groupage. Ces derniers sont des extrapolations de ce que Wertheimer (1923) appelait la Gestalt théorie de l'organisation de la perception. Ils indiquent comment des éléments séparés s'agglomèrent

pour être perçus sous forme d'unités globales.

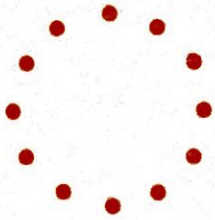
Il en est ainsi parce que notre capacité à manipuler l'information est limitée. Nous ne pouvons pas voir tous les éléments séparément ; ils doivent se combiner et le font selon certains modes bien précis. *L'orientation* paraît être le premier principe autour duquel les éléments vont se grouper.

L'apprentissage de la perception

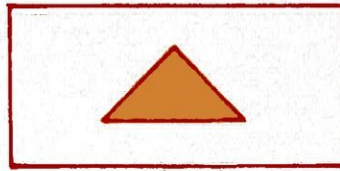
Les recherches de Hubel et Wiesel (1962) et les expériences de Bower (1966) ont fait la preuve



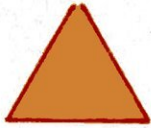
Une figure ambiguë. Son interprétation dépend des mouvements oculaires.



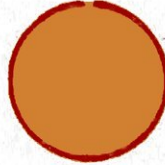
VU COMME
UN CERCLE



VU COMME UNE FIGURE
(TRIANGLE) SUR UN FOND
LE CONTOUR DETERMINE
HABITUELLEMENT
LA FIGURE PERCUE,
LE FOND RESTANT
SANS FORME



VU COMME UN
TRIANGLE COMPLET



VU COMME
UN CERCLE COMPLET



FUSION EN
UNE NOUVELLE UNITE

(MEME LUMINOSITE
DES DEUX ELEMENTS)

*Les principes de groupage jouent un grand rôle
dans l'organisation du champ perceptif. Ceci résulte de notre
capacité limitée à manipuler l'information.*

du caractère inné de la perception de l'orientation (qui ferait intervenir le niveau II), mais ces travaux suggèrent aussi des transformations par maturation qui feront jouer les niveaux III et IV.

En utilisant la technique d'enregistrement monocellulaire dans le cortex cérébral, Hubel et Wiesel ont identifié des champs récepteurs spécifiques. Il s'agit de certaines cellules qui, dans une image d'ensemble, ne répondent qu'aux lignes verticales, alors que d'autres ne répondent qu'aux lignes horizontales ; de cellules qui ne fonctionnent que pour la zone limite entre deux éclaircissements différents ; d'autres qui ne répondent qu'aux stimuli en mouvement.

Ce travail établit de façon indéniable qu'il existe des mécanismes de perception innés dans le cortex visuel. Hirsch et Spinelli (1970) ont toutefois montré que même ces mécanismes sont *plastiques*, c'est-à-dire sujets à des modifications sous l'influence de l'expérience.

Hirsch et Spinelli ont, pour cela, élevé des animaux porteurs de lentilles déformantes devant les yeux. Les unes empêchaient les lignes horizontales d'atteindre la rétine, les autres faisaient de même pour les lignes verticales. Au terme de cette préparation, les auteurs ont trouvé que les cellules corticales répondaient de manière sélective. Les animaux n'ayant reçu que des stimulations « horizontales » ne répondaient qu'à ce stimulus. Il en était de même, à l'inverse, pour les animaux du second groupe.

● *La perception de la forme.* Fantz (1961) a étudié comment la maturation de la perception progressait jusqu'au niveau IV en recherchant l'origine de la perception de la forme chez l'homme

et les espèces animales. Il a d'abord montré que les jeunes enfants préfèrent des stimuli relativement complexes aux stimuli simples. Ils préfèrent par exemple une face humaine, même complètement distordue, à un berlingot. Finalement, vers l'âge de huit semaines, la préférence générale pour la face humaine est définitivement installée. Il est vraisemblable que, chez le bébé, le regard, en balayant des stimuli complexes, apporte une masse d'informations nécessaires à la maturation de la fonction perceptive.

Dans une autre expérience, Fantz a comparé des animaux élevés normalement à des animaux privés de stimulations visuelles. Parmi les animaux du second groupe, certains avaient été privés pendant une courte période, d'autres pendant plus longtemps. Par comparaison avec le groupe normal, tous présentaient des performances inférieures en orientation spatiale et en perception de la forme. Mais la récupération était plus rapide chez des animaux à déprivation courte. Fantz en a conclu que la perception de la forme exigeait une certaine expérience pour se développer. Toutefois, l'apprentissage n'est pas seul en cause. Parmi les animaux privés, il existait des différences notables selon l'âge. Un niveau de maturation est donc à prendre en considération.

● *Déprivation et enrichissement sensoriel.* De nombreux chercheurs ont étudié les interactions entre maturation et expérience. Ainsi, Hubel et Wiesel (1968) ont élevé un groupe de chatons avec les deux yeux suturés et un autre groupe avec seulement un œil suturé. Les animaux étaient ensuite testés par la méthode d'enregist-

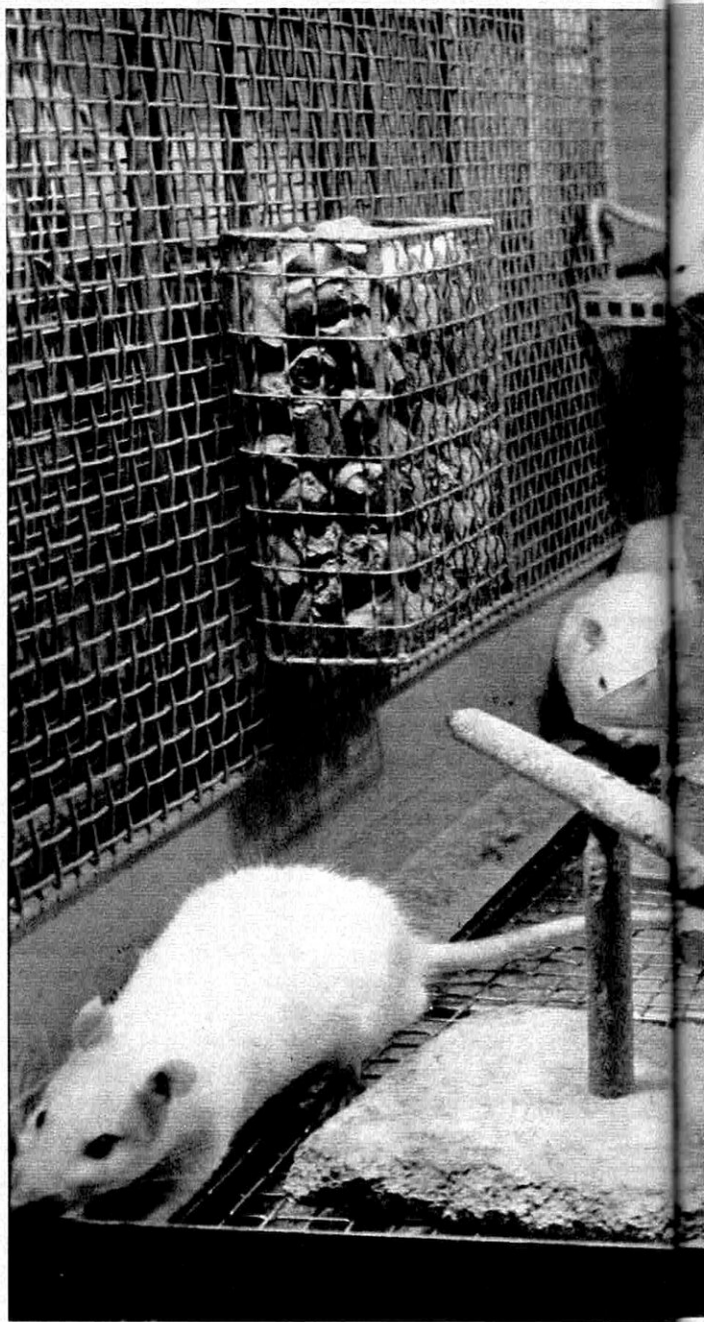
trement monocellulaire. On a constaté avec étonnement que les animaux qui n'avaient eu qu'un œil hors de fonction présentaient des anomalies corticales lorsqu'on le faisait fonctionner, alors que les autres présentaient des réponses satisfaisantes à toute une variété de stimuli. Tout se passe comme si le fait de ne donner une expérience qu'à l'un des deux yeux interférerait avec le développement des mécanismes perceptifs de l'autre. Interdire, par contre, toute expérience visuelle pendant un certain temps laisse le cortex relativement intact.

Une seconde catégorie de recherches a visé la comparaison des performances entre les animaux auxquels on avait fait faire de multiples expériences et des animaux à champ d'action limité. Hebb et ses collaborateurs s'y sont appliqués pendant de nombreuses années. Travaillant sur des rats, ils ont observé que les animaux déprivés montraient une infériorité dans la perception de la forme, mais non dans celle de la luminosité et de l'orientation. Riesen avait montré la même chose avec des chimpanzés et von Senden (1960) sur des aveugles de naissance ayant recouvré la vue à la suite d'une intervention chirurgicale.

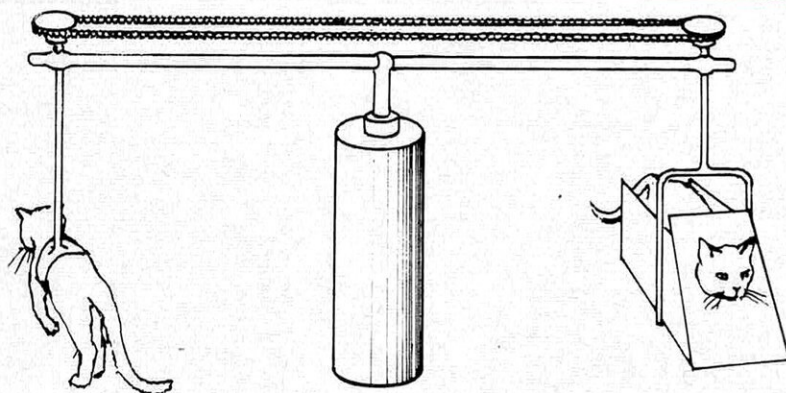
Eleanor J. Gibson a, avec J.J. Gibson, inauguré une troisième ligne de recherche portant sur la plus grande *spécificité* dans la réponse perceptive que permet l'apprentissage.

Tout un groupe de travaux montre, enfin, que l'expérience perceptive arrive à créer un mécanisme d'intégration visuo-motrice. Celui-ci est mis en évidence par la brillante expérience de Held et Hein (1963) dans laquelle des chatons étaient élevés dans deux situations différentes. L'un d'eux pouvait se mouvoir selon une trajectoire circulaire, tandis que l'autre était immobilisé dans un chariot relié à son compagnon. Les animaux étaient ensuite testés par des épreuves de discrimination spatiale.

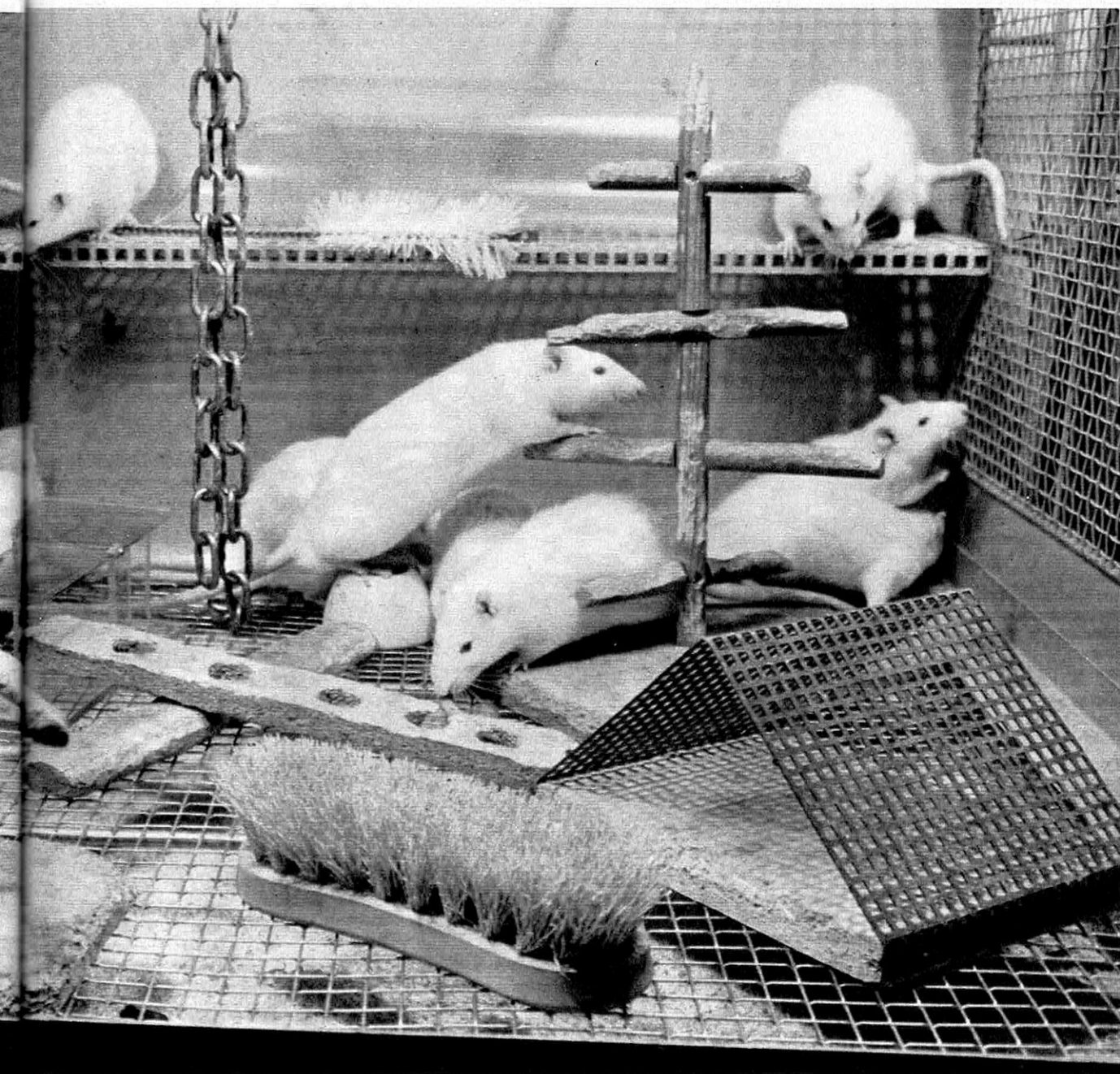
Celui qui avait pu se mouvoir activement montrait une nette supériorité dans la perception de la profondeur et de l'espace. Les auteurs en ont déduit que le mouvement actif était nécessaire pour que des interactions s'établissent entre stimulations visuelles et motrices, aboutis-



Des rats élevés dans un environnement « riche » (ci-dessus)



Dispositif expérimental utilisé par Held et Hein dans leurs travaux sur l'intégration visuo-motrice (Journal of Comparative and Physiological Psychology, 1963).



Jean Marquis.

montrent par rapport aux témoins une supériorité dans la perception de la forme.

sant à une intégration visuo-motrice qui, à son tour, intervient dans la perception de l'espace.

Au total, l'expérience perceptive met en activité des mécanismes innés, construit des schèmes, produit des caractères spécifiques et une intégration visuo-motrice. Toutes ces composantes se recouvrent sans s'opposer. Les moyens mis en œuvre par la nature, pour parvenir à l'élaboration de la fonction perceptive, sont surabondants. L'ensemble joue à coup sûr.

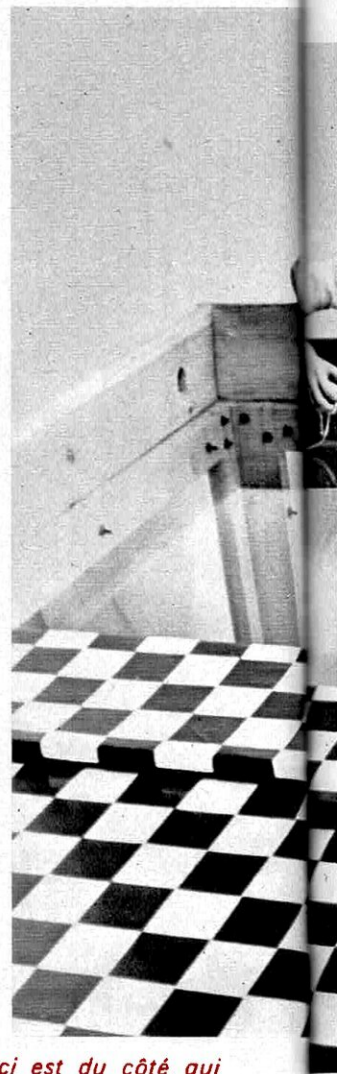
Perception de l'espace et du mouvement

L'expérience de la « falaise visuelle » de Gibson et Walk (1960) montre clairement comment des mécanismes innés permettent, d'emblée, toutes sortes d'activités. Ces activités constituent une

expérience vécue, un apprentissage, qui entraîne le développement de l'aptitude à la discrimination spatiale.

Pour réaliser l'expérience, on peut se servir d'un dessus de table en plastique sur lequel, de chaque côté de la ligne médiane, sont présentés deux motifs différents. La perspective y est combinée de telle sorte que d'un côté on a l'impression d'une falaise abrupte et de l'autre d'une pente douce. Quand de jeunes enfants ou de jeunes animaux sont laissés libres de ramper sur le plastique, ils vont toujours vers le côté « pente douce » et refusent d'aller vers le côté « abrupt ».

Gibson et Walk ont réalisé un test décisif pour comprendre l'origine de cette aptitude à la discrimination spatiale. Ils ont élevé dans le noir, dès la naissance, des petits de différentes espèces



La « falaise visuelle » de Gibson et Walk. Bien qu'il se déplace sur une surface solide, le bébé ne se dirige

vers sa mère que lorsque celle-ci est du côté qui paraît en pente douce. Il s'immobilise lorsqu'elle est

animales (rats, poussins...). Ils les ont comparés dans le test de la falaise visuelle à des animaux normalement élevés. Les animaux élevés dans le noir ne choisissent le côté « pente douce » que lorsque ils sont en mouvement par rapport au milieu ambiant (ou en mouvement simulé, par déplacement du motif). Dans ces conditions, il y a une différence de perception. Du côté « pente douce », le motif défile plus rapidement. Les animaux restent complètement immobiles lorsqu'on arrête le mouvement. Ceux ayant vécu normalement choisissent toujours le côté « pente douce », qu'il y ait ou non présence de la « parallaxe mouvement ».

Ceci montre que la parallaxe mouvement est un indice inné alors que ceux tirés de la seule perception du dessin sont appris.

● *Perception de la distance et théorie des gradients.* A côté de la parallaxe mouvement, il est d'autres indices innés qui jouent dans la perception de la profondeur, mais ils ne sont efficaces que pour de courtes distances. Il s'agit de l'accommodation par le cristallin, qui joue jusqu'à près de 20 mètres ; de la convergence des yeux qui intervient jusqu'à près de 30 mètres ; de la dis-

parité binoculaire ou rétinienne qui joue jusqu'à plus de 250 m. On les appelle les « indices primaires », étant donné qu'il s'agit d'ajustements corporels ou musculaires aux variations de distance.

Tous les autres indices, qu'on appelle « secondaires », sont des principes phénoménologiques basés sur deux lois de géométrie optique : la loi de l'angulation visuelle qui établit que la taille de l'image rétinienne est inversement proportionnelle à la distance de l'objet vu ; la perspective linéaire, qui établit que l'étalement horizontal de l'image est inversement proportionnel au carré de la distance. Gibson (1950 et 1966) a établi la liste d'un certain nombre de gradients, qui varient sous forme de fonction par rapport à ces deux lois. La conclusion essentielle de Gibson est que la perception de la texture et de la densité s'affine avec l'augmentation de la distance à cause de la gradation des lignes de force de la forme vue.

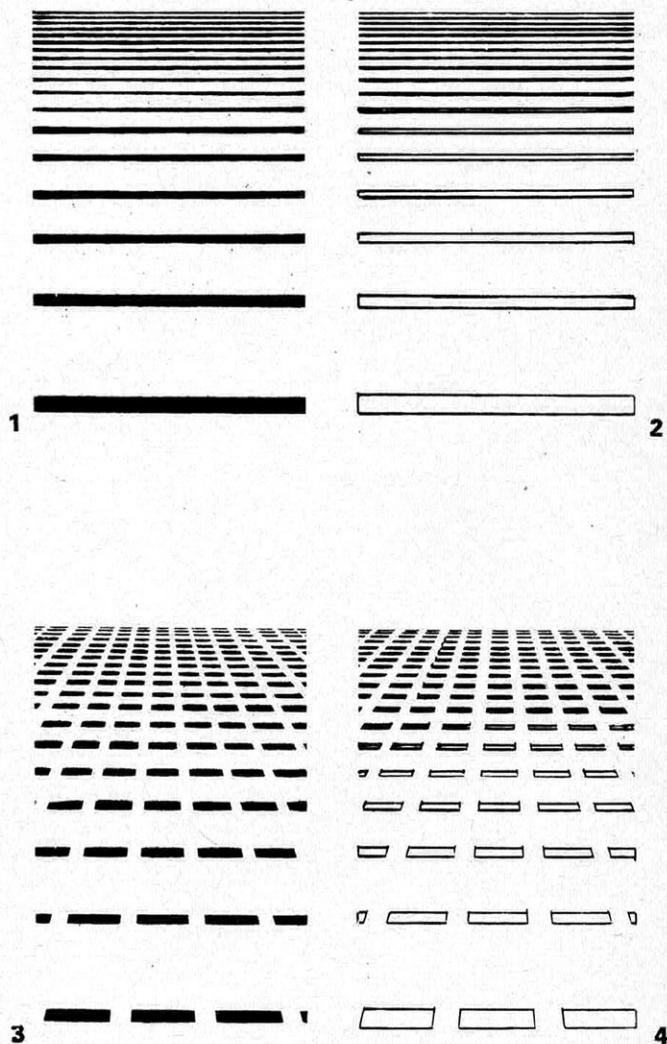
Vickers (1971) voit différemment le problème. Il note que sur la figure p. 89, l'impression de profondeur s'impose lorsqu'on passe de la case I à la case IV ; en comparant avec le dessin I, II



du côté « abrupt ». Ces indices tirés de la perception du dessin ne sont pas innés, mais appris.

donne une impression de plus grande distance à cause de la moins fine gradation de la texture. De même, le dessin IV donne une plus forte impression de distance que le III à cause d'une augmentation de la densité des traits. Vickers rattache ce phénomène aux lois de la Gestalt et à la notion d'économie de l'information (Attneave et Frost). Il considère que le sujet ignore les éléments redondants et s'appuie au maximum sur les différences pour faire sa discrimination. Ainsi, dans la figure, toutes les lignes sont redondantes, mais l'information distance est donnée par la gradation des espaces verticaux et horizontaux.

● *Le mouvement.* La relation entre le mouvement perçu et l'appréciation de la profondeur est bien mise en évidence par l'illusion du trapèze en rotation (Ames, 1951). Si un trapèze en matière transparente est en mouvement rotatoire dans une pièce peu éclairée, l'observateur perçoit presque toujours un mouvement d'oscillation et non de rotation. Hochberg (1971) a proposé d'expliquer ce phénomène par la différence entre projection polaire et projection parallèle. D'une façon générale, la projection polaire



Les quatre gradients utilisés par Vickers dans sa théorie de la perception de la distance (1971).

donne lieu à une perception ambiguë. Quand on regarde tourner le trapèze à une certaine distance, on le voit en projection parallèle, ce qui provoque une inversion de perspective, d'où l'illusion d'oscillations.

Trois types de mécanismes différents ont été invoqués pour rendre compte de la détection du mouvement. Le premier (Sekuler et Ganz, 1963) envisage des cellules spécialisées dans le cortex cérébral. Elles fonctionnent en relation avec la rétine.

Une seconde théorie dérive des principes de « réafférence » et « exafférence » de von Holst (1954). Ils impliquent que lorsqu'un individu tourne les yeux, en résulte une information déposée dans le cerveau (*principe de réafférence*). Si ensuite, apparaît une stimulation représentée par le mouvement d'un objet (*exafférence*), ce nouveau schème d'influx est comparé avec le schème précédemment stocké, et l'individu peut alors distinguer le mouvement de ses yeux de celui de l'objet.

La troisième théorie, de J. J. Gibson (1957), postule que la source d'information n'est pas le

déplacement de l'image sur la rétine, mais le déplacement actif de la rétine (les mouvements de l'œil) pour suivre celui de l'objet. Le champ visuel subit des transformations caractéristiques par suite des mouvements de l'objet — ou des mouvements de l'observateur par rapport à lui. Ces transformations caractéristiques sont reconnues par l'individu.

En approfondissant un modèle d'aires corticales associatives et en y introduisant l'organisation cellulaire envisagée par von Holst, nous parviendrons à intégrer ces trois perspectives en une théorie qui sera parfaitement en accord avec ce que l'on sait de la perception de la forme et de l'espace.

● *L'adaptation spatiale.* Lorsqu'on parle de comportement d'adaptation, il faut faire allusion à l'adaptation spatiale. Depuis le travail de l'autrichien Ivor Kohler (1955), on a fait de nombreuses expériences sur ce qui se passe dans les mécanismes de l'adaptation spatiale chez des sujets qui ont porté des verres à prismes créant des distorsions dans les dimensions gauche-droite ou haut-et-bas. La conclusion la plus générale est que le cadre de références visuel demeure très stable. C'est le *sens proprioceptif* (sensibilité d'origine musculaire) qui fait les frais de l'adaptation. Par exemple, Rock et Harris (1967) ont demandé à des sujets d'estimer la taille d'objets vus à travers des prismes rapetissants. Même lorsqu'ils palpaient les objets, les sujets les voyaient trop petits, restant en accord avec la distorsion visuelle. Freedman (1968) a pensé que bien que l'adaptation soit due à une transformation proprioceptive, une théorie générale de l'adaptation exige qu'on combine les aspects informatifs d'origine visuelle et proprioceptive.

Personnalité et perception

Il y a deux aspects à considérer dans les relations entre personnalité et perception. Le premier concerne la manière dont nous percevons des caractéristiques personnelles telles qu'émotions, intentions, motivations chez les autres. Le second s'occupe de la manière dont les caractéristiques de la personnalité influencent la perception.

● *Perception de la causalité et de l'intentionnalité.* Michotte a montré (1946) que diverses corrélations spatio-temporelles, et des principes de configuration du type de ceux de la Gestalt, ou de ceux que nous avons décrit à propos de la perception du mouvement, influencent la perception de la causalité. Il a fabriqué un ingénieux système à présenter à ses sujets d'expérience : le sujet voit deux petits carrés s'approcher progressivement l'un de l'autre, entrer en contact, puis s'éloigner. Cela donne lieu à deux types de phénomènes de perception de causalité :

1) le type « intégration », par exemple l'effet « carte de visite », lorsque le sujet voit A approcher lentement de B, prendre contact avec lui, et il voit que B est enlevé alors que A « voudrait être avec lui » ;

2) le type « ségrégation », par exemple l'effet « boule de billard », lorsque A s'approche de B très vite, établit un bref contact et propulse B, comme si A avait l'intention de frapper B et de se séparer de lui. Michotte pense que des structures cinétiques de ce genre jouent un rôle dans notre perception d'émotions « intégratives » comme l'amour ou l'embrassement, ou d'émotions « ségrégatives », comme la colère ou la peur.

● *Perception des caractéristiques faciales.* Les psychologues se sont depuis longtemps intéressés au problème de savoir comment on perçoit les émotions chez autrui à partir des caractéristiques faciales. D'une manière générale, on tend à penser que c'est la situation d'ensemble qui détermine la signification. Toutefois, Eckman (1972) a montré qu'on peut trouver certains aspects d'information dans diverses expressions émotionnelles. Ceci a été confirmé par l'étude ethnologique de cultures développées et pré-développées. Ainsi, la colère est représentée par une immobilité tendue du regard, le grincement de dents ; la tristesse, par un abaissement du regard ; la joie par un relèvement du tonus de toute la face. Eckman pense que le *programme facial d'affects* existe de manière universelle, quelle que soit la culture, celle-ci pouvant toutefois surajouter des modes d'expressions.

On pourrait arguer que, chez l'homme ancestral, les expressions de joie ou de colère étaient le résultat d'adaptations biologiques, puisqu'elles servaient à faire connaître l'intention de celui qui les exprimait, et à préparer une réponse de la part de celui à qui elles étaient destinées. L'expérience répétée de ces émotions a dû laisser une sorte de stockage dans la mémoire à long terme. Puis, avec l'expérience, les schèmes de même type exprimés par d'autres individus ont pu être comparés aux schèmes « stockés ». Ainsi, peut-être, des schèmes faciaux universels ont pu être développés.

● *Influence de la personnalité sur la réaction perceptive.* En publiant un travail d'après lequel des mots émotionnellement chargés demandent un temps de reconnaissance plus long que des mots neutres, McGuinnies a, en 1949, réouvert la question posée par les psychanalystes d'un système de défense au niveau de la perception. Erdelyi (1974) a repris cette notion dans le contexte du modèle de progression de la page 82.

Il pense qu'il existe des *signaux centraux* pouvant stopper la progression de l'information à n'importe quelle étape, et plus spécialement au niveau du transfert de l'image dans la mémoire à court terme. Erdelyi se réfère à une expérience faite avec des étudiants juifs, à qui on avait demandé de manipuler certains stimuli dans trois conditions différentes. Dans l'une, figurait parmi les stimuli une étoile de David, dans l'autre une croix gammée, dans la troisième une fenêtre neutre. Dans l'une ou l'autre des deux situations chargées affectivement, un plus petit nombre de stimuli était correctement manipulé.

Eriksen (1963) a remplacé ce « filtrage sélectif »

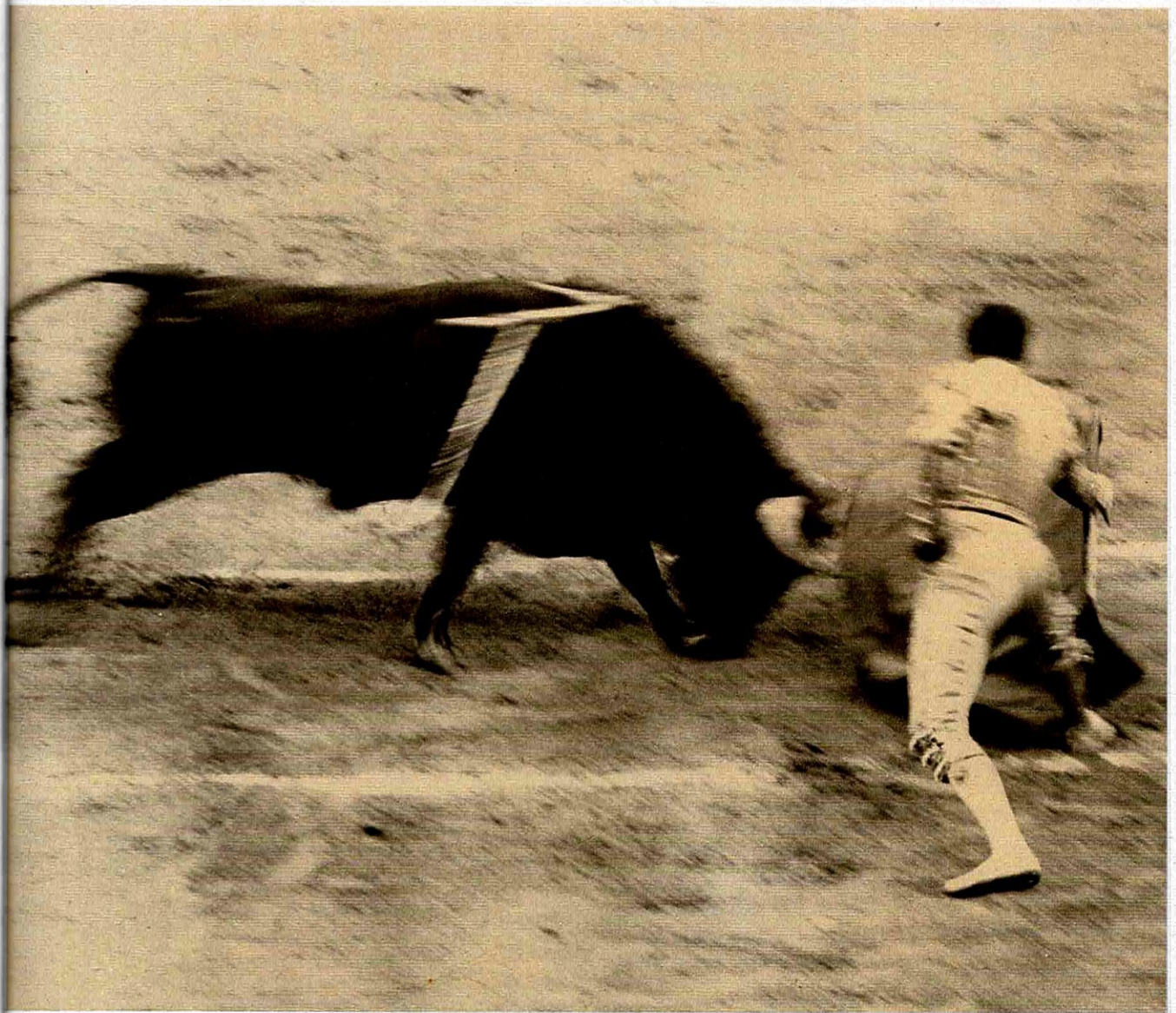


Photo J.-P. Bonnin.

Plusieurs théories tentent actuellement de rendre compte de la détection du mouvement.

dans une perspective clinique. Il a rapporté des ensemble de données dans le cas de patients présentant des troubles importants de la sphère émotionnelle. Ces sujets présentaient des seuils de reconnaissance beaucoup plus élevés pour tout stimulus en relation avec le thème de leurs troubles.

- *Le style cognitif.* Un autre problème classique, l'influence de la notion de valeur sur la discrimination perceptive, a été repris par Bruner et Goodman (1947). D'après ces auteurs, des enfants « pauvres » avaient tendance à faire une erreur de surestimation du diamètre d'une pièce de monnaie par rapport à des enfants « riches ». Gardner et Long's (1960) ont toutefois évoqué, à propos de cette expérience, une notion de « style cognitif » plus en rapport avec le modèle que nous avons adopté. Ils ont mis au point un test de *balayage perceptif*, qui étudie les schèmes de mouvement oculaire selon les individus. Ils ont trouvé que les « balayeurs larges » font de plus petites erreurs de surestimation. Peut être

les enfants pauvres sont-ils des « balayeurs étroits » à cause de la pauvreté de leur milieu en stimulations.

Avec sa séquence temporelle et l'intervention de processus actifs, véritables signaux d'écoulement, le modèle proposé au début de cet article pour la progression de la perception nous fournit une base d'explication convenable. Il montre comment cette progression peut être bloquée à n'importe laquelle de ses étapes. Il reflète la complexité des rapports de la perception et de la personnalité. Il propose une conception unifiée permettant d'intégrer, d'un côté les processus cognitifs, de l'autre les processus motivationnels et affectifs.

Il est à prévoir que, de même que la perception a fait sérieusement avancer le domaine cognitif au cours de la dernière décade, la connaissance de la « cognition » va dans les prochaines années, faire avancer celle de la motivation. C'est une perspective passionnante.

Ronald H. FORGUS



INTELLIGENCE ET CYBERNÉTIQUE

Les circuits électroniques sont capables de performances stupéfiantes. Mais arrivera-t-on jamais à créer l'équivalent

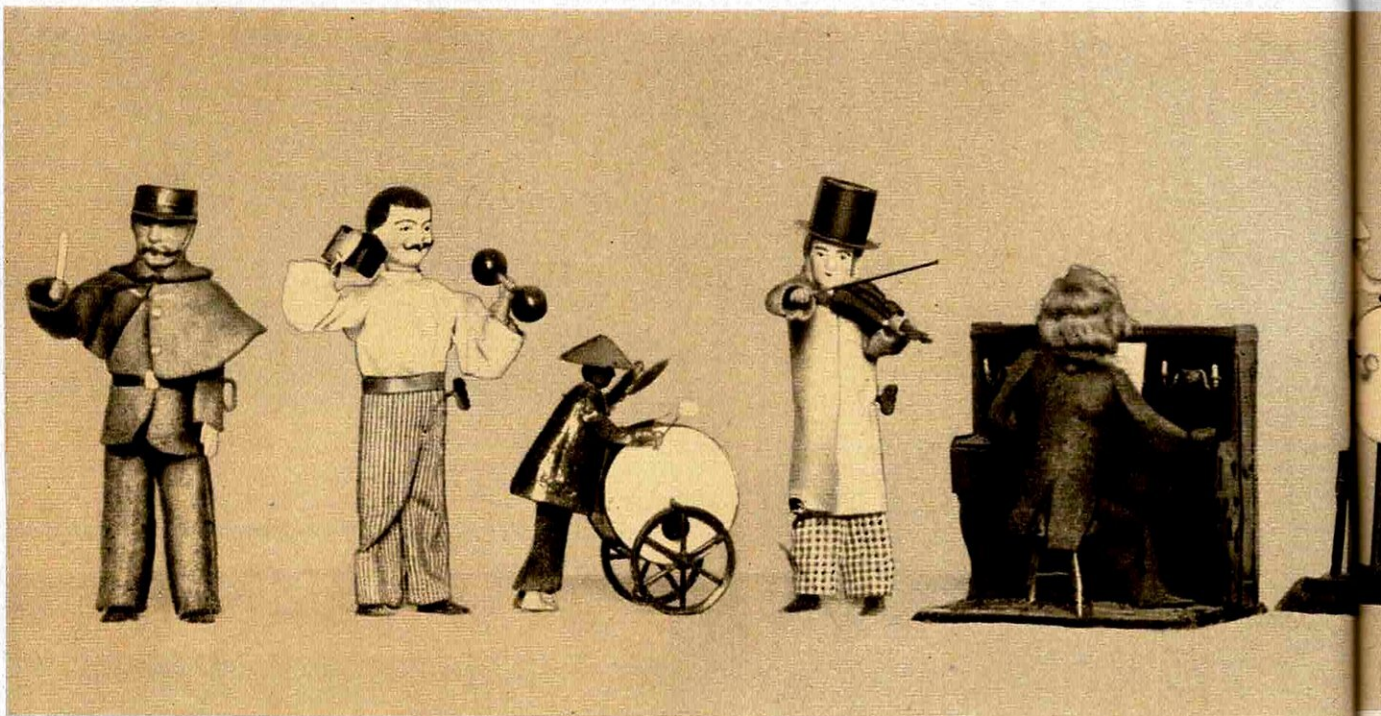


L'effort des cybernéticiens vers la construction de machines « intelligentes » passe par une meilleure compréhension des éléments qui interviennent dans cette faculté majeure. C'est ce que l'un des plus grands théoriciens de la cybernétique appliquée, F. H. George, nous montre dans l'article qui suit.

● En associant les termes d'intelligence et de cybernétique, nous nous proposons, bien évidemment, de porter notre attention sur la « machine intelligence » ou « intelligence artificielle ». Ces concepts, apparus au cours des dernières années, résultent d'une recherche des cybernéticiens et autres spécialistes de l'information vers la construction de systèmes artificiels capables de comportements intelligents.

Le premier obstacle à surmonter est, à ce propos, de s'entendre sur le terme d'*intelligence*. S'agit-il d'une qualité propre aux conduites humaines, ou peut-on la concevoir comme une fonction organisatrice de comportements, que ceux-ci soient manifestés par l'être humain ou par tout autre système (animal, mécanique, ou purement mathématique) ? Nous pourrions peut-être reprendre les propos d'un chroniqueur italien écrivant il y a quelques années dans une revue de méthodologie scientifique : « les machines sont incapables de faire preuve d'intelligence, mais les êtres humains non plus ». Ceci pose le principe d'une fonction intelligente existant en soi, tout à fait indépendante de l'être humain.

Il n'est certes pas impossible de définir l'intelligence sans faire référence au comportement humain, mais il nous semble plus facile de le faire, de prendre l'intelligence humaine comme une sorte d'étalon de référence, ce qui ne nous oblige pas à la considérer comme la limite supérieure du comportement intelligent.



Avec les automates, on s'est efforcé d'imiter le comportement gestuel des êtres humains. Il s'agit aujourd'hui de

Machines et comportement « intelligent »

Comment une machine peut-elle se montrer « intelligente » ? Un exemple va nous aider à le comprendre. Il a été proposé par Turing, un cybernéticien qui a tenté de simuler un certain nombre de fonctions nerveuses avec une machine. Turing suggère qu'une machine « intelligente » pourrait se substituer à un être humain dans un jeu de société bien connu. Celui qui consiste, pour un joueur, à déterminer par ses seules questions lequel, de ses deux adversaires, est l'homme et lequel est la femme. Ces partenaires sont, évidemment, cachés et ne répondent aux questions que par personne interposée. Turing propose que la machine soit substituée à l'un des deux comparses, et le jeu modifié de telle sorte qu'on doive déterminer, d'après les réponses de chacun, qui est l'être humain et qui est la machine.

Voilà donc une machine capable d'une belle performance. Mais peut-on dire pour autant qu'elle possède une intelligence ? Ceci nous ramène à un des plus vieux problèmes philosophiques : comment savons-nous qu'un autre possède un esprit ? Même s'il s'agit d'un être humain, comment savons-nous que l'autre est conscient, a les mêmes sentiments ou les mêmes impressions que nous ? Force est de répondre que nous n'en savons rien. Tout ce que nous pouvons dire, c'est, lorsque son comportement extérieur est semblable au nôtre, qu'il fait probablement la même expérience intérieure que nous. Nous pouvons d'autre part l'interroger et ses réponses nous sembleront confirmer qu'il a les mêmes rêves, éprouve les mêmes sentiments ou les mêmes impressions que nous. Mais cette der-

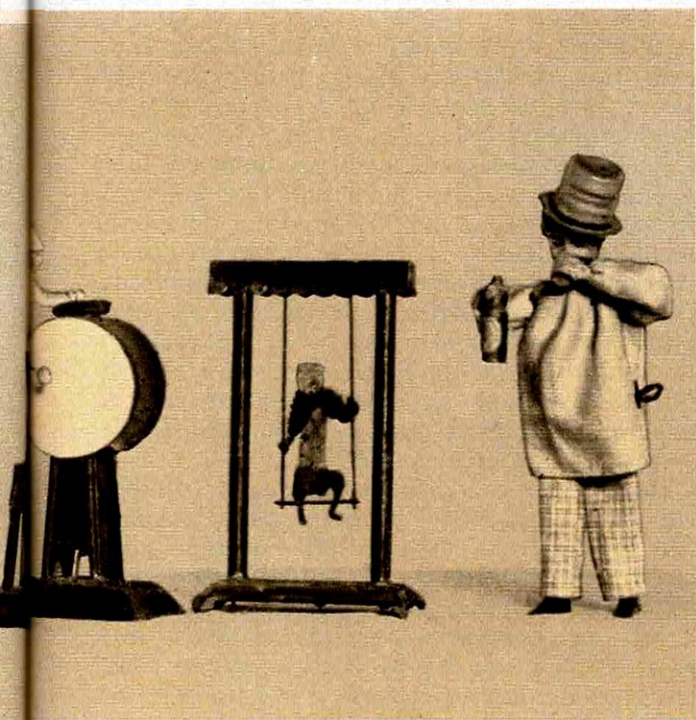
nière « preuve » est hautement discutable. On peut en effet imaginer une conversation avec une machine programmée pour répondre de manière adéquate. Elle nous raconterait des rêves ou évoquerait des sensations qui ne seraient en rien l'expression d'une expérience vécue.

Définir des conditions

Nous devons nous arrêter sur ce point et nous demander si un comportement intelligent, ou considéré comme tel parce que fait de réponses appropriées à certains stimuli, est nécessairement une preuve d'intelligence. La réponse est négative. On peut se comporter de manière tout à fait inintelligente et réussir (au moins apparemment) une certaine tâche. A l'inverse, une personne très intelligente peut échouer.

Il est indispensable, dans l'un et l'autre cas, de bien préciser les buts qui étaient visés. Cela signifie que nous ne pouvons apprécier l'intelligence d'aucune sorte de système, humain ou non, sans avoir compris à quel type d'action il s'emploie. Nous devons aussi savoir de quelles informations il dispose pour élaborer sa stratégie. Tout cela implique, en pratique, que nous ne pouvons, par la seule observation, même complétée d'un interrogatoire, être jamais certain qu'un autre être humain ou qu'un système matériel se comporte intelligemment. Tout ce que nous pouvons espérer, c'est définir les conditions qui participent à un comportement intelligent.

Le premier type de conditions pour qu'un comportement soit intelligent est que le système fonctionne de manière *intentionnelle*. C'est-à-dire qu'il poursuive un but. C'est là un préalable



reproduire des fonctions intellectuelles.

de l'apprentissage. Par apprentissage, nous entendons, au sens large, la capacité de s'adapter aux modifications de l'environnement. Bien que toute adaptation à l'environnement ne repose pas obligatoirement sur un apprentissage, tout apprentissage a en effet comme conséquence de

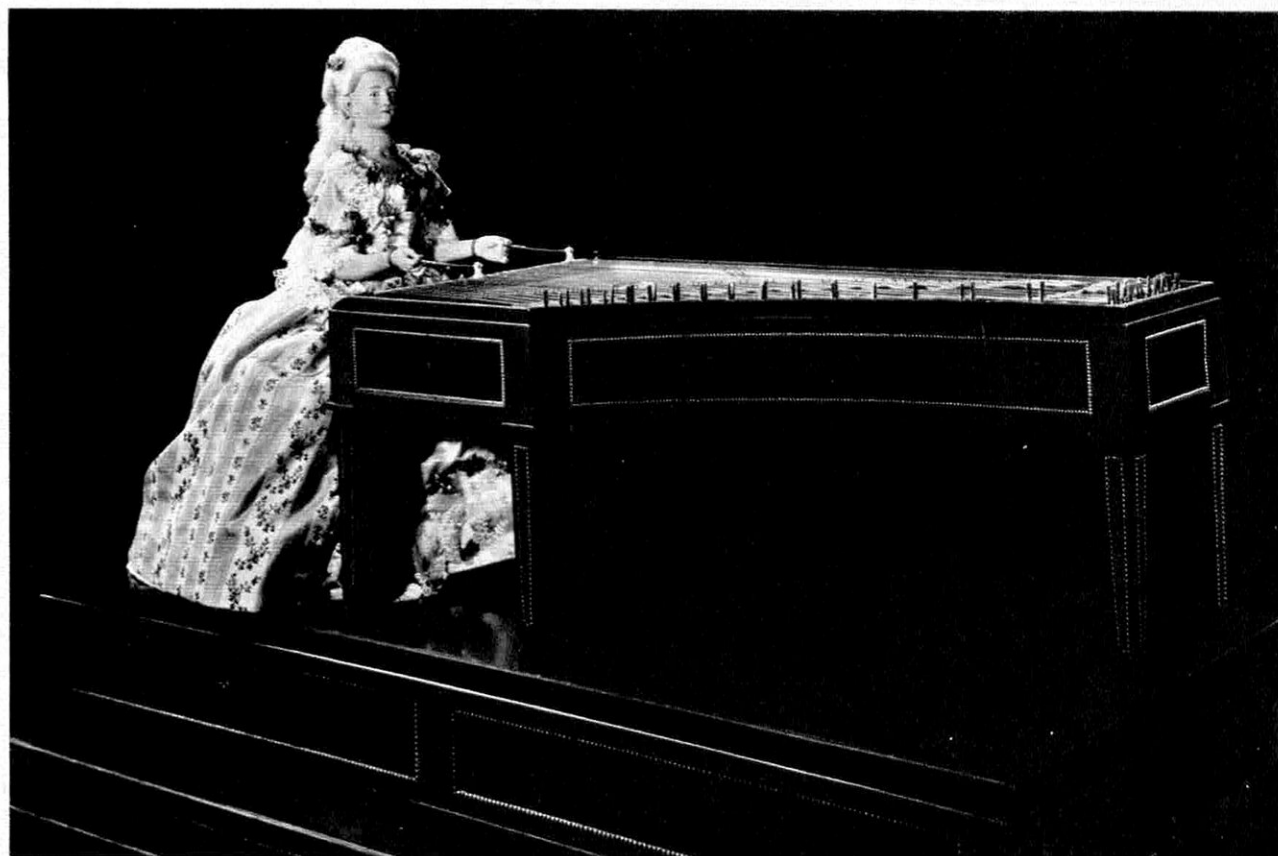
modifier l'adaptabilité aux changements du milieu.

Le type d'adaptation auquel nous nous intéresserons ici est bien entendu celui où les moyens mis en œuvre dans la poursuite du but sont connus en termes d'information disponible et de choix de la stratégie.

Si nous retenons comme étalon l'intelligence humaine, il va nous falloir, pour caractériser un comportement intelligent, exiger plus que les simples notions d'adaptabilité et d'intentionnalité. Il nous faudra envisager la capacité d'*insight*. Entendons par là, au sens large, la capacité de résoudre des problèmes en faisant des inférences (déductions ou inductions) qui permettent de court-circuiter certaines étapes du raisonnement ou, à l'inverse, d'arriver au but par des chemins détournés.

Il est assez facile de donner quelques exemples. Celui du chien de Thorndike qui apprend à tirer sur une boucle pour sortir de sa cage et atteindre de la nourriture. Celui du singe de Koehler qui, n'arrivant pas à atteindre une banane avec un bâton, s'empare d'un second bâton, l'emboîte sur le premier et obtient ainsi une longueur suffisante.

Ce type de comportement (on pourrait multiplier les exemples) montre clairement que l'*insight* est une appréhension globale du problème et de sa solution. Ce qui n'exclut pas, au préalable, un certain nombre de tâtonnements.



La joueuse de tympanon (XVIII^e siècle) était certes incapable de s'adapter à son environnement...

A ce propos, nous pourrions évoquer la méthode scientifique et son but fondamental, la prédiction. C'est-à-dire la capacité d'anticiper certains types de comportement ou, au moins, de réagir rapidement à certaines situations. Elle implique des connaissances étendues et une compréhension des phénomènes se traduisant par une capacité de généralisation accrue. Le plus souvent du type inductif, ce type de généralisation va pouvoir s'appliquer à toute une série de situations. On peut dire, en gros, que plus grande est l'aptitude à généraliser, plus grande est la compréhension.

La mémoire et le langage

Les mécanismes d'adaptation intentionnelle et d'apprentissage sont parmi les premières conditions du comportement intelligent. La capacité à percevoir les stimulations ambiantes est évidemment aussi parmi ces conditions. Le principe d'intentionnalité sous-entend, d'ailleurs, que nous soyons suffisamment motivés pour atteindre notre but.

Il nous faut aussi être capables de résoudre des problèmes. On peut dire que cette capacité n'est guère différente de l'apprentissage, à ceci près qu'elle est beaucoup plus spécifique d'un but ou d'une série de buts. L'apprentissage peut, quant à lui, n'être pas très spécifique, ainsi que le montre l'apprentissage *latent*. Cette forme d'apprentissage, dite aussi apprentissage occasionnel, consiste en l'acquisition d'informations sur le milieu ambiant sans qu'il y ait démarche intentionnelle.

Oettinger a illustré cette possibilité, il y a des années, avec son « programme d'achats » bien connu des informaticiens. Un ordinateur programmé de telle sorte qu'il établisse, dans une ville, quelles boutiques vendent tel article pourrait « apprendre », incidemment, bien d'autres choses sur les articles stockés dans les divers magasins. En recherchant, par exemple, telle marque de potage, il « saurait » aussi quantité de choses sur les autres marques de potages et toutes sortes de conserves. Ces informations pourraient être enregistrées en vue d'un usage futur.

Ceci nous amène à parler d'un élément tout à fait essentiel. Il s'agit de l'existence d'une capacité de *mémoire*. Quelles que puissent être nos capacités d'adaptation aux changements du milieu, quelque intentionnelle que puisse être notre démarche, on ne peut se conduire intelligemment si l'on ne se rappelle rien. Dans un système « intelligent », cette mise en mémoire de l'information peut s'effectuer sous forme « particulière » ou sous forme « globale ».

Une exigence supplémentaire pour un fonctionnement intelligent de type humain — elle peut n'être pas indispensable pour des systèmes moins évolués — est la possibilité de *symboliser* des événements. Ce que, d'ailleurs, nous entendons par pensée n'est autre que la capacité à

représenter notre environnement par des symboles et à réaliser des inférences de type déductif et inductif à l'aide de ces représentations symboliques.

La pensée implique en fait une immense quantité d'opérations. Parmi elles, on peut citer la formation de concepts, la formation d'hypothèses, l'aptitude à faire des discriminations, à reconnaître des différences parmi des similitudes et des similitudes parmi les différences. Mais nous ne parlons ici que des « molécules » du comportement intelligent de niveau humain. Nous n'essaierons pas (cela serait impossible dans le cadre de ce court article) d'aborder les problèmes « atomiques » de la pensée.

L'étape suivante, indispensable, dans le comportement intelligent est constituée par le *langage*. Sans lui, les êtres humains n'auraient pu accumuler de l'information de génération en génération. En adoptant la distinction proposée par Russel, nous pouvons dire que les organismes, et avant tout les humains, apprennent aussi bien par leurs *rapports* avec le milieu que par la *description*.

Il semble en fait certain que, pour l'être humain, la plus grande partie de l'information qu'il détient (ce qu'il croit) est acquise par la description. Celle-ci est contenue, bien sûr, dans les commentaires d'autres personnes, soit directement, soit par le truchement de livres, de journaux, de documents iconographiques...

Des conditions suffisantes ?

Au total, les conditions nécessaires à un comportement intelligent de la part d'un système donné sont donc qu'il soit capable de percevoir, capable d'apprendre, qu'il soit motivé, qu'il suive une démarche intentionnelle, qu'il puisse résoudre des problèmes, qu'il pense, qu'il soit capable de symboliser, et, au moins dans le cas des êtres humains, qu'il sache reformuler ses connaissances (vraies ou fausses) sous la forme de convictions communicables aux autres membres d'un système social complexe.

Nous devons cependant nous demander si cet ensemble de conditions est *suffisant*. Avant d'aller plus loin, remarquons que le mot intelligence peut être utilisé avec des significations légèrement différentes. Nous l'avons pris ici comme la capacité à traiter les informations provenant du milieu. Mais, dans le langage courant, on entend souvent, par « intelligence », le fait de mener une telle opération de façon assez satisfaisante. On oppose alors, implicitement, *très intelligent* à *pas très intelligent*. Une troisième définition correspond dans une certaine mesure aux « tests d'intelligence » ; elle ressort de la définition opérationnelle qu'on en fait, lorsqu'on dit que ce sont des tests qui testent l'intelligence. Mais on se trouve placé devant une sorte de cercle vicieux puisque nous ne savons toujours pas ce qui est testé. Dans ce contexte, le mot *intelligence* tend à signifier,

pour autant qu'il soit séparable de l'expérience humaine, ce qui est aptitude innée chez les gens.

En d'autres termes, nous inclinons à penser qu'il existe chez les gens des capacités innées, capacités que l'on peut opposer à l'expérience pouvant être acquise au contact d'un milieu plus ou moins favorable. Les gens sont intelligents, au premier sens du terme, lorsqu'ils sont capables de manipuler leur environnement « avec succès ». Les traits propres à une société donnée et les buts que les gens poursuivent interviennent aussi dans le problème, de telle sorte qu'il est difficile, dans ce contexte très général, d'aller au delà d'une estimation statistique grossière de l'intelligence.

Nous revenons ainsi à notre point de départ, puisque nous avons déjà noté que le succès dans une entreprise n'est pas nécessairement la preuve d'un comportement intelligent. Il serait cependant surprenant, à quelque niveau qu'on se place (et il y en a beaucoup) que ceux qui réussissent régulièrement ne soient pas plus intelligents (au moins dans un secteur donné) que ceux qui échouent régulièrement. Ce présupposé, d'ordre statistique, ne nous est cependant d'aucune aide dans notre tentative de définir l'intelligence en termes de performances.

Un but accessible

Nous pouvons maintenant aborder les notions d'intelligence « cybernétique ». Ce qu'on tente de faire, dans l'optique cybernétique, c'est construire des systèmes artificiels capables, pour le moins, d'atteindre les mêmes niveaux d'intelligence qu'un être humain. Tout ce que nous avons énuméré comme conditions d'un comportement intelligent est plus ou moins réuni par les ordinateurs de la dernière génération. Nombreuses, parmi les performances évoquées, sont celles qui peuvent être effectuées par des systèmes plus modestes et plus spécialisés. Mais le grand problème est bien l'intégration de toutes ces caractéristiques dans un système unique.

Il reste toutefois une condition à réaliser. Nous avons vu que les êtres humains constituent de vastes systèmes sociaux. Cela signifie qu'une science de l'intelligence artificielle ayant l'ambition de parvenir aux mêmes normes que ses modèles devrait mettre en œuvre non des machines isolées, mais des sociétés de machines. Or, la possibilité qu'offrent les ordinateurs de la dernière génération de simuler un système social est, quels que soient les mérites de leur conception et même s'ils sont dotés d'une capacité de mémoire suffisante, pour le moins décevante. Il est indéniable que ces machines approchent des qualités requises, mais elles restent conçues dans des buts différents de la simulation sociale et ne sont pas vraiment aptes à cette simulation.

Finalement, nous devrions envisager que la cybernétique cherche à simuler ou à « synthétiser » l'intelligence à des niveaux élémentaires tels que celui du neurone, de l'ADN ou de

l'ARN. Mais, de toutes façons, prendre l'intelligence humaine comme étalon de référence n'est pas forcément la meilleure solution.

Nous n'avons cependant pas besoin de sortir du domaine des conditions nécessaires et suffisantes à l'intelligence humaine pour dépasser celle-ci. En prenant les mêmes facultés et en les développant, nous pouvons facilement envisager (et même, finalement, construire) un système qui fonctionnerait sur les mêmes principes, mais avec des performances de beaucoup supérieures. En procédant de cette manière, on laisse bien sûr sans solution le problème philosophique de savoir si des moyens complètement différents peuvent aboutir aux mêmes fins (à la condition que les buts de l'intelligence humaine soient suffisamment définis...).

On a dit que l'intelligence humaine représentait l'optimisation des moyens pour, compte tenu de l'information disponible, aboutir à certaines fins. Mais on peut aller, dans une certaine mesure, contre cette assertion en remarquant que le choix lui-même des fins est un reflet de l'intelligence humaine. Le problème est, ici encore, celui de l'absence de cadres de référence « absolus ». Il est le même dans la théorie de la relativité et concernant les mouvements des corps célestes. La notion de fins *absolument intelligentes* représente peut-être un idéal, mais qui serait impossible à atteindre.

Abandonnons la philosophie et revenons à la cybernétique. Ce qui l'intéresse, et ceci depuis plusieurs années, c'est la construction de systèmes artificiels intelligents ou de modèles de toutes sortes. Pour cela, elle a développé des méthodes de construction toujours améliorées. Elle a, en particulier, cherché à intégrer les concepts élémentaires qu'elle avait définis, sous la forme de systèmes capables du même degré d'intelligence que les êtres humains. Sur le plan des principes, le problème semble presque résolu, mais il n'en est pas de même en pratique.

Nous n'avons pourtant aucune raison de douter de la possibilité d'y parvenir un jour. C'est-à-dire de faire jouer la machine contre l'homme dans le jeu de Turing. Il reste à en faire la démonstration. Au cours de ces dix dernières années, la conviction d'y arriver s'est d'ailleurs considérablement accrue. Dans le même temps, s'est imposée l'idée que ce qui manquait à la cybernétique des premières années c'était de n'avoir pas compris qu'un système artificiel devait, pour atteindre les normes de notre esprit, être doué de langage et faire partie d'une société.

F. H. GEORGE

BIBLIOGRAPHIE

- George F.H. : *Models of Thinking*. Allen and Unwin, 1970.
Humphrey G. : *Thinking*. Methuen, 1951
-



COMPORTEMENT ANIMAL ET PSYCHOLOGIE HUMAINE

L'étude du comportement animal est à la mode. De récents Prix Nobel ont d'ailleurs récompensé les travaux d'éthologistes éminents, Conrad Lorenz, Niko Tinbergen et Karl von Frisch. Il convient toutefois de se garder d'interprétations hâtives. Les données acquises sur le comportement de multiples espèces ne nous sont pas souvent d'un grand secours dans la compréhension de la nôtre.

● En 1932, S. Zuckerman publiait une étude célèbre sur le comportement social des babouins. Il y relatait ses observations sur des animaux capturés en Afrique et logés tous ensemble en groupe arbitraire dans un enclos étroit du zoo de Londres. Dans de telles conditions, les babouins s'étaient comportés avec une incroyable férocité les uns vis à vis des autres. Les mâles attaquaient et même tuaient d'autres mâles, les femelles étaient persécutées, et l'élevage des petits était rarement mené à son terme.

Cette étude a pris toute sa signification lorsque, plus tard, la même espèce a pu être observée dans son milieu naturel. Dans les riches plaines africaines, les babouins se montrent, en général, pacifiques entre eux. Ils se déplacent en groupes organisés dont les membres coopèrent même en certaines circonstances, par exemple pour la défense contre les prédateurs et les soins à donner aux jeunes. Il n'existe pas non plus de conflits sérieux entre les divers groupes. Les babouins sont en fait adaptés à un mode de vie particulier, dans une catégorie spécifique d'habitats.

Nous présumons que la structure, la physiologie et le comportement des babouins, comme des autres espèces animales, sont l'effet de l'Évolution, par sélection naturelle ; et nous pensons que cette sélection a joué pendant une longue période dans des conditions de milieu identiques. L'homme moderne, éduqué, considère que lui aussi est un produit de l'Évolution. Il doit donc envisager l'idée d'une certaine continuité entre son comportement et celui de ses ancêtres pré-humains. Mais contrairement aux ossements, le comportement ne laisse pas de traces... Or, si nous avons des raisons légitimes d'inférer des changements grossiers dans notre préhistoire, comme le passage d'une étape herbivore à des habitudes carnivores, des informations plus précises sur les schèmes de comportements archaïques sont introuvables. Une analyse de la conduite humaine qui se référerait aux principes évolutionnistes courrait donc le danger de commencer par une hypothèse et de se terminer en devinette ou même en fantasmagorie.

Quoi qu'il en soit, la science du comportement animal, l'éthologie, repose sur des bases explicitement évolutionnistes. Et les voies de l'éthologie moderne, tracées par des hommes tels que Karl von Frisch et Niko Tinbergen, sont le produit de la convergence de deux méthodes. L'une est l'observation minutieuse et détaillée des animaux dans leur milieu naturel ou en environnement semi-naturel ; l'autre est l'expérimentation rigoureuse, qui se pratique sur le terrain et en laboratoire.

On considère qu'un comportement qui se manifeste dans les conditions naturelles a une signification de survie ; mais si les animaux sont soumis à des conditions de surpeuplement exceptionnel, comme ce peut être le cas en captivité ou dans tout milieu non naturel, leur compor-

tement peut devenir inadapté. Les babouins de Zuckerman en sont un exemple ; depuis 1932, on en a décrit d'autres. Parmi eux, on cite les macaques querelleurs qui vivent dans les villages des Indes et autres contrées asiatiques. Ces singes sont beaucoup moins combatifs lorsqu'ils mènent une vie indépendante dans la jungle.

Ainsi, le point de vue évolutionniste conduit les éthologistes à examiner le comportement dans son rapport avec les conditions écologiques. Chaque espèce animale est examinée dans son adaptation à une certaine série d'habitats ; ces habitats sont parfois très sélectifs ou ils peuvent être très variés, mais ils obéissent toujours à des critères précis. Une telle méthode est différente de celle de la psychologie expérimentale, dont les sujets d'expérience (en général des rats, des singes, ou des étudiants) sont observés dans des conditions parfaitement artificielles. Mais les deux types d'enquête ne sont pas contradictoires. Ils sont, en fait, complémentaires.

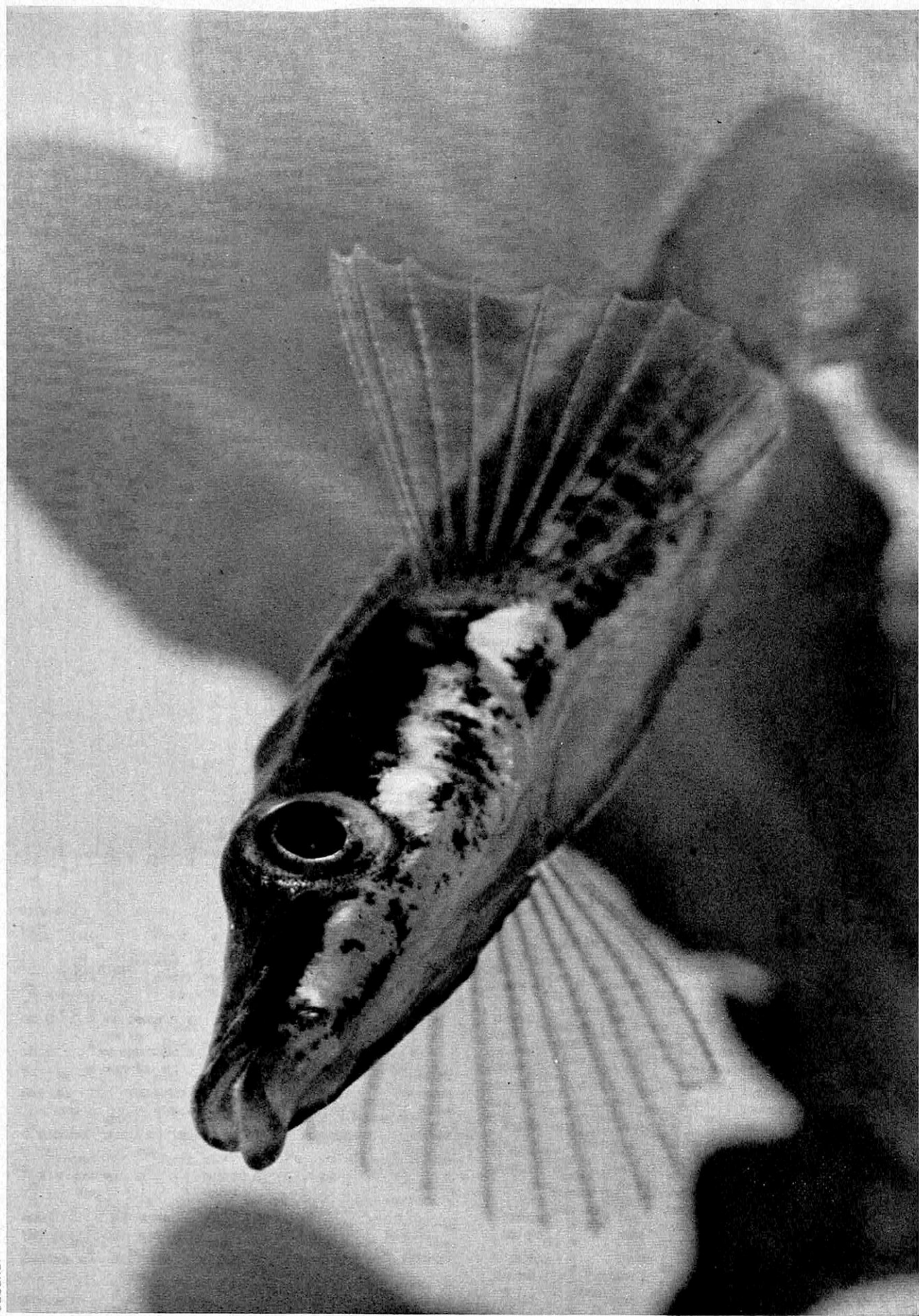
La coopération sociale

Parmi les analyses du comportement social, le travail de von Frisch sur la communication entre les abeilles est un exemple des plus notables. Ces insectes, de retour à la ruche après avoir découvert une nouvelle source de nourriture, peuvent communiquer aux autres ouvrières la direction dans laquelle se trouve la nourriture, sa distance, son odeur et même, dans une certaine mesure, la quantité disponible.

Les signaux des abeilles, analysés par von Frisch et ses collaborateurs, sont, juste à titre, exceptionnels. Ils donnent des informations complexes sur le monde extérieur à l'insecte. D'autres animaux, même les plus avancés des vertébrés (les oiseaux et les mammifères), ne fournissent habituellement que des informations simples sur les événements externes. Celles-ci sont contenues dans les cris d'alarme qui indiquent la présence d'un prédateur. De tels cris poussent les autres membres de l'espèce à se sauver, ou à éviter d'une manière ou d'une autre le danger imminent.

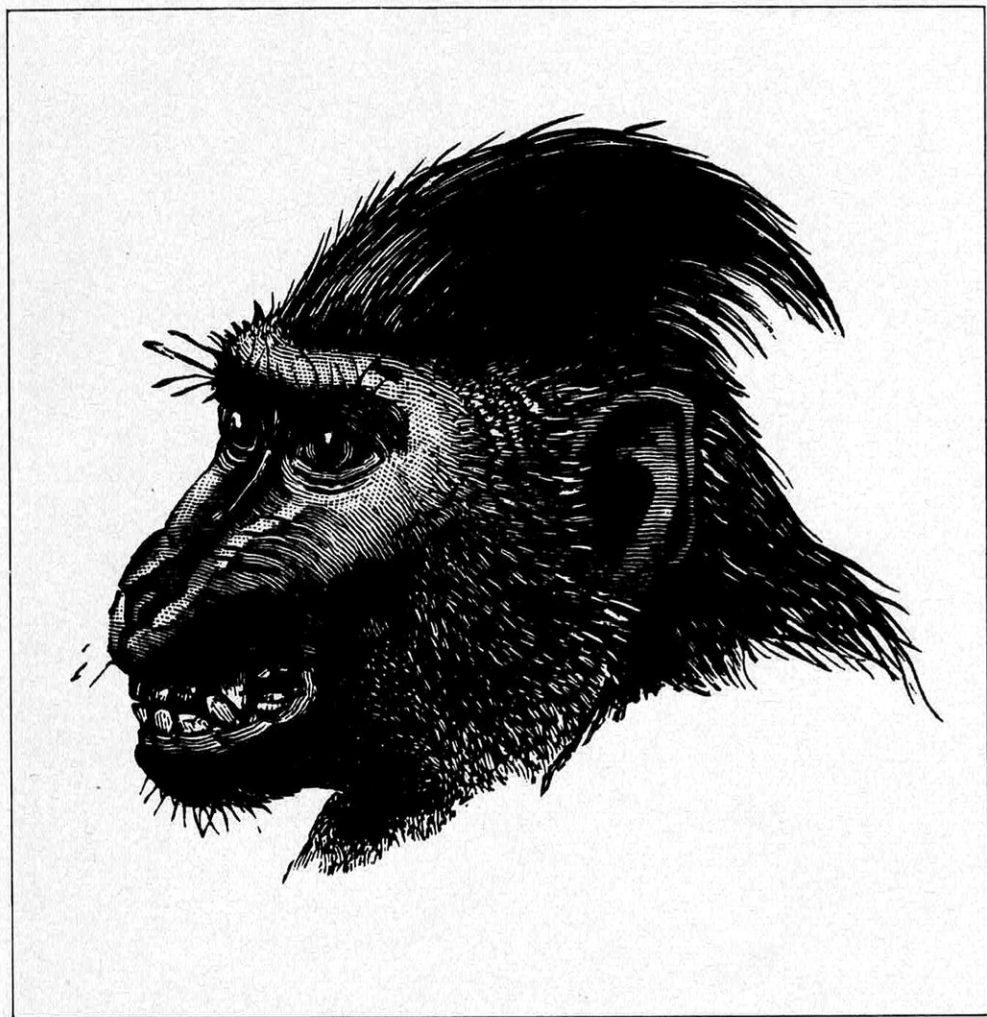
D'autres signaux reflètent l'état interne de l'animal. Celui-ci peut signaler, par exemple, qu'il est prêt à l'accouplement, ou dans une disposition organique qui le pousse à s'occuper de petits. Les jeunes mammifères indiquent leurs besoins de nourriture ou de chaleur par des cris caractéristiques de leur espèce.

On a fait de sérieux progrès lorsqu'on a su analyser des situations apparemment simples dans lesquelles un signal précis déclenche chez un autre animal une réponse clairement définie. La danse en zig-zag, déclaration d'amour du mâle d'épinoche, peut, par exemple, être déclenchée non seulement par la présence d'une femelle convenable, mais aussi par un objet beaucoup moins compliqué, tel qu'un morceau de bois coloré avec un ventre renflé ; quant aux postures que ce poisson prend pour défendre



Certains signaux provoquent, de la part du mâle de l'épinoche, des réponses parfaitement définies.

Les « langages » des animaux ne sont pas toujours faciles à décrypter. Ce babouin à l'air féroce, figurant dans l'ouvrage de Charles Darwin « l'expression des émotions », témoigne seulement de sa satisfaction d'être caressé. Quant à ces deux rats mâles (rats sauvages d'Australie), leur querelle est marquée non seulement par des morsures, mais par des cris et des sifflements assez énigmatiques.



son territoire, elles peuvent être induites (ainsi que Tinbergen le décrit) par le passage même lointain d'une voiture postale dont la couleur est du même rouge que le ventre d'un éventuel agresseur.

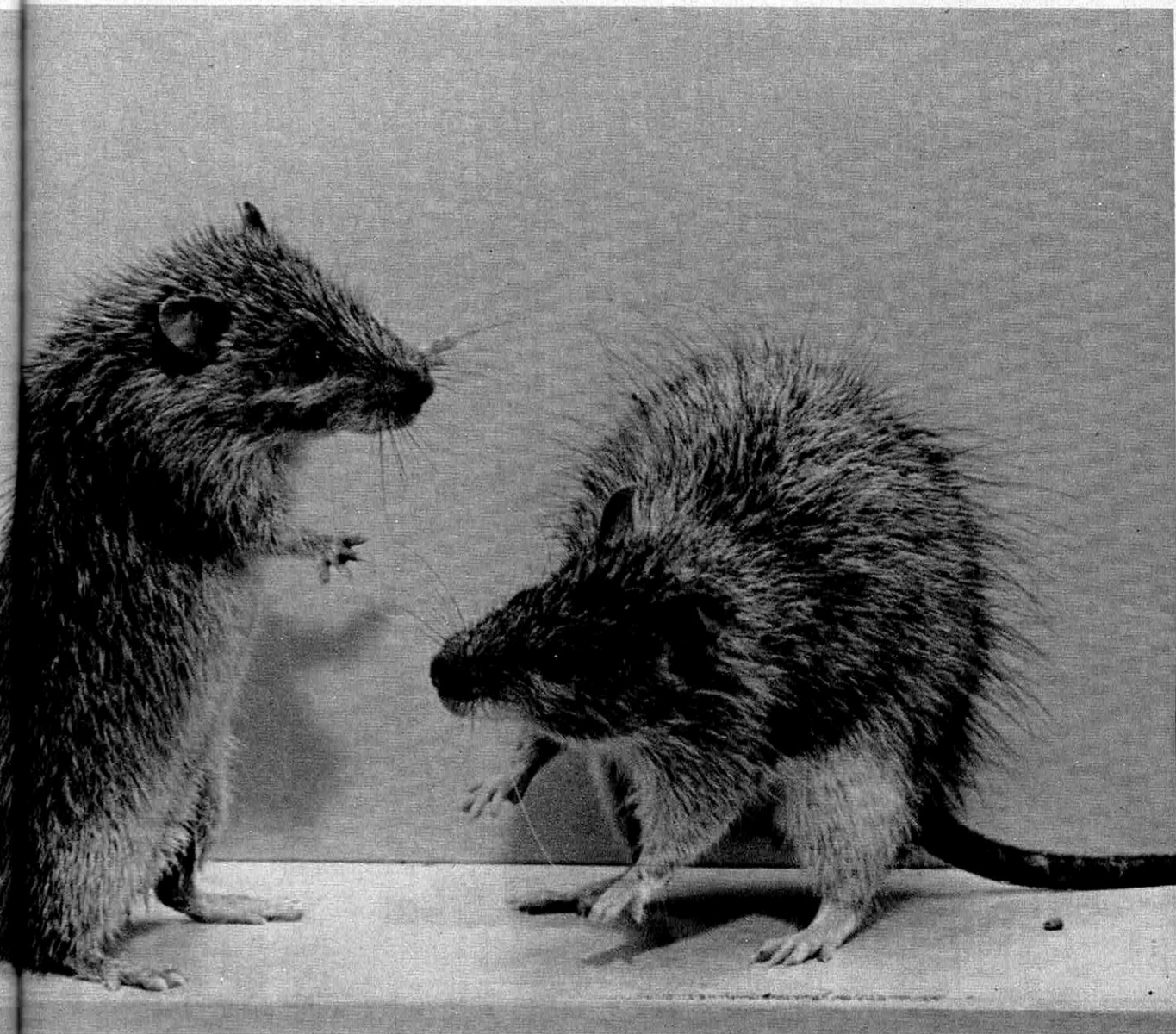
Tous les signaux sociaux, les « langages » des animaux, ne sont pas aussi facilement interprétés. Un singe communique par des gestes et postures, par des sons et par des contacts. Un exemple de ce dernier mode de communication est le nettoyage de la fourrure d'un singe par un autre. On a cru au début que c'était une conduite de recherche de parasites. On sait maintenant que c'est un signal d'attitude, correspondant à ce que, dans une société humaine, nous appelons amitié ou affection. Mais son rôle exact n'a pas été établi expérimentalement.

Une des difficultés de l'analyse, ou même de la description d'un comportement social complexe, est que les postures, les sons et les odeurs peuvent être présents simultanément. Et ces signaux, souvent, ne sont pas simples. Même

un mammifère aussi inférieur qu'un rat sauvage émet des sons complexes. Certains sont des sifflements, d'autres des cris perçants, mais la plupart se situent entre les deux. Or tous ces bruits, et les attitudes qui les accompagnent, représentent autant d'états différents de l'animal.

En dépit de toute cette variation, nous pouvons faire deux remarques générales sur la communication animale. La première est que les signaux d'un animal sont caractéristiques de son espèce. Le chant des oiseaux en est un exemple familier de tout un chacun : chaque espèce a sa propre mélodie. Le destinataire du signal a un ensemble correspondant de réponses : un partenaire sexuel répond par une approche avec une attitude caractéristique ; mais un rival qui se trouverait sur le territoire de l'émetteur du signal se retire.

La seconde remarque est que les signaux animaux concernent presque toujours la situation du moment : ils correspondent à des exclamations.



mations humaines du type « me voilà ! », ou « viens ici ! », ou « allez-vous en ! », ou « attention ! ». A la différence du langage humain, ils ne contiennent rien d'abstrait ; pas plus qu'ils ne permettent la description d'événements observés dans le passé.

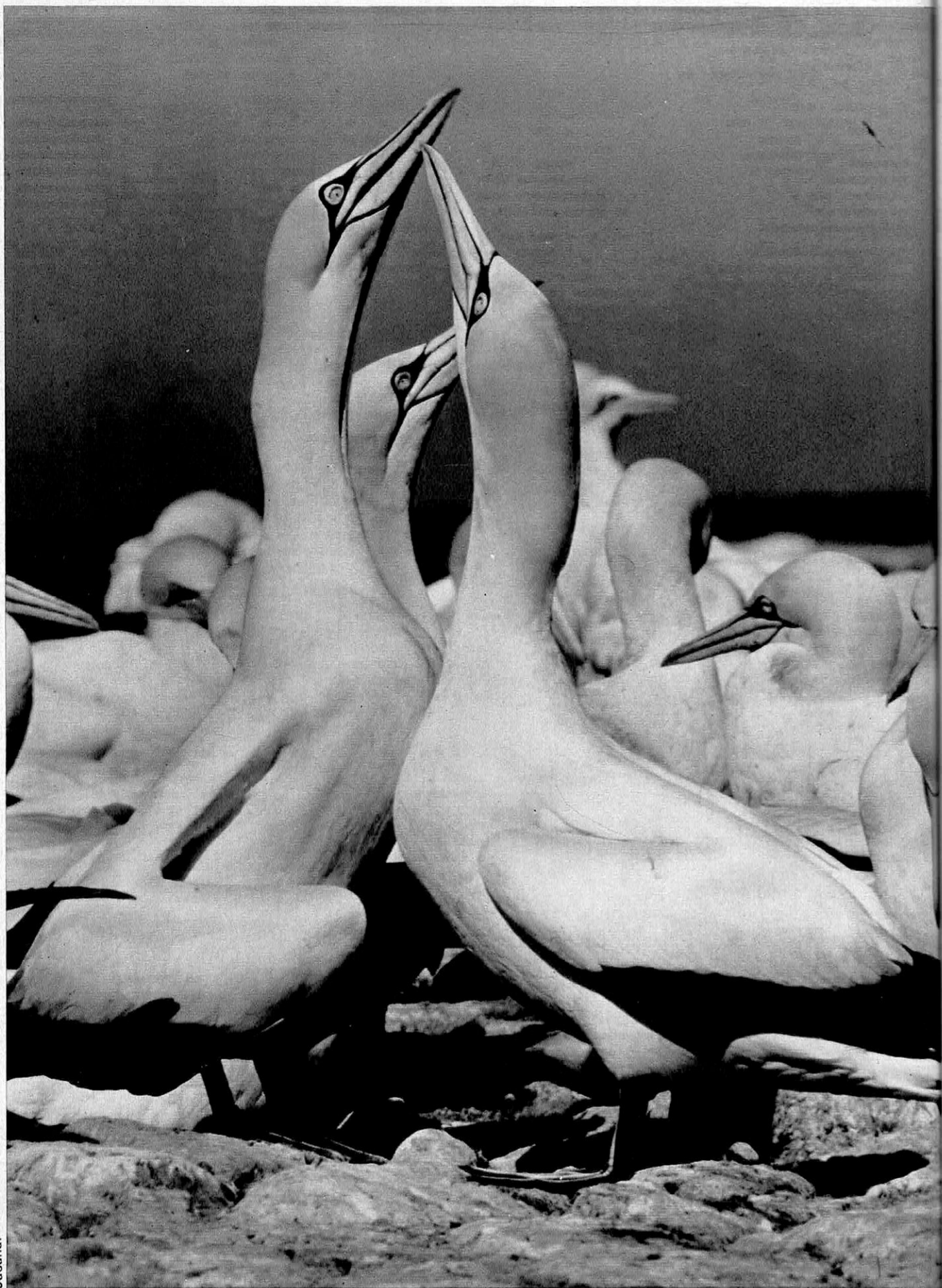
J.B.S. Haldane a suggéré, précisément, que le langage humain s'était développé en partie parce que le chasseur ou le pêcheur avait besoin de se vanter de ses prouesses passées — ou de se lamenter sur ses échecs (la belle pièce que j'ai ratée !). Malheureusement, ce dernier point, comme toute hypothèse évolutionniste, ne peut être prouvé.

Coopération et conflit

En dépit de ces contrastes évidents entre les animaux et l'homme, certains auteurs modernes préfèrent insister sur des ressemblances — réelles ou supposées. Aujourd'hui comme autrefois, la comparaison la plus populaire entre conduites humaine et animale concerne le comportement

de coopération et, l'opposé, le crime violent ou la guerre.

Les moralistes d'autrefois se servaient d'exemples pris chez les animaux pour faire l'apologie de conduites vertueuses. La fourmi était supposée industrieuse, le lion courageux ; et les gens, disait-on, feraient bien de suivre ces exemples. Des auteurs modernes bien connus, comme Robert Ardrey, Irenäus Eibl-Eibesfeldt, K.Z. Lorenz, Desmond Morris, Lionel Tiger et d'autres, utilisent certaines espèces animales de manière différente. Ils semblent nous dire que les relations sociales des autres mammifères, et même des oiseaux, peuvent nous apporter une information de valeur sur ce que nous avons à nous attendre dans notre propre comportement. Le sens exact de leurs arguments est rarement évident ; peut-être parce que, de règle, *ils n'ont pas* de sens exact ! Mais tous nous laissent supposer que d'une manière ou d'une autre, nous avons hérité des comportements fixés, ou de certaines propensions à ces comportements, de



La parade nuptiale des Fous du Cap. Un exemple de conduite typique de l'espèce et hautement prévisible.

nos lointains ancêtres pré-humains. Etudions la méthode de ces auteurs et appliquons-la d'abord au conflit entre les sexes.

Si les féministes d'aujourd'hui voulaient user (ou mésuser) de l'éthologie, elles pourraient brandir l'exemple de la ruche. Dans chaque colonie, l'individu le plus important est une femelle fertile. Le travail de la ruche est accompli par d'autres femelles. Les mâles, ou faux-bourçons, n'ont qu'une fonction : l'insémination. Au début de l'automne, quand la nourriture se fait rare, ces « bouches inutiles » sont sacrifiées.

On peut citer la femelle du calao (une sorte de passereau). Cet oiseau est muré dans le creux d'un tronc pendant qu'elle couve. Le mâle la nourrit à travers l'ouverture. Quel autoritarisme ! Mais attention ! c'est en fait la femelle qui construit les murs de son trou. Elle est peut-être l'analogue des femmes qui restent enfermées dans leurs tâches domestiques.

Mises à part ces analogies frivoles, l'éthologie a très peu contribué au problème des sexes dans la société humaine. Peut-elle faire mieux si nous nous tournons vers la violence anti-sociale ?

Examinons d'un peu près les phénomènes de coopération et de conflit dans les groupes animaux. Il importe d'insister sur la coopération, car c'est une caractéristique générale et nécessaire des relations entre membres d'une même espèce. Dans beaucoup d'écrits modernes, l'attention est exclusivement portée sur le conflit, alors que la coopération est facilement sous-estimée.

Les formes d'interaction sociale sont, comme les signaux individuels, caractéristiques de l'espèce. Parmi les plus évidents, il y a ceux qui sont en rapport avec l'accouplement et les soins aux petits.

Ainsi, les œufs de la dinde de brousse sont incubés dans un énorme monceau de feuillage et de terre, que le mâle maintient, avec une très grande précision, à 35 °C ; pour ce faire, il teste régulièrement la température en mordillant des échantillons des matériaux du nid. Si le nid est trop chaud, il fait des trous de ventilation ; s'il est trop frais, il rajoute des matériaux qui fermentent et réchauffent l'ensemble. Pour un observateur superficiel, il est, à l'évidence, un père dévoué. Et pourtant, quand les jeunes oiseaux éclosent, il les ignore complètement. Quoi qu'il en soit, ce comportement est parfaitement approprié dans le contexte de vie de ces oiseaux.

Par opposition, certaines espèces animales font preuve d'une attention prolongée et minutieuse envers les petits. Quand un groupe de chiens de prairie tue un animal, ils engloutissent une grande quantité de viande, retournent à leur tanière et régurgitent la viande pour leurs petits. Donner de la nourriture aux autres est un type de conduite que nous appelons altruisme. Dans ce cas, elle est appropriée à un mode particulier de vie. Nous ne trouvons pas une telle « absence d'égoïsme » chez nos plus propres voisins, les singes, qui, pour la plupart, sont végétariens.

Autre exemple : les mâles de certaines espèces de babouins, qui se déplacent en groupe sur de grandes distances à travers les plaines herbeuses, portent parfois un jeune pendant la marche. D'autres singes, qui vivent dans des conditions différentes, ne manifestent pas ce genre de coopération.

Les habitudes sociales de chaque espèce sont, dans les conditions normales, hautement efficaces, mais habituellement elles ne sont guère adaptables. Un exemple extrême est celui de l'oiseau qui « héberge » un coucou dans son nid. Il le nourrit assidûment même si ses propres petits continuent de piailler désespérément hors du nid ! Julian Huxley a comparé cela à l'attitude d'une mère qui nourrirait un gorille pendant que son propre enfant pleurerait dehors, de l'autre côté de la fenêtre.

Pour l'oiseau, le coucou présente un ensemble de stimuli qui suscitent une réponse parentale. Il ne réagit pas intelligemment à une situation d'ensemble, comme le peut un être humain.

Le comportement d'intolérance

Les mêmes principes s'appliquent aux diverses sortes de comportements que nous appelons familièrement hostiles, intolérants ou agressifs. Il convient d'être très précis quant à ce qu'on groupe sous cette appellation. On ne se réfère pas aux activités qui mènent à des blessures ou à la mort de représentants d'autres espèces. De nombreux animaux chassent. Mais la prédation n'est pas un comportement social. Une première question se pose alors : quelles sont les conditions dans lesquelles les animaux tuent ou blessent des représentants de leur *propre* espèce ? Nous avons déjà considéré le cas particulier du meurtre des abeilles mâles.

Ici ou là, dans le règne animal, on peut trouver d'autres exemples de « fratricides » de ce genre, même dans des milieux apparemment naturels. On a décrit des cas où des lions se tuaient l'un l'autre. Il existe aussi des récits d'infanticides chez des singes de certaines espèces. Mais, dans l'ensemble, un tel comportement est rare. Bien que les animaux, même les plus sociaux, aient certaines conduites hostiles, ces conduites sont seulement, en règle générale, des signaux destinés à obtenir le retrait des individus auxquels ils s'adressent.

On les observe dans des conditions clairement définies. Il y a d'abord la défense du territoire contre d'autres membres de l'espèce. C'est le comportement territorial. Parfois, un territoire est occupé seulement par un individu solitaire, ou par un couple ; parfois, il est occupé par un groupe.

L'effet d'un tel comportement est de maintenir l'espace vital de la population. Sa valeur pour l'espèce est peut-être d'assurer une quantité de nourriture et d'abris suffisants pour l'élevage des petits ; il peut aussi réduire les risques de prédation auxquels l'espèce est exposée.

Quelles que soient leurs fonctions, les formes de comportement territorial sont caractéristiques de l'espèce ; et, dans un habitat donné, chaque territoire est pratiquement de même taille et contient les mêmes ressources. Il est dès lors surprenant que certains auteurs aient essayé de trouver une équivalence entre le comportement territorial des animaux et la défense de la propriété chez l'être humain.

L'homme ne témoigne pas de cette uniformité que nous trouvons dans les territoires des animaux. A l'intérieur d'une seule communauté humaine, de vastes régions peuvent être possédées par un seul homme ou une seule femme, alors que les autres n'ont rien. A l'opposé, dans certains pays, la propriété privée se limite à des affaires personnelles telles que les vêtements. Dans quelques groupes tribaux, même les biens mineurs sont mis en commun par tous les membres de la tribu. Il n'est pas plus juste de parler d'un « instinct de propriété » humain qu'il ne le serait de dire que nous avons « l'instinct du vol ». Et si la plupart des êtres humains possèdent *quelque chose*, un homme peut parfaitement soutenir que « la propriété, c'est le vol » et se comporter en accord avec cette assertion.

La seconde situation dans laquelle on observe le comportement d'intolérance est en rapport avec le système des statuts ou dominance hiérarchique. Les babouins ont des systèmes bien organisés de dominance et de subordination. Les mâles dominants jouissent de la préséance, mais cela ne signifie pas que les mâles subordonnés souffrent de sévères déprivations. Ils ont accès aux femelles.

Dans un groupe de gorilles, le mâle dominant est toujours un des plus vieux. Sa dominance consiste en une priorité d'accès sur les chemins ou aux lieux de repos. Mais elle n'implique aucun comportement féroce : au contraire, les femelles peuvent s'appuyer contre lui et les jeunes cabrioler sur lui et autour de lui.

Quand un groupe a un système de statuts stable, son existence est habituellement paisible. C'est seulement lorsque le système est rompu, en particulier par l'action des hommes, que des conflits graves apparaissent.

Ainsi, chez les animaux, les relations, aussi bien de territoire que dans le groupe, semblent assurer une existence sociale ordonnée. Dans les communautés humaines, l'état de propriété, ou la prétention à un statut supérieur, conduit souvent à des crises sérieuses. Les formes les plus extrêmes de ces crises sont la guerre et la révolution.

Le comportement inné

Autrefois, les philosophes parlaient du « comportement instinctif ». Plus récemment les éthologistes ont usé de l'expression de « comportement inné ». Ces vocables se rapportent à la conduite des animaux que j'ai appelée « caractéristique de l'espèce ».

Une telle conduite est hautement prévisible : une araignée de jardin tissera une toile d'une certaine sorte ; un grèbe se livrera à une cérémonie de mariage bien précise ; un babouin aboiera à l'approche d'un prédateur.

Souvent un comportement typique de l'espèce, bien que complexe, est exécuté avec peu ou pas d'apprentissage : une araignée n'apprend pas à faire sa toile comme un homme doit apprendre à construire une maison. De plus, ce qu'un animal peut apprendre à faire peut aussi être typique de l'espèce. De nombreux oiseaux apprennent le chant de leur espèce auprès d'oiseaux plus vieux ; mais ils ne peuvent pas, en règle générale, apprendre *n'importe quel chant* : ils imitent seulement celui de leur espèce (si ce n'était pas le cas, il y aurait une sérieuse confusion parmi les oiseaux d'une forêt bien peuplée !).

Dans certains travaux, les comportements ou capacités typiques de l'espèce sont dits « hérités », ou « génétiquement codés ». Cette manière de parler entraîne la confusion. Toutes les caractéristiques d'un organisme sont influencées par les gènes. Il est plus normal de réserver des expressions telles que « génétiquement déterminé » à des *différences* entre individus.

Une autre expression génératrice de confusion, utilisée aussi pour le comportement typique de l'espèce, est « phylogénétiquement préprogrammé ». Ces mots, si tant est qu'ils signifient quelque chose, voudraient dire qu'une séquence gestuelle a une longue histoire à travers l'évolution, et qu'elle est le produit de la sélection naturelle opérée à une période plus ancienne. De telles affirmations sur le passé ne peuvent être prouvées. Mais même si nous présumons qu'elles sont vraies, elles ne nous disent rien sur la manière dont le comportement se développe chez l'individu.

Ce qu'on peut dire, c'est que la conduite de l'animal ou de l'être humain résulte, comme tout autre caractéristique, d'une interaction continue entre les gènes de l'individu et son milieu. Ce concept, malheureusement, est plus difficile que la notion plus simple qu'il y a deux types de comportements : l'un inné ou hérité, et l'autre appris ou variable.

Ethologie humaine

Le comportement humain se distingue de celui de toutes les autres espèces par sa plus grande variabilité. Il est moins prévisible que celui de nos cousins, les primates et les singes. Les composantes stables des comportements humains, évidentes dans toutes les sociétés et attribuables à nos ancêtres pré-humains, sont peu nombreuses. Les adultes humains n'ont pas de schèmes de conduites universels, typiques de l'espèce, pour communiquer, manger, chasser, s'accoupler, s'occuper des jeunes, ou même se nettoyer.

Parallèlement, nos gestes dans toutes ces



Jean Marquis

Au cours de ses premiers mois, l'enfant communique ses sensations par des signaux — sons et expressions — d'une manière assez voisine de celle utilisée par les animaux qu'étudie l'ethologiste.



Jacana.

Dans une espèce donnée, il n'existe qu'une seule manière de construire un nid ou de nourrir les jeunes.

conduites reflètent la communauté dans laquelle nous avons été élevés. Ils sont *culturellement* déterminés. L'étude du développement individuel, ou ontogénèse, a donc une signification toute spéciale dans l'interprétation des conduites humaines.

Au cours de la première année de vie, l'enfant communique ses sensations par des sons et des expressions faciales, lesquels sont proches des signaux sociaux des animaux. Mais le comportement de l'enfant commence rapidement à dépendre de ce qu'il apprend de ceux qui l'entourent. Et la propension qu'a l'enfant pour un apprentissage social est complétée par une activité spéciale à l'homme : l'enseignement. Cette facette du comportement humain a été étonnamment négligée dans les études sur le comportement. L'homme est la seule espèce chez qui les talents soient systématiquement enseignés. On trouve des esquisses d'une telle activité d'enseignement parmi les mammifères supérieurs ; et de nombreuses espèces de mammifères ont certainement un pouvoir formidable d'imitation. Mais seul l'homme peut à la fois *induire d'autres individus de son espèce à accomplir certains actes complexes et modifier son enseignement jusqu'à ce que l'élève arrive à une certaine performance.*

Le nourrisson et l'enfant

Il existe certes des équivalents, dans le comportement humain, des signaux animaux. Les meilleurs exemples sont ceux de l'enfance. Bien que chaque bébé ait sa personnalité individuelle, le sourire et les pleurs de l'enfant pendant la première année sont reconnaissables dans n'importe quel groupe humain. Tous deux ont une valeur de survie évidente. Mais la réponse maternelle à ces signaux n'est pas aussi prévisible qu'elle le serait dans d'autres espèces. Dans certains milieux culturels, une mère peut même se sentir obligée de laisser son enfant pleurer tout seul.

Quand l'enfant grandit, ses expressions faciales sont de plus en plus influencées par le milieu culturel. En Europe de l'Ouest, si une jeune femme tire la langue, elle plaisante ou peut-être elle fait un geste de défi, mais le même geste serait ailleurs une invitation sexuelle.

Des différences notables avec les animaux deviennent évidentes dès que l'enfant commence à prononcer des phrases. Les phrases sont naturellement formulées dans le langage local ; elles ne sont pas caractéristiques de l'espèce. Plus important, ces premières phrases sont des références à l'extérieur : elles décrivent des évène-

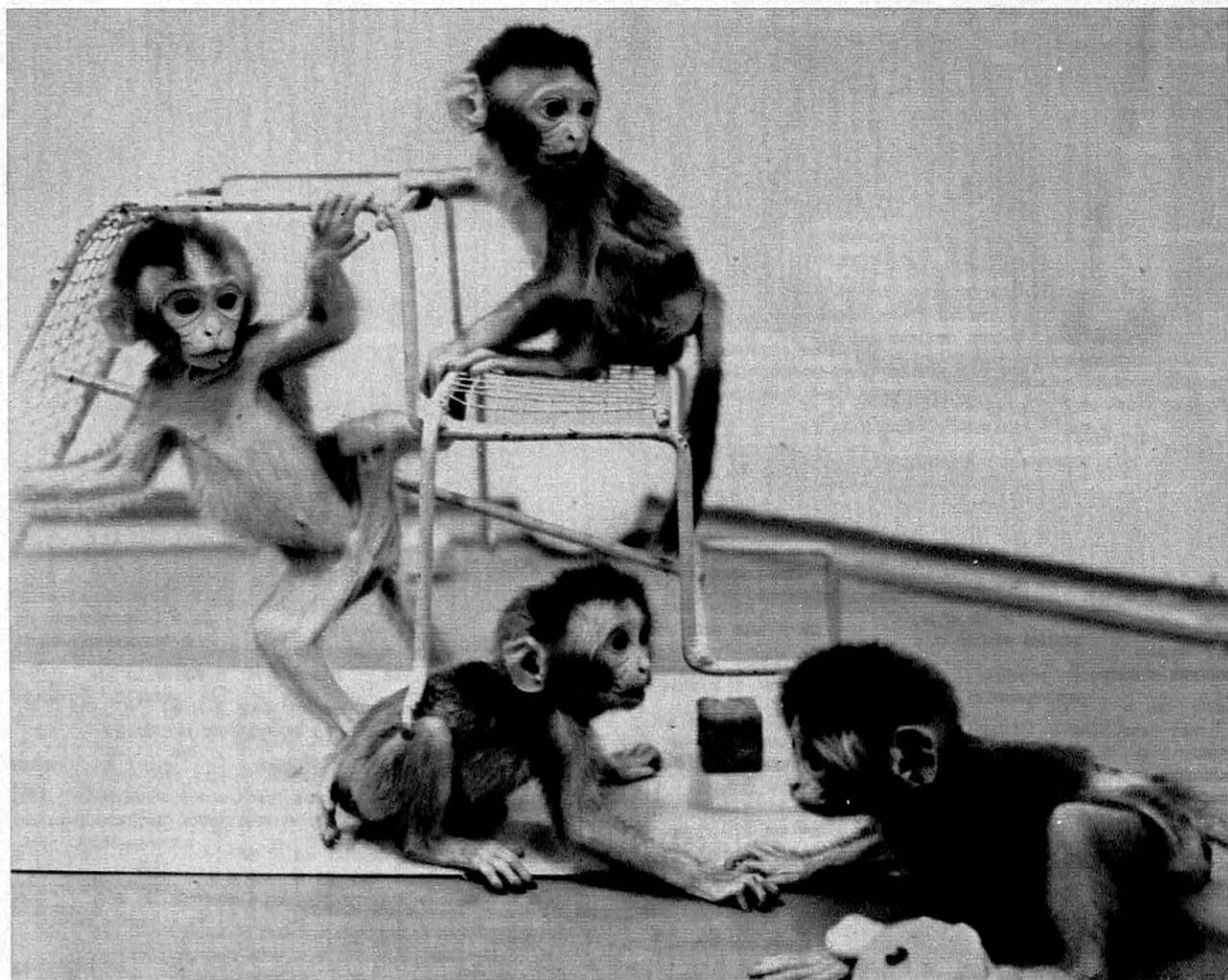


Photo Sponholz-Un. of Wisconsin

Si de jeunes macaques rhésus sont élevés dans l'isolement, leur développement social est perturbé.



L'espèce humaine est la seule où l'on enseigne des tâches complexes et où l'enseignement est modifié jusqu'à ce qu'un certain niveau de performances soit atteint.

ments, tels que : « oiseau parti ».

Ce n'est que plus tard qu'un enfant devient capable d'exprimer ses sensations en mots.

En dépit de l'importance de l'enseignement, c'est dans l'étude de la première enfance que l'éthologie peut apporter sa principale contribution à notre compréhension de l'homme. Elle peut le faire de deux manières : en apportant une méthode et en suggérant des hypothèses qui pourront être vérifiées.

Une des pierres de fondation de l'éthologie moderne est la description d'événements obser-



vés dans des conditions naturelles. Ce que l'animal fait d'un moment à l'autre est minutieusement enregistré, si possible dans son habitat normal. Parallèlement, les enfants peuvent être observés avec d'autres enfants, et avec leurs parents. Le sourire de l'enfant est considéré, ainsi, comme un phénomène social, faisant partie du système d'interactions entre individus, particulièrement en famille, à la maison. Comme les signaux typiques de l'espèce chez les animaux, cette charmante expression faciale est hautement prévisible, suscitée par des situations sociales spécifiques, qu'à son tour elle provoque.

Une description précise, dans l'environnement total de l'enfant, nous dit quels comportements on peut attendre aux âges successifs. E.A. et N. Tinbergen ont fait un relevé détaillé des activités d'enfants dans le cadre d'une recherche sur une maladie grave, le syndrome de Kanner ou autisme infantile précoce. Une observation attentive a révélé que la conduite d'enfants normaux comprend souvent des éléments autistiques. Ils semblent refléter un conflit entre une impulsion sociale d'un côté, et la peur ou l'anxiété engendrées par des personnes étrangères, des lieux inconnus, de l'autre côté. Cette découverte a suggéré des méthodes pour aider certains enfants autistiques à développer des réponses sociales plus normales.

La seconde contribution de l'éthologie, peut-être la plus fructueuse en potentialités, est de fournir des hypothèses. Prenons comme exemple une question primordiale en psychologie, celle des relations entre l'éducation des enfants, leur développement ultérieur et leur personnalité d'adulte. Est-ce que le développement social d'autres espèces peut suggérer quelque chose de neuf à ce propos ?

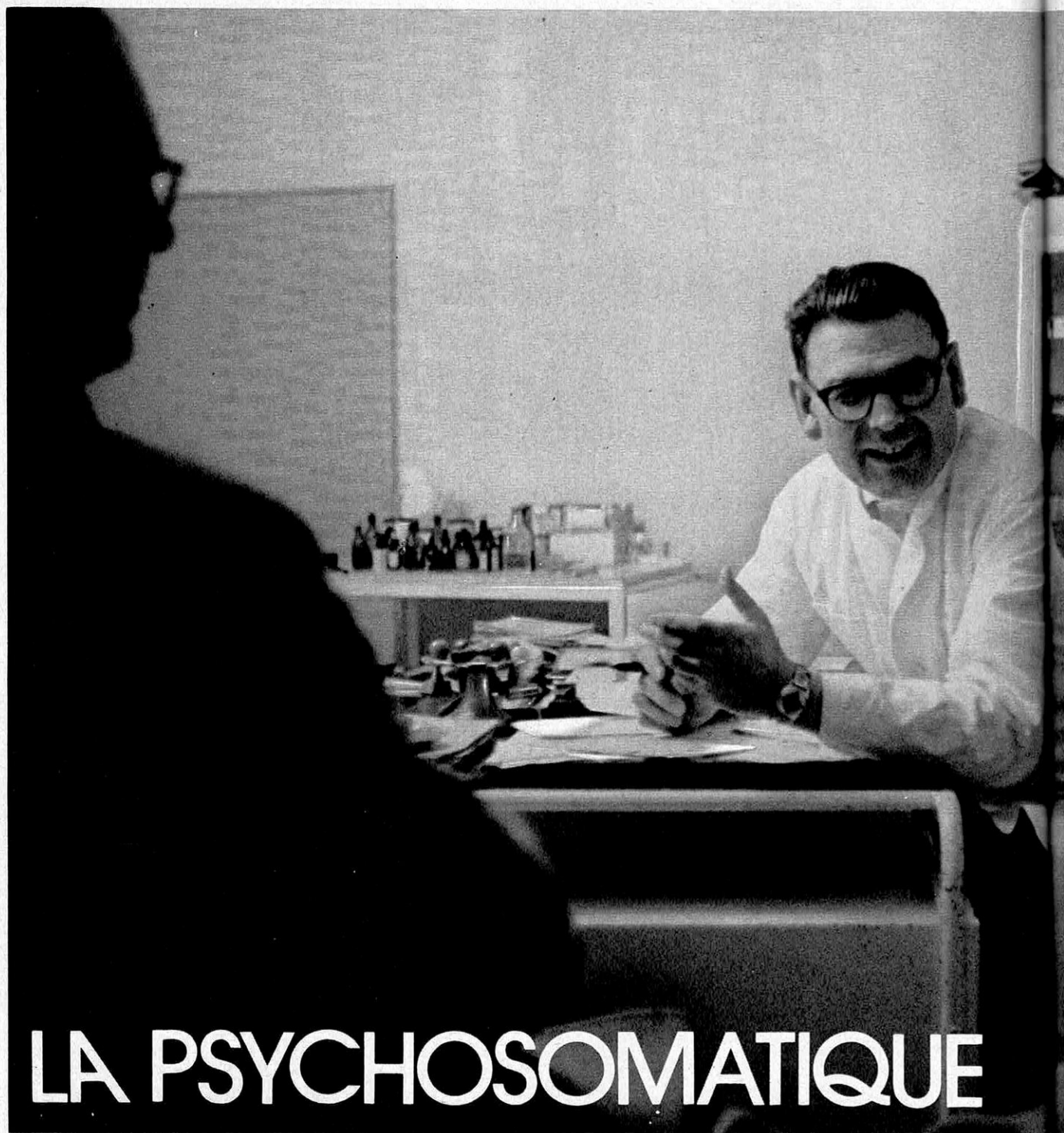
Il n'en est rien encore. On sait beaucoup de choses sur les effets des premières conditions d'élevage sur le développement pour au moins une espèce de singes. Mais ce travail n'a pas encore permis de faire avancer notre compréhension de notre propre espèce.

Une des difficultés rencontrées, lorsque l'on fait recours à l'éthologie animale, est la diversité dans les comportements des animaux. Il est, par exemple, des singes qui semblent élever leurs petits d'une manière « permissive », alors que d'autres semblent adopter une attitude punitive. Nous avons vu que cette diversité est bien pratique pour les moralistes et les vulgarisateurs. Ces auteurs commencent par une supposition et cherchent dans le règne animal jusqu'à ce qu'ils trouvent un exemple qui confirme leur croyance première. Bien plus, ils ne font jamais subir à leurs théories l'épreuve de la logique, des faits ou de l'expérimentation.

En science, il est courant de commencer par une supposition ou une hypothèse, mais il convient d'en faire la preuve rigoureuse. Ce processus est maintenant en route, et avec un succès croissant, dans l'étude détaillée du développement humain précoce. Les notions éthologiques éclairent non seulement la croissance de l'enfant en tant qu'être social, mais aussi la manière dont sa compréhension intellectuelle se développe à partir de la manière dont il explore le monde.

L'éthologie n'apporte pas, au total, un fondement *nécessaire* à la psychologie comme la chimie le fait à la physiologie ; et elle ne peut certainement pas résoudre les problèmes du développement humain. Mais elle peut suggérer des questions auxquelles, avec talent et ténacité, il sera un jour répondu.

S. A. BARNETT



LA PSYCHOSOMATIQUE

Si elles font intervenir la sphère psychique et l'émotion, les maladies psychosomatiques sont des maladies bien réelles, avec des signes cliniques, biologiques, anatomiques, précis. Ce double aspect n'est pas accepté par de nombreux médecins. Dès lors, la « psychosomatique » n'a pas encore de statut défini, quand, même, elle n'est pas tirée vers le « somatique », ou vers le « psycho ».



Erich Lessing-Magnum

● Le terme de psychosomatique est entré dans le domaine public, et il pourrait sembler inutile d'en donner une définition. Pourtant, il est utilisé dans tant d'acceptations différentes que la seule discussion de ces significations justifierait peut-être la rédaction d'un ouvrage entier ! Pour en donner quelques exemples, citons le « service de médecine psychosomatique » créé peu après la dernière guerre dans un grand hôpital psychiatrique de la région parisienne. Cela indiquerait que les maladies

*La qualité de la relation
médecin-malade
est un facteur essentiel
de l'évolution
de multiples troubles
où les composantes
psychosomatiques
peuvent être
importantes.*

psychosomatiques s'apparentent aux maladies mentales... Sur la boîte d'un médicament reconstituant bien connu, composé de sels minéraux et de vitamines, on peut lire en grosses lettres les indications suivantes « asthénies psychosomatiques », comme s'il s'agissait de maladies caractérisées, différentes de ce que seraient — si elles existaient — des formes d'asthénies purement somatiques ou purement psychiques. Et encore, n'entend-on pas un médecin parler ainsi à son malade : « rassurez-vous, cher monsieur, c'est purement psychosomatique » (comme s'il n'existait pas de cas de mort « psychosomatique »). Enfin, depuis qu'existent des « consultations psychosomatiques » dans les hôpitaux, que de nombreux médecins font imprimer « médecine psychosomatique » sur leur papier à en-tête, il n'existe toujours pas de spécialité officielle en psychosomatique, c'est-à-dire enseignée en tant que telle, notifiée par un examen ou concours, enregistrée à l'Ordre des médecins...

L'être humain est un tout

Il est impossible d'aborder la psychosomatique sans la replacer dans son contexte de connaissance de l'homme. Aussi étrange que cela paraisse, l'attitude philosophique de chaque médecin, qu'elle soit implicite ou clairement reconnue par lui, détermine sa manière de soigner, joue un rôle dans ses éventuelles décisions... Il peut estimer que l'être humain est une mécanique composée de systèmes divers, comme une voiture est faite d'un châssis, de roues, d'un moteur... Dans ce cas, la maladie est quelque chose qui se détraque dans un de ces systèmes. Il faut réparer cela de l'extérieur, comme un bon mécanicien, en se servant de médicaments ou de gestes chirurgicaux. Ou bien le médecin peut considérer l'être humain comme un tout. S'il tombe malade, c'est une entité qui souffre.

Mais précisément parce qu'elle est un tout, la mécanique humaine « sait mieux » doser ce qu'il lui faut que n'importe quel savant. Le rôle du médecin, dès lors, est d'aider l'organisme malade à trouver ses propres défenses ; mais ce n'est en aucun cas de lutter à sa place contre les agents nocifs. Certes, tous les degrés sont possibles entre les cas où l'organisme peut sûrement se défendre seul, et d'autres où il ne peut absolument pas s'en tirer sans aide extérieure. Tout l'art — la médecine est un art, ne l'oublions pas — est précisément de faire la part des choses.

A partir du moment où l'on prend le parti de considérer l'être humain dans sa totalité, il devient tout naturel d'y englober l'aspect psychique. Et si nous savons que nos états d'âme sont volontiers influencés par une bonne ou une mauvaise digestion, à l'inverse, un certain aspect dynamique, disons de la joie de vivre, nous aide très évidemment à surmonter, sinon à éviter, bien des maladies.

Ainsi, la médecine psychosomatique est née le jour où :

1) admettant que l'organisme du malade sait se défendre mieux que quiconque, le médecin a accepté de réduire son rôle à simplement assister (même plus ou moins aveuglément) ces défenses ;

2) considérant que le psychisme l'emporte dans l'organisation des défenses, le médecin s'est attaché à aider plus précisément ce niveau de la personnalité.

On comprend dès lors l'esprit de la médecine grecque (hippocratique), elle-même héritière de traditions plus anciennes. A Epidaure, à Pergame, on pratiquait assez peu de soins corporels — sinon des soins d'hygiène — mais tout était organisé pour des conversations, des colloques, des cérémonies de tous ordres destinés à frapper, apaiser, manipuler le psychisme des malades. Socrate conseillait au médecin *de donner l'herbe et la parole*, car l'une sans l'autre était inefficace.

Lorsque les hommes, les médecins en particulier, ont commencé à s'imaginer qu'ils savaient quelque chose, ils se sont moqués de la médecine hippocratique, considérée comme charlatanisme ou recettes de grand-mère. Ce fut le règne d'un positivisme rassurant. Par exemple, on a appris que le diabète était une maladie résultant du manque d'insuline, par suite d'une maladie du pancréas ; comme on ne peut pas soigner le pancréas, on fait des piqûres d'insuline, et tout va bien... Puis, on a commencé à se demander pourquoi le pancréas était malade. On a fait des dosages chez un très grand nombre de personnes non diabétiques, et on a trouvé de petites anomalies, pas vraiment du diabète, mais presque. On a répété les dosages pour surveiller l'évolution : dans certains cas tout rentrait dans l'ordre (avec ou sans régime) ; dans d'autres, le diabète s'installait peu à peu, sans qu'on sache vraiment pourquoi. Bref, lorsque s'est ouverte l'ère des « pourquoi », force a été d'admettre que plus on apprend sur le fonctionnement de chaque système ou de chaque organe, plus on prend conscience de l'impuissance dans laquelle on se trouve de soigner avec précision *ce* système ou *cet* organe.

Par-dessus, donc, l'ère de la science des faits tangibles, extrêmement myope, s'est ouverte l'ère d'une sorte de « personnalisme » médical : c'est la personne humaine qui tombe malade et non plus tel viscère. On a reparlé d'Hippocrate, on a repensé au psychisme, et la médecine psycho-

somatique a revu le jour alors que les Anciens n'avaient même pas songé à lui donner un nom, puisque, pour eux, elle était toute la médecine.

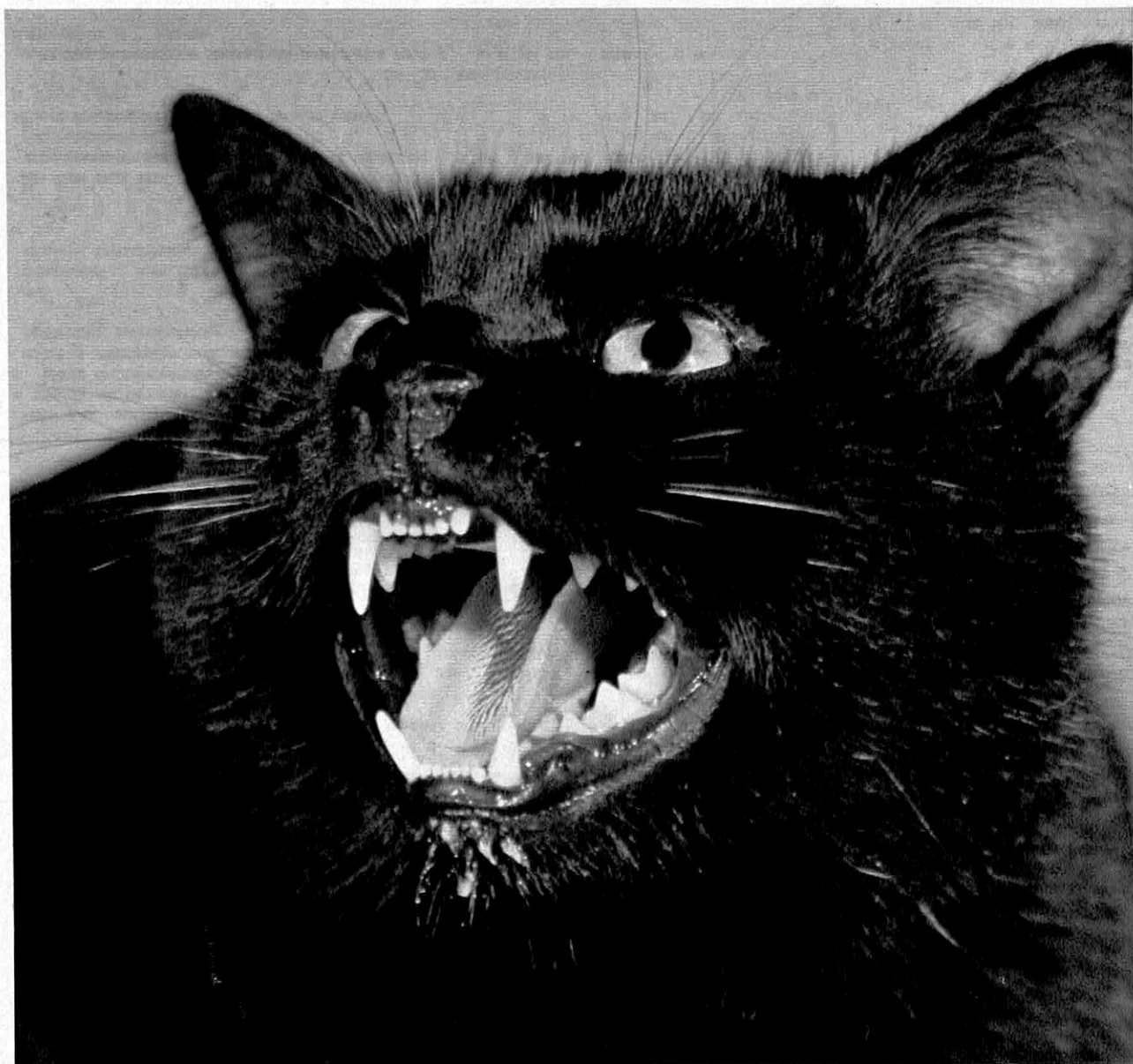
Une confusion fondamentale

Dès avant le milieu de notre siècle, les ouvrages de psychosomatique ont commencé à fleurir (plus nombreux à l'étranger qu'en France en ces débuts), marquant, dans la pensée de nombreux médecins, chercheurs, ou même du public, une opposition avec la médecine non psychosomatique. Or rien n'est moins sûr que le bien-fondé d'une telle distinction ; et ce n'est pas la moindre des ambiguïtés de la psychosomatique que de ne pas savoir où se situer, entre une attitude philosophique et une spécialité médicale ! Cette ambiguïté naît en partie d'une confusion qui semble malheureusement survivre dans bien des écrits à propos de la *conversion hystérique*.

La conversion hystérique est une étrange manifestation, beaucoup plus fréquente à la fin du siècle dernier et au début de celui-ci que de nos jours (pour des raisons d'ailleurs mal comprises). Elle fut popularisée par Freud qui en a fait sa plate-forme de départ pour l'élaboration de la théorie psychanalytique. L'hystérie est une névrose qu'on rencontre à peu près exclusivement chez les femmes. Comme toute névrose, elle est caractérisée par un certain nombre d'anomalies psychiques, mais, à l'encontre des autres formes névrotiques, celles-ci ont la particularité de s'accompagner, parfois, de manifestations physiques. Ces « conversions » peuvent être soit des crises nerveuses qui ressemblent à l'épilepsie, soit des « paralysies », soit des manifestations cutanées, soit des symptômes pathologiques de n'importe quel organe ou fonction. Mais une manifestation de conversion est toujours une *imitation* plus ou moins réussie de signes pathologiques, et peut cesser instantanément sous l'influence de la suggestion. Même les crises les plus spectaculaires avec « perte de conscience » sont déclenchées et stoppées à volonté par tout psychiatre qui a une certaine pratique de la suggestion.

Or, les maladies psychosomatiques sont des maladies *réelles*, avec tous leurs signes cliniques, biologiques, anatomiques. Il n'en reste pas moins que de nombreux psychosomaticiens s'acharnent à rattacher à l'hystérie les diverses maladies psychosomatiques et à décrypter le langage qu'elles expriment. Celui, dans l'optique freudienne, du « refoulé qui ne peut s'exprimer que par la voix des organes ». A l'inverse, on rencontre de nombreux médecins — et personnes de bon sens — qui refusent en bloc la notion même de psychosomatique.

Depuis plus de trente ans, des neurophysiologistes, des biologistes, des psychologues, des cliniciens, ont cherché à objectiver le mécanisme intime de la pathologie psychosomatique. On a ainsi mis en évidence que c'est par l'intermédiaire du phénomène « émotion » que la maladie corporelle peut s'installer.



J.-M. Labat-Jacana.

Contrairement à ce qui se passe chez l'animal, l'émotion en rapport avec la survie se retrouve rarement à l'état pur chez l'homme. Chez lui, elle se réfère le plus souvent à des situations symboliques.

De l'émotion à la maladie

Nous avons, dans la vie quotidienne, l'évidence des relations immédiates entre ce qui se passe dans la sphère psychique (la peur, le plaisir, la colère...) et diverses manifestations physiques (pâleur ou rougeur, transpiration, léger tremblement, augmentation du rythme cardiaque et respiratoire...). Il suffit qu'une porte claque d'une manière inattendue ou qu'il y ait une marche non prévue à l'escalier que nous descendons pour qu'un instant notre cœur batte plus vite.

Or, si une scène particulièrement réussie au cours d'un film nous tire des larmes, c'est-à-dire si une stimulation purement affective fait *sécréter* nos glandes lacrymales, il est facile de comprendre qu'il n'y a pas que les glandes lacrymales ou les vaisseaux du visage qui réagissent. Tous

les vaisseaux des organes (qui leur apportent leur nourriture et recueillent leurs déchets), toutes les glandes, tous les systèmes métaboliques subissent peu ou prou une modification, instantanée ou durable, lors de l'émotion.

Ces à-coups qui émaillent irrégulièrement les vingt-quatre heures exigent à chaque fois un rétablissement de l'organisme, qui doit retrouver, plus ou moins vite, son *statu quo* non émotionnel. C'est comme une gymnastique nécessaire à l'entretien d'un certain dynamisme vital. Mais on conçoit comme il est facile qu'un dérèglement apparaisse dans cet équilibre délicat.

Trop peu d'émotions, et c'est la diminution progressive du dynamisme vital. Chez la jeune fille, c'est d'abord le blocage de la seconde fonction vitale, la reproduction, c'est-à-dire l'installation d'une aménorrhée (ou arrêt des règles — en fait arrêt de l'ovulation) ; à un degré de

plus, c'est l'arrêt de la première fonction vitale : la nourriture, c'est-à-dire l'installation d'une anorexie mentale vraie. Chez les jeunes gens, c'est le blocage de toute initiative, puis des contacts avec le monde, un repli sur soi qui entraîne progressivement la maladie mentale. Chez les personnes plus âgées, c'est un ralentissement biologique global qui entraîne l'arrivée précoce du « troisième âge », de ses maladies spécifiques et des troubles mentaux caractéristiques de la sénescence précoce.

À l'inverse, les émotions peuvent être trop nombreuses, trop durables, entraînant l'organisme dans un mouvement perpétuel : à peine a-t-il retrouvé son statu quo qu'il est bouleversé par une nouvelle émotion ! Ou, pire, l'émotion s'installe, devient *un état de tension émotionnelle*, c'est-à-dire que l'organisme ne retrouve plus son rythme « normal ».

Mais, dira-t-on, puisque l'émotion est une perturbation générale à laquelle participent tous les systèmes biologiques de l'organisme, pourquoi telle personne aura-t-elle une maladie psychosomatique de l'estomac, telle autre des ovaires, telle autre du système respiratoire ? C'est évidemment la grande question, à laquelle certains psychanalystes tentent de répondre en évoquant l'hypothèse d'un symbolisme des viscères.

Ainsi, l'ulcère à l'estomac est la conséquence du fait qu'on a eu une « mauvaise mère » ; la preuve en est radiologique : la « niche ulcéreuse » se présente à la radio comme une encoche de quelques millimètres dans l'épaisseur de la paroi gastrique, « comme si le mamelon d'un sein s'était enfoncé de force, en rongant, dans l'épaisseur de l'estomac ». Le mamelon étant « l'objet partiel » pris à la place de l'objet-mère dans l'élaboration de la névrose. Ce genre de fantasmagories, et bien d'autres de même type, se passe de commentaires.

Nous nous trouvons donc devant le problème médical de la « focalisation » de la maladie émotionnelle. On rencontre chez certains malades, une fragilité — acquise ou de naissance — d'un organe ou d'un système ; lors d'une émotion trop fréquente, trop prolongée, tous les organes subissent les mêmes à-coups vasculaires et métaboliques. Mais un organe « fragilisé » souffrira davantage, ou peut-être même sera le seul à souffrir. Chacun sait, par exemple, qu'à la suite d'une dysenterie amibienne, l'intestin reste « fragile » (certains disent même qu'on garde toujours des amibes !). De fait, une émotion un peu forte chez un ancien amibien a toutes chances de se traduire par une décharge diarrhéique. Que le trouble émotionnel s'installe, et se manifestera soit une maladie de l'intestin, soit, d'une manière plus complexe, une maladie due à ce que l'intestin n'absorbe pas convenablement et que d'autres organes souffrent de cette mauvaise assimilation.

Dans d'autres cas, la fragilité de l'organe ou système semble « génétique ». C'est le cas pour le métabolisme du sucre qui dépend d'un système complexe plus apte, semble-t-il, à se perturber dans certaines familles, au point qu'on parle

parfois du caractère « héréditaire » du diabète.

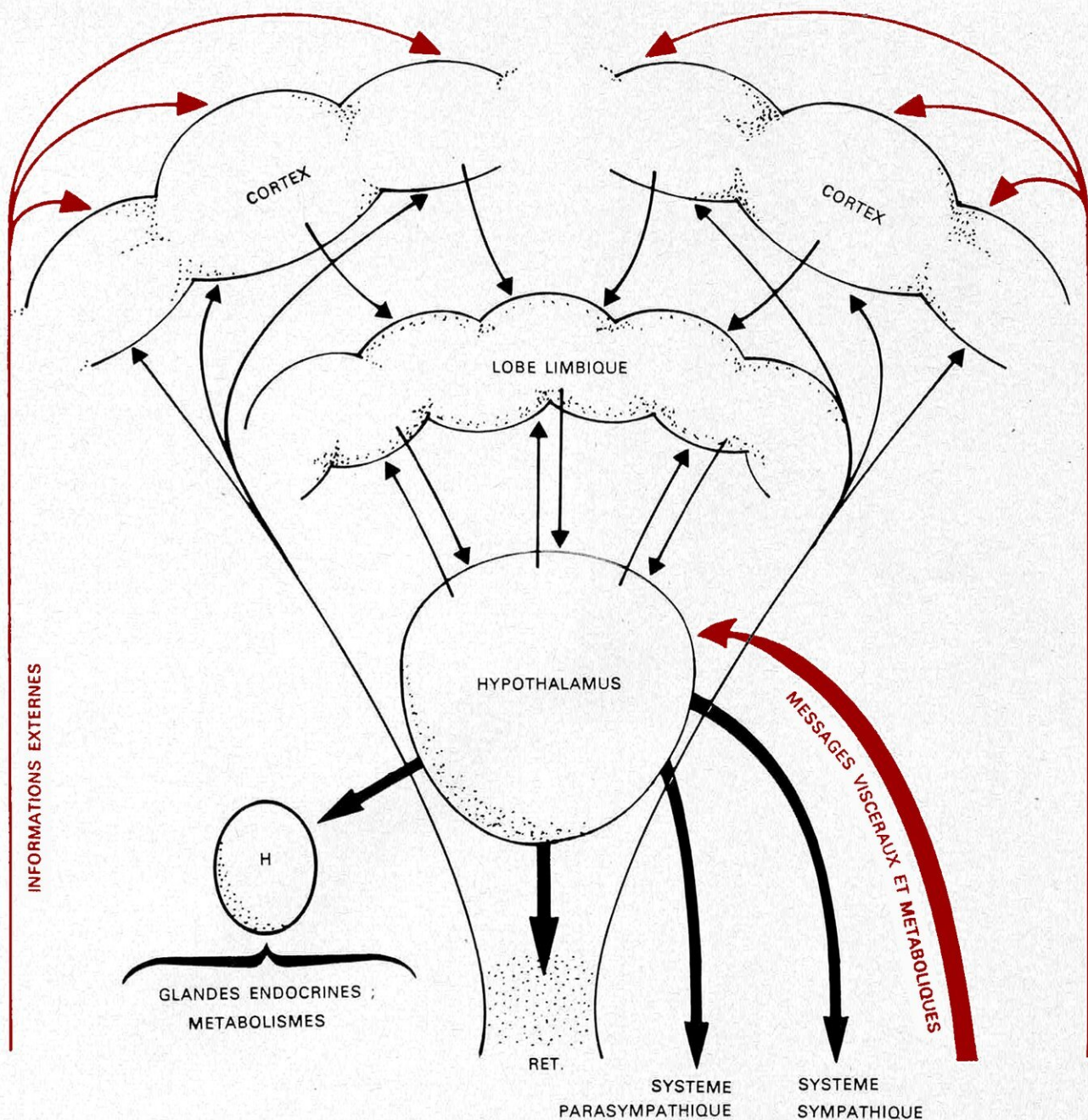
Mais entendons-nous bien, une « fragilité » n'est pas en soi une cause de maladie : si une personne « fragile » d'un organe évite toute source d'agression, elle pourra mourir fort âgée sans avoir jamais connu sa fragilité. Et qu'elle soit innée ou acquise, cette fragilité est loin d'être toujours retrouvée à l'origine d'une maladie psychosomatique.

On s'est alors dirigé vers une autre hypothèse — et les recherches sont actuellement actives en ce domaine — celle d'émotions à impact physiologique différent selon leur thème ou, mieux, leur signification. Une émotion de type sexuel par exemple, s'accompagne de modifications vasculaires et métaboliques générales, mais surtout dans la sphère des organes génitaux. Toutes les émotions qui accompagnent ce qu'on appelle « la lutte pour la vie », le fait de « se faire sa place au soleil », ont une signification qui les rattache à la quête ancestrale de nourriture. Elles ont toutes les raisons d'intéresser davantage les organes de la sphère digestive.

Lorsque les raisons d'un dérèglement du rythme ou de la durée des émotions appartiennent à l'un ou l'autre de ces grands thèmes, le sujet aura une sorte de « localisation psychique » de ses troubles émotionnels ; telle femme qui aura des difficultés sexuelles du type frigidité par exemple, aura dans la sphère « lutte pour la vie », c'est-à-dire celle des émotions à participation digestives dominantes, un rythme émotionnel normal. Elle subira, par contre, devant toute stimulation qui se rattache à la vie sexuelle, des décharges vasculaires et métaboliques aberrantes plus particulièrement au niveau des organes génitaux. Il y a donc beaucoup de chances pour que cette personne ait une maladie psychosomatique gynécologique. De fait, un certain type de frigidité est souvent à l'origine d'une maladie de l'ovaire caractérisée par une transformation scléreuse de l'organe et la survenue de kystes.

Tel « jeune cadre » plein d'ambition, qui découvre les innombrables barrières qu'oppose la société à ses initiatives et se sent dès lors emprisonné de partout, a toutes les chances, lui, de souffrir dans son système digestif. On a même pu mettre en évidence chez le rat, par une expérimentation astucieuse, que le blocage des initiatives entraînait presque toujours un ulcère gastrique (même si les animaux avaient par ailleurs toutes les satisfactions qu'un rat puisse souhaiter). L'animal, à plus forte raison l'être humain, a besoin de mener à leur terme un certain nombre de conduites de « lutte pour la vie ». Sinon, l'un comme l'autre risquent de souffrir de ce qu'on a appelé « l'ulcère de contrainte ».

On commence ainsi à connaître un certain nombre de « grands axes » émotionnels impliquant la participation préférentielle ou prédominante de l'un ou l'autre des systèmes d'organes. Mais la compréhension de ces grands axes exige une référence à la physiologie comparée et une étude des mécanismes cérébraux responsables des manifestations émotionnelles.



Dessin Delplanque.

Les activités corticales (entretenues par la pensée ou par les informations venues de l'extérieur) alimentent en permanence le lobe limbique. Celui-ci est en connexion avec l'hypothalamus, qui agit à

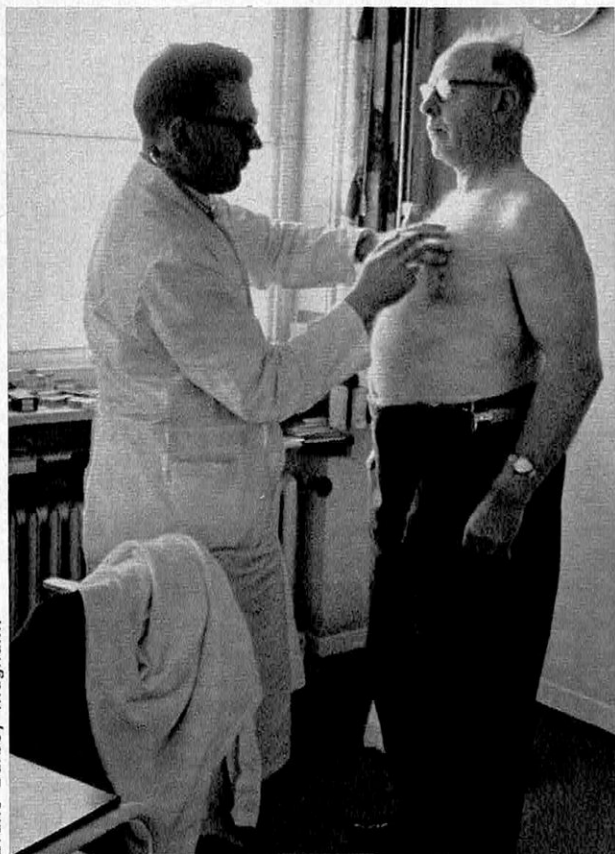
son tour sur les organes par l'intermédiaire des systèmes sympathique et parasympathique. L'hypothalamus agit aussi sur les métabolismes, via l'hypophyse (H) qui commande d'autres glandes.

Signification de l'émotion

L'expérience faite sur les rats, mettant en évidence le mécanisme psychosomatique de l'ulcère de contrainte, nous indique que le phénomène émotion, quelle que soit la définition qu'on lui donne, existe aussi chez l'animal. La simple observation ne nous permet d'ailleurs pas d'en douter. Ainsi les rats vivent en milieu naturel en groupe fortement lié, et les individus se reconnaissent par leur odeur. Or, une ratte grosse mise en présence d'un mâle d'un autre

groupe avorte immédiatement ! C'est bien le type de l'émotion pathogène.

Mais qu'est-ce qu'une émotion pour l'animal ? Si on la décrit comme une expérience intérieure, comme un événement psychique particulier associé à des manifestations somatiques, on perd le contrôle d'une dimension subjective. On peut en effet vérifier (dans une certaine mesure) les faits observés chez l'être humain en lui demandant de raconter ce qu'il a vécu. Rien de tel évidemment chez l'animal. Force nous est de chercher une définition purement phénoménale de l'émotion qui nous permette de la situer sur le registre du



Des gestes de bon mécanicien ne sauraient suffire, pour le psychosomaticien, à assurer la guérison.

« psychisme animal » tel que nous le concevons.

Plus l'animal est bas situé dans l'échelle phylogénétique, plus étroites sont les limites de ce qu'il peut percevoir. A l'extrême, il ne perçoit que les formes, bruits, odeurs qui sont caractéristiques de : 1) sa nourriture, 2) ses prédateurs, 3) son partenaire de reproduction, et éventuellement ses œufs ou petits. Le reste du monde n'est littéralement *pas perçu*. Nous expérimentons un petit peu cette situation lorsque nous cherchons un objet dans un tiroir. Nous remuons tout ce qu'il contient sans le voir ; nous attendons tellement de voir ou toucher la forme de l'objet cherché que cette forme nous aveugle déjà et réduit à néant tout le reste. Mais nous pourrions par un simple déclic interne modifier notre comportement et décider de faire l'inventaire du tiroir, ce qui serait une bien meilleure méthode.

L'animal bas situé dans l'échelle ne le peut pas ; son système nerveux est construit de telle sorte qu'il *ne fonctionne pas* pour les stimulations qui sont étrangères à ses objectifs vitaux. Chez cet animal inférieur, dès qu'une stimulation est perçue, elle déclenche immédiatement et obligatoirement une conduite appropriée. Cette conduite comprend des mouvements et un remaniement adapté des viscères. Pour la lutte ou la fuite, le tube digestif se met au repos relatif (pour laisser le maximum d'énergie disponible à l'action) ; pour l'activité alimentaire, il se met au contraire en action, sécrète des sucs digestifs,

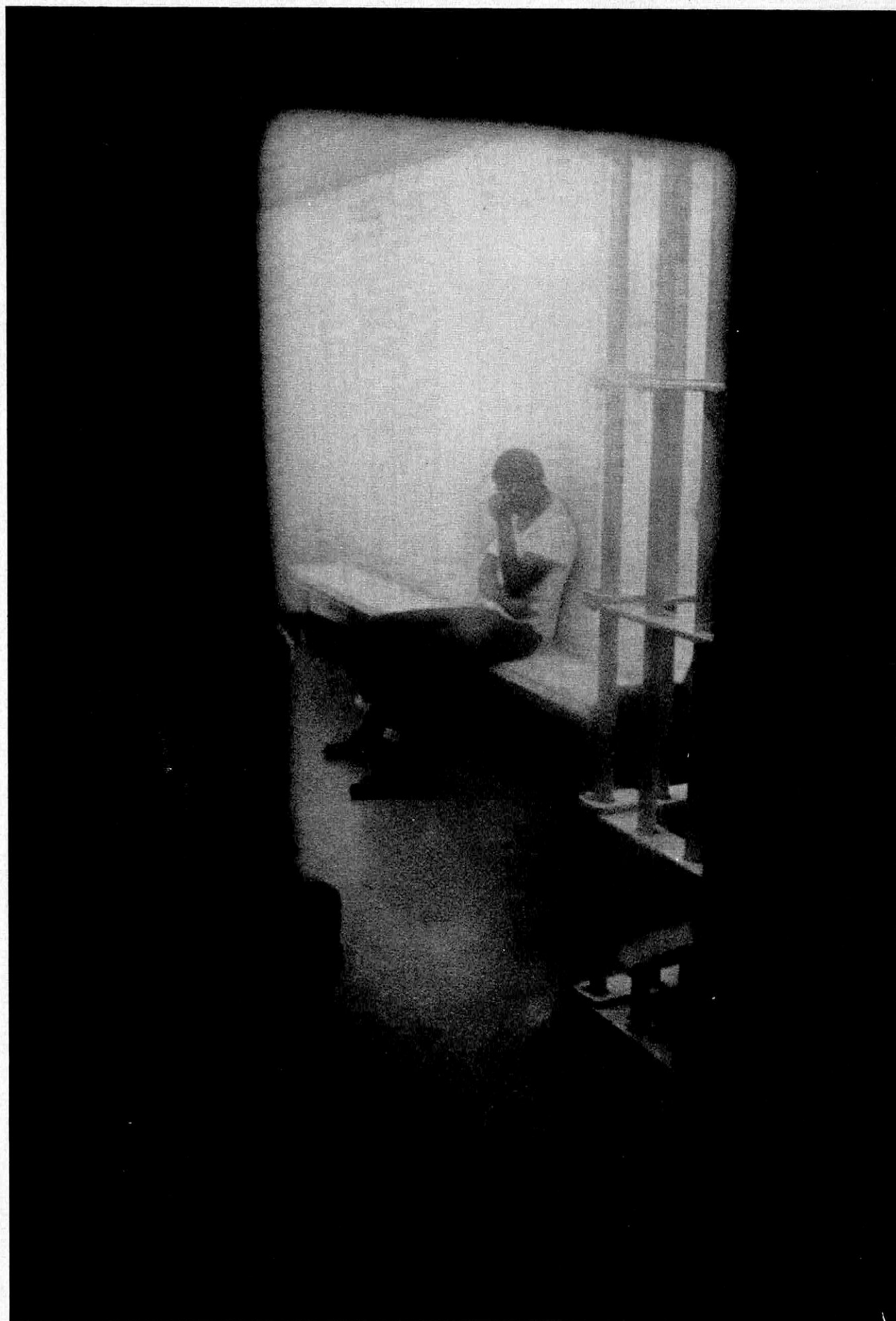
etc. Un tel animal, étroitement et absolument déterminé, n'a pas d'émotions : il n'a que des conduites instinctives ou innées (selon le terme qu'on préfère).

Si l'on monte un peu dans l'échelle, qu'on envisage un animal capable de recevoir toute une gradation de stimuli dans chaque catégorie vitale (survie de l'individu et de l'espèce), on voit qu'il est équipé pour une appréciation d'intensité et pour un choix : telle odeur alimentaire n'est pas tout à fait assez forte pour déclencher la conduite de recherche, mais elle crée un état particulier, une sorte d'éveil intérieur, comme pour être prêt à une nouvelle stimulation de même type ; en même temps, il y a un début de salivation (le tube digestif lui aussi s'éveille...). Bref, voilà un animal capable de : 1) une conduite instinctive ou innée, comme l'animal tout à fait inférieur (c'est-à-dire très « archaïque ») si la stimulation est assez précise et assez forte ; 2) une conduite différente si la stimulation de *même catégorie* est plus faible ou moins précise, se présentant comme une « préparation » à la conduite instinctive. Cette seconde conduite a un aspect psychique : l'état d'éveil soudain, la « centration » de l'attention vers la survenue possible de stimuli de même nature. Et elle a un aspect organique : la préparation viscérale à ce que serait la conduite instinctive. *Cette seconde conduite n'est autre qu'une émotion.*

Si l'on monte encore pour en arriver aux mammifères supérieurs et aux singes, on voit que le champ de réception s'ouvre considérablement. Les stimuli perçus perdent de plus en plus leur signification « vitale ». Toute une activité associative apparaît, des comportements non immédiatement dirigés vers la survie, des apprentissages... Ces animaux sont encore capables de conduites instinctives très archaïques, de conduites pré-instinctives ou émotions un peu moins archaïques, mais aussi de conduites « récentes », libres de significations de survie et résultant souvent d'apprentissages.

Arrivons-en à l'homme. Il faut des conditions exceptionnelles pour qu'il présente des conduites « instinctives », c'est-à-dire aveuglément dirigées vers la survie. Toutefois, il est clair qu'il a dans son cerveau des groupements de cellules capables de produire de telles conduites. Mais ces cellules sont en relation avec de nombreux autres groupements cellulaires qui modifient, fragmentent, modulent leur action. Admettons donc que l'homme possède des *potentialités* de conduites archaïques.

Quant à l'émotion, elle se situera, comme chez l'animal, à un niveau un peu moins archaïque. Sera une émotion pour un être humain, ce qui, en fonction de son histoire personnelle, de ses expériences et apprentissages, ou, par une association plus immédiate, commune à tous les membres d'une même culture ou même à l'humanité toute entière, se rattache plus ou moins directement aux grands registres de la survie.



Erich Lessing-Magnum.

La prison, lieu « privilégié » où se développent de nombreuses affections à caractère psychosomatique.

Du cerveau aux viscères

On savait, au début du siècle, que les organes étaient innervés de façon particulière. A l'intérieur même de leurs parois, il y a des cellules nerveuses capables de déclencher des mouvements sans incitations extérieures. Des fibres motrices arrivent bien aux organes, mais elles partent de niveaux très inférieurs du système nerveux central. Quant à la sensibilité, ses voies, mal connues, semblent n'arriver elles aussi qu'aux niveaux inférieurs et n'avoir comme seule fonction que de déclencher des réflexes immédiats. Si bien que la vie viscérale semblait se poursuivre en somme à notre insu, réglée par un système de nerfs indépendants du système de la conscience et de la relation avec le monde.

On avait donc défini deux systèmes nerveux : le système de relation et le système viscéral ou « autonome » (les nerfs qui vont aux viscères s'appelant nerfs sympathiques et parasympathiques). Mais il y avait un dogme bien établi : le système nerveux autonome (SNA), comme son nom l'indique, n'avait aucun rapport avec le cortex cérébral.

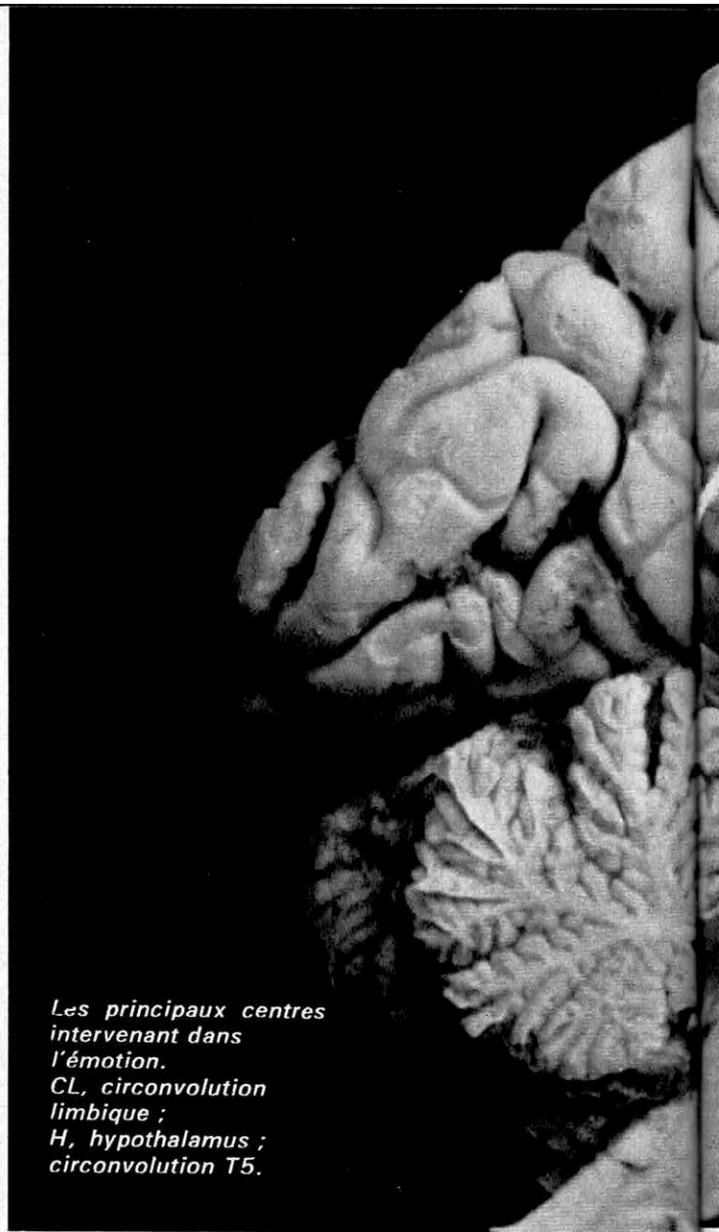
La neurochirurgie allait ouvrir la voie au doute : un petit coup d'électricité malencontreux (le thermocautère utilisé en neurochirurgie fonctionne électriquement) en certaines zones limitées du lobe frontal (le lobe de l'intelligence !) et voilà que tout le tube digestif se met à saigner en masse. Parallèlement, d'ailleurs, on avait observé qu'une maladie, rare heureusement mais tout aussi dramatique, qui se manifeste précisément par des crises de saignement en nappe de la partie terminale de l'intestin (sans que des lésions expliquent ce saignement) pouvait être guérie par une intervention de type lobotomie sur le lobe frontal — ou par la psychothérapie !

Bref, le système nerveux dit autonome ne l'est pas plus que le système de relation. Simplement, ses corrélations anatomiques avec le cortex, c'est-à-dire avec la sphère psychique, sont plus complexes, plus détournées.

Il existe dans le cerveau toute une région dont l'activité permet l'expression émotionnelle : c'est ce qu'on appelle le *lobe limbique* (on l'appelait autrefois « rhinencéphale » parce qu'il est en connections préférentielles avec l'olfaction chez les animaux pour qui les messages olfactifs sont la source principale de renseignements sur le monde).

Chez les animaux tout à fait inférieurs — en gros les invertébrés — il n'y a pas de lobe limbique, mais seulement des structures nerveuses organisées en réseaux, capables de produire les conduites instinctives dont nous avons parlé.

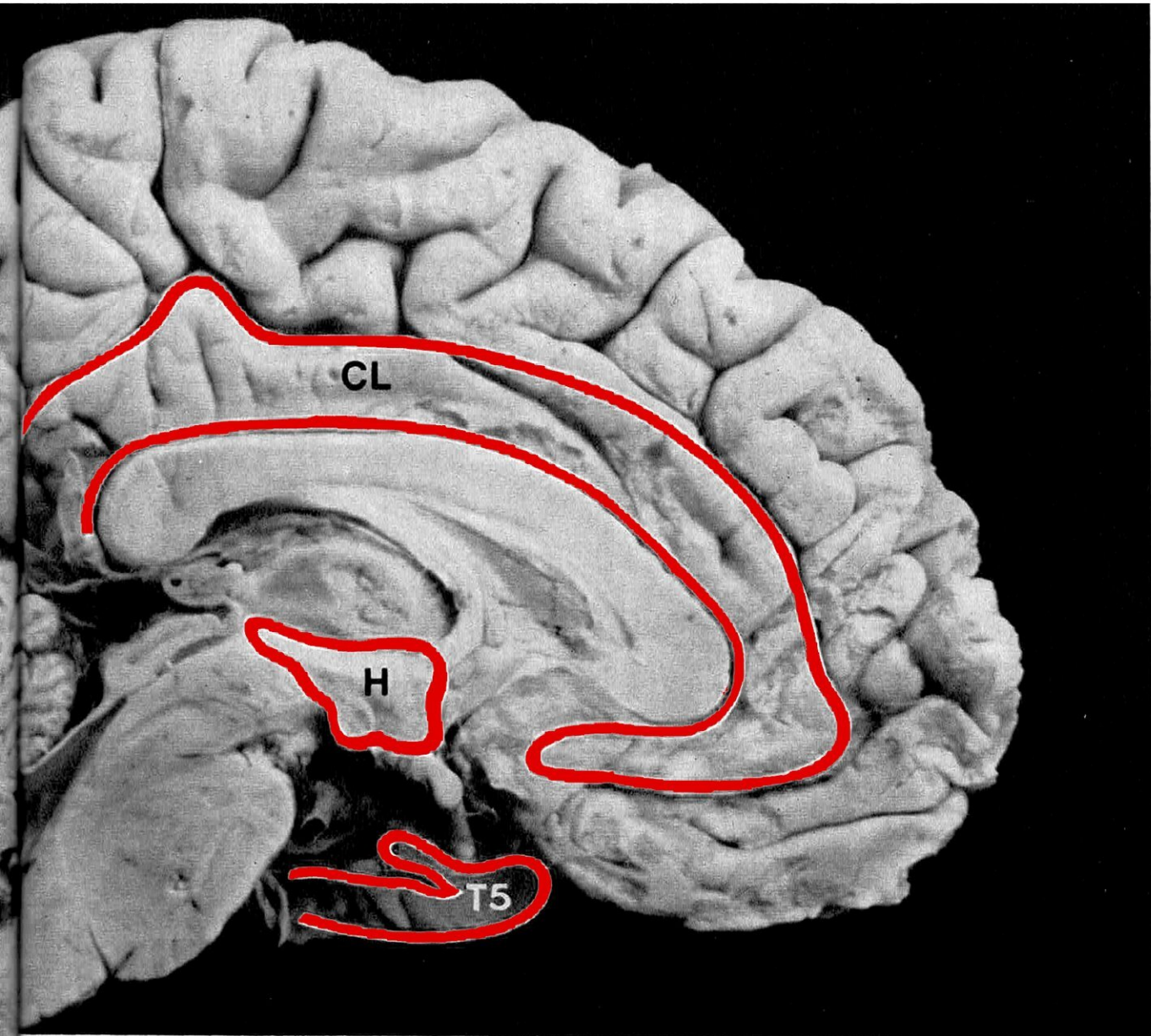
Chez les vertébrés inférieurs, toute une partie — inférieure — du cerveau s'occupe des automatismes innés ; une partie — supérieure — est capable de cette activité beaucoup plus élaborée qu'est l'émotion ; cette partie est toute entière un lobe limbique. Chez les vertébrés supérieurs,



*Les principaux centres
intervenant dans
l'émotion.
CL, circonvolution
limbique ;
H, hypothalamus ;
circonvolution T5.*

puis chez l'homme, le lobe limbique existe, très important, mais complètement surplombé par l'énorme masse de cerveau — et de cortex — responsable des activités associatives libres. Le lobe limbique est évidemment chez l'homme une partie archaïque de cerveau. Que sait-on actuellement de son fonctionnement ?

Le lobe limbique comprend chez l'homme une circonvolution corticale, la circonvolution limbique proprement dite, où les cellules sont organisées de telle sorte que si on les stimule électriquement, on peut déclencher une ébauche de conduite instinctive, et en tous cas la sensation que cette conduite va se produire. A l'intérieur de cette circonvolution se trouve un gros faisceau de fibres qui conduit l'influx jusqu'à un morceau de lobe temporal (la circonvolution T5). Là, se trouvent des cellules organisées en une sorte de système de filtrage : si l'influx qui arrive ne correspond pas à un schéma émotionnel, il est bloqué, et l'opération déclenchée s'arrête ; le cortex peut s'occuper d'autre chose. Si l'influx correspond à un schéma émotionnel, il passe le sas, et arrive dans la zone appelée hippocampe, où se fait une sorte de démultipli-



tion d'énergie et d'où part un faisceau de fibres vers l'hypothalamus.

L'hypothalamus est une zone-clé des relations cortico-viscérales. Soit par l'intermédiaire des systèmes sympathique et parasympathique, soit par l'intermédiaire d'hormones qu'il sécrète et qui vont stimuler l'hypophyse (elle-même gouvernant d'autres glandes endocrines), il commande à toute la vie viscérale et métabolique. De l'hypothalamus, l'influx retourne à la circonvolution limbique, revient à T5, et recommence son périple (c'est le *circuit de Papez*). Si bien qu'à la moindre émotion, l'hypothalamus est stimulé à répétition, et peut donc remanier d'une manière sensible la vie viscérale et métabolique.

Ainsi, on peut supposer que l'ensemble du système de la circonvolution limbique (y compris son « filtre » T5) analyse le registre de l'émotion, et que l'hypothalamus le traduit en commandes viscérales appropriées. L'installation de la maladie psychosomatique passe par là.

La thérapie psychosomatique devrait atteindre cet ensemble de structures pour « redresser » l'anomalie. Comment y parvenir ? Deux moyens seraient — théoriquement — à

notre disposition : une action directe médicale (chimique ou autre) sur l'hypothalamus ; ou une action sur la vie émotionnelle, sur la manière dont le sujet vit son émotion, sur celle dont, peut-être, il ressent comme émotions des stimulations qui pour la plupart ne le sont pas. Ceci est du domaine de la psychothérapie.

L'aide directe, médicale, à l'hypothalamus est loin d'être au point ! Les fonctions de cette structure sont si complexes, si multiples, si intriquées dans tant de fonctions nerveuses et endocrinien-nes, que le geste le plus discret est comparable à ce que ferait un éléphant affolé dans un magasin de porcelaine.

Quant à la psychothérapie, ses résultats sont éminemment variables selon la technique employée, la personnalité du psychothérapeute, celle du malade.

Mais dans tous les laboratoires, tous les hôpitaux, on cherche, on polit l'instrument thérapeutique de demain. Et, surtout, on se convainc de plus en plus, grâce à la psychosomatique, que la santé est avant tout affaire de Sagesse.

Jacqueline RENAUD



J.-P. Bonnin

PSYCHOTHÉRAPIES

Relativement peu connues en France, de nouvelles techniques psychothérapiques, dont les principes se démarquent souvent de façon nette de

ceux posés par Freud, ses continuateurs ou ses dissidents se sont développées. Est-ce à dire que la psychanalyse est dépassée ?



*L'inconscient,
lieu fermé,
jalousement gardé
par un personnage
très proche
de l'enfant que
nous fûmes...*

avatars selon que les courants religieux, positiviste, etc., entraîneraient les esprits dans un sens ou dans l'autre. Avec Lénine et Staline, elle est même devenue article de doctrine politique. L'histoire de la psychothérapie reflète peut-être celle de l'humanité.

De nos jours, elle joue un rôle fondamental. Ne serait-ce, comme le fait remarquer Rogers, que par l'énorme mouvement de capitaux qu'elle entraîne. Et ceci, non seulement sous les formes médicale et paramédicale qu'elle revêt dans nos sociétés « développées », mais aussi sous toutes les formes, religieuse, magique, incantatoire, propres à des sociétés plus archaïques.

En France, depuis un quart de siècle, psychothérapie et psychanalyse sont, dans beaucoup d'esprits, devenues synonymes. Il existe pourtant beaucoup d'autres techniques. Les grands courants de la psychologie moderne ont donné naissance à toute une série d'écoles. A l'étranger, les techniques qu'elles proposent prennent souvent le pas sur la psychanalyse.

Le *behaviourisme*, rénové d'abord par Lewin, a montré comment s'organisaient des *forces* et *vecteurs* énergétiques dans le champ psychologique du sujet. L'école phénoménologique et le structuralisme sont à l'origine d'un *néo-behaviourisme* (Wolpe et Eybenck), école psychothérapique qui prend un essor considérable. Aux U.S.A. en particulier, elle est systématiquement testée face à des maladies bien définies.

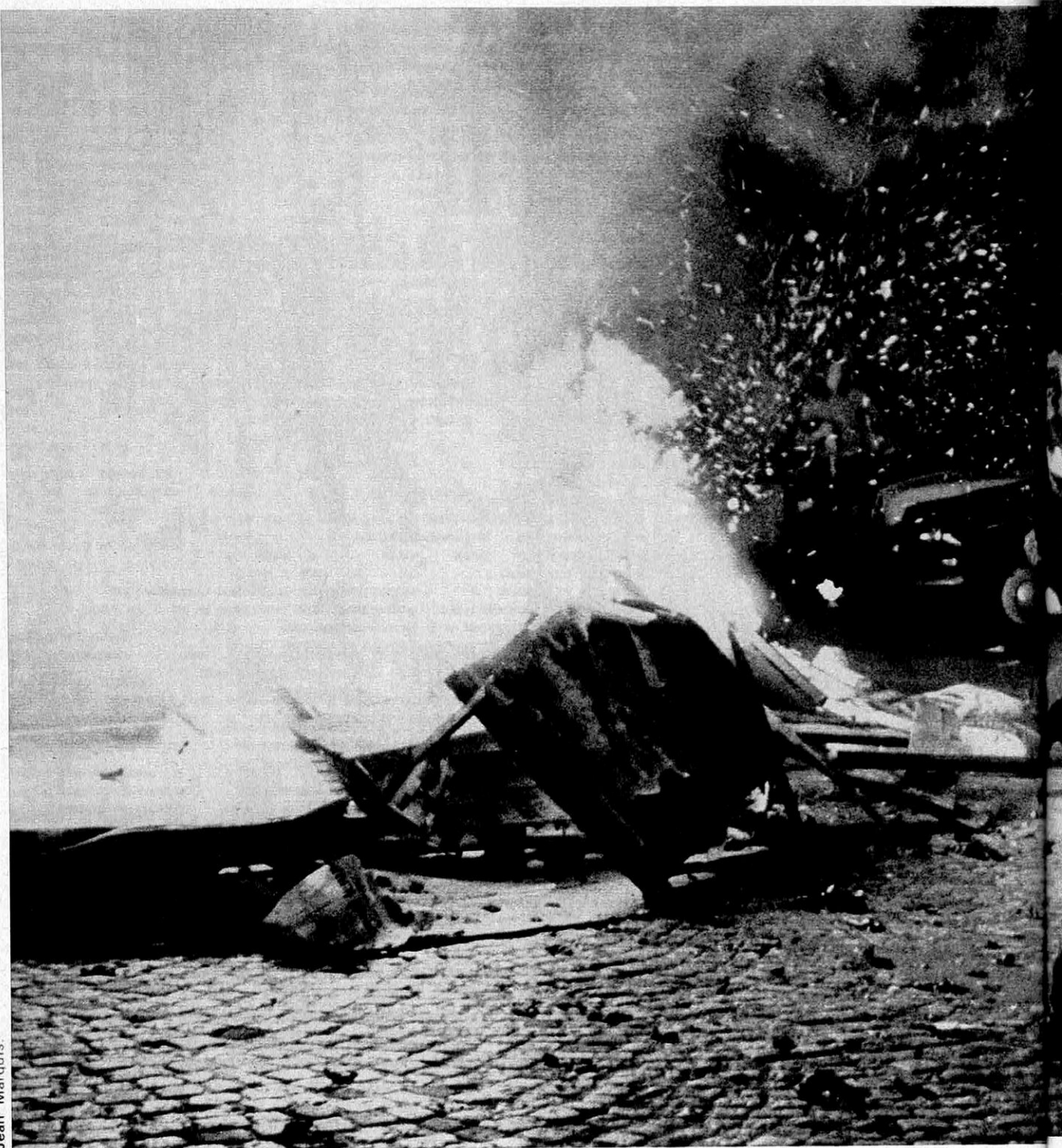
Si le néo-behaviourisme plonge en quelque sorte ses racines dans la psychologie pure, la psychologie médicale — plus pragmatique — a vu jaillir plusieurs courants : école de *psychobiologie* de Meyer, *sémantique générale* de A. Korzybsky, *école organismique* de K. Goldstein, principes de *non-directivité* de Rogers.

Ces derniers, proposés dans la relation thérapeutique individuelle, sont surtout appliqués dans les psychothérapies de groupe, mode d'action qui connaît actuellement plusieurs directions. Les techniques de groupe (ainsi qu'un autre article de ce numéro le souligne) sont ainsi utilisées dans des situations qui ne s'avouent pas directement psychothérapiques. En restant toutefois dans cette dernière optique, nous séparerons les techniques de type psychodrame (psychodrame de Moreno, jeu de marionnettes, jeux de scènes), et les techniques du type entretien de groupe, plus ou moins inspirées des principes rogoriens.

● Le principe de la psychothérapie n'est pas tant de soigner l'esprit, comme son nom (*therapeuo*, je soigne ; *psuchè*, l'esprit) pourrait l'indiquer, mais de soigner *par* l'esprit.

Jaspers, toutefois, la définit comme « l'ensemble des méthodes qui s'adressent à la fois au corps et à l'esprit en passant par l'esprit ». La distinction entre soins psychiques et soins physiques est d'ailleurs délicate. André Thomas parle « des merveilleux résultats obtenus auprès de certains malades par l'emploi des agents physiques, qui sont dus, parfois, à l'influence psychique qui s'est exercée par leur intermédiaire ».

Dans son sens le plus large, la psychothérapie est vieille comme le monde. Elle a connu bien des



La révolte contre la mère-société (de consommation...) a-t-elle témoigné, à l'échelon collectif, de l'effritement

Insistons sur un point. Si la situation psychothérapique évoque une relation individuelle (même à travers un groupe) où l'esprit du malade est face à l'esprit du thérapeute (comme le dit Berge : « deux esprits sont en cause »), il est des cas où ce n'est pas l'esprit du thérapeute, mais la situation ambiante qui est thérapeutique. Pieron cite les méthodes de rééducation sociale, les thérapeutiques par l'occupation (occupational therapy) et par le travail (ergothérapie). Il faut ajouter que, pour une part souvent prépondérante, la seule « situation psychothérapique »,

c'est-à-dire la seule présence du thérapeute abstraction faite de son action, est thérapeutique (c'est un élément important de la cure psychanalytique).

Les bases de la psychanalyse

Il est évidemment impossible de décrire toutes les méthodes dans l'espace d'un court article. Nous tenterons seulement d'extraire les traits dominants des méthodes actuellement utilisées.



du patriarcat dans les sociétés industrielles ?

Et, parce qu'elle s'oppose en de nombreux points à toutes les autres, nous commencerons par la psychanalyse.

Introduite et définie dans sa pratique par Freud, elle peut être abordée avec un esprit légèrement différent si l'on se réfère à Jung ou à Adler, ou si l'on suit l'une ou l'autre des très nombreuses « dissidences » actuelles (les adeptes de Mélanie Klein et, en France, ceux de Lacan ont certaines originalités par rapport au modèle orthodoxe...). Mais, encore une fois, nous en resterons aux principes généraux plus ou moins

communs à toute psychanalyse ou thérapeutique dite « d'inspiration psychanalytique ».

La psychanalyse part du principe que toute névrose est le résultat d'un échec des « systèmes de défense ». Ceux-ci sont des manières d'être adoptées par le sujet pour s'adapter aux vicissitudes de sa maturation, laquelle se fait au prix d'un certain nombre de traumatismes graves. Pour les freudiens classiques, le premier est celui de la naissance. Mais, pour certains modernes, il peut en exister pendant la vie fœtale...

Cet échec bloque la maturation, et oblige même le sujet à revenir en arrière, à se fixer à un mode de vie plus ou moins immature. Le traumatisme qui a fait échouer les systèmes de défense est alors profondément enfoui dans l'inconscient, mais il peut se manifester à travers toutes sortes d'expressions symboliques allant du rêve au lapsus, et qui apparaissent volontiers au cours d'associations libres, lorsque l'attention se relâche.

La cure psychanalytique consiste ainsi à déboucher le traumatisme en décodant les symboles produits par le sujet. Il s'agit, tout au long des séances, d'un lent retour en arrière qui ramène à l'époque du traumatisme, puis d'une maturation cette fois sans anicroche, laquelle utilise le psychanalyste comme mère, père, objet de désir sexuel, etc. au gré de ses étapes. Ce dernier point, dont dépend le dynamisme de la cure, est essentiel et constitue ce qu'on appelle le *transfert*.

Cette démarche doit évidemment reposer, pour le psychothérapeute, sur la connaissance psychologique d'autrui. Alexander écrit à ce propos que la psychanalyse a, au contraire des autres méthodes, *simplement affiné les méthodes de bon sens qu'on emploie pour comprendre les motivations et les actions d'une autre personne. Le bon sens lui-même est une faculté complexe. Tout d'abord, il est basé sur le fait que l'observateur et l'observé sont semblables l'un à l'autre. Tous deux sont des personnes humaines. Grâce à la conversation, ils peuvent s'apporter leurs motivations l'un à l'autre. La ressemblance permet l'identification. Connaissant ses propres motivations, on peut facilement extrapoler les motivations d'une autre personne* ».

Dans le cas de la psychanalyse, cette identification concerne l'inconscient, celui de l'analyste et celui de « l'analysant ». Le contact s'opère, en pratique, par la règle de l'attention flottante, état dans lequel doit être l'analyste. En tout cas, l'analyste doit avoir lui-même déjà été analysé, avoir décrypté son propre inconscient.

« Superego », « ego » et « ça »

Cette connaissance qu'on acquiert par sa propre analyse ne peut évidemment être transcrite sous forme d'enseignement théorique. Il n'en reste pas moins que Freud a défini les « règles d'or » par où doit passer le décodage de l'inconscient. Leur ensemble constitue une théorie dont nous examinerons les principaux points.

Le moi, ou *Ego*, est le lieu de conjonction où, sur le mode conflictuel, s'opposent l'ensemble des contraintes ou *Superego* à l'ensemble des pulsions profondes, pour la plupart inconscientes, ou *Ça*. Ceci rappelle l'opposition philosophique classique entre « la morale » et « les instincts ». Mais ce qui est propre à Freud est la notion d'une stratification du psychisme, d'un découpage horizontal de l'âme humaine qui donne à la dynamique du conflit moral sa teinte particulière.

On ne saurait oublier que l'auteur était contemporain de Jackson qui, sous l'inspiration de l'ordre positiviste, a fortement marqué l'esprit médical de son temps avec sa classification des fonctions nerveuses en couches superposées, chacune ayant pour rôle de freiner, inhiber, celle qui lui est juste inférieure. La neurophysiologie a oublié Jackson, dont les théories un peu trop simplistes se sont révélées erronées ; la philosophie moderne a largement débordé des limites du vieux problème moral ; mais la psychanalyse maintient sa stratification...

Le *Superego*, c'est l'image paternelle, personifiant, dans la société bourgeoise du début du siècle, la rigueur des interdits sociaux. En ce temps-là, le père avait en effet toute puissance sur sa femme et ses enfants. Il n'accordait qu'avec parcimonie, punissait, effrayait, imposait par ses exigences toute victorienne qu'on lui cache bien des choses. Le *Ça*, c'est la libido, les désirs interdits (par définition), les émotions (honteuses) devant une cheville entrevue au bas d'une robe, le goût des attouchements secrets (dont on disait au jeune garçon qu'ils pouvaient rendre fou).

On comprend les problèmes de la psychanalyse actuelle pour maintenir ce schéma dans un monde où les pères, débordés par les assauts d'une société éreintante, obéissent passivement aux désirs de femme et enfants ; où la libido, loin d'avoir à se cacher, « doit » au contraire s'exhiber (même lorsqu'elle est plutôt réduite, ce qui n'est pas rare...). On ne parlera donc plus de père, de mère ou de libido, mais de « substituts » qui, par extension associative, pourront être représentés par n'importe qui ou quoi.

Le pansexualisme

Pour Freud, toute énergie vitale vient de la libido, qui est « instinct de vie » ou « *eros* ». Celui-ci s'exprime rarement en désir reconnu comme tel de faire l'amour, mais se travestit pour insuffler à toute conduite son dynamisme nécessaire. En effet, à la pulsion libidinale, s'oppose obligatoirement une « antiforce », qui est soit le « refoulement » exigé par le *Superego*, soit, d'une manière plus confuse, l'instinct contraire, ou « instinct de mort ». C'est le « *thantos* » qui est exactement l'envers d'*eros*, le retour à la non-vie originelle.

Le pansexualisme freudien est purement phallique. La femme se définit par sa non-masculi-



Une réussite particulière de la transformation des pu

nité, et son dynamisme vital vient de « son envie de pénis ». Là encore, il faut se reporter à la situation de la femme vers 1900 pour comprendre le point de vue freudien. De nos jours, dans les sociétés occidentales, bien des aspects de l'interprétation freudienne de la femme sont une épine dans le pied des psychanalystes. Ce n'est pas le moment dans ce trop court article d'entrer dans le débat...

L'inconscient

Certes, Freud n'en est pas « l'inventeur ». Il a été toutefois le premier à en faire un domaine à part dans le psychisme, à l'avoir matérialisé comme un lieu fermé, jalousement gardé, dans lequel seuls les initiés pénètrent ; au mieux, par « la voie royale » du rêve.

Fidèle à son besoin de classification, il divise le psychisme en deux portions nettement différenciées, et par leur contenu, et par les lois de leurs mouvements propres. Elles sont séparées par une frontière munie d'une sorte de sas. Les objets psychiques traverseraient difficilement ce sas, en tout cas subiraient au passage une transformation radicale. Lorsqu'on pénètre dans l'in-



Jean Marquis.

ps pulsions fondamentales : la sublimation artistique.

conscient, on y trouve des images, des représentations qui s'organisent en petites scènes. Tout ceci s'associe hors de toute règle logique et est toujours affectivement très chargé. Cette charge d'investissement peut, dans le sein de l'inconscient, circuler *librement*, ce qui pour Freud en est une caractéristique primordiale. Elle s'oppose en effet à ce qui se passe au niveau conscient (ou manifeste) où la censure contrôle et met bon ordre au nom du Superego.

Le grand mobile de ces investissements inconscient est le « *principe de plaisir* ». Il permet à l'individu de s'offrir, à l'abri des contraintes de la réalité, de folles et mystérieuses compensations aux frustrations de la vie consciente. Il s'oppose évidemment au « *principe de réalité* » qui est la référence de la vie consciente.

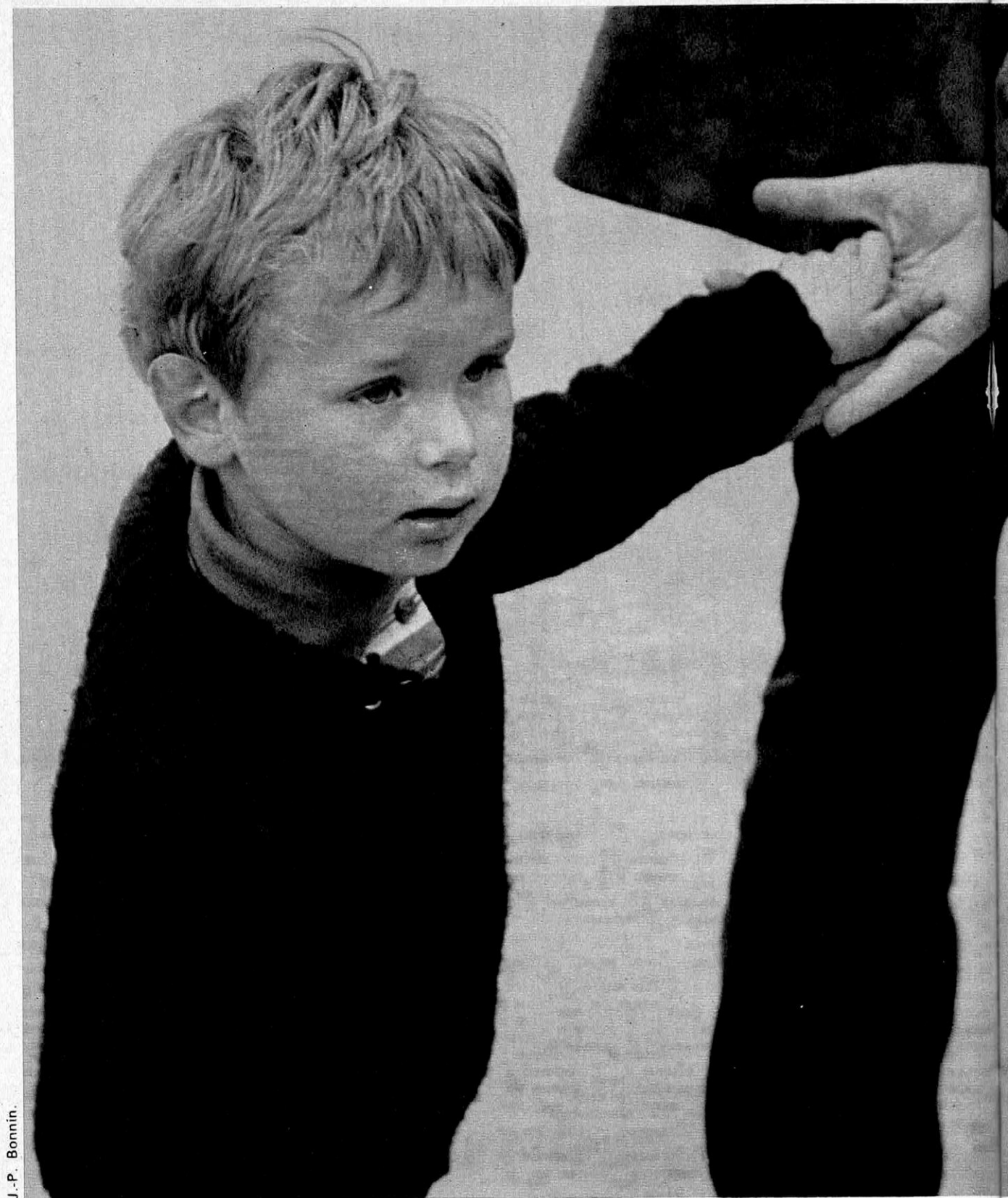
Les scènes fantasmatiques de l'inconscient sont les gardiennes fidèles de tout le « refoulé », c'est-à-dire de toutes les expériences censurées. Or, autre thème freudien essentiel, chaque expérience génératrice de plaisir induit le désir d'une répétition, de telle manière que, derrière chaque plaisir, existe dans l'inconscient la trace d'un plaisir précédent qui lui est identique. Ainsi, remontant, grâce à la psychanalyse, le cours de

ses expériences, on en arriverait aux moments-clés : la naissance, la vie intra-utérine (même pour certains auteurs, le stade des gamètes, spermatozoïde et ovule dont nous sommes issus), enfin, plus haut encore, les grands moments de notre hérédité ancestrale.

De l'inconscient partent les pulsions qui affleurent — parfois — à la conscience sous forme de comportements dont le sujet ignore les raisons. Freud a insisté sur l'importance de phrases telles que « c'est plus fort que moi » ou « je ne sais pas d'où me vient cette envie ou cette crainte » : c'est la preuve qu'il y a quelque chose de caché derrière...

Le complexe d'Œdipe

La relation triangulaire enfant-père-mère fut découverte par Freud dans son histoire personnelle. Et lorsqu'il eût connaissance de l'Œdipe-roi de Sophocle, ce fut pour lui l'illumination. Le mythe d'Œdipe prouvait l'universalité de son inceste imaginaire avec sa mère et du désir inconscient du meurtre de son père. Dès lors, il s'agit de retrouver ce thème fondamental dans l'inconscient de tous les patients.



J.-P. Bonnin.

*Relation triangulaire,
ambivalence des sentiments
pour le parent
de sexe opposé : des éléments qui,
finalement, sont
indispensables au développement...*



S'ils se refusent à en admettre l'existence, cette résistance est elle-même hautement significative et souligne la puissance de l'investissement.

En principe donc, l'enfant éprouve un désir sexuel inconscient pour le parent de sexe opposé, doublé du désir inconscient de faire mourir le parent du même sexe. Il peut toutefois arriver que l'investissement sexuel s'inverse, et Freud signale le cas de jeunes garçons faisant des grâces à leur père, en « prenant le rôle d'une fille ». Il s'agit alors d'Œdipe « négatif ». Ce qui a conduit à la notion (complexe) d'Œdipe « complet », qui serait à la fois positif et négatif.

Cette relation triangulaire (à défaut de parents, un substitut joue le rôle) est un élément primordial dans le développement de l'enfant. Mais surtout elle se modifie au cours de la maturation, jusqu'à arriver au stade de la « liquidation ».

C'est de cette évolution, de cette liquidation, que dépend tout l'avenir psychique de l'individu. Et c'est cela qui est revécu pendant une psychanalyse.

Maturation et non-maturation

La maturation de la libido connaît en fait plusieurs stades. Au tout début de la vie, la relation libidinale ne passe pas par les organes génitaux et la présence du père est insensible. Dans cette phase pré-œdipienne, existe le seul duo mère-enfant. Est alors érotisé l'organe par lequel passent ces relations, c'est-à-dire la bouche. C'est le stade *oral*.

Apparaît ensuite la période d'apprentissage de la propreté. Les fèces y prennent une signification relationnelle très importante. Le contact avec la mère acquiert à ce moment une dimension nouvelle, puisque l'enfant découvre qu'il *peut* la faire souffrir en refusant ce qu'elle demande. Par là, l'enfant découvre une certaine domination volontaire de soi, une certaine puissance. C'est la phase *sadique-anale*.

Vers quatre ans apparaît le stade *phallique*. L'enfant découvre que son pénis doit lui permettre de satisfaire son désir incestueux. A ce moment, le père apparaît comme un rival mieux doué et animé d'intentions vengeresses. L'enfant se met à le haïr en même temps qu'il subit la double culpabilité de son désir et de sa haine. Cette phase est essentielle, car au nom de sa culpabilité, l'enfant va se faire peu à peu aux interdits sexuels. Il peut ainsi se préparer à liquider son « complexe d'Œdipe ».

Avec la maturation du Superego et le passage au second plan des intérêts sexuels de l'enfant, nous rencontrons la *phase de latence* qui durera jusqu'à la puberté. A cette époque, l'enfant pourra retrouver l'utilisation de son pénis au bénéfice de femmes qui ne seront pas sa mère, mais qu'il choisira néanmoins en fonction du souvenir inconscient de son inceste fantasmatique.

Tel est donc le développement « idéal ». Il reste que, pour s'en tenir aux bases jetées par Freud lui-même, des fixations à des stades plus

ou moins précoces de la maturation vont se manifester sous la forme de troubles névrotiques.

Les principes de base de la psychanalyse ont, il est vrai, donné — et donnent encore — lieu à tant de commentaires, à tant de variantes, qu'une bibliothèque entière ne les contiendrait pas. La pratique qu'ils sous-tendent est éminemment variable. La durée des cures varie non seulement selon les cas, mais tend, avec le temps, à augmenter singulièrement : à l'époque de Freud elles pouvaient durer quelques mois ou un an ; il y a une trentaine d'années, on comptait deux à trois ans ; actuellement cinq à sept ans représentent une durée moyenne.

Il faut dire que le but même de la psychanalyse se modifie : à sa création c'était une « thérapie », visant à une *guérison*. Par la suite, la notion de guérison est devenue suspecte, dans la mesure où tout symptôme représente symboliquement une manifestation de l'inconscient : la disparition d'un symptôme peut n'être en fait qu'une forme de résistance. Actuellement, le mot même de « guérison » est proscrit ou ignoré du vocabulaire psychanalytique. L'objet de la psychanalyse n'est pas de « guérir » mais de connaître l'inconscient. A la limite, il y a incompatibilité entre disparition de symptômes (névrotiques ou autres) et continuation de la psychanalyse...

Les techniques pavloviennes

Les débats actuels entre les diverses tendances psychanalytiques n'ont pu que favoriser le développement des psychothérapies d'entraînement — rééducation, qui vont des techniques d'inspiration pavlovienne aux modernes « *behaviour-thérapies* ».

Surtout utilisées en U.R.S.S. dans la première moitié du siècle, les techniques pavloviennes ont subi des perfectionnements et inspirent actuellement certains médecins, même en France. Elles sont à l'origine de la « cure de sommeil » et reposent sur une conception de l'homme bien connue :

1) « Fusion du psychologique avec le physiologique, du subjectif avec l'objectif » (Pavlov) ;
2) L'homme reflète la société, qui le modèle, lui imprime par conditionnement des automatismes qui deviennent des tropismes dirigeant la croissance du cerveau. Lorsqu'il y a incompatibilité entre la pression sociale et les possibilités de l'individu, il y a « *névrose* ».

La thérapeutique de ces névroses (qui peuvent avoir des manifestations purement psychiques ou se traduire par des troubles viscéraux) repose sur la connaissance des lois du conditionnement. Nous les énumérons rapidement pour mieux présenter les principes thérapeutiques.

● L'association conditionnelle ou liaison temporaire entre un stimulus et une réponse exige que la zone de cortex intéressée par la stimulation soit en état de « grande excitabilité ».

● Cette association a une tendance à l'effacement spontané ; pour la maintenir, il faut la « renforcer » ; c'est-à-dire répéter les conditions premières du conditionnement.

● L'effacement ou extinction n'est pas un phénomène d'oubli passif, mais résulte d'un mécanisme d'inhibition active : soit que, pour certaines raisons, le cortex fasse disparaître son état d'excitation localisée ; soit qu'une sollicitation venant de l'extérieur pendant l'établissement d'un réflexe conditionné bouleverse les opérations ; soit enfin que les signaux se succèdent trop rapidement ou soient trop intenses : non seulement le réflexe conditionné en train de s'établir s'inhibe, mais on peut même voir surgir un arrêt psychomoteur complet, ou au minimum un sommeil prolongé.

● La qualité stimulante d'un premier signal conditionné peut, par une nouvelle association conditionnée, se transmettre à un second signal, et ainsi de suite : on a donc des conditionnements de 2^e, 3^e, 4^e degré, dont l'ensemble constitue « *la synthèse verticale* ». Cette « contagion conditionnelle » peut envahir le domaine psychique grâce au langage.

● Les réflexes conditionnés (RC) peuvent se conditionner les uns aux autres, en cascade, constituant la « *synthèse horizontale* », véritables conduites d'ensemble appelées encore « *stéréotypes dynamiques* ».

La maladie s'installe à travers ce mécanisme : par « *surtension de l'excitation* » (sollicitations trop fortes) ; « *surtension de l'inhibition* » (quand un signal s'établit sur des bases de différenciation trop fines pour les possibilités du sujet (exemple du chien qui doit « apprendre » à différencier un cercle d'un ovale ; lorsqu'on rapproche progressivement les deux formes, il y a un stade où la différenciation devient trop fine, et le chien s'agite, devient furieux, etc.) ; transformation brusque d'un RC positif (réponse : action) en RC négatif (réponse : inhibition de l'action) etc.

La thérapeutique doit utiliser les mêmes principes pour défaire les conditionnement nocifs et aider le malade à reconstituer les conditionnements permettant son adaptation à une situation donnée. Mais il n'est pas commode de créer ou de défaire des RC chez l'homme : il faut une certaine disponibilité corticale. Les Soviétiques ont utilisé leurs fameuses « *tours de silence* » dans lesquelles le sujet était coupé de tout ce qui n'était pas utile à la situation de conditionnement. Les très grandes difficultés pratiques qu'on imagine rendent ce moyen assez peu abordable.

On a donc cherché (et on continue) des moyens permettant d'adapter les exigences physiologiques. On peut obtenir une certaine inhibition corticale par des moyens pharmacologiques. Cette inhibition devrait représenter une situation d'effacement général des conditionnements. Cela correspond à un état de subnarcose connu comme cure de sommeil. En pratique, l'intensité de l'action pharmacologique ne peut être poussée jusqu'au niveau de l'effacement

total ; on obtient seulement une diminution de « l'actualité » des conditionnements anciens (responsables de la névrose) et on se précipite, dès le réveil, pour créer chez le malade de nouveaux conditionnements.

Néo-behaviourisme et behaviourthérapie

Ces méthodes sont issues du *behaviourisme* proposé par Watson, en opposition à l'aspect subjectif et hypothétique des publications de Freud. Cet auteur a voulu opposer une connaissance de l'homme du dehors, à travers des faits objectivables et des expérimentations, à l'introspection de Bergson et à l'attitude interprétative de Freud. Il a posé le principe que le comportement humain était une relation incessante entre des stimuli (mesurables) et des réactions (observables).

Cette doctrine s'est considérablement enrichie sous l'influence de la *Gestalt theorie*. Von Ehrenfeld, par exemple, a approfondi la notion de stimulus : le sujet ne voit pas tant ce qui se trouve dans son champ visuel que ce qu'il *sait* devoir s'y trouver. Le problème posé à la psychothérapie n'est donc pas de modifier les conditions nocives de l'ambiance du malade, mais de modifier la manière dont il les voit.

Wertheimer a inspiré bien des travaux qui se sont référés au structuralisme. Il a montré que les appréhensions sensorielles semblaient porter sur un tout, dans lequel chaque sujet peut reconnaître des « inclusions » plus restreintes, mais dont le découpage obéit à des règles de relations particulières avec le « tout ». Un objet quelconque est perçu à travers ses rapports avec l'ensemble. Il peut être considéré comme blanc ou noir selon le fond sur lequel il se détache. Dans cette direction, Axelrod a fait des expériences sur le rôle des films de violence dans l'agressivité. Il présente des séquences de film où un personnage est victime de sévices : si le personnage est décrit auparavant comme un « bon », le niveau d'agressivité générale des spectateurs est en baisse après le film ; si le personnage est décrit comme le « mauvais », l'agressivité est au contraire augmentée. Toute action psychothérapique exige donc une prise en charge de « l'être en situation » c'est-à-dire une étude des relations du sujet avec son ambiance.

La *phénoménologie* a fortement inspiré les écoles modernes de psychothérapie. Husserl a, par exemple, aidé à formuler que le psychisme n'est pas « intériorité », mais « intentionalité » et que, dans la relation de l'être au monde, tout se passe dans l'interaction inextricable entre le sujet et sa « situation ». Merleau-Ponty écrit même « il n'y a pas d'homme intérieur, l'homme est au monde, c'est dans le monde qu'il se connaît ».

La thérapeutique, dès lors, passe obligatoirement par le « monde ». C'est en faisant expérimenter des relations bénéfiques avec celui-ci qu'on aidera la malade à sortir de sa névrose.

Biswanger et Medard Boss soulignent que la névrose (ou la maladie somatique, dans bien des cas) est « une attitude erronée d'affirmation ou de faillite d'une vie... centrée autour du phénomène fondamental de l'angoisse ». Alléger l'angoisse exige donc une restructuration vécue de la manière d'être ou de se considérer comme étant au monde. Tel est l'essence même de la « thérapeutique par le comportement » ou *behaviourthérapie*.

Les techniques en sont très variables. Elles peuvent s'inspirer de la *Daseinanalyse*, par laquelle le malade « expérimente » son existence soit à travers le rêve éveillé (Desoille) soit à travers des jeux de scène. Lorsque les conditions matérielles le permettent, on peut avoir recours à de véritables techniques néo-behaviouristes.

Le malade est alors placé en situation hospitalière, vivant une « vie quotidienne » au cours de laquelle, grâce aux conditions extérieures, à l'attitude du personnel, il expérimente des situations d'échec en rapport avec ses attitudes nocives. C'est le « renforcement négatif ». A l'inverse, on lui accorde toutes les gratifications possibles à chaque attitude bénéfique. C'est le renforcement positif. Dès que de nouvelles attitudes s'installent, le malade les « éprouve » dans la vie normale, et le thérapeute examine avec lui les conditions spontanées de renforcement positif.

On voit que, sous ses dehors un peu simplistes, cette méthode tend à une reconsidération globale du monde du sujet, et par là, à une restructuration totale de sa personne.

**

Ce trop rapide exposé n'avait qu'une prétention : montrer que, face aux rites un peu rigides des thérapeutiques freudiennes, il existe aujourd'hui de nombreuses autres techniques. Leur commun dénominateur est qu'elles considèrent l'être humain dans ses mouvement même (« il est ce qu'il fait », disent les existentialistes), dans son intégration dans un milieu lui-même mouvant. Et une thérapeutique ne sera efficace que si elle passe, par l'expérience de ce mouvement.

Etre psychothérapeute est un métier difficile... mais il est peut être le plus grand dès lors qu'il s'agit pour l'homme de venir en aide à son frère. Car la psychothérapie, sous ses multiples faces, porte en soi la guérison des maux, de presque tous les maux de l'esprit et du corps, comme Molière déjà le faisait dire par son Clitandre dans l'Amour Médecin : « *Monsieur, mes remèdes sont différents de ceux des autres : ils ont l'émétique, les saignées, les médecines et les lavements ; moi, je guéris par des paroles, par des sons, par des lettres, par des talismans et par des anneaux constellés... Comme l'esprit a grand empire sur le corps, et que c'est de lui bien souvent que procèdent les maladies, ma coutume est de guérir les esprits avant de venir aux corps* ».

Jacqueline RENAUD

A LA DÉCOUVERTE DES EX



Francis Busignies - Fotogram.

Cas limite ? Peut-être. Mais même s'il fait entièrement partie de notre société industrielle, l'individu s'y sent

EXPÉRIENCES DE GROUPE



souvent fort mal à l'aise.

Les expériences de groupe connaissent aujourd'hui une vogue considérable. Leurs finalités peuvent être très diverses, allant du perfectionnement des relations humaines à l'intérieur d'une communauté professionnelle à l'épanouissement des individus. Les théories qui sous-tendent de telles expériences, comme leur contenu propre — de la simple communication verbale à l'expression corporelle —, ne divergent pas moins.

Du foisonnement actuel des expériences se dégageront certainement, à terme, quelques fortes et fécondes tendances.

● De même que la médecine officielle entend guérir sans adopter les pratiques des guérisseurs, la psychologie et la sociologie scientifiques traitent des groupes sans donner leur aval aux praticiens des séminaires d'inspiration psycho-sociologique. La popularité des sessions dont il sera question ici n'a pourtant cessé de grandir depuis 1946, lorsque des chercheurs collaborant avec Kurt Lewin à l'Université de Harvard participèrent aux premières réunions d'investigation psychologique réciproque pour analyser le « vécu » d'une collectivité restreinte (de huit à douze personnes en position de face à face), collectivité centrée sur elle-même.

D'abord aux Etats-Unis et au Canada, puis en Grande-Bretagne et enfin dans le reste du monde, des psychologues, des formateurs, des pédagogues, des psychanalystes, des médecins, des assistantes sociales se mirent à « faire du groupe ». L'industrie et l'administration utilisè-

rent les groupes dans une perspective d'amélioration des relations de travail. L'école en fit usage dans la préparation des maîtres. Les stages pour éducateurs, travailleurs sociaux, délégués à la liberté surveillée, etc., comprennent souvent désormais des séances de sensibilisation.

L'armée y voit un moyen d'instruire ses cadres, le commerce une technique pour promouvoir le talent des vendeurs et rendre plus conscients des réactions du public tous ceux qui ont mission de l'informer et de le convaincre. Des chercheurs scientifiques, des publicitaires, des inventeurs ont voulu stimuler leur créativité en fréquentant des ateliers de découverte. Des communautés d'anciens alcooliques, drogués ou délinquants se sont créées pour aider à sortir des frères de misère de l'impasse et les méthodes de groupe y ont joué un rôle positif. On s'est réuni pour prendre du poids, on s'est retrouvé pour maigrir, bref un mouvement d'une ampleur considérable est lancé qui s'appuie sur l'impact qu'un groupe peut avoir sur ses composants.

Des finalités diverses

Chemin faisant, des spécialistes ont occupé le devant de la scène, diverses écoles se sont constituées, des orientations idéologiques se sont précisées. Malgré cela, l'heure de la clarté n'a pas encore sonné, ni celle de la précise délimitation des tendances. Aussi serait-il osé d'aller au-delà d'une esquisse des multiples sources d'inspiration qui se mêlent aujourd'hui chez les protagonistes.

Les uns partagent les préoccupations des psychologues de la vie sociale et s'interrogent sur la structure et le fonctionnement des collectivités restreintes. Les autres s'apparentent à des psychothérapeutes et se soucient surtout du développement des individus mal à l'aise dans leur existence. D'autres encore se posent en réformateurs, en agents de changement. Il s'agit pour eux de libérer les potentialités naturelles de la personne brimée par des contraintes « artificielles », d'ordre social. Le groupe n'est alors qu'une aire d'entraînement pour une vie qualitativement meilleure, chacun déployant l'ensemble de ses ressources dans une société plus ouverte, rendue en particulier infiniment plus tolérante par une maturation de ses membres. D'autres, enfin, ne se cachent pas d'œuvrer à l'intégration plus harmonieuse de personnes qui se situent à la limite de la désadaptation. Pour celles-ci, la psychiatrie, la psychanalyse ou la psychothérapie classiques, individuelles, sont redoutables, compromettantes aux yeux de l'entourage, et trop coûteuses. Il s'agit donc de rendre les participants plus disponibles, plus efficaces, plus entreprenants, voire plus créateurs, en les débarrassant de leur anxiété ou de leurs « complexes », en liquidant leurs tensions excessives. Le recours à l'intervention collective constitue la solution recommandable, commode, socialement acceptée et peu onéreuse.

Si de tels groupes, dans leurs multiples aspects, sont aujourd'hui à l'ordre du jour, c'est affirmé-on, qu'ils répondent à des besoins quasi uni-

versels. Le soutien que les groupes naturels offraient aux individus faiblit de façon sensible. La famille, l'école, la paroisse, la commune, le corps de métier, perdent partout de leur pouvoir stabilisateur ; la moralité publique s'affaiblit ; les grandes croyances collectives voient leur crédit diminuer. L'individu se sent plus seul face au monde moderne, frustré des échanges personnels intenses qu'il pourrait avoir non seulement avec ses proches, mais aussi avec son prochain. Il est donc attiré par les mini-collectivités qui, sous forme de groupes, lui fourniront l'occasion de réapprendre l'authenticité des rapports sociaux pour le plus grand bien de son équilibre restauré... Et pour peu que le mouvement gagne de proche en proche, il y a là, affirment ceux qui vont à l'extrême, une chance pour l'humanité.

Naturellement, de telles envolées rencontrent l'opposition. L'enthousiasme des promoteurs n'a d'égal que la sévérité des critiques. Avant d'aborder ce point, informons-nous davantage : le groupe ? De quoi s'agit-il au juste ? Comment faut-il comprendre le terme lorsqu'il est utilisé par les animateurs de sessions ?

Dans l'éventail des réalisations qui ont attiré un public assez nombreux, on distingue plusieurs niveaux d'investigation et d'intervention. Au premier plan, figurent des programmes qui comprennent des séances collectives instituées pour diffuser des connaissances ou un savoir-faire. Ce sont des groupes de travail, d'études, d'entraînement ou de discussion, par exemple, qui entrent dans le cadre habituel des échanges entre enseignants, enseignés et condisciples sans vouloir explicitement se situer dans la perspective de l'analyse des phénomènes sociaux ou de leur retentissement psychologique et affectif dans la personnalité de chacun.

D'autre part, on organise des cycles centrés sur la compréhension des relations au sein d'une organisation, pour saisir les processus qui s'y produisent (leadership, conflits, constitution d'équipes, bureaucratie, communications informelles, etc.). On a alors recours à des exercices et à des jeux qui mettent en lumière les réactions typiques d'individus placés ensemble dans une situation donnée.

Une réalité singulière

Depuis les premières tentatives de psychothérapie à l'aide du groupe, au début du siècle, les expériences se sont multipliées. On attribue à des médecins, comme l'américain Joseph Pratt (1900) et le français Joseph Jules Déjerine (1910), la paternité des essais de cure collective. Comptant sur l'influence mutuelle des patients — tuberculeux ou névrosés —, ils sont peut-être les premiers à avoir traité collectivement des sujets d'abord suivis séparément.

Très tôt, pourtant, on sort du domaine médical. En soixante-quinze ans, de nombreux chercheurs, médecins et non médecins, psychanalystes, psychologues, pédagogues, sociologues,

etc. ont utilisé les techniques de groupe dans des perspectives très diverses et souvent fort éloignées de celle du traitement de malades.

Le point commun de toutes ces interventions est de se dérouler dans des situations spécialement aménagées. Pour évoquer les développements récents de la psychologie de groupe, il faut donc donner à ce dernier terme le sens limité de « groupe de laboratoire ». Ces dernières années en Europe, et depuis la seconde guerre mondiale aux États-Unis, des « animateurs de groupe » réunissent pour des séances de durée et de fréquence variables un certain nombre de volontaires. Les intéressés acceptent de se plier aux règles d'un jeu dont les données peuvent en partie leur échapper. Chacun, implicitement, se prépare à vivre une expérience provoquée par un meneur de jeu. L'organisateur agence la situation selon sa conception des buts à atteindre et en fonction de son interprétation des besoins des participants. Il est persuadé de connaître les possibilités de la technique et pense mesurer les risques éventuels qu'elle comporte. N'est-ce pas là le propre d'une situation de laboratoire ?

Pourquoi s'inscrire dans un groupe ? Evoquons un cas particulier : Dans le cadre d'une entreprise privée ou du secteur public, d'une administration ou d'une institution, les problèmes de relations humaines abondent. Les dirigeants ne sont que rarement tout à fait ignorants des difficultés de communication qui perturbent la coopération à divers niveaux. Les collaborateurs eux-mêmes sont sensibles aux heurts qui se produisent dans leurs rapports avec les supérieurs, mais aussi avec les pairs et les subordonnés. Aussi, les séminaires se donnant pour objectif l'amélioration des rapports interindividuels dans les collectivités de travail ont-ils suscité l'intérêt des chefs d'entreprise, directeurs du personnel, conseils de gestion, préoccupés en particulier de la formation des cadres. Des milliers de salariés français, en moins de vingt ans, se sont plus ou moins volontiers inscrits à des groupes nommés « T-Group » (d'après l'anglais Training-Group, groupe de formation), groupes de diagnostic, de sensibilisation, de base, de rencontre, de découverte, d'évolution, de développement, de croissance, centrés sur un thème.

Une perspective de changement social

À l'origine, ces tentatives ont un projet éducatif dans une perspective de changement social : Le T-Group propose un apprentissage. Au départ, en 1947, à Bethel, en Nouvelle-Angleterre, des universitaires comme Kenneth D. Benne, Leland P. Bredford et Ronald Lippit explorent les possibilités d'une méthode de développement des individus. Ils s'aperçoivent que des personnes font peu de progrès dans leur comportement à l'égard d'autrui dans la mesure où elles ont à se défendre ou à se justifier aux yeux des autres. Par contre, dans un climat de li-

bre expression, où chacun peut se présenter sans craindre pour lui-même et où il est licite de formuler publiquement ce que l'on ressent lorsqu'un autre participant s'exprime, les membres du groupe restreint tendront à prendre conscience de leur propre comportement. Le groupe analysera en commun les interventions et les réactions des uns et des autres. Il tendra un miroir à chaque membre. Chacun y contempera à la fois ses propres actions, les effets qu'elles ont sur les autres et les émotions concomitantes déclenchées.

S'évadant tous ensemble, pour un temps, de la prison des rapports sociaux ordinaires, les participants s'entraident dans la prise de conscience. Me voyant par les yeux de l'Autre, de tous les autres réunis ici, je vais m'apercevoir que je n'apparais pas tel qu'il me semble à moi-même. Dépouillée de son armure sociale (statut professionnel et familial, rôle hiérarchique, attributs de l'éducation, des revenus, du milieu, etc.), mes co-participants atteignent ma véritable personnalité et m'aident à la connaître. Je leur rends le même service. Pareillement dévoilés, nous nous exposons à des révélations peut-être cruelles, mais qui faciliteront l'accès de chacun à un niveau de sincérité et d'authenticité supérieur.

Les participants au T-Group entreprennent d'épanouir leur *capacité* à vivre en meilleure harmonie avec les autres et avec soi-même (Basic skills). Cette capacité, dans la vie normale, peut être sous-développée ou inutilisée. D'où la difficulté des communications. D'où également des sentiments de malaise, d'inconfort, de mutilation, éprouvés par les membres des collectivités naturelles souffrant de conventions trop contraignantes, interdisant à la fois la libre expression et la prise de conscience.

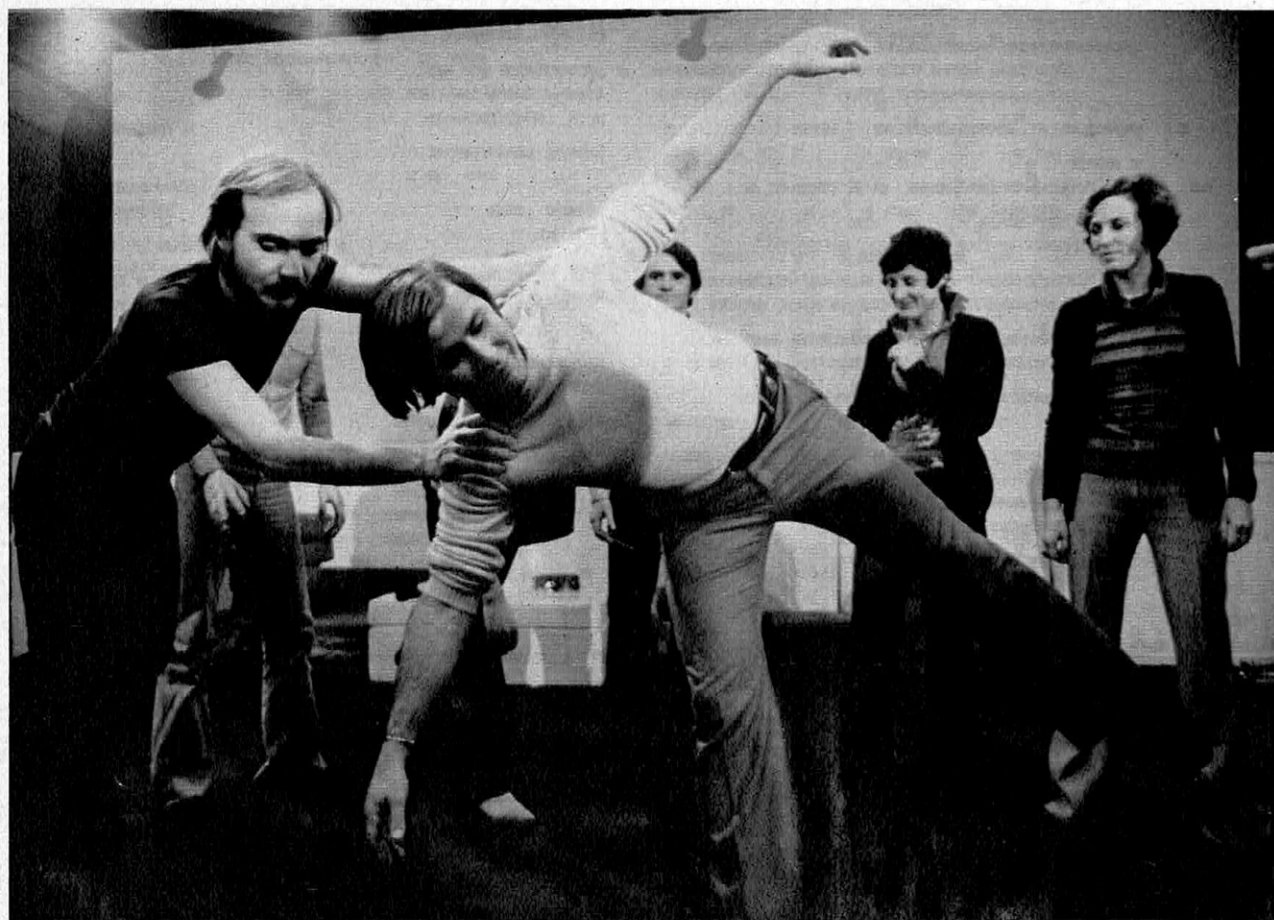
Selon les intentions qui inspirent les instigateurs des séances ou selon les désirs plus ou moins conscients des participants, plusieurs grandes orientations peuvent être retenues.

- Certains groupes sont organisés pour répondre à des préoccupations dites « intra-personnelles ». Les participants se soucient d'abord de résoudre leurs propres difficultés d'adaptation. Ils aimeraient apprendre à vivre en paix avec eux-mêmes. Ils aspirent à la détente, à la « relaxation », à la sérénité. Ils visent une meilleure maîtrise de leurs ressources émotionnelles ou intellectuelles : « pour mieux vivre, je vais m'employer à mieux me connaître ». Le groupe est utilisé comme un support, un renfort, un moyen.

- D'autres groupes mettent l'accent sur les phénomènes collectifs. Les « groupes centrés sur le groupe » vont analyser les relations « interpersonnelles ». L'attention des participants se porte sur les phénomènes originaux d'ordre collectif qui se produisent et les impliquent. Sans en avoir conscience, dans toutes les circonstances de notre vie, nous plongeons dans une réalité sociale composée de cellules (la famille, l'atelier, le bureau, l'association sportive, la classe scolaire, le comité, le réseau d'amis, la paroisse, etc.)

Une expérience de groupe

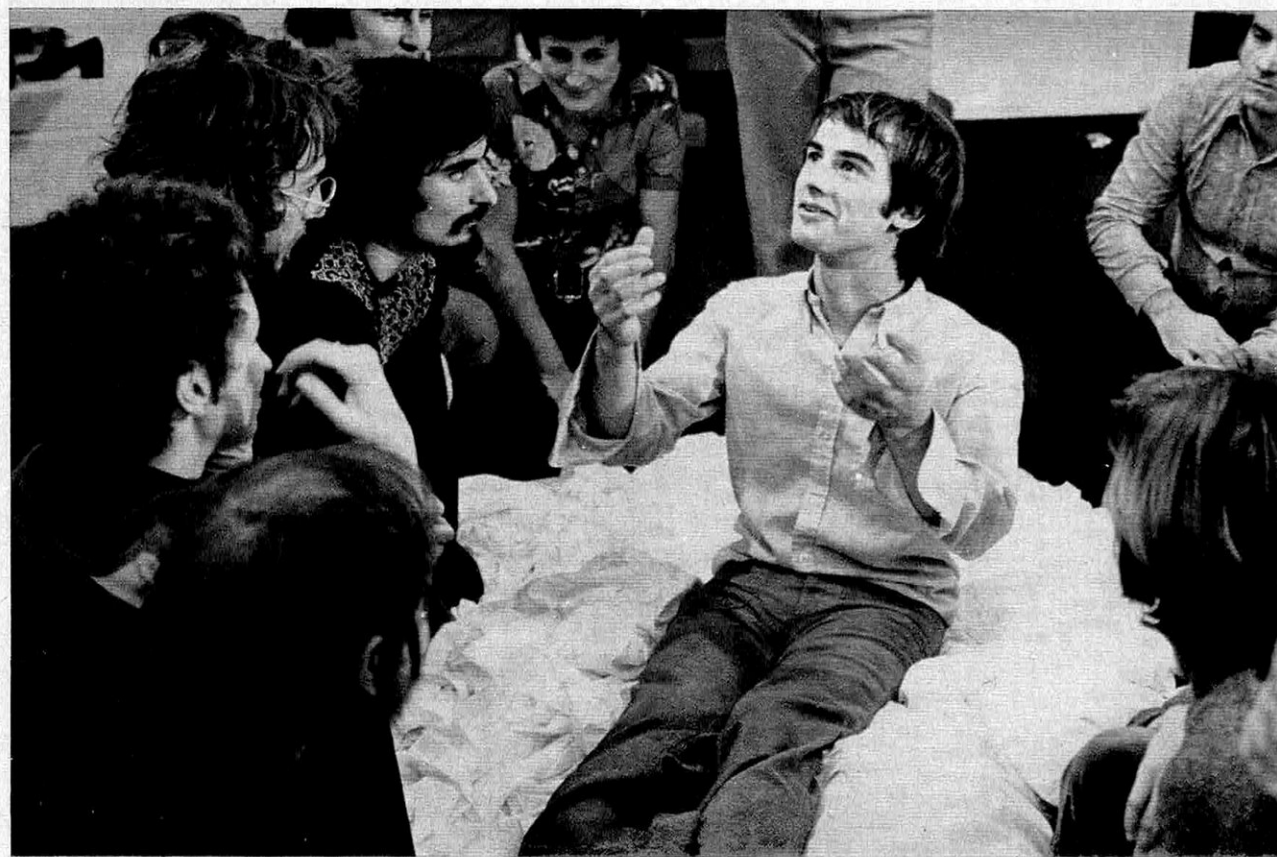
Dans cette double page et dans la suivante, on trouvera quelques séquences d'une expérience de communication verbale et non verbale dont la durée a été de 22 heures (en excluant le temps consacré au sommeil). Ces documents sont extraits d'un reportage de Philippe Fresco, pour le livre « Les Tribus Ephémères », de Georges Gueffand, Roland Guenoun et Aldo Nonis (éditions Epi). Les participants avaient été choisis de façon à constituer le groupe le plus hétérogène possible (sexe, âge, milieu socio-économique). Ce type d'expérience, qui utilise les techniques d'expression les plus diverses, tend à faire redécouvrir à chacun sa propre authenticité, en laissant « à la porte » ses attributs sociaux.





Les activités de la « tribu » dont nous avons vu déjà quelques aspects, peuvent paraître déroutantes au non initié. Il en est ainsi, par exemple,

de l'expérience de lévitation, où chacun des participants, tour à tour, s'abandonne et est pris en charge par le reste de la tribu. Soulevé très haut,



chacun racontera ensuite ce qu'il a ressenti, son « voyage ». Dans la séquence des masques, il s'agit de « créer » le visage de l'autre, mais c'est

aussi son propre visage que chacun crée par là. L'expérience terminée, la tribu rassemblée examine son image. A la fin, un bilan est dressé.



qui chacune nous contient en partie et influence notre comportement. Les séances de groupe vont contribuer à nous sensibiliser aux forces en jeu. Elles mettront en évidence les tensions qui s'établissent entre les rôles que nous assumons. Idéalement, nous apprendrons non seulement à mieux percevoir le déroulement des processus sociaux, mais à faire évoluer les structures des groupes naturels dans un sens plus positif, moins contraire aux aspirations individuelles. Le groupe de sensibilisation nous enseignera à devenir des « agents de changement social ». Nous apprendrons à analyser ce qui se produit dans une petite collectivité ; nous nous entraînerons à jouer des rôles nouveaux, à échanger nos rôles pour mieux saisir la charge émotive que chacun supporte ; nous nous rendrons capables de doter notre groupe naturel de nouveaux modes de comportement plus positifs, tant sur le plan des relations humaines que dans leur tonalité affective.

● Une troisième catégorie de rencontres est constituée par les séminaires consacrés à des tâches. Les participants entendent se perfectionner en commun dans un domaine pratique, tel la « prise de décisions », l'analyse de problèmes professionnels, la recherche de solutions. L'objectif est d'apprendre à travailler en groupe, de mettre en application un « savoir penser » plus efficace, de s'entraîner à progresser avec plus de logique dans l'étude et la résolution de difficultés survenant dans le travail. L'effet recherché n'est pas seulement dans l'ordre du raisonnement, puisqu'il s'agit de faire partager sa démarche aux autres membres. Il n'importe pas uniquement de découvrir des solutions, mais d'observer le cheminement emprunté par le groupe pour parvenir au but. On souhaite que les participants trouvent, dans l'exercice, des modes d'approche qui, plus tard, les conduiront à des résultats concrets dans leur travail au sein de leur organisation d'origine. Les objectifs de tels groupes sont surtout « extra-personnels ».

Des hypothèses fondamentales

Les postulats de base sur lesquels toutes les actions de groupe de laboratoire s'appuient sont, en principe, simples à formuler :

— Les séances de groupe de laboratoire favorisent les changements psychologiques : modification de ma manière d'être par prise de conscience des effets que mon comportement produit sur les autres ; transformation de ma perception des actions de personnes placées en situation collective, chacun étant influencé par les processus groupaux émergeant dans une communauté ; développement de ma capacité à résoudre des problèmes concrets, à accomplir des tâches, par gain de méthode et d'objectivité.

— L'apprentissage est d'autant mieux assuré que le groupe de laboratoire place les participants dans des conditions différentes de celles de l'existence courante. Coupé de mon milieu, protégé contre les contraintes sociales habituelles,

libre de m'exprimer, je ferai davantage appel à mes ressources personnelles, ordinairement exploitées ou étroitement canalisées par l'entourage. Osant m'exprimer, j'apprendrai à m'extérioriser, je me libérerai.

Dans un groupe expérimental, je bénéficie de l'apport de semblables, également émancipés à titre temporaire. Au spectacle des imperfections, des limites et des lacunes d'autrui, je mesure mes imperfections, mes limites et mes lacunes propres en valeur relative. Accordant mon soutien aux autres, je perçois mieux la nature de l'assistance que je réclame et que je veux recevoir. Autre avantage : la présence et l'intervention plus ou moins active de « l'expert ». Le rôle de l'animateur, sur lequel nous reviendrons plus loin, est important quant à la constitution du collectif, au déroulement des séances, à l'orientation des démarches. Les règles à observer en séance sont peu nombreuses, mais assez impératives pour créer une atmosphère très particulière.

— Les effets des sessions de groupe sont bénéfiques et se prolongent dans le temps. Les changements psychologiques se traduisent par des modifications du comportement relativement durables. Ce qui a été appris sera vécu et appliqué hors du groupe, au retour dans la collectivité. La personne transformée affrontera la réalité sociale de façon plus mûre ; elle s'avèrera moins vulnérable, moins influençable. Bien mieux, elle sera à même d'exercer une influence axée sur une transformation de l'environnement... Plus logique, elle contribuera à rendre les relations professionnelles plus rationnelles. Plus épanouie, elle abordera les problèmes humains avec plus d'humanité.

— La grande majorité des gens gagne à suivre de tels séminaires. Seuls quelques individus, en nombre infime, devraient être écartés des groupes de diagnostic. Ce sont les véritables malades mentaux justiciables de traitements médicaux, de soins psychiatriques, ou les cas particuliers dans lesquels une psychanalyse ou une psychothérapie individuelles prolongées sont plus indiquées.

Les premières sources d'inspiration

Historiquement, depuis les premières sessions, les groupes ont évolué à mesure que se mêlaient diverses influences. On reconnaît dans les multiples variantes des séminaires d'aujourd'hui les traces des travaux originaux élaborés dans la première moitié du siècle.

Parmi les courants de pensée dont s'inspirent les conceptions actuelles en matière d'animation de groupe figure, au premier chef, la recherche sociale « topologique ». C'est avant tout l'œuvre de Kurt Lewin, fondateur en 1945 du « Research Center of Group Dynamics », à l'Institut de Technologie du Massachusetts. Ce psychologue a défini un système de représentation des forces qui s'exercent dans le « champ psychologique » de toute personne. Une analogie s'établit avec la notion de champ utilisée en physique.

Pour Lewin, toutefois, le champ psychologique est le lieu où s'organisent les interactions non d'éléments matériels, mais d'interprétations d'ordre subjectif, de « significations » prêtées par l'individu aux faits, aux événements, aux êtres, aux situations, etc. Cette théorie de la dynamique des relations offre un moyen de décrire les comportements des personnes, d'analyser leurs actions, voire de formuler des prévisions quant à leur conduite future. Bien mieux, devenant science de l'action, la dynamique de groupe va guider les interventions expérimentales pour modifier les comportements en restructurant la combinaison des influences qui s'exercent sur l'individu et sur les groupes et au sein de l'un comme des autres.

Dès avant 1945, des chercheurs avaient mis en évidence l'importance des phénomènes de groupe dans la vie mentale des individus. De multiples auteurs avaient accumulé les investigations et reconnu l'intérêt d'utiliser des ressources d'une réunion de pairs pour faire évoluer les attitudes des participants. L'un de ces précurseurs, le Viennois J.L. Moreno, développa les techniques du *psychodrame*. Il enseigna comment favoriser l'improvisation théâtrale à des fins de libération émotionnelle, d'épanouissement de la spontanéité individuelle, mais aussi pour prendre conscience et liquider les tensions personnelles. À l'aide du jeu de rôle, le participant accède à la conscience de ses conduites. Il s'entraîne à d'autres rôles, « se met dans la peau » de nouveaux personnages, parvient progressivement à percer les états d'esprit de ses partenaires familiaux et peut-être à se percevoir de façon plus objective.

Moreno proposa également des méthodes de représentation des relations entre personnes dans un groupe. Il lança le test sociométrique qui permet d'apprécier les affinités et les oppositions, les distances « psycho-sociales » dans un petit groupe, d'identifier les leaders, les chefs naturels, les isolés, les intermédiaires, etc.

Les continuateurs de Lewin et de Moreno, moins soucieux de rigueur méthodologique que leurs maîtres, subirent bientôt l'emprise de la psychanalyse. À l'école des disciples des Freud, Adler, Young, une foule de psychologues, de médecins et de psychanalystes, mais aussi d'amateurs qui ne justifiaient parfois d'aucune expérience contrôlée et ne possédaient pas toujours de qualifications reconnues, se lancèrent dans l'animation de groupe. S'inspirant assez superficiellement de schémas d'interprétation freudiens, les « groupistes » entreprirent de manier des collectivités un peu comme les élèves du maître de Vienne soignaient leurs patients, par la parole. Ce sont de longues séances où l'on verbalise interminablement, souvent avec pas-

L'apport de Frederick Perls

Dans la lignée des philosophes thérapeutes d'origine européenne immigrés aux États-Unis

s'inscrit aussi le Dr Frederick Perls, médecin, psychanalyste et fondateur de l'Institut de Vancouver au Canada. Mort en 1970, « Fritz » exerça une énorme influence sur l'évolution des pratiques en matière d'animation de groupe. Dominant de sa haute figure de patriarche les séminaires de fin de semaine organisés à Big Sur, en Californie, le père de la « Gestalt Therapy » mit sa force de persuasion et son rayonnement spirituel au service des hommes en quête d'épanouissement. Humaniste, il dénonce le verbiage psychanalytique. Pour lui, chacun peut travailler à sa propre maturation qui consiste à prendre la responsabilité de sa vie, à être responsable de soi. Or la psychanalyse encouragerait un état infantile en considérant que « le passé » est responsable, ce qui conduit à des questions interminables sur la cause de la cause...

Car, démontre Perls, si la question « pourquoi ? » nous permet parfois d'atteindre des explications pertinentes, elle ne nous guide jamais vers la compréhension de ce qui nous gêne : « chaque fois que vous utilisez le mot pourquoi, vous régressez » affirme-t-il ! Plutôt que de s'enfermer dans la menée de pénibles enquêtes sur le passé, il importe de poursuivre son développement en apprenant à vivre « ici » et « maintenant ». En groupe, on ne se préoccupe pas d'événements extérieurs, d'antécédents, de réminiscences, d'investigations rétrogrades. On s'entraînera à faire l'expérience du présent, à devenir de plus en plus conscient du « comment ». Ce qui se passe en ce moment, ce que j'éprouve à l'instant, va m'éclairer sur le fonctionnement de moi-même dans l'environnement. Perls prône l'exercice à la prise de conscience, seule base de la communication, de la connaissance, de la responsabilité.

Lors d'un congrès de l'American Psychological Association, Perls déclare que toute forme de thérapie individuelle est périmée. C'est en séminaire que l'on apprendra énormément sur soi en comprenant ce qui se passe chez une autre personne. On saisira que ses conflits sont en partie comparables à ceux des autres et l'on s'instruira par identification. « Apprendre, c'est découvrir » écrit-il, ajoutant « vous vous découvrirez vous-même et la conscience est le moyen de la découverte » ; « La conscience en soi — par et en elle-même — peut être curative »... La voie vers l'épanouissement passe par la conquête de l'unité de la personne. Chacun chercherait à se réaliser tel qu'il est s'il n'était pas coupé de soi-même.

Carl Rogers et le « groupe de rencontre »

Alors que le « T-Group » met l'accent sur les relations interpersonnelles vécues dans le groupe expérimental, les Gestaltistes semblent se vouer davantage à infléchir le destin individuel des participants qu'à structurer une collectivité pour qu'elle fonctionne de façon harmonieuse ou

efficace. Carl Rogers, autre américain connu pour l'orientation « non-directive » qu'il a proposée aux psychologues cliniciens, a puissamment encouragé le mouvement lancé par les Lewin et les Moreno et repris par Perls. Au Centre d'Etudes de la Personne, à la Jolla, également en Californie, Rogers travaille toujours à définir et propager sa philosophie du « groupe de rencontre ».

Comme instrument de remise en cause sociale, les séminaires de relations intenses lui paraissent devoir jouer un rôle majeur pour l'humanité. Ils conduisent les participants à plus d'autonomie personnelle, à s'exprimer plus librement, avec plus de sincérité. Le courage d'innover se répand, la créativité est stimulée. L'opposition à la rigidité des institutions officielles s'en trouve renforcée. Si les groupes se multiplient, suggère-t-il, c'est en raison de la déshumanisation rapide et accrue de la vie sociale, où le numéro de la carte d'identité et le matricule de la sécurité sociale comptent davantage que l'originalité individuelle.

Si l'intérêt pour les séminaires se répand dans tous les pays occidentaux, c'est également parce que le niveau de vie relativement élevé permet à la plupart de ressentir de façon plus aiguë les frustrations émotionnelles et de nourrir des aspirations d'ordre spirituel. Chacun n'a-t-il pas faim de rapports plus étroits, plus authentiques avec son prochain ? Qui n'aimerait partager ses sentiments et ses attentes avec un entourage moins froid ? Lequel, jeune ou vieux, riche ou pauvre, ne serait-il pas heureux de trouver un milieu mieux disposé à l'accueillir, à le comprendre et à le soutenir ? La vogue dont les groupes jouissent actuellement proviendrait de ces multiples attentes individuelles.

Le groupe possède certes un caractère artificiel, et, nous l'avons vu, résulte d'une intention expérimentale comparable à celle qui préside aux expériences de laboratoire. Mais, d'autre part, le participant ne fait pas que subir une consigne impérative pour la seule satisfaction d'un expérimentateur. Il est un « sujet » pensant et sensible qui vit pendant une heure, huit heures, trente heures, cinq jours ou dix jours dans un groupe qui, pour éphémère qu'il soit, n'en est pas moins réel. Le participant expérimente sur lui-même de nouveaux sentiments à mesure qu'il rencontre les situations offertes par le contexte groupal. C'est même du choc « expérimentiel » que l'on attend l'essentiel de la transformation souhaitée pour stimuler sa croissance, sa maturation, son intégration intime.

A en croire Carl R. Rogers, les groupes ne peuvent pas ne pas connaître une expansion extraordinaire, l'ensemble de l'humanité se trouvant bientôt en proie aux mêmes besoins et se hâtant vers les mêmes solutions. L'homme en situation de groupe va à la rencontre d'autrui en améliorant sa « sensibilité » et il travaille à sa propre croissance. Simultanément, il contribue à la santé des autres ! De sorte que chacun devient animateur du groupe, agent de changement pour la collectivité. Initialement, les séan-

ces sont agencées par l'expert, mais celui-ci n'est bientôt plus qu'un « facilitateur » et il reprend enfin une place quelconque de participant, voire laisse le groupe évoluer seul en son absence.

L'expression corporelle

Jacob Levy Moreno, Frederick S. Perls et Carl R. Rogers ont chacun, à quelque degré, accordé leur attention aux modes de relation inter-individuels d'ordre non verbal. Moreno a mis en valeur le jeu scénique appliqué à l'entraînement psychologique. Fritz Perls recommande de ne pas se contenter d'écouter les mots, mais d'interpréter ce que révèlent la voix, le mouvement, la position, pour atteindre la personnalité totale. Carl Rogers constate que le langage du corps revêt de plus en plus d'importance dans les échanges expressifs que les animateurs de groupe entreprennent de faciliter.

« Le corps parle ! » Cette évidence n'a été que péniblement admise par l'homme moderne fasciné par la Raison désincarnée, l'intelligence froide, le verbe abstrait. Longtemps, le corps n'a pas été « convenable ». La percée opérée par Sigmund Freud dans le monde des convenances, en mettant en lumière l'importance et la signification de la sexualité, a provoqué une levée de boucliers. Sexe et culpabilité ne sont-ils pas souvent encore associés ? Longtemps ont été incompris et méconnus les contemporains du maître de Vienne, comme le Dr Wilhelm Reich qui a défini l'expression bio-énergétique des émotions, et le Dr Georg Groddeck qui a voulu montrer comment le psychologique se traduisait dans les difficultés somatiques.

Dans les années récentes, un grand mouvement s'est dessiné pour réhabiliter le corps. Des groupes de plus en plus nombreux ont utilisé des techniques non-verbales pour « débloquer » les attitudes, faciliter les relations, liquider les réactions intenses des participants. Plutôt que de parler en séance, on s'est mis à agir. On a encouragé sous de nombreuses formes tous les modes d'expression corporelle. Des praticiens américains s'inspirant de Reich, tels Alexandre Lowen, assurent de nos jours une large diffusion des conceptions bio-énergétiques, qui prônent l'approche des problèmes de la personne par la mobilisation de l'énergie du corps.

Dans ces groupes, on recherche la spontanéité libératrice dans l'expression commune. Il n'est pas question du « Mens sana in corpore sano », mais de la poursuite d'objectifs psycho-affectifs. On cherche à « dénouer » les difficultés des personnalités en intervenant sur les structures gestuelles. On fait évoluer les membres du groupe en leur proposant des exercices physiques, des essais d'expression qui font intervenir la voix, les mimiques, le cri, le chant, les danses, les mouvements musculaires rythmés. On se pousse, s'embrasse, se touche, se manipule, se respire, se déguise. Des instruments de musique, des masques, des costumes, des parfums, des étoffes,



Edouard Berne - Fotogram.

Avec l'affaiblissement des « éléments stabilisateurs » traditionnels (famille, paroisse, corps de métier...), on voit aussi disparaître l'occasion de contacts humains véritablement féconds. Comment les rétablir ?

une foule de moyens sont mis au service de l'expression « afin de réveiller les potentiels créatifs ».

De tels groupes-marathon rassemblent leurs membres durant souvent de très longues heures, voire des jours et des nuits de façon presque ininterrompue. On mange sur place, on dort sur les lieux mêmes, qui peuvent se limiter à une grande salle meublée de coussins et de sièges bas avec, au fond, un buffet dressé en permanence. Le marathon, s'il dure vingt heures, vingt-huit heures, trente-sept heures se prête à des tentatives originales, à des essais multiples, bref à l'improvisation. Dans leur quête du contact, certains marathons sont allés jusqu'à la pratique du nudisme, ce qui ne signifie pas que le passage à l'acte sexuel était licite dans le cours des exercices. En fait, le nu dans de telles circonstances ne joue que difficilement un rôle d'excitant

même si — ce qui est discuté — il favorise la libre expression émotionnelle ou l'affinement d'une sensibilité émoussée par la vie en société qui assigne au costume une fonction normative.

Après la parole, truchement privilégié des psychanalystes, on est donc passé à la mise en jeu de l'organisme entier et on en est venu aux mimiques et aux gestes. Plus récemment, on dénote dans le style des exercices la référence aux philosophies orientales. Les techniques d'approche de la sagesse, en Inde, au Tibet, au Japon et en Chine, comprennent des exercices psycho-corporels que certains animateurs ont intégré à leurs pratiques. Au reste, l'arrière-plan métaphysique du Yoga, du Zen ou du Tai-Chi a imprégné de nombreux esprits et l'on peut souligner la parenté de certains rites des groupes avec ceux qu'un Gurdjeff introduisait jadis à Fontainebleau.

Selon Feldenkrais, on peut distinguer deux types d'approche : Les uns visent l'équilibre mental par un travail sur le corps, comme dans les exercices d'inspiration orientale. Ainsi Ida Rolf pratique-t-elle une technique de manipulation physique pour obtenir la détente par l'assouplissement des muscles, chroniquement tendus, et plus généralement, par une modification directe et progressive du corps à l'aide de massages, bercements, etc. C'est le concept de l'intégration structurale. Les autres approches postulent que si la fonction mentale est rétablie dans son intégrité, le trouble somatique, corporel, disparaît lui aussi.

L'originalité des thèses de Lowen est de soutenir qu'il faut agir non seulement sur les tensions musculaires, mais aussi sur les significations psychologiques associées.

L'organisation d'un groupe

Les horaires de réunion fixés par les animateurs de groupe sont, répétons-le, d'une grande variété. La durée des séances se situe entre quatre-vingt-dix minutes une fois par semaine pendant plusieurs mois et quarante-huit heures d'affilée au cours d'un même week-end dans la formule dite du « marathon ». Les sessions peuvent parfois se succéder presque sans interruption cinq à dix jours durant en formule résidentielle. Ici et là, aux Etats-Unis, en Angleterre, en Allemagne, en Autriche, en Israël et en France s'offrent des formules de séjour de vacances en communauté de développement. On a également créé en ville et à la campagne des centres permanents. Aucune règle générale ne peut donc être donnée quant à la fréquence des rencontres. Quant aux contenus, on s'en doute, ils sont variables selon le type d'intervention. Peut-on, dès lors, s'initier au « groupisme » en général sans participer pratiquement à de multiples expériences ?

Nous n'essaierons pas de fournir des précisions sur les variantes, qui sont légion, ni sur les exercices qui peuvent être très différents. Mais demandons-nous à quoi on peut ordinairement s'attendre.

On vient au groupe pour diverses raisons professionnelles ou personnelles. La curiosité, l'intérêt, l'espoir ou l'appréhension sont alimentés par la description écrite ou orale fournie par les organisateurs. Les plus consciencieux de ceux-ci conduisent des entretiens individuels avec les candidats participants, au cours desquels ils leur communiquent des renseignements complémentaires et se prononcent sur l'admission définitive en fonction de leurs dispositions.

Les règles à observer au cours des séances sont le plus souvent énoncées d'emblée lorsque les participants se rencontrent pour la première fois. On explique « ce qu'il faut laisser dehors ». (ses attributs sociaux, par exemple, tout ce qui évoque son statut ordinaire). On prescrit la ligne de conduite à observer en matière de dis-

crétion (seul le groupe connaîtra ce qui le concerne et ce que chacun révèle de lui-même).

On recommande de ne rien omettre de ses pensées intimes lorsque l'on prend la parole en séance et de penser à communiquer les commentaires et réflexions que l'on formulera à l'extérieur entre participants à propos du séminaire. Chacun doit s'engager à « jouer le jeu » de son mieux et, selon le cas, à se plier à l'expression de lui-même sans traiter d'autre chose que de « l'ici » et du « maintenant ». Généralement, l'animateur prend également soin de définir ce que sera son propre rôle.

Mais le point essentiel de la plupart des séances initiales pourrait être la clarification des buts poursuivis. C'est en effet en fonction des objectifs à atteindre que chacun va entreprendre consciemment d'orienter son attitude et prendre position. A côté des fins explicites que le séminaire se donne, existent les aspirations individuelles plus ou moins formulées. Chacun est venu porteur d'attentes intimes, de craintes conscientes, mais sans doute également d'inquiétudes confuses et d'espoirs incertains. Les uns et les autres, plus ou moins sciemment, voudront se protéger contre les atteintes trop profondes en élevant des défenses contre d'éventuelles incursions indiscretes.

Pratiquement, une auto-sélection des participants s'opère qui s'ajoute à celle des organisateurs. Persistent et vont « se jeter à l'eau » ceux qui sont en quête de réponses à certains de leurs besoins. Il est difficile d'apprécier ce qui tient à la persuasion ou à la séduction des organisateurs dans la décision de participer. Mais sans doute n'est-on jamais bien convaincu que par soi-même.

Toujours est-il qu'il paraît relativement aisé de nos jours, partout en Europe, de suivre des activités de groupe. Quiconque le désire, s'il en possède les moyens financiers, trouvera sans doute un séminaire accueillant. Le problème est de mesurer a priori l'intérêt de ce qui s'offre aux participants. La plupart des animateurs s'entourent d'un certain mystère et professent que pour savoir ce qui se passe dans un groupe, il faut pratiquement l'avoir vécu. Si la chose est exacte, on conçoit qu'elle limite l'information préalable... Autant de groupes, autant d'initiés, autant de techniques, autant de consignes différentes. Et chaque participant, selon sa personnalité, n'interprète-t-il pas à sa manière le déroulement dont il est simultanément acteur et auteur, sinon metteur en scène ?

Une mise en garde

Que reproche-t-on aux « professionnels » de l'animation ? On retient souvent contre eux le manque de titres spécifiques. Tout un chacun peut aujourd'hui s'attribuer le statut d'animateur, et la faconde peut suffire à éblouir les profanes. Les psychiatres, les psychanalystes, les psychologues, les sociologues, les enseignants ou les travailleurs sociaux sont titulaires de diplômes

et bénéficient généralement d'une formation pratique appropriée à leur fonction. Elle peut faire défaut à certains de ceux qui font du groupe une profession lucrative.

On s'inquiète aussi, à juste titre semble-t-il, du manque de sélectivité dont font preuve certains organisateurs. Les séminaires de groupe attirent certes des sujets « tout venant », des personnes relativement équilibrées, désireuses de mieux se connaître et d'évoluer. Mais ils peuvent comprendre des individus perturbés sur le plan mental, ou qui se révéleront particulièrement vulnérables aux ébranlements émotionnels qui se produiront en séance. Que peuvent alors pour eux des animateurs qui seraient insuffisamment qualifiés pour limiter ou réparer les détériorations qu'ils laisseraient se produire ? N'est-ce pas jouer avec le feu ? Ce sont les sujets les moins solides qui seuls supporteraient les conséquences les plus lourdes.

L'efficacité des groupes reste elle-même sujette à caution. Les éléments de preuve proposés ici ou là ne sont pas encore assez nombreux pour entraîner la conviction de scientifiques exigeants quant aux critères de réussite, à la méthodologie et à la validation des expériences enregistrées. Les affirmations exaltées ne tiennent pas lieu de vérification méthodique. L'inexpérience, l'idéalisme, la naïveté ou l'auto-suggestion de quelques-uns des promoteurs — à supposer que l'on ignore la vénalité de certaines entreprises — permettent-ils d'excuser des promesses excessives et d'accepter les risques qu'ils font éventuellement courir à des participants trop vulnérables ?

Au vrai, les réalisations actuelles ne représentent sans doute dans certains cas que les balbutiements d'une science en devenir. La difficulté est de distinguer les travaux sérieux, scrupuleux et féconds, des impostures condamnables.

L'engouement d'un certain public est évident. Il a toutes chances de s'amplifier, car le profane est dépourvu des moyens d'évaluer ce qui lui est proposé. Au reste, nombre de personnes cultivées, instruites des sciences humaines, sont elles-mêmes fascinées par les promesses du groupisme. Des praticiens équilibrés et sérieux, conscients de leurs responsabilités et connaissant leurs limites, progressent prudemment dans l'animation de groupes et travaillent à consolider les bases théoriques de leurs interprétations. Le fait est que les variables de l'équation sont nombreuses : la qualité d'une intervention dépend à la fois du niveau de l'animateur, des capacités de défense et des possibilités d'évolution du participant, de l'interaction des personnalités impliquées dans les activités du groupe, de l'orientation idéologique et technique donnée aux séances (qui se révèle dans le choix des objectifs et le recours à certaines méthodes plutôt qu'à d'autres).

De plus, importe la nature de l'institution qui patronne l'organisation de séminaires et influence les inscriptions (est-ce l'entreprise, l'école, l'organisme professionnel, l'ordre religieux, le médecin ?). Celle-ci entend servir aussi

ses propres fins et n'encouragera à terme que les actions qui lui paraîtront utiles. Enfin peut-on oublier le contexte social concret et les groupes naturels dans lesquels chacun évolue, avec les tensions, les pressions, les contraintes, les frustrations et les gratifications que chacun interprète un peu à sa propre manière ?

La recherche scientifique en psychologie et en sociologie progresse. Des acquisitions sont enregistrées qui, avec le temps, fourniront des assises de plus en plus solides aux expériences de groupe. En attendant, des risques subsistent que l'on ne doit pas sous-estimer, dont les plus graves aujourd'hui ne sont peut-être pas d'ordre scientifique, mais soulèvent des problèmes d'éthique.

Charles KRAMER

BIBLIOGRAPHIE

- Anzieu D., Martin J.Y. : « La dynamique des groupes restreints », P.U.F., 1973, Paris. 297 p.
- Bany M.A., Johnson L.V. : « Dynamique des groupes et éducation. Le groupe-classe », Dunod, Paris
- Bion W.R. : « Recherches sur les petits groupes », P.U.F., 1965, Paris. 183 p.
- Durand-Dassier J. : « Groupes de rencontre Marathon, approche pratique », Epi Edit., 1973, Paris. 141 p.
- Education permanente « Corps et formation », n° 28, mars-avril 1975, Paris. 142 p.
- Guelfand G., Guenoun R., Nonis A. : « Les tribus éphémères », Epi Edit., 1973, Paris.
- Lewin K. : « Psychologie dynamique », P.U.F., 1964, Paris. 244 p.
- Maïsonneuve J. : « La dynamique des groupes », « Que sais-je ? », P.U.F., 1973, Paris. 127 p.
- Meigniez R. : « Présentation du groupe centré sur le groupe », Information Psychiatrique, 1962, Paris. N° 7.
- Moreno J.-L. : « Les fondements de la sociométrie », P.U.F., 1969, Paris.
- Moreno J.L. : « Psychothérapie de groupes et psychodrame », P.U.F., 1965, Paris.
- Muchielli R. : « La dynamique des groupes. Connaissance du problème ; applications pratiques », Edit. E.S.F., 1973, Paris. 149 p.
- Pages M. : « La vie affective des groupes », Esquisse d'une théorie de la relation humaine. Dunod, 1970, Paris. 508 p.
- Perls F.S. : « Rêves et existence en Gestalt thérapie », Epi Edit., 1972, Paris.
- Rogers C. : « Le développement de la personne », Dunod, Paris.
- Rogers C. : « Les groupes de rencontre », Dunod, 1973, Paris.
- Roussin-Tessier M., Larivey M., Royer D. : « Groupe et croissance personnelle », Edit. de l'I.F.G., 1971, Montréal. 184 p.
- Ruiténbeek H.M. : « Les nouveaux groupes de thérapie. Marathon, Gestalt, Bio-énergie, groupes de nus, groupes de drogués », Epi Edit., 1973, Paris. 187 p.
- Rupp M.A. : « Les groupes dans le travail social », Privat, 1971, Toulouse.
- Salberg J.F. et divers auteurs : « Les techniciens de groupe », L'information psychologique, n° 46, 1972, Bruxelles-Toulouse. 96 p.

LA PSYCHIATRIE MODERNE



Photo Corson - Fotogram.



La disparition de l'asile psychiatrique traditionnel est la caractéristique la plus manifeste de l'évolution du traitement des maladies mentales. Elle s'accompagne du recours à des techniques fort variées, de l'approche biochimique à la psychanalyse. Mais cette évolution n'aurait pu avoir lieu sans que se modifie profondément l'attitude du corps social à l'égard de la maladie mentale.

● Il est commun de constater l'évolution technique de notre monde ; il devient également commun de parler en psychiatrie de progrès, voire de révolution, comme si ce domaine évoluait par sauts successifs.

Pour nous conformer à l'usage d'un déterminisme historique solidement implanté dans notre mode de pensée, c'est à partir du geste légendaire de Pinel en 1792 que nous devrions développer la progressive constitution de la psychiatrie, des institutions psychiatriques, les relations de son évolution avec les modifications de la société contemporaine, modifications particulièrement fécondes durant ses crises ou ses révolutions.

Mais il s'agirait de répéter ce qui a été dit de nombreuses fois et nous risquerions de manquer notre sujet.

Il nous faut cependant souligner la sensibilité exquise de l'asile aux mouvements de l'histoire. Chaque révolution lui fait vivre un espoir de renouveau. La guerre le vide sans violence de sa population, et les périodes de prospérité, au

Du chemin a été parcouru entre le malade ligoté dessiné par Charcot et l'hôpital de jour, où ont lieu des entretiens à caractère psychothérapique.

contraire, encombrant ses services. Une affinité mystérieuse le lie à la société tout entière : nous croyons que s'y déroule une vie indépendante et isolée, alors que, véritable résonateur de la problématique sociale, il est la concrétisation de son angoisse et de ses débats insensés.

Et pourtant, au fil des ans, l'asile et tout ce qu'il présente, et tout ce qu'il contient, se dégage peu à peu de la gangue de l'aliénation.

- Les psychiatres qui ont assisté à trois reprises (dans les années 30, avec la malariathérapie et l'insulinothérapie ; dans les années 40, avec l'électrochoc ; dans les années 50, avec les drogues neuroleptiques) au miracle de la guérison rapide de malades considérés jusqu'alors comme incurables, durent réviser leur manière de penser.

L'aliénation n'était pas un état, mais plutôt une situation, liée probablement à la maladie du sujet, mais complétée aussi par le degré de tolérance du milieu social. La maladie elle-même n'était pas un mode d'être, mais plutôt un ensemble de réactions à des agressions internes ou externes, réactions que le psychiatre tente de faire évoluer dans un sens favorable.

- Ceux qui ont vécu l'introduction des concepts psychanalytiques dans les établissements psychiatriques et qui ont pratiqué des psychothérapies de groupe ont expérimenté profondément la modification des relations établies entre le malade et le thérapeute ; ils ne purent désormais considérer les malades comme des objets d'étude, et tentèrent de comprendre le sens des troubles, sens caché jusqu'alors par l'aura irrationnelle et étrange de la folie.

- Enfin, ceux qui participèrent à la création des communautés thérapeutiques anglaises ou de la psychothérapie institutionnelle française ont dû réviser complètement leur conception du désordre mental. Ils découvrirent que le malade cachait en lui-même l'origine de sa guérison, à condition qu'on sache la respecter. Donner de nouveau au malade initiative et responsabilité, comprendre sa pathologie en un sens dynamique, se rapprocher du milieu social ou familial dans lequel il vit, sont des éléments d'une action thérapeutique plus efficace et plus durable.

A la vérité, c'est seulement aujourd'hui, en jetant un regard en arrière, que nous pouvons prendre conscience de cette mutation dans notre façon de penser.

Jusqu'à ces dernières décennies, l'assistance psychiatrique consistait essentiellement à organiser le processus de l'aliénation en consacrant par l'internement dans les asiles l'état d'inadaptation pathologique des malades mentaux.

Peuplés de malades considérés comme incurables, les asiles constituaient un monde aliéné dans sa relation à la société normale. Quand de nombreux malades furent guéris sous l'influence de nouvelles thérapeutiques, les psychiatres se rendirent compte qu'il n'y avait place pour eux ni dans l'asile, ni dans la société. Lors de l'amélioration, le milieu de l'asile les rejetait sans plus de précautions vers les difficultés de la vie normale et leur arrivée dans le milieu social n'était

pas préparée. Les préventions, les idées préconçues, la conviction de l'incurabilité de la maladie mentale, faisaient imposer à ces convalescents des épreuves qui provoquaient parfois, sinon souvent, la rechute. Il s'agissait souvent pour le milieu social d'attitudes inconscientes, de situations de conflit non traitées. Il ne suffit pas de modifier seulement l'un des pôles du conflit (le malade) pour rétablir l'harmonie.

Nous situerons nos réflexions sur la psychiatrie contemporaine dans un cadre dynamique, préférant considérer que ses progrès ouvrent des perspectives plus évolutives que révolutionnaires. Faire le point sur l'état actuel des méthodes thérapeutiques suppose d'ailleurs d'aller au-delà d'une simple énumération de recettes nouvelles.

Au carrefour des sciences médicales et des sciences humaines, l'évolution de la psychiatrie procède de plusieurs courants d'influence : le progrès des connaissances théoriques est important ; l'amélioration de la tolérance sociale facilite le dépistage précoce et les mesures de réadaptation ; les techniques thérapeutiques suivent le progrès des connaissances et la modification de la tolérance sociale. Consécutivement, la pathologie change dans son expression, et les techniques de prévention prennent le pas sur les méthodes de soins.

L'évolution des connaissances

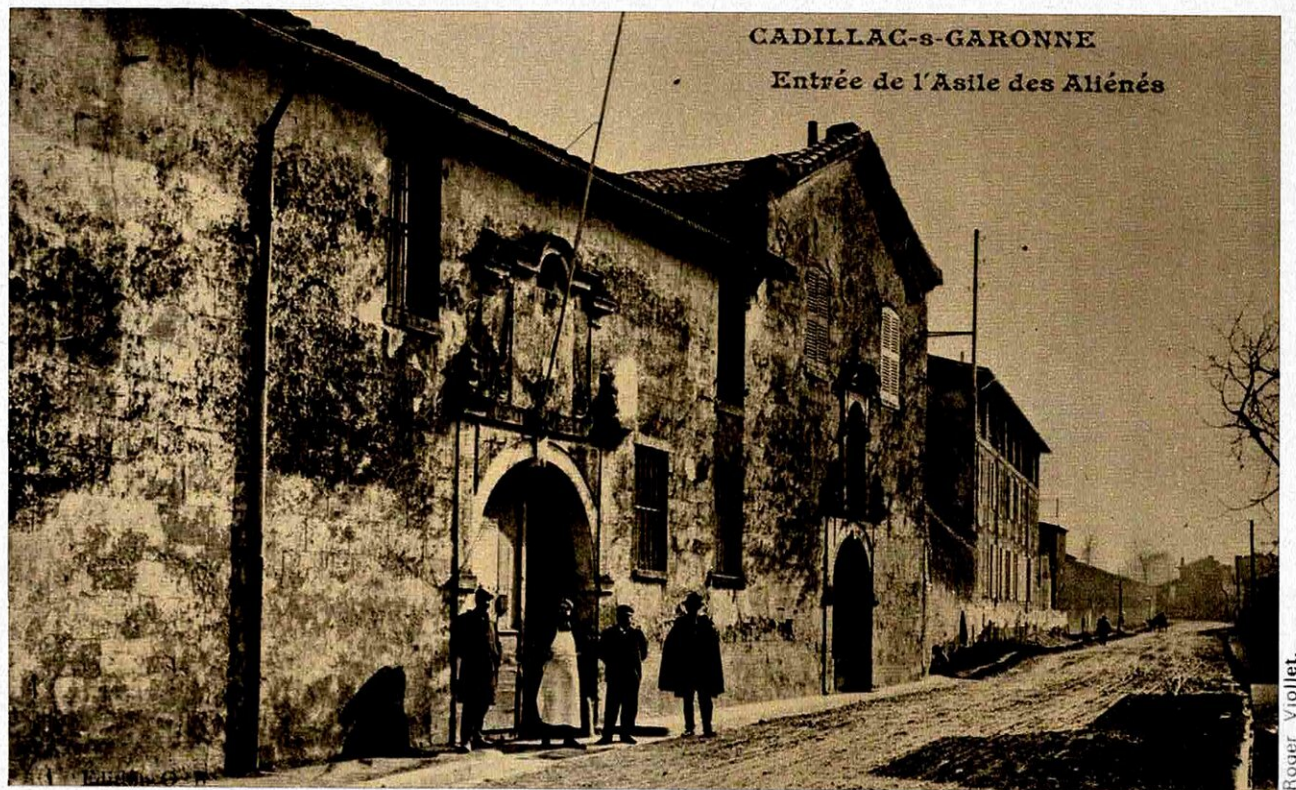
L'évolution des connaissances paraît se situer sous le signe d'une triple influence, sociologique, psychologique et médicale.

Le développement de la sociologie, à la fin du XIX^e et au début du XX^e siècle, n'a pas seulement introduit un nouveau mode de pensée, mais aussi, et surtout, a privilégié une méthodologie particulière. Il en est ainsi, que l'on se réfère à la sociologie positive d'Auguste Comte, dont Durkheim fut un continuateur, et pour laquelle la méthode d'étude objective les phénomènes sociaux comme spécifiques et irréductibles aux individus qui composent le groupe, ou que l'on se réfère à Tarde et Marx Stirner, défenseurs du psychologisme, et aux écoles psychosociologiques anglo-saxonnes, qui confèrent au psychisme individuel un rôle décisif.

De nombreuses études permirent de jeter un œil neuf sur la folie, liant le fait mental aux institutions sociales, avec quelques excès, parfois, comme l'antipsychiatrie, pour laquelle la folie serait un phénomène social à la définition imposée par la société et utilisée dans le but de rejeter ceux « dénommés malades mentaux ». Mais s'il a ses détracteurs, tout nouveau mode de pensée a aussi ses caricaturistes.

Le courant psychologique nous entraîne loin des premiers principes des précurseurs de la psychiatrie, Pinel, Esquirol et Falret, qui ont défendu le traitement *moral* de la folie, tentant de remplacer des passions mauvaises par des passions acceptables ou bonnes.

L'influence de la psychanalyse est considé-



L'attitude ancestrale de rejet à l'égard de la maladie mentale s'est bien illustrée dans l'architecture.

nable. Freud propose un mode plus dynamique d'aborder les problèmes psychopathologiques : qu'il s'agisse de la méthode psychanalytique, méthode d'investigation qui permet de mettre en évidence la signification inconsciente des actes, des paroles, ou des productions imaginaires des malades ; qu'il s'agisse de la cure psychanalytique, méthode de traitement fondée sur cette recherche pour le traitement des désordres névrotiques et psychotiques ; qu'il s'agisse de la théorie psychanalytique, ensemble des connaissances apportées par la psychanalyse, qu'il n'est plus question d'ignorer dans l'approche compréhensive des maladies mentales.

Ainsi, l'enrichissement psychanalytique se résume en un triple aspect, méthodologique, technique, et conceptuel.

D'autres références aux courants psychologiques sont données par le développement actuellement important des méthodes de déconditionnement, issues des théories behavioristes de Watson. Aux Etats-Unis, l'école de Skinner a enrichi par de multiples expériences la gamme utilisable des thérapies comportementales.

On ne peut non plus passer sous silence les théories de la communication, largement étudiées à l'école de Palo Alto, en Californie, par Bateson.

Enfin, le courant médical, représenté par les méthodes de rééducation, et surtout par l'approche biologique des maladies mentales, fait depuis quelques années de notables progrès. Le terme de psychopharmacologie a commencé d'être utilisé en 1956, consécutivement à l'introduction de produits chimiques nouveaux, utilisés comme médicaments.

Les premiers résultats de la nouvelle discipline sont essentiellement obtenus dans le domaine clinique et thérapeutique, les laboratoires de pharmacologie ouvrant de vastes perspectives par la recherche de modèles expérimentaux permettant de préciser les caractéristiques des produits et de prévoir les propriétés médicales des substances psychotropes. Depuis cette époque, peu éloignée pourtant, les chemins de la pharmacologie de laboratoire et de la recherche clinique ont évolué de façon distincte, voire même divergente.

Les progrès considérables de la biochimie cérébrale et de la neurophysiologie exercent une forte influence sur les travaux expérimentaux qui tendent actuellement à retourner vers le splendide isolement des sciences fondamentales. Les recherches cliniques, voulant mettre au point une méthodologie scientifique, ont privilégié les essais contrôlés, qui jusqu'à aujourd'hui, malheureusement, n'ont pas ouvert de perspectives nouvelles.

Mais subitement, la division qui s'accroissait entre recherche de laboratoire et travaux cliniques est contrariée par l'apparition d'un phénomène nouveau : les intoxications volontaires quasi épidémiques parmi les jeunes, au moyen des drogues psychotropes. L'apparition de véritables « pharmacopsychoses », bien qu'elles soient rares, donne un argument de poids au problème classique de l'analogie ou de l'identité entre psychoses artificielles et psychoses naturelles.

Ainsi donc, l'enrichissement de la psychopharmacologie, qui intéresse à la fois pharmacologues, neurochimistes, neurophysiologistes, psy-

chiatres, psychologues, et celui de la pharmacopsychiatrie, qui concerne plus particulièrement l'étude chez l'homme des agents réducteurs ou producteurs de désordres mentaux, a permis d'accomplir des progrès qui, probablement, ont favorisé le développement d'autres techniques de traitement, comme les psychothérapies. Il nous reste à espérer que les défenseurs des différentes méthodes de traitement tentent d'unir leurs efforts avant de penser à s'excommunier réciproquement, sans faire cas de l'évidence des faits.

L'évolution de la tolérance sociale

L'influence des différents courants d'idées n'a pas été seulement ressentie par les spécialistes. Dans les pays d'un certain niveau culturel, le public a été informé et a participé aux modifications conceptuelles touchant le monde de la folie. La vulgarisation des données psychanalytiques, la généralisation et la banalisation des prescriptions de produits psychotropes, les critiques sociologico-politiques du système répressif représenté par les asiles, ont eu pour conséquence la révision, au moins superficielle, des attitudes anciennes de peur et de rejet. La folie est mieux tolérée et ne détermine plus les mêmes attitudes collectives.

Solitude et désespoir : le lot du malade mental avant les psychotropes et la psychothérapie.



Roger Viollet.

Sans doute cette évolution est récente et fragile et de nombreux exemples montrent la résurgence des phénomènes d'intolérance. Mais les psychiatres ayant une certaine expérience constatent un changement irréversible des mentalités. Il est plus facile de réinsérer un sujet parfois profondément troublé, voire même délirant, dans le contexte familial, professionnel ou social, dans la mesure où est garanti le bien-fondé et l'efficacité de cette mesure par une présence discrète. Le psychiatre, parfois et même souvent, est accepté, voire demandé ; il peut ainsi intervenir d'une manière plus précoce et obtenir plus facilement des améliorations ou des guérisons.

L'évolution des techniques thérapeutiques

Le double mouvement représenté par l'accroissement des connaissances et la modification de la tolérance sociale entraîne des modifications radicales, tant dans l'emploi des techniques thérapeutiques que dans l'utilisation des instruments de soins.

Les techniques thérapeutiques ont été améliorées dans deux directions essentielles : la pharmacothérapie et les psychothérapies.

Le temps d'une pharmacothérapie indifférenciée est dépassée ; celle qui, dans les temps anciens, était limitée aux seuls produits sédatifs et stimulants ; nous nous sommes approchés d'une façon plus fine de la correction des désordres neurobiologiques.

Après une phase de prescription symptomatique (médicaments sédatifs, anti-dépresseurs, anti-hallucinatoires, anxiolytiques), phase qui n'est pas encore complètement dépassée, des hypothèses plus sophistiquées nous permettent d'intervenir au niveau du métabolisme des catécholamines (utilisation par exemple des sels de lithium dans la psychose maniaco-dépressive) ou de la mono-amine-oxydase (inhibiteurs) dans les syndromes dépressifs.

Des recherches plus avancées encore permettent d'imaginer le contrôle élaboré de certaines bases neurochimiques de l'activité cérébrale. Des découvertes récentes mettent l'accent sur l'impact privilégié de la fonction hypophyso-hypothalamique dans la vie affective.

Mais, avec ce type d'approche, nous courons le risque de manquer le but recherché si est méconnue la spécificité du fonctionnement psychique de l'homme, qui repose incontestablement sur des bases plus complexes. Les techniques psychothérapeutiques sont le complément indispensable d'une approche biologique. S'il est vrai que l'on ne peut imaginer de fonctionnement psychique indépendant de toute infrastructure biologique, on ne peut réduire la compréhension du trouble psychologique et la correction des anomalies à la seule dimension organo-biologique.

Pour ces raisons, les thérapeutiques psychiatri-



Roger Viollet.

Gravure datant d'une époque où l'on ne pouvait guère plus que décrire de grands types de désordres.

ques modernes privilégient les diverses formes de psychothérapies, qui s'inspirent de divers courants idéologiques. Mais si l'on peut justifier de modalités techniques différentes basées sur des préceptes théoriques différents, il faut aussi envisager les conditions d'application qui sont distinctes selon qu'il s'agit d'un patient (psychothérapie individuelle), de plusieurs patients électivement choisis (psychothérapie de groupe), ou d'un nombre indéterminé de malades vivant une expérience commune (psychothérapie institutionnelle).

De l'hôpital psychiatrique au divan du psychanalyste, nombreuses sont les étapes intermédiaires, qui tendent d'ailleurs à s'imposer de plus en plus. Si au début de ce siècle, l'asile d'aliénés était le seul et unique recours pour le traitement des psychoses, et le divan du psychanalyste la formule la plus élaborée pour le traitement des névroses, l'un et l'autre sont progressivement remplacés par des instruments plus différenciés.

Quelques points sont à souligner concernant l'évolution de l'hôpital.

Perdant son caractère fermé, il n'est plus uniquement un lieu de rejet. La psychiatrie, en ce domaine, suit le même chemin que les autres spécialités médicales dont le sort est dicté par les attitudes de la société. Dans un premier temps, la société exclut le malade ; puis après avoir atteint un certain niveau technique, les médecins dominant l'ordre pathogénique des phénomènes,

la maladie peut être traitée dans la communauté même.

En s'ouvrant vers la société, l'hôpital psychiatrique se rapproche d'elle, s'identifie à elle, et les comportements qui s'y déroulent peuvent être considérés comme significatifs. Le malade mental n'est plus un fou irresponsable agissant de manière injustifiée ou incompréhensible ; il devient un objet d'analyse non seulement descriptive, mais compréhensive.

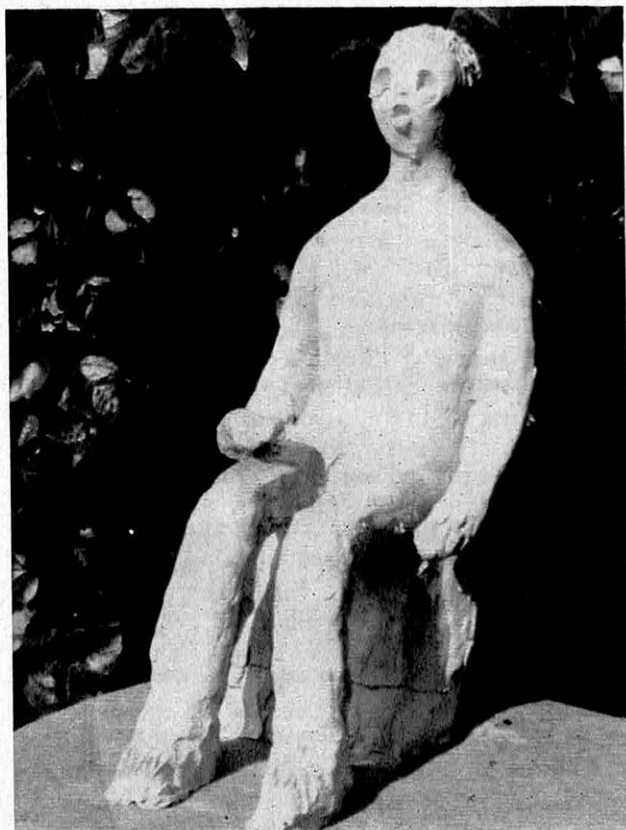
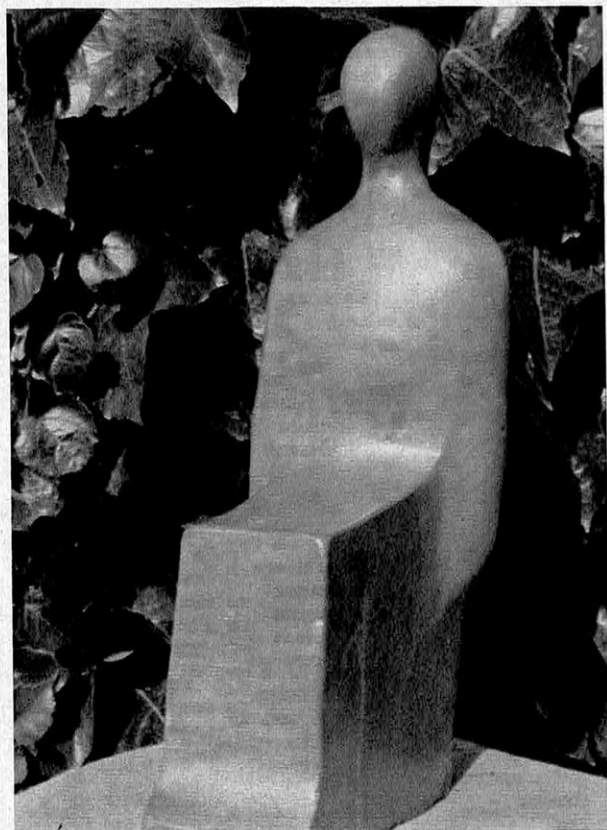
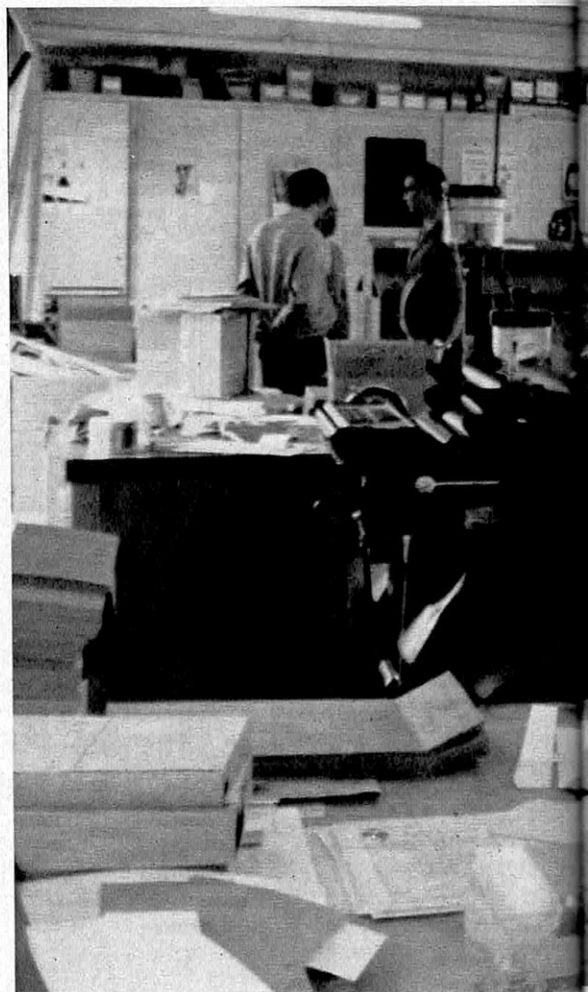
La dimension compréhensive donne de nouveau au malade mental un statut de sujet ; il devient un interlocuteur, compagnon d'un dialogue dans lequel peut se repérer la signification des conduites.

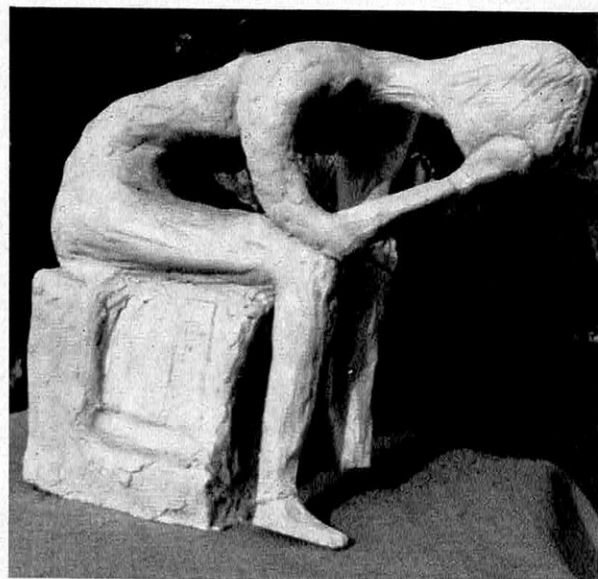
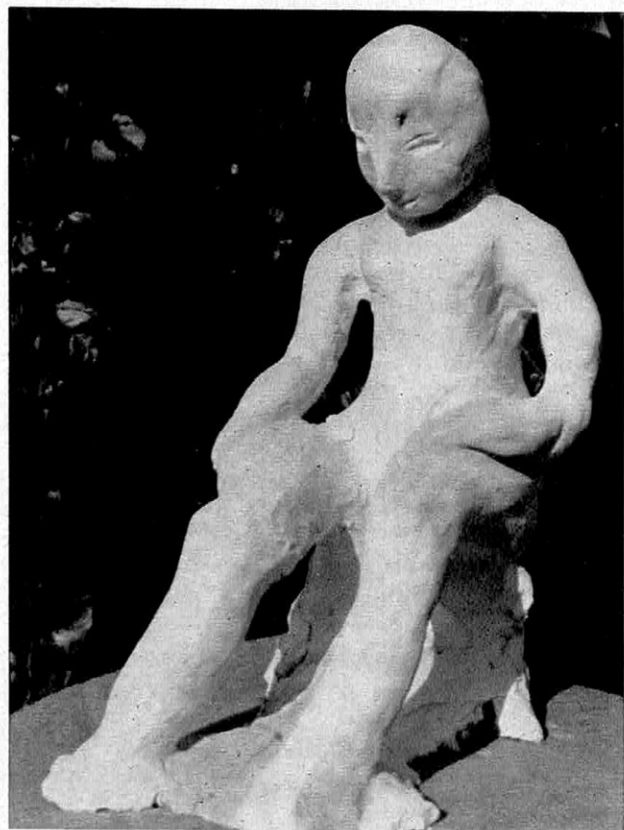
Donner au malade un rôle de sujet réinstaura aussi le personnel infirmier comme sujet et non plus comme un échelon dans une chaîne hiérarchique. Cette nouvelle définition donne aux conduites du personnel une importance thérapeutique ; c'est-à-dire que sa participation aux mouvements évolutifs des malades peut les aider ou peut les gêner. Ceci pose le problème important et complexe des contre-attitudes du personnel infirmier, ou ce que d'autres écoles définissent comme attitudes contre-transférentielles.

Les structures féodales de l'hôpital psychiatrique classique s'abrasent ; il se produit une redistribution des rôles et du pouvoir thérapeutique.

LES THÉRAPEUTIQUES MODERNES ET LEUR CADRE

L'architecture des hôpitaux psychiatriques modernes est complètement différente de ce qu'elle était jadis. Elle reflète l'attitude de tolérance actuelle à l'égard des désordres mentaux. Cette attitude a été beaucoup favorisée par le recours à la chimiothérapie. Mais, sur la base de celle-ci, les techniques de soins se sont diversifiées. Il est fait, par exemple, un large appel aux techniques ergothérapiques en atelier, utilisées parfois sous la forme d'expression créatrice.





Exemples de résultats obtenus en expression créatrice. A partir d'une statuette préformée, les malades apportent des modifications. Celles-ci sont souvent déterminées par leur pathologie propre. D'autres techniques relevant de l'expression artistique peuvent être utilisées à des fins de diagnostic ou pour suivre les progrès des malades en cours de traitement.

A l'autre pôle, la cure psychanalytique typique a ses limitations.

Bien qu'elle représente la forme la plus élaborée du traitement psychothérapique des maladies mentales, le caractère restrictif des indications et la longueur du traitement la rendent peu efficace dans les programmes de Santé publique. On a dit que Freud lui-même n'avait guère traité qu'une centaine de malades différents ; l'expérience actuelle nous révèle que, durant sa vie professionnelle, un psychanalyste ne peut pas conduire plus de 120 malades dans une psychanalyse complète. Ainsi donc, l'institution d'une politique de Santé publique nécessite en psychiatrie la création d'organismes différenciés et la préparation de techniques plus souples.

La plus grande partie des pays occidentaux d'Europe et d'Amérique du Nord ont abandonné les projets de construction de grands hôpitaux psychiatriques au profit de petites unités de soins, dans le meilleur des cas intégrées à l'hôpital général, ou de la construction d'établissements nouveaux encore difficiles à définir exactement, tels l'hôpital de jour, les centres de communautés, les centres protégés, les ateliers de réentrainement au travail, les instituts médico-pédagogiques en internat ou en externat, les centres professionnels en internat ou en externat, les ateliers protégés ; ils répondent à une échelle d'indications qui s'adapte mieux à la réalité des connaissances.

Les techniques modulées de psychothérapie offrent une gamme beaucoup plus large d'approches psychothérapiques des personnalités névrotiques ou psychotiques et privilégient les techniques d'activation, d'expression, de déconditionnement, par rapport à l'herméneutique freudienne. De plus, le psychiatre n'est plus le seul détenteur des initiatives et réalisations psychothérapeutiques. Dans les cas de psychoses, en particulier, de nombreux techniciens (psychologues, rééducateurs, ergothérapeutes, kinésithérapeutes, sociothérapeutes) constituent des équipes multidisciplinaires. La nouvelle formule de travail justifie que soient définies des zones de responsabilité et exige la formation technique de ces nouveaux collaborateurs.

Les perspectives de la santé mentale

On ne peut parler de la psychiatrie sans situer sa position dans la médecine. Il ne suffit pas que la terminaison « iatre » (qui vient du grec « iatros », médecin) indique son appartenance médicale pour que chacun accepte cette dimension. Exclue durant de nombreuses années du champ médical, elle a en d'autres temps souffert d'être confondue avec la neurologie ou considérée comme une simple spécialité médicale.

Ces incertitudes viennent du fait que, située à la jonction entre la médecine et les sciences humaines, à l'articulation des phénomènes somatiques et des phénomènes psychiques, elle im-

plique un effort considérable de la part des psychiatres pour faire considérer leur science comme intégrative. Le mode de pensée occidental, fort imprégné du dualisme cartésien, fait que, selon les époques, on confond ce domaine spécifique tantôt avec la médecine du corps, tantôt avec ce qui a trait à l'esprit.

La révolution opérée en psychiatrie depuis cinquante ans a profondément modifié et activé les deux grandes tendances thérapeutiques qui refètent toujours le dualisme impliqué dans les positions traditionnelles du problème de la relation entre le physique et le moral. La contradiction thérapeutique, qui, grosso modo, oppose les psychanalystes et les partisans de la thérapie morale face à ceux qui utilisent exclusivement les thérapeutiques biologiques ou la psychochirurgie se nourrit nécessairement de ce dualisme, qu'il ne suffit pas de qualifier de double aspect, pour l'éliminer. Alimentées à la source même de ces perpétuelles discussions, les polémiques contemporaines en thérapie psychiatrique prolongent à l'occasion des nouvelles techniques le même et éternel débat.

Mais une certitude est née lorsque la psychiatrie, dont les traits étaient jusqu'alors mal dessinés, a rencontré son véritable visage, le jour où l'essentiel de la thérapie s'est imposé sous la forme des techniques psychothérapiques. L'essence même de la psychiatrie, sa raison d'être, l'originalité de sa position dans l'ensemble des sciences médicales, la spécificité de ses méthodes, tout cela en effet représente l'acte par lequel l'esprit vient au secours de l'esprit. Toutes les techniques de traitement se réfèrent à cette rencontre, qui, en psychiatrie plus que dans tout autre domaine médical, fait de l'acte médical le colloque le plus intime, celui d'une communication interhumaine, d'une transfusion affective qui guérit.

Aussi, plutôt que d'énumérer des recettes ou de décrire des techniques de soins, faut-il envisager, compte-tenu des considérations précédemment faites, les grandes lignes selon lesquelles s'organiseront les soins en psychiatrie. Nous nous placerons dans le contexte de la Santé publique, c'est-à-dire de la responsabilité qui incombe à un Etat d'offrir à ses ressortissants les conditions de soins les plus appropriées. Sans doute, parmi ces conditions de soins, les cabinets privés ont-ils leur place, mais il s'agit d'une pratique individuelle qui échappe à l'autorité de l'Etat et ne peut être réglementée. Par contre, la politique de la Santé mentale sur un plan national exige un certain nombre de moyens. L'organisation des soins en psychiatrie va ainsi concerner trois domaines.

Le personnel nécessaire aux soins et sa formation

Les considérations précédentes traduisent la nécessité, pour une politique efficace de santé en matière de psychiatrie, de disposer d'hommes et de femmes motivés, nombreux et qualifiés.

Le psychiatre, médecin, est le personnage de référence. Bien des auteurs évaluent son nombre à 1 pour 15 000 habitants, soit encore un psychiatre pour 20 médecins de médecine générale. Sa formation est à base médicale, et sa spécialisation demande de trois à cinq années d'études supplémentaires après l'acquisition du doctorat en médecine. Mais, même ce nombre ne peut répondre désormais à tous les besoins et assurer tous les traitements.

Durant de nombreuses années, le médecin-chef de l'asile a régné comme un seigneur incontesté sur un monde aliéné, entouré de ses sujets, les gardiens. Détenteur de l'unique pouvoir et de l'unique savoir, il a peu à peu réparti ce savoir et ce pouvoir entre ses nouveaux collaborateurs, introduits par les progrès de la technique. Les assistantes sociales, les infirmières, les psychologues, les ergothérapeutes, les kinésithérapeutes, les secrétaires médicales, viennent apporter un concours qui, pour être efficace, exige une formation particulière et un travail organisé en équipe. Certains pays ont réalisé un effort particulier pour former le personnel à ces nouvelles techniques.

Si on confie à l'infirmière, à l'assistante sociale ou à l'ergothérapeute, des malades mentaux dans une relation à fin psychothérapique, il est en effet pour le moins nécessaire de les préparer à cette tâche.

Dans cette nouvelle situation de confrontation avec un sujet émotionnellement perturbé, la jeune infirmière va rencontrer sans le savoir une partie d'elle-même, totalement inconnue et ignorée, dont l'existence même était jusqu'alors refoulée ou reléguée dans l'ombre. Il est notable que les jeunes infirmières ne craignent pas les

malades très perturbés. Au contraire, il semble qu'un schizophrène gravement atteint, un psychotique régressé dont l'état nécessite des soins intensifs de type maternel, sont de nature à les tranquilliser plutôt qu'à les inquiéter. A ce niveau de relation, le problème de l'identification se pose à peine, les attitudes thérapeutiques pouvant, dans une certaine mesure, se référer à celles qui sont nécessaires pour toute personne diminuée, de quelque manière que ce soit.

Mais la difficulté augmente quand cette jeune infirmière se rencontre avec une personnalité névrotique, jeune, intelligente, souvent capable de déployer des facultés de séduction verbale d'autant plus intenses que la vulnérabilité de son interlocuteur est grande. Alors, le problème de l'identification est au maximum. La fascination de la névrose s'exerce et l'implication est difficile à contrôler.

Ainsi doit-on, à la quantité du personnel, ajouter la qualité, condition essentielle à l'efficacité. Parallèlement, ou préalablement à l'organisation d'une politique de santé, il est nécessaire d'organiser un système de formation et d'adaptation à l'emploi.

Le choix des instruments de soins

Nous avons convenu précédemment que l'hôpital psychiatrique dans sa forme asilaire devait disparaître. Que l'on nous entende bien, l'hôpital n'est pas inutile en soi, mais la manière de s'en servir s'est profondément modifiée.

Le traitement d'un malade demeure une entreprise prolongée, bien qu'il ne soit plus nécessaire de prévoir une hospitalisation de longue



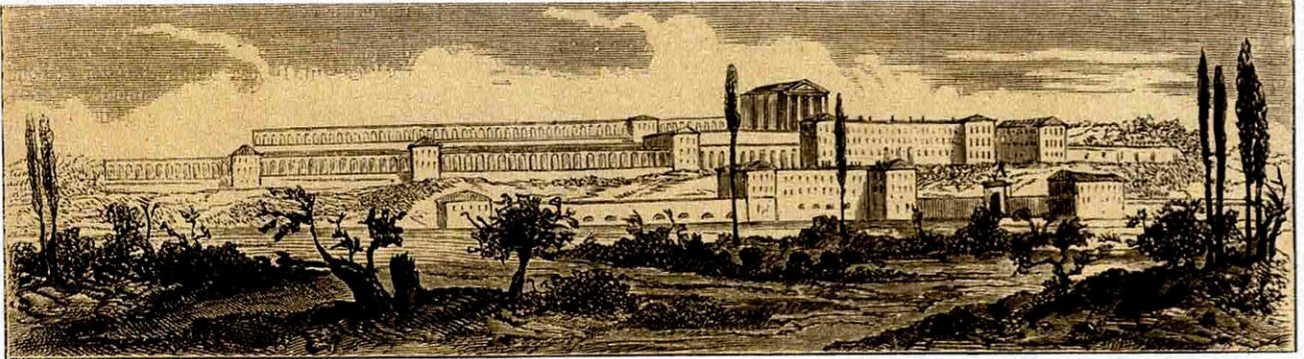
A. P.

5. LA SAUPÉTRIÈRE — Les Cellules des Aliénés

(E) (D)

On imagine mal que pareil traitement ait pu favoriser la réinsertion sociale des malades.

Roger Viollet.



Les bâtiments de la « Maison des Fous » de Charenton en 1875.

durée. En d'autres termes, l'hospitalisation à temps complet peut être justifiée et nécessaire, pour une période de temps limitée, mais la majeure partie du traitement peut être réalisée sur un mode ambulatoire, soit en cabinet privé, soit en centre de traitement, soit en hôpital de jour, soit encore à l'aide des techniques de réadaptation professionnelle avec des équipements particuliers.

Certains pays, l'Angleterre, le Canada, la France, l'Italie, appliquent depuis quelques années une psychiatrie de secteur. Le secteur est une définition territoriale qui souvent, correspond à une circonscription administrative (canton, département, commune, arrondissement, etc.). En France, le secteur de base représente approximativement une population de 70 000 habitants. Il est confié à la responsabilité d'une équipe formée de psychiatres, assistantes sociales, psychothérapeutes, et d'une équipe d'infirmières. Dans l'idéal, cette équipe de secteur a à sa disposition des lits hospitaliers, un dispensaire, un hôpital de jour. L'équipe est chargée d'assurer la continuité des traitements durant toute la trajectoire thérapeutique, du lit hospitalier au domicile du malade.

La réalisation de cette politique nationale n'est pas encore achevée ; elle exige des établissements et un personnel nombreux, qui sont loin d'être opérationnels. Ces établissements doivent, en particulier, être de petite dimension et dispersés dans la collectivité ; l'expérience a montré qu'il était peu favorable de transférer un malade qui nécessitait un traitement hospitalier à des dizaines, voir des centaines de kilomètres de son domicile. Et, comme nous l'avons vu antérieurement, les traitements en psychiatrie exigent fréquemment qu'une attention complémentaire soit portée à l'équilibre familial et aux conditions d'emploi par les membres spécialisés de l'équipe. Aussi est-il nécessaire de faciliter ces interventions et d'assurer une continuité thérapeutique par la même équipe.

La recherche

Si l'on accepte que la médecine est à la fois un art et une science, et la psychiatrie, discipline naissante, plus un art qu'une

science, il manque pour son progrès des instruments permanents de recherche et de réflexion permettant de prendre une certaine distance par rapport au problème concret.

La vocation sociale de la psychiatrie, la diversité de ses services en unités de prévention, traitement, réadaptation et assistance, la particularité de cette technique médicale orientée vers la rééducation des fonctions relationnelles, conduisent à établir un système de réflexion, de recherche et d'élaboration.

Si l'on considère qu'un dispositif psychiatrique est une chaîne d'établissements confiée à une même équipe, si l'on considère qu'un malade peut être traité par hospitalisation complète, ou à temps partiel dans une institution, ou successivement dans plusieurs unités, nous désirons connaître :

- pour l'institution, le nombre des malades, les catégories de maladies, la fréquence d'utilisation, le mode d'activité des thérapeutes, l'absentéisme, etc. En somme, tous éléments nécessaires à une bonne logistique hospitalière ;
- pour le malade, le coût de la maladie, l'ensemble des coordonnées d'ordre médical et socio-démographique qui la concernent ;
- pour le projet thérapeutique, la façon dont a été exécutée la stratégie médicale initialement proposée, une évaluation du type de relations existant entre les institutions utilisées et les équipes qui les utilisent.

Ainsi, on doit :

- objectiver de façon permanente le fonctionnement d'un dispositif psychiatrique, ajustant la politique thérapeutique et de réadaptation en fonction des éléments recueillis et des hypothèses qui en découlent. Ainsi, s'élabore le programme d'une recherche opérationnelle ;
- connaître en les comparant les différents points de vue, particulièrement socio-démographiques, des populations normales et malades dont nous avons la charge ; déterminer les variables qui peuvent intervenir dans l'apparition et l'évolution des troubles mentaux ; adapter les thérapeutiques en fonction des éléments précédemment recueillis ; évaluer les résultats des mesures préventives. Ainsi s'établit un programme de recherche épidémiologique.

Sans doute, on peut ajouter un troisième type de recherche, la recherche fondamentale, mais nous conviendrons qu'elle appartient davantage à une équipe spécialisée qu'à une équipe de secteur.

Pour conclure

Nous espérons, par ces réflexions, avoir exprimé la mesure de l'évolution des idées en matière de psychiatrie.

A regarder le chemin parcouru en moins de cinquante ans, le mot de révolution ne nous paraît finalement pas inadapté. De l'asile au centre de santé mentale et au traitement à domicile, quelque chose a changé radicalement.

L'hôpital psychiatrique a perdu sa raison d'être, sans pour autant que les maladies mentales aient cessé de poser des questions.

Loin de diminuer, le nombre de malades mentaux suit les progrès du développement industriel ; dans le même temps, les présentations cliniques changent. Il serait nécessaire, comme Charles Nicolle l'a fait dans son livre sur la naissance et la mort des maladies infectieuses, qu'un psychiatre philosophe réfléchisse au devenir des maladies mentales. La paralysie générale a disparu à peu près complètement, la grande hystérie de Charcot est devenue rarissime, la paraphrénie et les délires mystiques se rencontrent de moins en moins fréquemment. Au contraire, les dépressions chroniques sont plus fréquentes et plus rebelles, les toxicomanies représentent une nouvelle classe pathologique de la multitude. Quelle est la signification de ce problème ?

Une attitude plus compréhensive, plus permissive, des groupes sociaux est contemporaine de l'augmentation des comportements de déviance sociale. On a toujours noté la tendance à confier aux psychiatres tous ceux qui posent un problème pour la société, mais est-il possible d'attribuer tous les suicides à des maladies mentales ?

Bien plus, une certaine tendance existe de solliciter du psychiatre l'explication de ce qui paraît étrange ou incompréhensible. N'a-t-on pas accusé certains gouvernements d'utiliser la psychiatrie à des fins politiques ? Nombreux sont ceux, qui parmi les groupes contestataires, accusent la psychiatrie d'être un moyen pour maintenir l'ordre public. Par ailleurs, de toutes parts, on sollicite le psychiatre : les pédagogues, les architectes, les urbanistes...

Ainsi, la psychiatrie, dans un cas comme dans l'autre, court le risque de se diluer dans une définition vague, de perdre sa référence médicale et thérapeutique, et de se confondre avec les autres courants des sciences sociales qui tentent d'approcher psychologiquement les conduites humaines.

Il ne faut pas confondre la psychiatrie et l'hygiène mentale. Mais la psychiatrie peut-elle être étrangère à l'hygiène mentale ? Nous

sommes arrivés au moment où l'appareil technique et conceptuel permet de contrôler, d'assister, de soigner, voire de guérir, la grande majorité des maladies mentales. Aussi, les perspectives les plus fructueuses paraissent être celles des moyens préventifs. Si, sans aucun doute, il apparaît puéril d'imaginer des techniques de vaccination contre certaines formes de maladies mentales, il est non moins certain que nous sommes capables d'isoler des facteurs qui favorisent l'apparition de certaines d'entre elles.

Appartient-il aux psychiatres d'accomplir ces tâches de prévention, de se hasarder dans la prophylaxie, de participer aux tentatives d'éducation sanitaire ? Il est probablement trop tôt pour répondre, mais il est certainement temps de poser la question.

On peut aussi tirer la conclusion, comme dans bien d'autres domaines médicaux, que les progrès techniques ont hissé la psychiatrie au niveau d'une spécialité thérapeutiquement efficace. La disparition de l'hôpital psychiatrique, la multiplication des instruments de soins, les progrès réalisés dans le domaine pharmacologique, ceux des techniques psychothérapiques, et surtout la modification profonde des conditions de pratique de la spécialité, qui confère des responsabilités de soins, non plus au seul médecin, mais à un ensemble de spécialistes différemment qualifiés, tous ces éléments permettent d'aller au-delà du seul aspect thérapeutique et d'envisager la mise en pratique d'une politique préventive.

L'équipe multidisciplinaire, dont la vocation est jusqu'ici essentiellement thérapeutique, peut selon les nécessités et l'évolution des connaissances, s'agréger des techniciens d'autre origine, complétant les interventions que le psychiatre seul, par ses caractéristiques médicales, ne peut pas faire. On passera alors des communautés thérapeutiques, phase actuelle de cette évolution, à la thérapeutique dans la communauté.

Pierre CHANOÏT

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Pinel Ph. : « *Traité médico-philosophique de l'aliénation mentale* », Ed. Ant. Brosson, Paris an 1809.
Esquirol : « *Traité des maladies mentales* », Ed. J.B. Baillere et fils, Paris, 1838.
Falret : « *Des maladies mentales et des asiles d'aliénés* », Ed. J. Baillere et fils, Paris, 1864.
Freud S. : « *Introduction à la psychanalyse* ».
Durkheim E. : « *Le suicide* », Ed. F. Alcan, Paris, 1897.
Skinner : « *L'analyse expérimentale du comportement* », Ed. Charles-Dessart, Collection psychologique et Sciences Humaines, 1971.
Heyward H. et Vargas M. : « *Une antipsychiatrie* », Psychothèque, Ed. Universitaires, Paris, 1971.

LE CERVEAU - LA PENSÉE

LE CERVEAU

LA RÉVOLUTION DU CERVEAU. — Ferguson M. — « Le cerveau, instrument parfait, qui peut emmener l'homme partout où nous pouvons souhaiter qu'il nous emmène » : ainsi un biophysicien décrit-il cet organe extraordinaire dont nous sommes loin de connaître les limites. Or, aujourd'hui, une révolution est en cours dans l'étude de son fonctionnement, qui nous mène au seuil d'une vie infiniment plus riche. **Le tourbillon.** Les phénomènes. Premières pistes : le tourbillon. Le biofeedback : domination consciente du corps par le cerveau. Stress et guérison. Contrôle interne de la douleur. **La percée : Les états altérés de la conscience.** Les états altérés et le rhinencéphale. Méditation : « les yeux entendent, les oreilles verront ». Alpha : le jeu de salon du siècle. Hypnose et ASCID. Psychédélisme, exaltations, trauma, thérapie. Drogues du cerveau : Le cheval de Troie. La conscience dans le sommeil : le cerveau qui rêve. **Le vulnérable cerveau.** Cerveau blessé : qui est normal ? Schizophrénie et survie. Alimentation cérébrale : obésité et malnutrition. Le principal organe sexuel. **Le super-cerveau.** Cinq sens... ou vingt ? Révolution au berceau. Transes pour apprendre et molécules de mémoire. L'anatomie de la créativité. **La conscience et l'hyper-conscience.** L'esprit et l'évolution. Le cerveau et les phénomènes psi. Demain. 372 p., 15 x 24, 1975 F 39,00

TRANSFORMER LE CERVEAU. — Maya Pinès. — Depuis vingt ans de grands progrès ont été accomplis par les chercheurs, dans la connaissance du fonctionnement du cerveau. L'auteur rend compte de l'état actuel des résultats obtenus par les savants dans les principaux laboratoires de recherche en ce domaine. — Exercer un nouveau pouvoir sur le cerveau. Apprendre le langage du cerveau. Télécommander le cerveau par la douleur ou le plaisir. Contrôler les ondes de son propre cerveau. Les substances chimiques. Modifier le cerveau du nouveau-né. Quel est dans notre cerveau l'hémisphère qui joue le rôle prépondérant. Améliorer ou anéantir la mémoire. Le contrôle de la violence. Jusqu'où iront-ils ? 316 p., 14 x 21, 1975 F 39,80

LE CERVEAU CONSCIENT. — Steven Rose. — Voici un exposé moderne, clair et unifié de nos connaissances sur le cerveau humain, de sa structure et son fonctionnement, des neurones et de l'anatomie à la mémoire, au sommeil et à la folie. Mais c'est aussi une étude des relations entre les sciences du cerveau et leur contexte social et philosophique qui en conditionne le sens et les applications, potentiellement considérables. — Le développement des sciences du cerveau. Le cerveau humain. Le labyrinthe électrique. Le cerveau comme système. Les origines des systèmes nerveux. L'évolution du cerveau et de la conscience. Les cerveaux de l'enfant et de l'adulte. Spécificité et plasticité. La mémoire. Émotion et autorégulation. Vigilance et sommeil. Quand le cerveau se détraque : Folie et mysticisme. Le cerveau a-t-il un avenir ? 448 p., 14 x 20,5, 61 fig., planches et photos. 1975 F 60,00

LES SCIENCES DU CERVEAU (Coll. « Réalités de la Science » n° 2). — Chauchard P. — L'organe : L'anatomie du cerveau. L'histologie cérébrale découvre l'organisation intime du réseau neuronique. L'anatomie comparée révèle la supériorité du cerveau humain. L'autoconstruction du cerveau, le point de vue de l'embryologie. La paléoneurologie explore la préhistoire du cerveau. **Le fonctionnement élémentaire :** Biophysique du cerveau : l'influx nerveux. Biochimie du cerveau. Physiologie du cerveau. **Le cerveau et les conduites humaines :** De la neuropsychologie à la psychophysiologie. Cerveau et machine : Le point de vue cybernétique. La médecine du cerveau (pathologie et thérapeutique). **De la science à la philosophie.** Une utilisation humaniste. Des perspectives neuropsychologiques : Nécessité d'une neurosociologie. La

morale et le cerveau. Éducation de la volonté et pédagogie du cerveau. **Conclusions :** Métaphysique et cerveau. 216 p., 15 x 21,5, 47 fig., 1966 F 33,80

CYBERNÉTIQUE ET CERVEAU HUMAIN. — Mucchielli A. — La cybernétique : Langage, théories, méthodes. L'évolution des connaissances sur le cerveau humain. **Connaissances et conceptions actuelles sur le cerveau :** les neurones. Transmission et circulation de l'influx nerveux, organisations spatiales des neurones, les signaux nerveux, l'organisation du cerveau. **La neurocybernétique :** Les réflexes, le conditionnement, réseaux neuroniques et comportements, les programmes cérébraux. Critiques adressées à la cybernétique. 122 p., 13 x 22, 65 fig. 1972 F 22,90

COMMENT MON CERVEAU S'INFORME. — Fourastié J. — La Psychologie, désormais, c'est l'informatique cérébrale. Le cerveau sélectionne les informations : Pensée spontanée, pensée rationnelle, pensée expérimentale. Le cerveau ne peut « saisir » qu'une seule information à la fois : La pensée acte incomplet ; acte retenu, acte microphysique. Circuits cérébraux ? Information génétique et information culturelle. L'auto-construction de la mémoire et des circuits. De l'acquisition de la rationalité à l'acquisition de « l'expérimentalité ». Les trois fonctions du cerveau : perception, stockage, traitement des informations. Vitesse de la pensée ; durée nécessaire à l'information cérébrale. Pensée claire et pensées latentes. Le cerveau de la perception à l'action ; la décision. La morale facteur de décision, prolongement de l'information génétique. L'énergie cérébrale ; la fédération des organes et des pensées latentes. Du code génétique au code culturel. La notion de psychologie informatique. — 286 p., 13 x 21,5, 1975 F 30,50

LE CERVEAU (M. U. n° 78). Asimov I., traduit de l'anglais. — Les hormones : Les hormones polypeptidiques. Le pancréas. La thyroïde. Les parathyroïdes. L'hypophyse. Les glandes surrénales. Les glandes sexuelles ou gonades. L'épiphyse et le thymus. **Le système nerveux :** Fonctionnement et évolution, du système nerveux. Le système nerveux : central, périphérique, autonome. **Les sens :** Mécanismes de la sensibilité. Le toucher. Le goût. L'odorat. L'ouïe. La vue. Les perceptions extrasensorielles. **Le comportement :** Les réflexes. Les instincts et l'imprégnation. Les réflexes conditionnés. Les facultés mentales. 320 p., 11,5 x 18, 17 fig., nombreuses photos hors-texte noires et couleurs, 1965 F 12,00

LE CERVEAU HUMAIN. — Chauchard P. (Coll. Que sais-je ? n° 768) — Les structures cérébrales. Activité nerveuse supérieure et pensée. Le cerveau organe de l'intégration consciente. Les progrès de la personnalisation. Principes de pathologie cérébrale. Morale et physiologie cérébrale. 128 p., 11,5 x 17,5, 5^e édit. 1974 F 6,50

L'ÉLECTRICITÉ CÉRÉBRALE. — Delay J. (Coll. Que sais-je ? n° 410). — L'électro-encéphalographie et les électro-encéphalogrammes. Les applications psycho-physiologiques : La sensation, le travail mental, le sommeil. Les applications médicales : les altérations pathologiques, maladies mentales et lésions cérébrales, les épilepsies, dysmétrie du cerveau. 128 p., 11,5 x 17,5, 53 graphiques, 4^e édit. 1973 F 6,50

LA CHIMIE DU CERVEAU. — Chauchard P. (Coll. Que sais-je ? n° 94). — Le dynamisme chimique du système nerveux. L'alimentation du cerveau. La psychochimie. — 128 p., 11,5 x 17,5, 17 fig., 6^e édit. 1974 F 6,50

LE CERVEAU ET LA CONSCIENCE. — Chauchard P. (Coll. Le Rayon de la Science n° 5). — Machine à penser ou siège du mystère. L'organe cérébral. Le cerveau et le monde. L'homme maître de son cerveau. Lexique. 192 p., 12 x 18, nombr. fig. et photos, 1960 F 11,40

PSYCHOLOGIE APPLIQUÉE

LA PSYCHOLOGIE MODERNE DE A à Z. (Coll. « Les Encyclopédies du savoir moderne »). — Cet ouvrage, réalisé sous la direction de Michel et Françoise Gauquelin, expose les grandes orientations psychologiques, présente la vie et l'œuvre des psychologues les plus importants et fait le point des acquisitions fondamentales et des recherches les plus récentes. Huit articles essentiels, et 500 biographies et termes classés par ordre alphabétique. Historique. Le Cerveau et le système nerveux. Les tempéraments et les caractères. Les tests. La Psychologie de l'enfant. La Psychologie sociale. La Psychologie animale. 544 p., 18 x 23, nbr. fig., photos et schémas, relié, 1971 F 68,50

L'INTELLIGENCE EFFICACE (Coll. « La psychologie moderne »). — Sarton A. — Confrontez aux tests vos aptitudes intellectuelles: Test d'aptitude numérique, test d'aptitude spatiale, les tests et vos résultats. Les grands problèmes de l'intelligence: l'intelligence fonction vitale, la sanction sociale des différences intellectuelles, la mesure de l'intelligence: le quotient intellectuel, les composants de l'intelligence, l'intelligence et la personnalité. L'intelligence au travers de la vie humaine: l'enfant, l'adolescent, l'intelligence adulte, de la maturité au déclin, comment se servir efficacement de son intelligence, les intelligences supérieures. 256 p., 17 x 22, nbr. fig. et tableaux, relié, 1969 F 42,50

CONNAISSANCE ET MAÎTRISE DE LA MÉMOIRE. — Chauchard P. — Test: Prenez la mesure de votre mémoire. Principaux termes de psychologie utilisés dans l'ouvrage. La présence du passé: nous sommes faits de notre passé. Les réflexes conditionnés. Les sensations, reconnaissance subjective du monde. Les gestes, mémoire motrice. Mémoire et pensée. Mémoire et affectivité. La mémoire animale. La mémoire des machines. Les circuits cérébraux de la mémoire. La chimie de la mémoire. La conscience du passé: L'appréciation de la durée. La fixation des souvenirs. La conservation des souvenirs. Le rappel des souvenirs. La recherche du passé perdu. Les amnésies neurologiques et psychiatriques. Les délires de la mémoire. Les limites de la mémoire. Les techniques de la mémoire: Bilan de la mémoire. L'hygiène de la mémoire. Les médicaments et les poisons de la mémoire. Cultiver sa mémoire. Pour ou contre les trucs mnémotechniques. La mémoire et la pédagogie. Les machines à enseigner. Exercices pratiques et gammes. Petite histoire des mémoires légendaires. 256 p., 17 x 22, relié, 3^e éd., 1971 F 42,50

LES TESTS, LES COMPRENDRE ET Y RÉPONDRE. (Coll. « Connaître les autres »). — Sellier J.-L. — Les tests nous révèlent les uns aux autres. Mais ils ne peuvent avoir une valeur absolue. S'il est du rôle du psychologue de savoir bien les utiliser, il appartient au sujet de bien les connaître. Ce que sont les tests. Présentation. Pourquoi les tests mentaux? Naissance de la méthode des tests. Construction d'un test. Les variables de la vie intellectuelle. Croissance de l'intelligence. La hiérarchie des intelligences. Les variétés d'intelligence. Les tests en question. L'égalité devant les tests. Les cadres face aux tests. Les tests dans le monde de l'industrie et de la bureaucratie. Pourquoi un panorama des tests? L'examen des conducteurs. L'habileté mécanique. Les aptitudes administratives. La mémoire: prouesses et défaillances. La recherche du Q.I. Échelle d'intelligence de Weschsler-Bellevue. Interprétation de l'échelle d'intelligence de Weschsler-Bellevue. L'examen des cadres. La mesure d'une intelligence générale. La mesure de l'intelligence verbale. Les dons particuliers. L'analyse des aptitudes. Au-delà de l'intelligence. Le dossier du candidat. — 255 p., 17 x 23, nbr. fig., 1973 F 42,50

L'EXAMEN PSYCHOTECHNIQUE. Connaissance du problème. Applications pratiques. — Mucchielli R. — La machine humaine. Défense et illustration des tests. L'examen psychotechnique. Le rôle du psychologue. Les applications de l'examen psychotechnique. Conclusion générale: Les psychologues et le public. Lexique. Modèles de programmes de sessions. Exercices avec corrigés. 158 p., 16 x 24, nbr. fig., reliure spirale, 1969 F 34,00

L'INCONSCIENT pour ou contre (Coll. « La psychologie moderne »). — Akoun A., Gatien G., Gauquelin M. et F., Veraldi G. — Les 40 mots clés de l'inconscient. L'inconscient et son histoire: Charcot, Liebrecht, Bernheim, Janet, Breuer, la psychanalyse avec Freud, Jung, Adler. L'inconscient et l'individu. La psychanalyse: la science des rêves, lapsus, oublis, actes manqués, la théorie de l'inconscient, l'inconscient

et ses manifestations pathologiques, la cure psychanalytique. L'inconscient et la société: Existe-t-il un inconscient collectif? La psychologie sociale scientifique. Inconscient et activité créatrice. Cahier d'applications pratiques: détectez les manifestations de votre inconscient. Bibliographie. Index des mots essentiels. 254 p., 17 x 22, relié, 1971 F 42,50

L'INCONSCIENT DÉVOILÉ PAR LES TESTS PROJEC-TIFS. (Coll. « Connaître les autres »). — Houareau M. J. — Personnalité, projection, les tests projectifs. Les tâches d'encre: le test de Rorschach. Les images ambiguës: le test de Murray: le T.A.T. La parole dans la réflexion: les mots associés. Les phrases à compléter. Les scènes de frustration: le test de Rosenzweig. Les dessins qui ne mentent pas: le test de l'arbre. Le dessin d'une personne. L'urbanisme qui trahit: le test du village. D'autres sondages dans l'inconscient: le test de Mira y Lopez. Le test de Szondi. 256 p., 18 x 23, nbr. fig. et tabl., relié, 1974 F 42,50

INTRODUCTION A LA PSYCHANALYSE. — Freud S. (Dr) (P.B.P. n° 6). — Les actes manqués. Le rêve. Théorie générale des névroses. 441 p., 11,5 x 18, nouv. éd., 1975 F 15,80

ESSAIS DE PSYCHANALYSE. — Freud S. (Dr) (P.B.P. n° 44). — Au delà du principe du plaisir. Psychologie collective et analyse du moi. Le moi et le ça. Considérations actuelles sur la guerre et sur la mort. 250 p., 11,5 x 18, nouv. éd., 1975 F 12,00

LA PSYCHOPATHOLOGIE DE LA VIE QUOTIDIENNE. — Freud S. (Dr) (P.B.P. n° 97). — Application de la psychanalyse à l'interprétation des actes de la vie courante. 298 p., 11,5 x 18, nouv. éd., 1975 F 12,00

L'INTERPRÉTATION DES RÊVES. — Freud S. (Dr). — Historique des problèmes du rêve. La méthode d'interprétation des rêves. Analyse d'un exemple de rêve. Le rêve est la réalisation d'un désir. La transposition dans le rêve. Les éléments et les sources du rêve. L'élaboration du rêve. Psychologie des processus du rêve. 584 p., 11 x 18, relié, nouv. éd., augmentée et révisée par Denise Berger., 1973 F 52,27

PARAPSYCHOLOGIE

CULTIVEZ VOTRE CERVEAU. La volonté. La mémoire. L'attention. — Tocquet R. — Votre cerveau: un extraordinaire organe. Nourrissez, oxygénez votre cerveau. Apprenez à apprendre à votre cerveau. Cultivez votre attention, votre mémoire. Procédés mnémotechniques. Apprenez à maîtriser vos émotions. Cultivez votre volonté. Utilisez l'autosuggestion consciente. Relaxation. La culture du cerveau et les disciplines intellectuelles. Du fond des âges. 220 p., 15 x 20, 1958 F 18,00

LES POUVOIRS SECRETS DE L'HOMME. Le bilan du paranormal. — Tocquet R. — Les phénomènes paranormaux. Télépathie et connaissance paranormale. Transmission de pensée et connaissance paranormale truquées. Phénomènes hypnotiques. Hypnotisme simulé. Aux confins du normal et du paranormal. Phénomènes physiques paranormaux. Télékinésies frauduleuses, attouchements spirites, raps, écriture directe truquée. Phénomènes lumineux truqués. Phénomènes ectoplasmiques. Ectoplasme simulé. Effluviographie et photographie dite supernormale. Les maisons hantées. Les fausses hantises. Acrobaties physiologiques, stigmatisation, guérisons paranormales. Pseudofakirisme, stigmatisation simulée. Comment acquérir certains pouvoirs paranormaux. 532 p., 17,5 x 20, 100 fig. et documents photographiques, relié toile, 1963 F 52,00

FANTASTIQUES RECHERCHES PARAPSYCHIQUES EN U.R.S.S. — Sheila Ostrander et Lynn Schroeder (Coll. Enigmes de l'Univers) traduit de l'anglais. — Partout où il a été publié, ce livre a fait sensation. C'est qu'il apporte sur les recherches, qui se poursuivent en U.R.S.S. et dans les démocraties populaires, dans le domaine parapsychique — le fameux domaine PSI — des révélations bouleversantes. Les forces inconnues de l'esprit et de l'âme sont systématiquement explorées et expérimentées; déjà elles sont employées en biologie, en médecine et dans la formation scolaire; de fantas-tiques et fascinantes perspectives s'ouvrent à leur utilisation jusque dans le domaine militaire et l'exploration de l'espace. Les chercheurs des pays de l'Est ont pris sur les occidentaux une avance fabuleuse et dont l'importance ne saurait être trop sous-estimée. 472 p., 13,5 x 21,5, 4 p. hors texte, 1974 F 32,00

LA TÉLÉPATHIE. Faits. Théorie. Implications. — Carington W. Traduit de l'anglais. — Dans cet ouvrage l'auteur démontre d'une manière très claire, à l'aide de cas précis, que la télépathie et autres faits analogues sont bien réels et qu'ils prouvent d'une façon absolue l'existence d'une priorité fondamentale de l'esprit, aussi importante pour la compréhension de l'univers mental que l'électricité pour la compréhension du monde physique. **Les faits:** les cas spontanés, Travail expérimental; introduction; quelques expériences anciennes; recherches récentes. **Objections et résistance.** **Théorie:** Discussions préliminaires; théories anciennes. **Théorie de la télépathie par association.** Quelques applications immédiates de la théorie. **Théorie de l'association;** objections possibles. **Esquisse provisoire de l'esprit.** **Implications:** Psychologie en général. Le problème de la survie. Théologie et religion. Esprit des groupes et systèmes sociaux. **Conclusions et perspectives.** 212 p., 14 x 22,5, 1971 F 25,00

LA TÉLÉPATHIE et les royaumes invisibles. — René Bertrand. — Le carré, le cercle, la croix, la vague et l'étoile. Le Nautilus et Apollon 14. U.S.A. contre U.R.S.S. L'université d'Utrecht. Ce qu'il faut savoir. Le temps est un enfant. L'inconscient. Témoignage d'un savant. Appel à la radio. Au travers du temps. En marge. 238 p., 13,5 x 21,5, 1974 F 26,10

LA SUGGESTION A DISTANCE. — Vassiliev L.L. Traduit du russe par C. et B. Neubourg. — Historique de la question. Notions fondamentales. Incidents de la vie quotidienne pouvant être pris pour des cas de suggestion à distance. Constatation expérimentale de la suggestion à distance. Comparaison entre les résultats expérimentaux et les cas de la vie courante. Recherche des meilleures conditions pour les expériences. Le lien télépathique. Le don télépathique. Études physiologiques de la suggestion à distance. Les manifestations du « télélien biologique » chez les animaux. Hypothèse électromagnétique de la suggestion à distance. Expériences à très grande distance. Importance théorique et applications pratiques possibles. 176 p. 14 x 22, 19 fig., 1963 F 15,50

HYPNOSE ET SUGGESTION. — Weitzenhoffer A. Traduit de l'américain. — Orientation: Considérations préliminaires. **Les bases expérimentales.** (Les caractéristiques intrinsèques de la suggestibilité et de l'hypnose). La suggestion. Suggestibilité et hypnose. L'état hypnotique en relation avec l'état de veille et l'état de sommeil. Phénomènes post-hypnotiques. « L'hypnose animale ». **Fondements expérimentaux.** (Caractéristiques extrinsèques de la suggestibilité et de l'hypnose): Phénomènes hypnotiques suggérés; effets

sur les fonctions motrices. Modifications organiques produites par suggestion. Altérations de fonctions sensorielles et de perception dues à l'hypnose. Influence de la suggestion hypnotique sur la mémoire et sur la faculté d'apprendre. Émotions et humeurs suggérées; altération de la personnalité. La volonté et l'hypnose. Le dépassement des capacités volontaires normales dans l'hypnose. **Vers l'établissement d'une théorie:** Production de manifestations psychodynamiques par la suggestion hypnotique. Théories anciennes et récentes sur l'hypnose. La nature de la suggestibilité. Nature de la suggestion. La nature des phénomènes hypnotiques induits. 336 p., 14 x 23, 1967 F 34,00

RELAXATION PSYCHOSOMATIQUE. Esthétique. Médicale. Sportive. Méthodes d'exercices pratiques. — Rouet M. — L'équilibre psychosomatique: Les agressions qui nous menacent. Les états de tension et les mécanismes de défense. Les méthodes de relaxation. **La relaxation psychosomatique:** Les bases de la méthode. La maîtrise de la respiration. La détente neuro-musculaire. La suggestion en relaxation psychosomatique. De la déconnection du mental à l'hypnose. Les moyens adjuvants. **La maîtrise du mental dans la conduite de la vie:** De la relaxation psychosomatique à l'autohypnose. Le comportement et la relaxation. La relaxation dans la vie affective et sexuelle. **La relaxation psychosomatique en préparation sportive:** La relaxation psychosomatique en musculation. La relaxation en préparation sportive. La relaxation et le sport. **La relaxation psychosomatique et les applications médicales:** La maladie psychosomatique; dans la relaxation, l'entreprise. L'amaigrissement psychosomatique. La relaxation psychosomatique en thérapie, en thalassothérapie, en thermalisme. La relaxation et l'accouchement sans douleur. **Les applications en esthétique:** Le reconditionnement psychophysique en esthétique. La relaxation et les soins capillaires. **50 exercices initiatiques.** Lexique abrégé relatif à la psychosomatique. 240 p., 16 x 24, 9 fig. et photos, 2^e édit. 1975 F 45,00

GUÉRISONS P.S.I. — Stelter A. — « Seuls les sceptiques parlent encore de « guérisons miraculeuses » lorsqu'il s'agit de guérisons obtenues grâce au P.S.I., cette force « active », le sixième sens de l'homme ». Médecine officielle et paramédecine. Les limites de la psychogénèse. De la transmission de pensée à la guérison à distance. Le diagnostic médiumnique. L'acupuncture... un phénomène P.S.I. Les champs de force sous-estimés de l'être humain. La redécouverte du corps énergie. Les chirurgiens paranormaux. La controverse autour de la chirurgie P.S.I. Les matérialisations... la solution de l'énigme? L'origine de l'intelligence P.S.I. Quelques preuves supplémentaires. 362 p., 13,5 x 21,5, 1975 F 38,00

COMMANDES PAR CORRESPONDANCE (France et Étranger)

Les commandes doivent être adressées à la **LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE**, 43, rue de Dunkerque, 75010 Paris. Elles doivent être accompagnées de leur montant, soit sous forme de chèque bancaire ou de mandat-poste (mandat-carte ou mandat-lettre), soit sous forme de virement au Compte Chèque Postal de la Librairie: Paris 4192 - 26. Au montant de la commande doivent être ajoutés les frais d'expédition et d'emballage:

- Commande inférieure à F 100 : taxe fixe F 2,00 + 10 % du montant de la commande.
 - Commande de F 100 à F 150 : taxe fixe F 5,00 + 5 % du montant de la commande.
 - Commande supérieure à F 150 : taxe forfaitaire F 5,00. Recommandation obligatoire : F 2,40.
- Taxe de recommandation : France : F 2,40 ; Étranger : 4,70.

Il n'est fait aucun envoi contre remboursement.

LE CATALOGUE GÉNÉRAL

14^e Édition 1975
vient de paraître

4 500 livres techniques et scientifiques classés en 36 chapitres et 156 rubriques
500 pages, format 13,5 x 21, poids 500 g.

PRIX FRANCO F 15,00

LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE, 43, rue de Dunkerque, 75010 PARIS

15 SEPTEMBRE/15 JUIN - Ouverture: du mardi au samedi de 9 h à 19 h; le lundi, de 10 h 30 à 19 h.

Le directeur de la publication: Jacques DUPUY — Dépôt légal: N° 75018 — Imprimerie des Dernières Nouvelles de Strasbourg
Imprimé en France

POUR :

- *ÊTRE LE PREMIER TÉMOIN DES DÉCOUVERTES*
- *SUIVRE LEUR ÉVOLUTION*
- *CONNAÎTRE LEURS APPLICATIONS LES PLUS MODERNES, LES PLUS VITALES :*

*lisez
chaque mois*

SCIENCE&VIE

*2 100 000
lecteurs
à travers
le monde*

SCIENCE&VIE

CE N'EST PAS SEULEMENT LA CONNAISSANCE DES ÉVÉNEMENTS SCIENTIFIQUES, C'EST AUSSI UNE APPROCHE SCIENTIFIQUE POUR EXPLIQUER LES ÉVÉNEMENTS.

