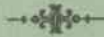


BIBLIOTHÈQUE
DE PHILOSOPHIE CONTEMPORAINE



LES RÉFLEXES
CONDITIONNELS

ÉTUDE OBJECTIVE
DE L'ACTIVITÉ NERVEUSE SUPÉRIEURE
DES ANIMAUX

PAR

I. P. PAVLOV

Professeur de Physiologie à l'Université de Léningrad
Docteur *honoris causa* de l'Université de Paris

TRADUIT DU RUSSE PAR N. ET G. GRICOUROFF

PARIS
LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN
108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, VI^e

LES RÉFLEXES CONDITIONNELS

LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF TORONTO

LES RÉFLEXES CONDITIONNELS

*ÉTUDE OBJECTIVE
DE L'ACTIVITÉ NERVEUSE SUPÉRIEURE
DES ANIMAUX*

PAR

I. P. PAVLOV

Professeur de Physiologie à l'Université de Léningrad
Docteur *honoris causa* de l'Université de Paris

TRADUIT DU RUSSE PAR N. ET G. GRICOUROFF

PARIS
LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN
108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

—
1927

Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation
réservés pour tous pays.



14428

INTRODUCTION

Il y a quelque vingt ans, abandonnant mes travaux physiologiques antérieurs, j'abordai cette étude, seul, sous l'influence d'une forte impression ressentie au laboratoire. M'étant occupé jusque là, pendant plusieurs années, des glandes digestives, analysant avec soin et en détail les conditions de leur fonctionnement, il m'était manifestement impossible d'ignorer ce que l'on appelait alors l'excitation psychique des glandes salivaires : sécrétion déclenchée, chez les animaux affamés, et chez l'homme, par la simple vue des aliments, une conversation ou même une pensée s'y rattachant, d'autant plus que j'avais, moi-même, établi exactement l'existence de l'excitation psychique de l'estomac. J'entrepris l'étude de cette excitation des glandes salivaires avec mes collaborateurs les docteurs S. G. Wolfsohn et A. T. Sparsky. Tandis que Wolfsohn réunissait un nouveau matériel concernant les détails de l'excitation psychique des glandes salivaires, matériel qui a contribué à donner à cette étude une grande part de son importance, Sparsky entreprit l'analyse du mécanisme intérieur de cette excitation, se plaçant à un point de vue subjectif, c'est-à-dire tenant compte, par analogie avec nous-mêmes, du supposé monde intérieur des chiens (nos animaux d'expériences), de leurs idées, de leurs sensations, de leurs désirs. C'est alors que se produisit, au laboratoire, un fait inaccoutumé : un désaccord profond nous sépara, dans l'interprétation de ce monde, sans qu'aucune expérience ultérieure ne parvint à nous mettre d'accord sur une conclusion générale quelconque, contrairement à ce qui se passait habituellement au laboratoire, où les nouvelles expériences, entreprises d'un commun accord, mettaient généralement fin aux divergences et aux discussions. Le Dr Sparsky en resta à l'interprétation subjective des phénomènes, cependant qu'effrayé de la fantaisie et de la stérilité scientifique d'un tel point de vue, je me mis à chercher un autre moyen de sortir de cette position difficile. Après une étude approfondie du sujet et une véritable

lutte intellectuelle, je décidai enfin de demeurer, en face de la soi-disant excitation psychique, dans le rôle du physiologiste pur, c'est-à-dire un observateur objectif et un expérimentateur n'envisageant que les phénomènes extérieurs et leurs rapports. La mise en pratique de cette décision m'entraîna, avec mon nouveau collaborateur, le Dr J. F. Tolotchinov, dans une étude qui se poursuivit durant 20 ans, avec l'aide de nombreux collaborateurs.

Au début de mes recherches avec Tolotchinov, je savais seulement que l'extension de l'investigation physiologique (au moyen de la physiologie comparée) à tout le règne animal en dehors de nos sujets de laboratoire jusque là préférés (chiens, chats, lapins et grenouilles) avait entraîné l'abandon, bon gré mal gré, du point de vue subjectif et l'essai d'introduction de moyens d'investigation et d'une terminologie objectifs (étude de J. Loeb sur les tropismes dans le monde animal, et projet de terminologie objective de Beth et Ixkull). En vérité, il eût été difficile et risible de parler des idées et des désirs d'une quelconque amibe ou d'un infusoire. Mais je crois que dans le cas du chien, compagnon le plus proche et le plus fidèle de l'homme dès les temps préhistoriques, le facteur qui, bien qu'inconscient à cette époque, détermina ma décision, fut l'influence qu'avait eue sur moi, dans ma jeunesse, le remarquable ouvrage intitulé *Les réflexes cérébraux* (1863), d'Ivan Mikhaïlovitch Setchenoff, le père de la physiologie russe. Que l'influence, surtout sur la jeunesse, est donc profonde, bien que souvent cachée, d'une idée forte par sa nouveauté et sa vérité ! Dans cette brochure était exposée, sous une forme brillante, la tentative, vraiment extraordinaire pour l'époque, de représenter notre monde subjectif en se plaçant à un point de vue purement physiologique (essai naturellement théorique, présenté sous la forme d'un schéma physiologique). I. M. Setchenoff avait fait, à cette époque, une importante découverte physiologique (relative à l'inhibition des centres nerveux) qui fit impression parmi les physiologistes de l'Europe entière, et qui constitua le premier apport de la science russe à cette importante branche des sciences naturelles qui venait de faire un grand pas en avant, grâce aux travaux des Français et des Allemands. L'intensité de

l'effort et la joie de la découverte, jointes, peut-être, à quelque autre facteur personnel, ont donné un élan quasi génial à la pensée de Setchenoff. Il est curieux de noter, d'ailleurs, que, par la suite, Setchenoff n'a plus repris le sujet dans sa forme primitive.

Plusieurs années après le début de nos travaux, entrepris suivant la nouvelle méthode, j'appris que des expériences étaient faites dans le même sens en Amérique, non par des physiologistes, mais par des psychologues. Par la suite, je fis plus ample connaissance avec les travaux américains, et je dois reconnaître que l'honneur du premier pas fait dans cette nouvelle voie revient à Edward L. Thorndike qui devança de deux ans nos expériences. Son livre (*Animal intelligence : an experimental study of the Associative Processes in Animals*, 1898) mériterait d'être classique, tant pour la hardiesse avec laquelle il envisage la grandiose tâche de l'avenir, que pour la précision des résultats obtenus. Depuis Thorndike les travaux américains, sur le même sujet, s'étendent continuellement, et cela précisément à l'américaine, c'est-à-dire à tous les points de vue : nombre de travailleurs (Yerkes, Parker, Watson, etc.), moyens d'investigation, laboratoires et publications scientifiques. Il est curieux de noter que, si l'on en juge par le livre de Thorndike, les Américains sont arrivés à cette nouvelle méthode d'investigation par une voie très différente de la nôtre. D'une citation de Thorndike on peut déduire que l'esprit américain, pratique avant tout, a décidé qu'il était plus important de connaître avec précision la conduite extérieure de l'homme que de tenter de deviner sa vie intérieure, dans toute sa complexité et son incertitude. C'est avec ces conclusions sur l'homme que les psychologues américains entreprirent leurs expériences sur les animaux. Le caractère de ces expériences s'en ressent jusqu'à présent : les méthodes et les problèmes à résoudre sont, en quelque sorte, humains. Mes collaborateurs et moi restons à un point de vue très différent. Nos expériences sont toujours demeurées fidèles à leur origine physiologique pure. La méthode et l'organisation de notre travail sont restées dans le domaine des faits, des notions et de la terminologie physiologiques du système nerveux. Bien entendu, l'abord du sujet par ses

faces opposées ne fait qu'élargir la sphère des phénomènes étudiés. A mon grand regret, je ne sais rien de ce qui a été fait en Amérique, sur la question, depuis 5 ou 6 ans, n'ayant pu recevoir ici, jusqu'à présent, les publications scientifiques, et d'autre part, l'autorisation d'aller en Amérique, demandée l'année dernière, dans ce seul but, ne m'ayant pas été accordée.

En Europe, Bechterew et ses élèves chez nous, Kalischer en Allemagne, abordèrent cette étude plusieurs années après le début de nos travaux (1). Au lieu de prendre, comme nous, pour base de l'activité nerveuse supérieure, les réflexes innés, en particulier les réflexes alimentaires et de neutralisation de l'acidité, envisagés, d'ailleurs, uniquement au point de vue sécrétoire, le premier de ces auteurs étudia les réflexes de défense contre l'excitation douloureuse de la peau, réflexes se traduisant, naturellement, par un mouvement. Le second, étudiant le même réflexe alimentaire que nous, ne s'occupa que de la réaction motrice. Bechterew dénomma « conjugués » les réflexes qui se greffent sur les réflexes innés et que nous avons appelés « conditionnels » ; quant à Kalischer, il appela sa méthode, méthode de dressage. Actuellement, à en juger par ce que j'ai pu noter en feuilletant les publications physiologiques, au cours de cinq semaines passées ce printemps à Helsingfors, il semble que l'étude objective des réactions des animaux commence à intéresser de nombreux laboratoires de physiologie en Europe : Vienne, Amsterdam, et d'autres.

En ce qui nous concerne, j'ajouterai que, pendant longtemps, au début de nos travaux, nous nous sommes ressentis de l'habitude prise de discuter sur notre sujet d'un point de vue psychologique. Que l'étude objective rencontrât un obstacle, ou qu'elle se trouvât ralentie du fait de la complexité des phénomènes étudiés, aussitôt s'élevaient, involontairement, des doutes sur la valeur de nos nouvelles méthodes. Mais peu à peu, à mesure qu'avancait le travail, ces doutes apparurent de plus en plus rarement, et je suis convaincu, aujourd'hui, profondément et définitivement,

(1) Les prétentions de l'un et de l'autre à une soi-disant priorité dans ce genre de recherches est, pour quiconque est tant soit peu au courant de la question, sans aucun fondement.

que c'est dans cette voie surtout que l'intelligence humaine pourra triompher, enfin, du plus important des problèmes qu'elle ait eu jamais à résoudre, c'est-à-dire la connaissance des mécanismes et des lois de la nature humaine, dont découlera le bonheur vrai et durable de l'humanité. L'homme fête sa victoire sur la nature, il conquiert, non seulement les continents, mais encore les profondeurs des mers, l'atmosphère, il transporte aisément, pour des fins multiples, une énergie formidable d'un point à un autre de l'espace, il supprime les distances dans la transmission des idées, de la parole, etc., et cependant, ce même homme, avec cette même intelligence, mené par quelque obscure force intérieure, s'occasionne à lui-même des pertes matérielles incalculables et des souffrances indescriptibles, par les horreurs et la bestialité des guerres et des révolutions ! Seule une science précise de la nature humaine, basée sur les notions universelles des sciences naturelles, pourra le tirer de l'obscurité et le libérer de la honte des relations actuelles des humains entre eux.

La nouveauté du sujet et peut-être aussi l'espoir dont je viens de parler, enthousiasment tous ceux qui travaillent dans ce nouveau domaine. Le travail progresse rapidement ; en quelque 25 ans, à partir des travaux de Thorndike, un long chemin a été parcouru.

Mes collaborateurs ont, eux aussi, largement contribué à cette étude. Nos recherches ont continué et continuent sans interruption. Elles n'ont été ralenties sensiblement qu'en 1919 et 1920 par suite de difficultés matérielles énormes (froid, défaut d'éclairage, famine des animaux de laboratoire, etc.). Depuis 1924 la situation s'est améliorée et tend peu à peu vers la normale, sauf en ce qui concerne l'instrumentation et la documentation. Notre bagage de faits s'accroît rapidement : les cadres de nos recherches s'élargissent progressivement et nous voyons peu à peu se dessiner devant nous le tableau général des phénomènes étudiés, c'est-à-dire, la physiologie des hémisphères, organes de l'activité nerveuse supérieure. Voici, en quelques mots, l'état actuel de nos travaux. Nous nous familiarisons de plus en plus avec les réflexes innés, base de l'activité animale dès la naissance, réflexes habituellement appelés, jusqu'ici, ins-

tincts. Nous étudions, en outre, et provoquons continuellement les manifestations les plus éloignées dérivant de cette base fondamentale, manifestations qualifiées généralement d'habitudes et d'associations (mais qui, d'après notre analyse, seraient encore des réflexes, mais des réflexes conditionnels) qui s'élargissent, se compliquent et s'affinent sans cesse. Petit à petit, nous commençons à connaître le mécanisme intime de ces derniers réflexes, nous familiarisant toujours mieux avec les propriétés générales de la masse nerveuse dont ils dépendent et les règles sévères auxquelles ils obéissent. Nous voyons se manifester des types variés de systèmes nerveux nettement individualisés, caractéristiques, saillants, marquant les diverses modalités de l'activité nerveuse, et de l'ensemble desquels résulte toute la complexité de l'activité des animaux. Il y a plus : cet ensemble de faits expérimentaux et d'observations recueillis chez les animaux peut, d'ores et déjà, dans certains cas, nous servir utilement à la compréhension de phénomènes encore obscurs de notre monde intérieur.

Voilà où en sont nos travaux. Si aucun exposé systématique n'en a été, jusqu'ici, publié, depuis vingt ans que mes collaborateurs et moi les poursuivons, c'est que le sujet étant tout à fait nouveau, et le travail progressant sans interruption, il est difficile de s'arrêter à une vue d'ensemble, à une systématisation quelconque des faits, de nouvelles expériences et de nouvelles observations donnant chaque jour un apport nouveau et important. Il y a 5 ans, condamné à garder le lit pendant plusieurs mois, à la suite d'une sérieuse fracture de jambe, je préparai un exposé général de nos travaux. Mais juste à ce moment éclata la révolution russe. Elle absorba, naturellement, toute notre attention. D'ailleurs, ayant (suivant mon habitude) mis de côté pendant quelque temps mon exposé, afin d'en mieux apercevoir les défauts à une nouvelle lecture, au bout d'un an il se trouva n'être plus au courant des travaux du laboratoire, ceux-ci ayant continué sans arrêt. Aujourd'hui, il aurait besoin, avant d'être publié, d'une révision complète. Mais en ce moment, sous l'influence pénible des conditions de vie en Russie, il me paraît presque impossible de le réaliser d'une façon satisfaisante. Et j'ignore moi-même quand il me

sera donné de remplir enfin le devoir qui m'incombe, de systématiser d'une façon définitive tous les faits énumérés durant cette longue période. Quant à l'étude de ces faits, d'après les travaux publiés par mes collaborateurs, elle présente, pour bien des raisons, de grandes difficultés et ne peut être réalisée que par une minorité.

Voilà pourquoi je cède aux prières, maintes fois répétées, venues de divers côtés et, en particulier, de mes plus proches collaborateurs, et me décide maintenant à rassembler en un livre tout ce qu'en ces vingt dernières années j'ai dit sur ce sujet, en Russie et à l'étranger, sous forme d'articles, de rapports, de cours et de conférences. Je souhaite que ce recueil, bien qu'insuffisant, remplace provisoirement pour ceux qu'intéressent la question ou veulent travailler dans ce nouveau domaine, mon exposé systématique à venir. Certes, je me rends compte de tous les défauts de ce recueil. Le plus grave en est la fréquence des répétitions. Celles-ci sont dues à une cause facile à saisir : la nouveauté du sujet (celui-ci ne se développant que peu à peu dans l'esprit du physiologiste) faisait que, à chaque modification, même insignifiante, dans l'aspect du sujet et, partant, dans son exposé, une répétition devenait une nécessité pour mieux approcher, embrasser et assimiler le sujet. Quant à choisir, condenser et relier ces faits, ce serait en ce moment pour moi un travail considérable et de nul profit. Il se peut, d'ailleurs, que ces répétitions et légers changements ne soient pas inutiles pour le lecteur, d'autant plus que les communications sont disposées dans l'ordre chronologique, de telle sorte qu'il pourra suivre la genèse de nos travaux. Il verra l'extension et l'amélioration progressives du matériel d'étude, le groupement de nos interprétations diverses du sujet, le perfectionnement graduel, enfin, de notre représentation générale de l'activité nerveuse supérieure. Je conseillerai, cependant, aux non-physiologistes, voire aux non-biologistes, peut-être même à tous les lecteurs qui honoreront ce livre de leur attention, de commencer par les discours, indiqués dans l'ordre chronologique, de Madrid, Stockholm, Londres, Moscou, et les deux rapports de Groningue et Helsingfors (n° 1, 3, 4, 10, 11, 20, 21, 31) et de ne passer qu'ensuite aux autres articles et rapports, qui ont trait à des points par-

ticuliers du sujet. Le lecteur se familiarisera ainsi d'abord avec les idées générales de nos travaux et leur base commune, pour comprendre plus facilement, ensuite, les points spéciaux.

Le lecteur trouvera, à la fin du livre, la liste des travaux de mes collaborateurs.

Psychologie et psychopathologie animale expérimentale (1)

La plus belle éloquence étant celle des faits, je me permets d'aborder immédiatement le fond expérimental de la question.

Voici d'abord, en quelques mots, l'histoire de l'évolution d'un physiologiste, passant de l'étude des phénomènes purement physiologiques, à celle des problèmes dits psychiques. Ce passage, bien qu'inattendu, s'est produit d'une façon fort naturelle et, fait qui me paraît particulièrement important dans le cas actuel, sans qu'il y ait eu changement des méthodes employées.

M'étant occupé, pendant de longues années, de l'activité normale des glandes digestives, et analysant continuellement les conditions de cette activité, je me suis trouvé, comme d'ailleurs d'autres auteurs avant moi, devant des manifestations à caractère psychique. Il n'y avait aucune raison d'ignorer ces manifestations, du moment où elles prenaient une part importante et constante à la marche normale des phénomènes. J'étais obligé de m'en occuper, si je voulais étudier le sujet à fond. Mais, immédiatement, se posait la question : comment étudier ces manifestations particulières ? L'exposé qui suit servira de réponse à cette question.

De toute notre étude, je ne retiendrai que les expériences portant sur les glandes salivaires, organes dont le rôle physiologique est probablement insignifiant, mais qui, j'en suis convaincu, deviendront un objet d'étude classique dans le nouveau domaine dont j'ai l'honneur de vous parler aujourd'hui, domaine dont l'investigation n'est encore qu'à peine ébauchée.

(1) Discours lu au Congrès international de Médecine (Madrid, avril 1903).

Quand on étudie l'activité normale des glandes salivaires, on ne peut pas ne pas être frappé de leur grande faculté d'adaptation.

Si l'on donne à l'animal des aliments secs, solides, la salive s'écoule abondamment ; par contre, si les aliments sont riches en eau, le débit salivaire est bien moindre.

Pour que la transformation chimique des aliments s'effectue, pour que la mastication soit facilitée, pour que se forme le bol destiné à être dégluti, l'eau est évidemment nécessaire, et ce sont les glandes salivaires qui la fournissent. Les glandes salivaires muqueuses déversent, quels que soient les aliments, une salive riche en mucine, destinée à les enrober et faciliter leur glissement vers l'estomac. Pour toutes les substances à forte réaction chimique, acides, sels, etc., la salive s'écoule aussi, et en quantité proportionnée à l'action irritante de ces substances, dans le but de les neutraliser, de les diluer, ou, simplement, d'en débarrasser la cavité buccale ; fait d'observation banale — les glandes muqueuses donnent, dans ce cas, une salive aqueuse, ne contenant que peu de mucine. Et, en effet, à quoi servirait la mucine dans ce cas particulier ? Si l'on met, dans la bouche d'un chien, des cailloux de quartz (propres et insolubles) le chien les remue dans sa bouche, essaie parfois de les mâcher, puis les rejette. De salive, il n'y a point, ou seulement 1 ou 2 gouttes. Et, encore une fois, à quoi aurait pu servir la salive dans ce cas ? Les cailloux sont facilement rejetés, et ne laissent rien, après eux, dans la cavité buccale. Mais si maintenant nous mettons dans la bouche du chien du sable, c'est-à-dire ces mêmes cailloux, mais pulvérisés, la salive s'écoulera en grande quantité. On comprend facilement que, sans salive, c'est-à-dire sans présence de liquide dans la cavité buccale, le sable ne peut être ni rejeté, ni avalé.

Nous observons ainsi des faits précis et constants qui semblent dus à quelque raisonnement. Cependant le mécanisme de ce « raisonnement » est évident. On connaît, depuis longtemps, l'existence, dans les glandes salivaires, de nerfs centrifuges qui, suivant les besoins, peuvent donner une salive purement aqueuse ou bien y rassembler des substances organiques spéciales. De plus, la muqueuse

de la cavité buccale présente des territoires distincts, réagissant électivement à des excitations différentes : mécanique, chimique ou thermique. Enfin, ces différentes sortes de sensibilités se subdivisent à leur tour, par exemple la sensibilité chimique, en sensibilité aux bases et sensibilité aux acides. On peut supposer qu'il en est de même pour la sensibilité tactile. De ces territoires, à excitabilité spéciale, partent des nerfs centripètes spéciaux.

L'adaptation est ainsi basée sur un simple réflexe, ayant pour point de départ une excitation extérieure connue, agissant électivement sur la terminaison de certains nerfs centripètes qui, par une voie nerveuse déterminée, conduisent l'excitation au centre et, de là, à la glande, provoquant son activité.

Autrement dit, et d'une façon générale, il s'agit d'un agent extérieur particulier déterminant une réaction particulière de la substance vivante. Mais en même temps, nous avons ici, dans sa forme typique, ce que l'on a appelé adaptation. Arrêtons-nous un peu sur ces faits et sur ce terme, car ils jouent, évidemment, un rôle important dans la physiologie actuelle. Qu'est-ce, en réalité, que l'adaptation ? Rien d'autre, comme nous venons de le voir, qu'une liaison précise des éléments d'un système complexe entre eux, et, de tout leur ensemble, avec le monde extérieur.

Mais c'est, en somme, exactement la même chose que ce que l'on peut voir dans n'importe quel corps inanimé. Prenons un corps à formule chimique compliquée ; ce corps ne peut rester sous cette forme que grâce à l'équilibre de ses atomes et de leurs groupements entre eux, et celui de l'ensemble de ces groupements avec le milieu ambiant.

De même, la grande complexité des organismes, aussi bien supérieurs qu'inférieurs, ne reste individualisée que tant que toutes leurs particules constituantes sont intimement reliées et en état d'équilibre entre elles et avec le milieu extérieur.

C'est l'analyse même de l'équilibre de ces systèmes qui constitue le problème principal et le but des recherches physiologiques par la méthode objective pure. Ce point prête difficilement à discussion. Malheureusement il n'existe pas, jusqu'à présent, de terme scientifique pour désigner ce

principe fondamental de l'équilibre intérieur et extérieur de l'organisme. Le terme d'adaptation, employé à cet effet, malgré le sens scientifique que Darwin lui a donné, continue trop souvent à porter le sceau du subjectivisme, ce qui entraîne des malentendus de part et d'autre. Les partisans de la théorie physico-mécanique de la vie voient, dans ce terme, une tendance anti-scientifique, le passage de l'objectivisme pur à la spéculation et à la téléologie. D'autre part, les biologistes à tendance philosophique interprètent tous les faits concernant l'adaptation comme la preuve de l'existence d'une force vitale ou, comme on dit aujourd'hui, spirituelle (le vitalisme se transformant en animisme), force ayant un but, choisissant ses moyens. s'adaptant, etc.

Dans les expériences physiologiques décrites jusqu'ici, et portant sur les glandes salivaires, nous sommes restés strictement dans le cadre de l'expérimentation scientifique. Nous entrons maintenant dans un autre domaine et abordons des phénomènes d'un ordre qui paraît être tout à fait différent.

Toutes les substances énumérées plus haut et qui, de la cavité buccale, agissaient sur les glandes salivaires, de façon différente, mais toujours déterminée, agissent exactement de la même façon, du moins au point de vue qualitatif, lorsqu'elles se trouvent à une certaine distance de l'animal. Les aliments secs provoquent un écoulement de salive abondant, les aliments hydratés une salivation faible. Les glandes muqueuses sécrètent une grande quantité de salive épaisse pour enrober les substances alimentaires. Les substances non comestibles, mais irritantes, déterminent la sécrétion de toutes les glandes, mais la salive des glandes muqueuses est, dans ce dernier cas, très fluide et ne contient que peu de mucine. La vue des cailloux ne détermine aucun écoulement de salive, alors que la vue du sable provoque la salivation. Certains des faits cités ont été observés dans mon laboratoire par le Dr C. G. Wolfsohn, les autres seulement réunis et analysés par lui. Le chien voit, entend, flaire les substances, y prête attention, se précipite vers celles qui sont comestibles ou agréables, se détourne, résiste à leur introduction s'il s'agit de substances désagréables. On a accoutumé de dire que c'est une réaction psychique de

l'animal, une excitation psychique des glandes salivaires. Que peut tirer le physiologiste de ces données ? Comment doit-il les grouper et les analyser ? Que sont-elles, par rapport aux données de la physiologie ? Quels sont leurs points communs et leurs divergences ?

Devons-nous, pour la compréhension des phénomènes nouveaux, pénétrer dans la conscience de l'animal, interpréter ses sensations, ses sentiments et ses désirs ?

A cette dernière question, l'expérimentateur scientifique doit, à mon avis, répondre un « non » catégorique. Existe-t-il, en effet, un critérium quelconque qui nous permette de dire que nous devinons juste et que nous pouvons utilement comparer avec notre état subjectif un animal, aussi développé soit-il ? Il y a plus. Le malheur des hommes ne consiste-t-il pas justement en un manque de compréhension réciproque, une impossibilité de pénétrer, mutuellement, la nature intime de leur pensée ? Par ailleurs, de quelle utilité serait, pour nous, la possibilité de pénétrer une mentalité autre que la nôtre ?

Dans nos expériences psychiques (nous emploierons momentanément cette expression) sur les glandes salivaires, nous avons consciencieusement essayé, au début, d'expliquer les résultats obtenus par une interprétation fantaisiste de l'état subjectif de l'animal. En dehors de discussions stériles et d'opinions personnelles inconciliables, aucun résultat n'a été obtenu. Il ne restait donc plus qu'à transporter nos recherches sur un terrain purement objectif et de renoncer, définitivement, à la tendance, si naturelle, d'interpréter subjectivement le mécanisme réactionnel de l'animal. Il fallait, au contraire, s'attacher à concentrer toute son attention sur les relations existant entre les phénomènes extérieurs et la réaction de l'organisme, dans notre cas l'activité des glandes salivaires. L'avenir devait décider si l'étude des phénomènes nouveaux était, ou non, possible dans cette voie. L'exposé qui va suivre vous convaincra, je l'espère, de l'immensité du domaine qui s'offre à notre investigation et dont l'étude constituera le second grand chapitre de la physiologie du système nerveux. Ce chapitre, traitant des relations de l'organisme avec le monde extérieur, s'opposera à celui des relations des différentes parties de l'organisme

entre elles, dont nous nous étions surtout occupés jusqu'à présent. Malheureusement, l'influence du milieu extérieur sur le système nerveux n'a surtout été étudiée, jusqu'ici, qu'au point de vue de la réaction subjective. Le résultat en est l'actuelle physiologie des organes des sens.

Pour nos expériences psychiques, nous nous servons de substances déterminées qui excitent l'animal et provoquent, chez lui, une réaction particulière qui, dans notre cas, est le travail des glandes salivaires. Lorsque ces substances sont au contact de la muqueuse buccale, leur mode d'action est essentiellement le même que dans les expériences physiologiques dont nous avons parlé. Il ne reste donc à considérer que le cas où l'approche de ces substances vers la bouche suffit à déclencher la salivation.

Qu'est-ce donc qui distingue ces nouveaux phénomènes des phénomènes physiologiques ? Avant tout, semble-t-il, le fait que, dans la forme physiologique de l'expérience, l'agent entre en contact direct avec l'organisme, alors que dans la forme psychique, il reste à distance. Mais cette circonstance n'implique, en elle-même, si on y réfléchit, aucune différence fondamentale entre ces expériences un peu particulières et les expériences physiologiques pures. Tout se ramène à ce que, dans notre cas, la substance excitante agit sur d'autres organes à sensibilité spéciale (nez, œil, oreille), non plus directement, mais par l'intermédiaire du milieu ambiant. Combien de simples réflexes physiologiques sont, de même, transmis par le nez, l'œil, l'oreille, à distance par conséquent. La différence fondamentale entre les faits nouveaux et les faits physiologiques purs n'est donc pas là.

Il faut la rechercher plus profondément, et, à mon avis, dans le groupe de faits suivant : dans les expériences physiologiques, les qualités de la salive déversée sont déterminées par les propriétés mêmes des substances sur lesquelles elle doit agir ; elle hydrate les substances sèches, enrobe les masses à déglutir, neutralise l'action chimique de ces substances. Ce sont ces mêmes propriétés qui constituent les excitants particuliers des zones spécifiques de la muqueuse buccale. Il en résulte que, dans les expériences physiologiques, les propriétés de l'excitant sont directement liées au rôle physiologique de la salive.

Dans les expériences psychiques, l'animal est excité par des objets non spécifiques par rapport à l'action glandulaire, ou même de caractère tout à fait accidentel. Les qualités lumineuses, sonores et même odorantes de nos excitants ne présentent, en elles-mêmes, ou en tant que parties intégrantes d'autres objets, aucune action sur les glandes salivaires, qui ne sont donc pas en relation directe avec ces qualités. Mais, dans les expériences psychiques sur les glandes salivaires, à côté des propriétés qui n'agissent pas directement sur la salivation, interviennent, en outre, tous les phénomènes qui accompagnent occasionnellement l'excitant, bref, l'ensemble des conditions dans lesquelles il agit : la vaisselle dans laquelle l'objet excitant est contenu, les meubles sur lesquels il repose, la chambre dans laquelle tout se passe, les personnes qui apportent les objets, les sons émis par ces personnes, même invisibles à ce moment, leur voix et même le bruit de leurs pas. La salivation se produit donc, dans ces expériences psychiques, sous l'action d'agents présentant avec les glandes salivaires des rapports de plus en plus lointains et complexes. Nous avons là, sans aucun doute, un phénomène d'adaptation des plus élevés. Evidemment, dans ce cas particulier, le lien existant entre le pas caractéristique de l'homme qui apporte habituellement la nourriture et le fonctionnement des glandes salivaires ne présente, en dehors de sa grande précision, aucune importance physiologique particulière. Mais il suffit d'évoquer le cas d'un animal dont la salive contient un venin, pour apprécier l'importance vitale de cette préparation de la défense à l'approche de l'ennemi.

L'importance des réactions motrices à de tels signes très éloignés de l'agent primitif est l'évidence même : c'est à l'aide de ces signes éloignés, ou même fortuits, que l'animal trouve sa nourriture, évite l'ennemi, etc.

Cela étant posé, le problème est le suivant : peut-on enfermer, dans un cadre précis, tous ces faits d'apparence disparate ? Peut-on rendre ces phénomènes constants, découvrir leurs lois et leur mécanisme ? Quelques exemples me permettront, je crois, de répondre catégoriquement par l'affirmative à ces questions, en montrant le même réflexe spécial à la base de toutes ces expériences psychiques. A

vrai dire, l'expérimentation, dans sa forme physiologique, détermine toujours la même réponse, exception faite, naturellement, de quelques cas extrêmes ; il s'agit d'un réflexe absolu. La caractéristique de l'expérimentation psychique est, au contraire, son instabilité, son inconstance évidente. Pourtant, la réponse obtenue dans l'expérience psychique doit également pouvoir être reproduite, sans quoi il ne saurait en être question. L'expérience psychique ne diffère, en somme, de l'expérience physiologique, que par un nombre plus grand des conditions dont dépend le résultat. Celui-ci sera donc un réflexe conditionnel. Voici, maintenant, les faits qui démontrent la possibilité d'établir des lois même pour notre matériel psychique ; ces faits ont été étudiés dans mon laboratoire par le Dr Tolotchinov.

Il n'est pas difficile de remarquer, dès les premières expériences psychiques, les conditions essentielles qui garantissent leur réussite, c'est-à-dire la constance des résultats. Si l'on essaie d'exciter l'animal (c'est-à-dire ses glandes salivaires) en lui montrant des aliments à distance, le résultat de l'expérience dépend essentiellement de la préparation de l'animal par un certain degré de jeûne. Un animal très affamé donne des résultats positifs ; l'animal le plus glouton, le plus vorace, au contraire, cesse de réagir aux aliments à distance s'il a été, au préalable, bien nourri. Du point de vue physiologique, on peut dire que nous nous trouvons en présence d'une excitabilité différente du centre des glandes salivaires. Dans le premier cas elle est exagérée, dans l'autre, très diminuée. On peut admettre, avec raison, que, de même que la teneur en gaz carbonique du sang règle l'énergie du centre respiratoire, de même la différence d'excitabilité des centres salivaires est déterminée par la composition différente du sang chez l'animal affamé ou repu. Du point de vue subjectif, ces faits correspondraient à ce que l'on appelle l'attention. Ainsi, chez l'animal affamé, la salive apparaît avec facilité à la vue des aliments — au contraire, cette réaction est très faible, ou même nulle, chez l'animal repu.

Allons plus loin. Si l'on montre à l'animal des aliments ou une substance désagréable quelconque plusieurs fois de suite, par sa répétition même l'expérience donne des résultats de plus en plus faibles et, pour finir, une absence

totale de réaction de la part de l'animal. Pour obtenir à nouveau une réaction il suffit de donner à manger au chien, ou de lui introduire dans la bouche la substance qui, à distance, a cessé d'agir ; on obtient, ainsi, le réflexe net habituel, après quoi la substance recommence à agir à distance. Le résultat est, d'ailleurs, le même, que la substance introduite dans la bouche soit un aliment ou une substance désagréable quelconque. Supposons, par exemple, que la poudre de viande ait cessé d'exciter l'animal à distance, on peut lui rendre son action (pouvoir excitant) soit en donnant à manger à l'animal, soit en lui introduisant dans la gueule quelque substance désagréable, par exemple une solution acide. Nous disons que, grâce au réflexe direct, l'excitabilité du centre salivaire a augmenté, de sorte qu'une perception visuelle est devenue suffisante pour déclencher le réflexe. N'est-ce pas le même phénomène qui se produit chez nous quand l'appétit nous vient en mangeant, ou lorsque, après des émotions violentes et pénibles, un appétit apparaît qui n'existait pas auparavant ?

Voici une autre série de faits constants. Un agent excitant détermine à distance la salivation, non seulement par l'ensemble de ses propriétés, mais aussi par des propriétés isolées. Il suffit souvent d'approcher du chien une main qui sent la viande ou de la poudre de viande pour déterminer la salivation. De même, la simple vue des aliments, c'est-à-dire l'impression optique de l'objet, peut déclencher l'activité des glandes salivaires. Mais l'action de toutes les propriétés réunies de l'objet donne toujours un résultat plus sûr et plus important, autrement dit, la somme des excitations agit plus fortement que les excitations isolées.

L'objet agit à distance sur les glandes salivaires, non seulement par ses caractères propres, mais encore par des caractères frappants occasionnels, qui se surajoutent à cet objet. Si la solution acide est colorée en noir, de l'eau colorée en noir agira à distance sur les glandes salivaires. Toutefois, toutes ces propriétés, que l'on ajoute à dessein à l'objet, ne déterminent l'excitation des glandes salivaires à distance que lorsque celui-ci a été, au moins une fois, mis au contact de la muqueuse buccale. L'eau noire n'a agi à distance qu'après qu'on eût introduit dans la bouche du chien un acide coloré

en noir. A ces excitants occasionnels doivent être rattachés également ceux qui agissent sur le nerf olfactif. Les expériences effectuées, dans notre laboratoire, par le Dr O. G. Snarsky, ont montré que le réflexe salivaire simple, physiologique, dont le point de départ est la muqueuse nasale, n'est déterminé que par l'excitation des filets sensitifs de la muqueuse olfactive qui suivent le trijumeau. L'ammoniaque, l'essence de moutarde, etc., le provoquent toujours à coup sûr, même chez l'animal curarisé. Cette action disparaît si l'on sectionne les nerfs trijumeaux. L'odeur seule, non accompagnée d'irritation locale, n'amène pas de réflexes glandulaires. Si l'on fait sentir, pour la première fois, à un chien normal porteur de fistules permanentes, l'odeur de l'essence d'anis, par exemple, on n'observe aucun écoulement de salive. Si, au contraire, on fait coïncider la perception olfactive avec une forte irritation de la muqueuse buccale du chien par l'essence d'anis, cette même odeur déterminera seule, par la suite, la salivation.

En associant une substance alimentaire à une substance désagréable ou à un des attributs de cette substance, viande arrosée d'un acide par exemple, on constate que, malgré l'impulsion du chien vers la viande, on obtient une sécrétion de la parotide. Or cette glande ne sécrète pas pour la viande seule. Il y a donc réaction à la substance désagréable. En outre, si, par sa répétition, l'influence à distance de la substance désagréable devient insignifiante, en associant cette substance aux aliments qui attirent l'animal, on obtient toujours un renforcement de la réaction.

Ainsi qu'il a été dit plus haut, la sécrétion salivaire est abondante pour les aliments secs, faible ou même nulle pour les aliments imprégnés d'eau. Si l'on agit à distance sur un chien au moyen de ces deux objets opposés, soit du pain sec et de la viande crue, par exemple, le résultat variera suivant l'objet qui, à en juger par la réaction motrice du chien, l'attire le plus. Si, comme c'est le cas le plus fréquent, le chien est plus excité par la viande, il n'y aura de réaction que pour la viande, c'est-à-dire qu'il n'y aura pas de salivation. Dans ce cas le pain, quoique se trouvant devant les yeux du chien, reste sans effet. On peut même donner au pain sec l'odeur du saucisson ou de la viande, de

façon que de la viande et du saucisson ne subsiste que l'odeur, et que seul le pain sec agisse sur la vue, dans ce cas encore, l'animal réagira uniquement au saucisson ou à la viande.

Il existe d'autres moyens encore d'inhiber l'action à distance des excitants. Si, en présence d'un chien glouton et fortement excitable, on donne du pain sec à un autre chien, les glandes salivaires de ce premier chien, qui jusque là réagissaient très vivement à la vue du pain sec, ne présentent plus aucune réaction. Lorsque l'on met le chien pour la première fois sur la table, la vue du pain sec qui agissait très fortement sur les glandes salivaires quand le chien était par terre, ne donne plus aucune réaction.

J'ai cité quelques faits faciles à reproduire et constants. Il n'est pas douteux que certains cas étonnants de dressage sont des faits du même genre et témoignent ainsi, depuis longtemps déjà, de la grande dépendance de quelques phénomènes psychiques chez les animaux. Il est à regretter qu'ils soient restés si longtemps sans attirer sur eux l'attention des savants.

Il n'a pas, jusqu'ici, été question, dans mon exposé, de faits relatifs à ce que, dans le langage subjectif, on appelle des désirs. Nous n'en avons, effectivement, rencontré aucun cas. Nous avons, au contraire, assisté constamment à la répétition de ce fait fondamental, à savoir que le pain sec, vers lequel le chien tournait à peine la tête, déterminait, à distance, une très abondante salivation, alors que la viande, sur laquelle le chien se jetait avec voracité, se débattant s'il était attaché, ne produisait, à distance, aucune action sur les glandes. Ainsi, ce qui, dans le domaine subjectif, nous semble être un désir, ne s'est traduit, dans nos expériences, que par les mouvements des animaux et n'a influé positivement d'aucune façon sur le fonctionnement des glandes salivaires. Dire qu'un désir violent excite la sécrétion des glandes salivaires ou gastriques est donc une erreur profonde. J'ai moi-même, dans des travaux antérieurs, commis le péché de confondre des choses si différentes. Nous devons donc distinguer nettement, dans nos expériences, les réactions glandulaires de l'organisme des réactions motrices et, dans le cas d'activité glandulaire, en transportant nos résultats dans le domaine subjectif, tenir compte pour la réussite

de nos expériences, non du désir du chien, mais de son attention. La réaction salivaire de l'animal pourrait être considérée, dans le monde subjectif, comme le substratum directement représentatif de la pensée.

Les faits cités plus haut autorisent déjà certaines conclusions, non dénuées d'importance, sur les processus dont le système nerveux central est le siège. Ils sont, en outre, susceptibles d'être analysés plus avant avec fruit.

Étudions, d'un point de vue physiologique, quelques-uns de ces faits, et d'abord le fait fondamental. Lorsqu'un objet donné (un aliment de l'une ou de l'autre sorte, ou une substance chimique irritante) est amené au contact d'une zone spéciale de la muqueuse buccale et l'excite par celles de ses qualités qui agissent directement sur le travail des glandes salivaires, ses autres qualités, et toutes les circonstances occasionnellement solidaires de l'objet, bien que sans lien direct avec ces glandes, mais qui excitent simultanément les autres organes des sens, agissent vraisemblablement sur le même centre des glandes salivaires, qu'atteint, par la voie centripète normale, l'excitation principale. On pourrait admettre que, dans ce cas, le centre salivaire constitue, dans le système nerveux central, un point d'attraction pour les excitations venues des autres organes des sens. On peut admettre qu'une certaine liaison s'établit entre les zones sensorielles du corps et le centre salivaire. Mais cette relation du centre avec ces voies accidentelles, très fragile, s'interrompt d'elle-même. Il faudrait répéter incessamment l'excitation simultanée par les qualités essentielles de l'objet et ses qualités accessoires, afin que leur association s'incrustât de plus en plus. Il s'établit ainsi une dépendance temporaire entre l'activité d'un organe donné et les objets extérieurs. Ce rapport momentané et sa loi, qui est de se renforcer par la répétition et de disparaître en l'absence de celle-ci, jouent un rôle énorme dans le bien-être et l'intégrité de l'organisme, grâce à lui s'affine l'adaptation et se perfectionnent les relations entre l'activité de l'organisme et le monde extérieur. Les deux moitiés de la loi sont aussi importantes l'une que l'autre : si l'organisme a beaucoup à gagner à ces rapports momentanés entre lui et l'objet, il est de la plus haute importance que ces rapports cessent dès qu'ils ne répondent

plus à la réalité. Si non, les rapports des animaux avec les conditions extérieures, au lieu d'être subtils, deviendraient chaotiques.

Arrêtons-nous encore sur un autre fait. Comment se représenter physiologiquement que la vue de la viande arrête la réaction produite sur la parotide par la vue du pain, c'est-à-dire que la salive qui coulait pour le pain cesse de couler s'il y a coïncidence d'excitation par la viande ? On peut penser qu'à la forte réaction motrice vers la viande correspond une forte excitation dans un centre moteur particulier, ce qui entraîne, d'après la règle énoncée plus haut, une diminution de l'excitation des autres points du système nerveux central, et des centres salivaires en particulier — bref, que l'excitabilité de ces centres diminue. Une autre expérience, dans laquelle la sécrétion salivaire pour le pain est arrêtée chez un chien par la vue d'un autre chien, parle en faveur d'une telle interprétation de notre expérience. Dans ce cas, en effet, la réaction motrice vers le pain est très accentuée. Il eût été plus convaincant encore d'avoir un chien préférant les aliments secs aux aliments frais, et présentant pour les premiers une plus forte réaction motrice. Nos déductions seraient exactes si ce chien n'eût présenté aucune sécrétion salivaire pour l'aliment sec, ou, en tout cas, une sécrétion beaucoup moins importante qu'un animal ordinaire. Il est universellement connu que souvent un trop grand désir peut empêcher certains réflexes spéciaux.

Mais, parmi les faits cités plus haut, il en est qui sont encore très difficiles à expliquer du point de vue physiologique. Par exemple, pourquoi, par la répétition, le réflexe conditionnel devient-il fatalement inefficace ? L'idée naturelle de la fatigue peut à peine être invoquée, car il s'agit ici d'une excitation faible. La répétition d'une excitation forte ne donne pas, dans le réflexe absolu, de fatigue aussi rapide. Il s'agit vraisemblablement ici de propriétés tout à fait spéciales de l'excitation qui passe par les voies centripètes occasionnelles.

De tout ce qui précède, il résulte que le nouveau problème ressortit à des méthodes purement objectives et est, dans son ensemble, un sujet de pure physiologie. Il est de toute vraisemblance que l'analyse de ce groupe d'excitations qui,

du monde extérieur, se portent vers le système nerveux, nous fera découvrir les lois de l'activité nerveuse et nous en montrera le mécanisme sous un jour tel que, dans l'état actuel de nos observations sur les phénomènes nerveux intérieurs, nous les ignorons encore complètement ou les soupçonnons à peine.

Malgré leur complexité, les phénomènes nouveaux présentent de grands avantages pour l'observation. Avec les méthodes habituelles d'étude du mécanisme du système nerveux, les expériences se font sur des animaux qui viennent d'être mutilés, en outre, et c'est là le fait capital, l'excitation porte sur des troncs nerveux, c'est-à-dire à la fois, et d'une façon identique, sur de nombreux filets nerveux différents, combinaison que l'on ne rencontre jamais dans la réalité. Il est naturel qu'il soit très difficile de découvrir les lois de l'activité normale du système nerveux, puisque par des excitations artificielles on lui donne une allure tout à fait chaotique. Dans les conditions naturelles où se font nos nouvelles expériences, les excitations passent isolément, en respectant le rapport des intensités.

Tout ceci s'applique aux expériences psychiques en général, mais, dans notre cas, les phénomènes psychiques observés sur les glandes salivaires ont une supériorité qui leur est propre. Dans tout problème compliqué par sa nature même, il est important, pour le succès de l'observation, de pouvoir le simplifier d'une façon quelconque. Dans le cas particulier, cette simplification existe. Le rôle des glandes salivaires est si simple que leurs relations avec le milieu extérieur doivent être également simples et faciles à observer et à interpréter. Il ne faut pourtant pas croire que le rôle physiologique des glandes salivaires soit épuisé par les fonctions indiquées dans cet exposé. Non, bien sûr. Ainsi, l'animal emploie sa salive pour lécher et guérir ses plaies. Là est peut-être l'explication de ce fait que nous pouvons amener la salivation par l'excitation des différents nerfs sensitifs. Et pourtant, le rôle physiologique des glandes salivaires reste très éloigné, par sa complexité, du travail physiologique de la musculature qui relie, de façons infiniment variées, l'organisme au monde extérieur. De plus, la coïncidence des réactions glandulaire, salivaire par exemple, et motrice nous donne,

d'une part, le moyen de distinguer le particulier du général et nous permet, d'autre part, de nous débarrasser de tous les clichés et interprétations antropomorphiques amassés pour expliquer la réaction motrice des animaux.

La possibilité d'analyser et de systématiser les phénomènes étudiés étant démontrée, il nous reste, et c'est le travail que nous avons entrepris, à étudier le fractionnement systématique et la destruction du système nerveux central, afin de voir comment varieront, dans ces conditions, les réactions étudiées jusqu'ici. On aura, de la sorte, une analyse anatomique du mécanisme de ces réactions. Et c'est ce qui constituera, dans un avenir que je crois fermement peu éloigné, la psychopathologie expérimentale..

Pour cette étude encore, les glandes salivaires présenteront de grands avantages, au point de vue expérimental. La partie du système nerveux liée aux réactions motrices occupe une place si grande, si importante dans la masse cérébrale que, souvent, une destruction, même très limitée, donne des résultats fâcheux et extrêmement complexes. Le système nerveux des glandes salivaires, par contre, étant donné le peu d'importance physiologique de ces glandes, ne constitue qu'une fraction insignifiante de la masse cérébrale. Sa répartition dans le cerveau doit donc être telle que sa destruction partielle, isolée, ne présente pas, à beaucoup près, les inconvénients qu'on rencontre dans l'étude de l'appareil moteur.

Les expériences de psychopathologie ont commencé à l'époque où les physiologistes ont, pour la première fois, supprimé telle ou telle partie du système nerveux central et observé les animaux ayant survécu à ces opérations.

Durant ces vingt dernières années, quelques faits capitaux ont été acquis. Nous savons quelle diminution de la capacité d'adaptation on observe après la suppression de tout ou partie des hémisphères, mais l'étude de ces observations n'a pas encore été poursuivie systématiquement. La raison en est, pour moi, que les observateurs ne possèdent pas encore d'étude systématique et détaillée des rapports normaux des animaux avec le milieu extérieur, qui leur permettrait de comparer objectivement et avec précision les réactions de l'animal avant et après l'opération.

Ce n'est qu'en suivant la voie des recherches objectives que nous arriverons, peu à peu, jusqu'à l'analyse complète de cette adaptation illimitée, en quoi consiste la vie sur la terre. Le mouvement de la plante vers la lumière et la recherche de la vérité par l'analyse mathématique ne sont-ils pas, en vérité, des phénomènes du même ordre ? Ne sont-ce pas les chaînons extrêmes de la chaîne presque infinie de l'adaptation qui s'accomplit dans tout le monde vivant ?

Nous pouvons analyser l'adaptation, dans ses formes les plus simples, en nous appuyant sur des faits objectifs. Quelle raison aurait-on de changer de méthode pour étudier les adaptations d'un ordre supérieur ?

Les travaux dans ce sens ont commencé aux divers échelons du monde vivant et se poursuivent brillamment, sans connaître d'obstacles. L'observation objective de l'être vivant, qui commence par l'étude des tropismes des êtres rudimentaires, peut et doit rester la même lorsqu'elle atteint les manifestations supérieures de l'organisme animal, ce que, chez les animaux supérieurs, on appelle manifestations psychiques.

Tôt ou tard la science, en s'appuyant sur les analogies des manifestations extérieures, reportera, sur notre monde subjectif, les données objectives obtenues, et, éclairant brusquement et intensément notre nature si mystérieuse, élucidera le mécanisme et le sens réel de ce qui préoccupe le plus l'homme, c'est-à-dire sa conscience, la souffrance d'être conscient. Voilà pourquoi j'ai toléré, dans mon exposé, une certaine contradiction de termes. Dans le titre de mon discours, et tout le long de l'exposé, j'ai employé le terme « psychique », tandis que, d'autre part, je ne rapportais que des observations objectives, laissant absolument de côté tout ce qui était subjectif. Les manifestations de la vie appelées psychiques, quoique étudiées objectivement chez les animaux, se distinguent cependant, ne serait-ce que par leur complexité, des phénomènes purement physiologiques. Quelle importance y a-t-il à qualifier ces phénomènes de psychiques ou de nerveux-complexes, par opposition aux phénomènes physiologiques simples, puisqu'il est reconnu que le naturaliste ne les peut aborder que du point de vue objectif, sans s'occuper de leur essence ?

N'est-il pas évident que le vitalisme actuel, de même que l'animisme, confond les points de vue différents du naturaliste et du philosophe. Le premier a, jusqu'à présent, basé tous ses grands progrès sur l'étude objective des faits et de leurs rapports, ignorant, par principe, la question des origines réelles et des causes finales ; le philosophe, au contraire, personnifiant les grandes aspirations de l'homme vers la synthèse, et voulant donner réponse à tout ce qui touche l'homme doit, dès maintenant, créer un tout de l'objectif et du subjectif. Pour le naturaliste, seules importent la méthode et les chances d'atteindre une vérité solide, inattaquable. Partant de ce point de vue qui lui est indispensable, la notion de l'âme, en tant que principe naturaliste, non seulement ne lui est d'aucune utilité, mais lui serait même nuisible dans son travail, en limitant la hardiesse et la profondeur de son analyse.

II

De la sécrétion psychique des glandes salivaires (1)

Tout récemment, la physiologie des glandes salivaires a particulièrement mis en lumière, dans l'étude de ces organes, les phénomènes que l'on appelle habituellement psychiques.

Les derniers travaux sur l'activité des glandes salivaires, Glinski (2), Wolfsohn (3), Henri et Malloizel (4), et Borissoff (5), ont montré la parfaite adaptabilité de ces glandes aux excitations extérieures. Fait déjà soupçonné par Claude Bernard, sous l'influence d'un aliment dur et sec, introduit dans la bouche, les glandes salivaires sécrètent de la salive en grande quantité, ce qui, d'une part, permet à cet aliment de révéler, en se dissolvant, ses propriétés chimiques et, d'autre part, aide à sa transformation mécanique, facilitant ainsi son passage dans l'estomac. Au contraire, la salive est sécrétée en beaucoup moins grande quantité quand il s'agit d'un aliment contenant beaucoup d'eau (à l'état libre) et, d'autant moins, qu'il y a plus d'eau dans l'aliment. Le lait provoque, il est vrai, une abondante sécrétion salivaire, mais c'est que l'addition de salive muqueuse au lait empêche celui-ci de former dans l'estomac un caséum compact et facilite ainsi l'action du suc gastrique sur le lait. Pour l'eau ou le sérum physiologique, il n'y a aucune sécrétion salivaire, elle serait, en effet, inutile. Sous l'influence de toutes les substances chimiques fortement irritantes introduites dans la bouche, la salive s'écoule en quantité strictement déterminée par la concentration de ces substances. La salive est, dans ce cas, destinée à les diluer et à

(1) Article paru dans le tome I des *Archives internationales de physiologie*, 1904.

(2) *Travaux de la Soc. des Méd. russes de Saint-Petersbourg*, 1895.

(3) Thèse Saint-Petersbourg, 1898.

(4) *C. R. de la Soc. de Biol. de Paris*, 1902.

(5) *Vratch.*, 1903.

en débarrasser la bouche. Les glandes salivaires muqueuses donnent, pour les substances alimentaires, une salive riche en mucine et contenant une grande quantité de ptyaline. Au contraire, pour les substances chimiques non alimentaires, la salive sécrétée est fluide, aqueuse, pauvre en mucine. Dans le premier cas, la salive joue le rôle d'enduit et facilite le glissement de l'aliment vers l'estomac, de plus, elle le transforme dans une certaine mesure. Dans le second cas, la salive n'agit que comme liquide destiné à rincer la cavité buccale. Du sable de mer ou de rivière, introduit dans la bouche, détermine la salivation ; il ne peut, en effet, être expulsé qu'à l'aide d'un liquide. Un morceau de silex est rejeté de la bouche sans que la salive apparaisse, celle-ci eût été tout à fait inutile dans ce cas.

Dans tout ce qui précède il s'agit de réflexes spéciaux qui, grâce à la sensibilité spécifique des terminaisons périphériques des différents nerfs centripètes de la cavité buccale (sensibilité mécanique et chimique sous toutes leurs formes), déterminent la diversité dans l'activité des glandes qui répondent à l'excitation.

Les mêmes rapports entre les excitations énumérées et l'activité des glandes salivaires s'observent lorsque ces agents excitants n'entrent pas en contact avec la muqueuse buccale, mais restent à distance. Il suffit seulement qu'ils fixent l'attention du chien.

Ici se pose une question de très grande importance : de quelle façon pourrait-on pousser plus loin l'étude de ces phénomènes ? Après quelques essais, nous avons décidé d'aborder le problème par la méthode objective, dans laquelle l'observateur, ignorant absolument l'état subjectif supposé de l'animal étudié, doit concentrer toute son attention sur la constatation des moindres variations des conditions influant sur l'activité des glandes salivaires. Le point de départ de ces observations était l'idée que la soi-disant sécrétion psychique n'était, en réalité, que le même réflexe spécifique que celui qui se produit dans la cavité buccale, avec la seule différence qu'il est provoqué par l'excitation d'autres zones sensorielles, et qu'il n'est que temporaire, conditionnel. Le but des recherches devint ainsi l'étude des conditions dans lesquelles apparaissent ces réflexes spé-

ciaux. Les premiers travaux furent faits dans cette voie par le Dr Tolotchinov (1).

Les expériences démontrèrent, d'une façon péremptoire, à mon avis, que l'étude de notre sujet pouvait être poursuivie avec fruit dans la voie indiquée. Elles établirent que les réflexes énumérés ci-dessus, provoqués à distance, aussi bien avec des aliments qu'avec des substances refusées par le chien, disparaissent complètement par la répétition de l'expérience à de courts intervalles. Mais ces réflexes peuvent être rétablis ; un exemple : on présente au chien de la poudre de viande plusieurs fois de suite, son action à distance diminue progressivement et finit par cesser complètement, mais il suffit de faire goûter au chien un peu de cette poudre pour que son action à distance réapparaisse.

On obtient le même résultat si, au lieu de donner à manger au chien de la poudre de viande, on lui verse dans la bouche un acide.

Lorsque, par la répétition, l'acide cesse de provoquer à distance la salivation, outre le moyen qui vient d'être indiqué (c'est-à-dire l'introduction dans la bouche de l'acide ou de la poudre de viande) on peut rétablir le réflexe à distance en montrant au chien de la viande imprégnée d'acide. Notons ici que la viande seule, étant riche en eau, ne provoque qu'une faible sécrétion salivaire et même, souvent, ne provoque aucune sécrétion de la parotide.

L'action à distance des substances alimentaires est nettement influencée par l'état de jeûne ou de satiété de l'animal. Dans le second cas, la réaction est beaucoup moins forte, et disparaît plus vite par la répétition, que dans le premier.

Les propriétés isolées d'un objet agissent à distance avec beaucoup moins de force que l'objet entier, avec l'ensemble de ses propriétés ; par exemple, l'odeur seule de la poudre de viande amène moins de salive que cette poudre agissant à la fois sur l'odorat et la vue — on obtient les mêmes résultats en répétant les expériences à distance, c'est-à-dire que, dans le premier cas, l'action disparaît plus vite.

Le réflexe conditionnel (réflexe à distance) peut être

(1) Comptes rendus du Congrès des naturalistes et médecins du Nord à Helsingfors, 1902.

interrompu brusquement de plusieurs manières. Si, immédiatement après avoir provoqué une forte sécrétion salivaire par action à distance d'un morceau de pain sec, et pendant que celle-ci se produit, on montre à l'animal de la viande crue, la sécrétion s'arrête instantanément. Si l'on montre du pain sec à un chien affamé, et qu'en même temps on donne à un autre chien à manger un morceau de pain analogue, la sécrétion salivaire, qui avait commencé à apparaître chez le premier chien, peut immédiatement s'arrêter. Un chien neuf, étant par terre, réagit au pain, mais la réaction s'arrête dès qu'on le met sur la table d'expérience. Le même fait se produit pour toute substance agissant à distance.

Si l'on a introduit plusieurs fois dans la bouche d'un chien de l'acide coloré en noir par de l'encre de chine, la vue de l'eau colorée de la même façon produit, ensuite, la même excitation. Et l'on peut faire disparaître, puis réapparaître, à volonté, la relation entre le liquide coloré et la sécrétion salivaire en versant tour à tour, dans la bouche du chien, de l'eau colorée ou de l'acide coloré.

Si l'on fait sentir à un chien une odeur qui n'a pas d'action irritante locale sur la muqueuse pituitaire, et provenant d'une substance que le chien n'a encore jamais rencontrée, cette odeur restera sans effet sur les glandes salivaires. Mais si cet objet, introduit dans la bouche du chien, apparaît un excitant de la sécrétion salivaire, sa seule odeur, à l'avenir, provoquera la salivation.

Dans mon discours de Madrid, j'ai essayé de tirer des conclusions scientifiques générales de tous les travaux parus jusqu'ici sur les phénomènes nouveaux, nés de l'étude des glandes salivaires, et d'établir un schéma purement physiologique de ces phénomènes.

Pour bien comprendre ce qu'il y a d'important dans l'activité des glandes salivaires étudiées à ce point de vue nouveau pour la physiologie, il faut distinguer, dans l'agent extérieur qui provoque une réaction de l'organisme animal, deux sortes de qualités : les qualités essentielles, qui déclenchent à coup sûr une réaction déterminée dans tel ou tel organe, et les qualités secondaires, dont l'action est temporaire et conditionnelle. Prenons, par exemple, une solution acide. Comme agent chimique déterminé, son action sur la muqueuse

buccale se traduit toujours, entre autres, par un écoulement de salive qui neutralise, dilue et élimine cette solution, fait nécessaire à la défense de l'organisme. Les autres propriétés de cette solution, couleur, odeur, n'ont, par elles-mêmes, aucune action salivaire, ni la salive sur elles. D'autre part, un fait important dans les manifestations animales, est que les qualités secondaires de l'objet n'agissent sur l'organe (dans notre cas les glandes salivaires), que lorsque leur action sur un point sensible de l'organisme coïncide avec l'action d'une qualité essentielle. Si ces propriétés indirectes agissent longtemps ou toujours seules (sans intervention des qualités essentielles), elles finissent par perdre toute action, ou bien même n'acquièrent jamais d'influence sur l'organe donné. Le mécanisme physiologique de ces phénomènes peut être expliqué de la façon suivante : admettons que l'action sur la muqueuse buccale des propriétés de l'objet indispensables au déclenchement de la salivation, c'est-à-dire à l'excitation du centre réflexe salivaire inférieur, coïncide avec l'excitation d'autres points sensibles de l'organisme par les propriétés secondaires de l'objet, ou même par des phénomènes étrangers tout à fait indépendants (excitation optique, olfactive). Dans ce cas, l'excitation des centres correspondants de l'étage supérieur du cerveau aura le choix entre les nombreuses voies qui conduisent au centre effectif de la salivation. Il faut admettre que ce dernier centre, étant fortement excité, attire à lui l'excitation des autres centres, moins excitables. Tel serait le mécanisme, commun à tous les cas étudiés par nous, d'excitation psychique des glandes salivaires.

Le fait que la salivation déterminée chez un chien à la vue du pain diminue lorsque, devant lui, on donne à manger du pain à un autre chien, pourrait être expliqué par le passage de l'excitation à un autre centre, le centre du mouvement, fortement excité, à en juger par les mouvements violents de l'animal.

L'influence de l'état de jeûne et de satiété sur l'action des aliments à distance pourrait être expliquée par les variations de l'excitabilité du centre salivaire suivant la composition du sang, différent dans les deux cas.

L'étude des phénomènes sous ce jour incite peu le phy-

siologiste à donner à ces phénomènes l'épithète de « psychiques », mais, pour les distinguer des phénomènes nerveux habituellement étudiés en physiologie, on pourrait les désigner sous le nom de phénomènes « nerveux complexes ».

En étudiant les faits cités jusqu'à présent, le lecteur peut être tenté de dire que tous les phénomènes qualifiés de « nerveux complexes » sont, du point de vue subjectif, évidents par eux-mêmes, et que leur description physiologique n'est pas nouvelle. C'est en partie vrai. Mais le schéma physiologique est destiné à donner une base qui permette de réunir et d'exposer de nouveaux faits dans cette nouvelle voie expérimentale.

Dans le discours cité plus haut, à propos des faits qui y sont énumérés, j'avais exprimé l'espoir qu'un jour ces faits puissent être étudiés plus à fond avec succès. Cet espoir s'est entièrement réalisé, grâce aux recherches faites depuis dans mon laboratoire.

Le Dr Babkine (1) a beaucoup étendu nos connaissances sur l'étude de la disparition et de la réapparition des nouveaux réflexes.

Voici une des expériences courantes qui s'y rapportent :

Heure	Moyen d'excitation d'une durée de une minute	Quantité de salive en cc.
2 h. 46'	Vue de la poudre de viande pendant 1'	0,4
2 h. 49'	— — — 1'	0,3
2 h. 52'	— — — 1'	0,2
2 h. 55'	— — — 1'	0,1
2 h. 58'	— — — 1'	1,05
3 h. 1'	— — — 1'	0,05
3 h. 4'	— — — 1'	0,0

La disparition du réflexe par la répétition ne se produit avec une exactitude absolue que si, toutes choses égales d'ailleurs, les conditions sont identiques, c'est-à-dire lorsque l'excitation est produite de la même façon, par la même personne, faisant les mêmes gestes, avec le même objet (ceci aussi bien pour le contenu que pour le récipient). L'identité des conditions concerne donc particulièrement ce qui,

(1) Travaux du Congrès de Pirogoff à Saint-Petersbourg, 1904.

d'une façon quelconque, est lié à l'acte de manger ou à l'introduction dans la bouche d'une substance refusée par l'animal. Les variations des conditions qui ne déterminent aucune réaction propre chez l'animal sont sans importance.

La vitesse de disparition du réflexe par la répétition est nettement en rapport avec la longueur de l'intervalle séparant deux excitations consécutives. Plus court est l'intervalle, plus vite disparaît le réflexe, et inversement. Voici un exemple.

L'excitation est encore produite par la vue de la poudre de viande pendant une minute. En répétant cette excitation toutes les deux minutes, le réflexe disparaît en 15 minutes. Avec un intervalle de 8 minutes, en 54 minutes, et avec un intervalle de 16 minutes, le réflexe existe encore au bout de 2 heures. Si, à ce moment, on répète l'excitation toutes les 2 minutes, le réflexe disparaît vers la fin de la 18^e minute.

Une fois disparu, le réflexe, si aucun fait important n'intervient, ne se rétablit parfois qu'au bout de 2 heures.

Toute modification dans les détails de l'excitation conditionnelle augmente ou rétablit immédiatement la sécrétion salivaire. Si le chien est excité avec de la poudre de viande présentée sur la main et si, pendant ce temps, cette main s'élève et s'abaisse continuellement, il suffit d'arrêter ce mouvement pour que la sécrétion salivaire, qui par la répétition a diminué ou même cessé, s'accroisse ou se rétablisse. Si une excitation provoquée par une personne donnée a cessé d'agir par sa répétition, elle redevient immédiatement efficace avec une autre personne.

D'après ce qui précède, on peut prévoir qu'un réflexe conditionnel, momentanément disparu du fait de sa répétition, n'empêche nullement l'apparition d'un autre réflexe conditionnel. En voici un exemple :

Heure	Moyen d'excitation d'une durée de une minute	Quantité de salive en cc.
1 h. 10'	Vue d'une solution de quassia.....	0,8
1 h. 13'	— — — — —	0,3
1 h. 16'	— — — — —	0,15
1 h. 19'	— — — — —	0,0
1 h. 22'	— — — — —	0,05
1 h. 25'	— — — — —	0,0

Heure	Moyen d'excitation d'une durée de une minute	Quantité de salive en cc.
1 h. 28'	Vue de la poudre de viande.....	0,7
1 h. 31'	— — —	0,3
1 h. 34'	— — —	0,1
1 h. 37'	— — —	0,05
1 h. 40'	— — —	0,0

Le réflexe conditionnel, aboli par sa répétition, peut cependant être rétabli à chaque instant, ainsi qu'il a été déjà démontré dans les expériences du Dr Tolotchinov. Si, par exemple, le réflexe conditionnel provoqué par la vue de la poudre de viande a disparu à la suite de sa répétition, il suffit de provoquer le réflexe absolu, déterminé par la même poudre, ou par un autre aliment, ou même par une substance quelconque repoussée par l'animal, pour rétablir le réflexe conditionnel que provoque la vue de la poudre de viande. De plus, si d'autres réflexes conditionnels, déterminant chez l'animal une réaction importante, sont provoqués de suite après la disparition d'un réflexe conditionnel, ils rétablissent aussitôt le réflexe disparu.

Le pouvoir de restitution de ces réflexes surajoutés, qu'ils soient absolus ou conditionnels, est d'autant plus grand et plus certain qu'ils déterminent une plus forte salivation.

Voici une expérience qui le démontre :

Heure	Moyen d'excitation d'une durée de une minute	Quantité de salive en cc.
11 h. 34'	Vue de la poudre de viande.....	0,7
11 h. 37'	— — —	0,4
11 h. 40'	— — —	0,2
11 h. 43'	— — —	0,05
11 h. 46'	— — —	0,0
TOTAL.....		1,35

A 11 h. 49, on produit l'excitation à distance par un acide, pendant 1 minute, ce qui ne donne que 1,2 cc., de salive. Puis on continue immédiatement l'expérience avec la poudre de viande.

Heure	Moyen d'excitation d'une durée de une minute	Quantité de salive en cc.
11 h. 52'	Vue de la poudre de viande.....	0,1
11 h. 55'	— — —	0,0
TOTAL.....		0,1

A 11 h. 58, on verse un acide dans la bouche du chien, on obtient ainsi 3,5 cc. de salive et l'on continue l'expérience avec la poudre de viande.

Heure	Moyen d'excitation d'une durée de une minute	Quantité de salive en cc.
12 h. 2'	Vue de la poudre de viande.....	0,4
12 h. 5'	— — —	0,3
12 h. 8'	— — —	0,1
12 h. 11'	— — —	0,0
TOTAL.....		0,8

A midi 14 minutes, on verse dans la bouche du chien un acide plus fort ; on obtient 8,0 cc. de salive et l'on continue l'expérience avec la poudre de viande.

Heure	Moyen d'excitation d'une durée de une minute	Quantité de salive en cc.
12 h. 20'	Vue de la poudre de viande.....	0,7
12 h. 23'	— — —	0,4
12 h. 26'	— — —	0,2
12 h. 29'	— — —	0,15
12 h. 32'	— — —	0,05
12 h. 35'	— — —	0,0
12 h. 38'	— — —	0,0
TOTAL.....		1,5

L'action de rétablissement des réflexes intermédiaires est donc surtout importante aussitôt après leur intervention, et diminue ensuite progressivement.

Si la réapparition du réflexe est obtenue plusieurs fois de suite avec le même réflexe absolu, le pouvoir de rétablissement de ce dernier diminue progressivement et finit même par disparaître. Dans ce cas, en remplaçant ce réflexe absolu par un autre, le réflexe conditionnel réapparaît. En voici un exemple.

On fait manger au chien de la poudre de viande et on obtient 4 cc. de salive.

Heure	Moyen d'excitation d'une durée de une minute	Quantité de salive en cc.
11 h. 48'	Vue de la poudre de viande.....	0,8
11 h. 51'	— — —	0,7
11 h. 54'	— — —	0,5
11 h. 57'	— — —	0,3
12 h.	— — —	0,2
12 h. 3'	— — —	0,1
12 h. 6'	— — —	0,0
12 h. 9'	— — —	0,0
TOTAL.....		2,6

A midi 10 minutes, on fait manger au chien de la poudre de viande. On obtient 3,4 cc. de salive et l'on continue l'expérience avec le réflexe conditionnel.

Heure	Moyen d'excitation d'une durée de une minute	Quantité de salive en cc.
12 h. 14'	Vue de la poudre de viande.....	0,6
12 h. 17'	— — —	0,4
12 h. 20'	— — —	0,1
12 h. 23'	— — —	0,0
12 h. 26'	— — —	0,05
12 h. 29'	— — —	0,0
TOTAL.....		1,15.

A midi 30, on fait de nouveau manger au chien de la poudre de viande ; on obtient 3,6 cc. de salive et l'on poursuit l'expérience.

Heure	Moyen d'excitation d'une durée de une minute	Quantité de salive en cc.
12 h. 48'	Vue de la poudre de viande.....	0,0
12 h. 51'	— — —	0,0
TOTAL.....		0,0

A midi 52, on verse dans la bouche du chien un acide ; on obtient ainsi 4,9 cc. de salive et l'on continue l'expérience.

Heure	Moyen d'excitation d'une durée de une minute	Quantité de salive en cc.
12 h. 56'	Vue de la poudre de viande.....	0,7
12 h. 59'	— — —	0,4
1 h. 2'	— — —	0,2
1 h. 5'	— — —	0,1
1 h. 8'	— — —	0,05
1 h. 11'	— — —	0,0
TOTAL.....		1,45

Mais le rétablissement du réflexe conditionnel par le changement de réflexe absolu a également une limite, c'est-à-dire qu'il arrive un moment où aucun nouveau réflexe n'est capable de rétablir le réflexe conditionnel aboli.

Ces faits ne constituent qu'une partie des expériences du Dr Babkine. C'est à lui également que nous devons des

expériences provoquant l'arrêt brusque du réflexe conditionnel.

Les expériences de Tolotchinov avaient déjà montré qu'au moment d'une excitation motrice un peu forte, le réflexe salivaire conditionnel faiblit ou disparaît même complètement.

Dans les expériences de Babkine, on détermine chez le chien un état d'émotion violente, soit par de fortes excitations de la vue et de l'ouïe (éclairage brusque et intense de la pièce laissée jusque là dans la demi-obscurité, coups dans la porte de la pièce où se trouve le chien), soit par des excitations tout à fait nouvelles (le son du phonographe). Etudions, par exemple, le réflexe conditionnel à la poudre de viande. Supposons qu'il existe très nettement ; on détermine alors chez le chien une émotion violente, et immédiatement on constate que le réflexe conditionnel est aboli. Bien entendu, l'essai qui a précédé l'excitation, et celui qui l'a suivi, ont, comme toujours, été accompagnés du réflexe absolu, c'est-à-dire qu'après avoir montré la poudre de viande au chien, on lui en a donné un peu à manger afin que le réflexe conditionnel ne s'affaiblisse pas. La sécrétion salivaire commence à réapparaître dans le second essai du réflexe conditionnel après la forte excitation, mais elle est encore faible et n'atteint que lentement sa valeur initiale.

Le curieux fait suivant peut encore rentrer dans la même catégorie : chez les chiens particulièrement avides, à réactions motrices particulièrement violentes, la vue de la poudre de viande n'amène aucune sécrétion de la parotide, alors que chez les chiens moins avides, plus tranquilles, cette glande donne une certaine quantité de salive. La sécrétion salivaire peut apparaître, chez les premiers, au moment où on leur montre la poudre de viande, mais elle disparaît tandis que croît l'excitation motrice.

Tous les faits cités plus haut constituent une introduction à l'étude systématique du sujet et à l'explication des phénomènes nouveaux et complexes qui nous intéressent.

Ce sujet est évidemment très complexe et les problèmes s'ajoutent les uns aux autres, mais cette complexité n'empêche pas une étude détaillée et de plus en plus approfondie. Les expériences sont faciles à systématiser. Les résultats

obtenus dans un laboratoire, par un observateur, sont facilement reproduits par d'autres, sur d'autres chiens. La voie choisie pour l'étude des phénomènes nerveux complexes a certainement été heureuse, chaque instant apportant une nouvelle preuve de la valeur de la méthode objective. La vitesse avec laquelle se sont amassés les faits précis, et la facilité de leur interprétation, forment un contraste frappant avec les résultats imprécis et discutables de la méthode subjective. Prenons quelques exemples, pour mieux saisir cette différence.

Par la répétition de l'excitation à distance, au moyen de la poudre de viande, on arrive à la disparition du réflexe. Pourquoi ? En se plaçant au point de vue subjectif, on pourrait expliquer le fait de la façon suivante : le chien se convainc peu à peu de l'inutilité de ses efforts pour avoir la poudre de viande, et cesse de prêter attention à cette poudre. Mais voyons l'expérience suivante du D^r Babkine. Lorsque la poudre de viande a cessé, par la répétition, d'agir à distance, on fait boire de l'eau au chien. Ainsi qu'il a été indiqué plus haut, il ne se produit aucune sécrétion salivaire. En raisonnant subjectivement, que devrait-on prévoir, en ce qui concerne le réflexe aboli pour la poudre de viande ? Il semble que le chien, ayant reçu de l'expérimentateur de l'eau, devrait s'attendre à en recevoir également la poudre, et fixer son attention sur elle. En réalité, la réaction reste nulle. Mais qu'on lui montre un acide. L'acide excite la salivation, et, à la suite, la poudre se montrera active à distance. Comment expliquer ces faits ? Il serait difficile de le faire en se plaçant au point de vue subjectif.

Il semble que le fait d'avoir montré un acide au chien ne devrait pas particulièrement éveiller en lui l'espoir de recevoir de la poudre.

Mais l'observateur objectif se contente de constater les rapports réels qui existent entre les phénomènes observés, et remarque sans peine que tout ce qui provoque une sécrétion salivaire plus ou moins forte constitue, en même temps, la condition essentielle du rétablissement du réflexe conditionnel disparu.

Autre exemple : un réflexe conditionnel, aboli par la répétition, ne se rétablit de lui-même qu'au bout d'un intervalle

assez long. Pourquoi ? En se plaçant au point de vue subjectif, on pourrait dire que le chien, distrait entre temps par de nombreuses excitations étrangères, a oublié la tromperie. On peut, cependant, soumettre le chien, pendant cet intervalle, à des excitations très fortes, sans que le rétablissement du réflexe s'en trouve le moins du monde avancé. Mais qu'on fasse intervenir un agent quelconque provoquant la sécrétion salivaire et le leurre est oublié.

L'observation objective des phénomènes appelés, chez les animaux aussi, psychiques, devient ainsi simplement une partie élargie de l'expérimentation physiologique sur l'organisme vivant, et le bagage de faits, ainsi réuni et systématisé, doit être discuté uniquement du point de vue physiologique ; ce bagage constituera une base pour la représentation des propriétés et des relations des différentes parties du système nerveux. Et par la diversité des expériences et leur répétition après exclusion d'une partie quelconque du système nerveux, soit central, soit périphérique, cette représentation répondra de plus en plus à la réalité.

Je vais citer ici un exemple qui se rapporte à ce dernier mode d'investigation. Il faut admettre, en se basant sur les faits rapportés plus haut, que tout réflexe conditionnel est engendré par un réflexe absolu. Le réflexe conditionnel prend naissance dans la coïncidence, même fugace, des excitants conditionnel et absolu, et disparaît si cette coïncidence ne se reproduit pas pendant très longtemps. La démonstration de cette origine pour les réflexes conditionnels anciens présente un grand intérêt et fut un sujet d'expériences pour le Dr Zelgheim (1), dans mon laboratoire. Ces expériences avaient déjà été faites chez moi par le Dr Sparsky (2), mais ne furent pas suffisamment analysées. Dans ses expériences Zelgheim commença par provoquer des séries de réflexes conditionnels et absolus avec différentes substances, les unes alimentaires, les autres désagréables. Il sectionna ensuite les nerfs lingual et glossopharyngien des deux côtés et, une fois l'animal complètement remis de l'opération, il reprit ces mêmes substances. Aux premiers essais, l'impression fut

(1) Thèse, 1904.

(2) Thèse, 1902.

qu'il n'y avait aucun changement, la salivation se produisant presque dans les mêmes proportions, pour l'excitation à distance comme pour leur introduction dans la bouche. Mais en répétant les expériences, on remarqua que les réflexes pour certaines substances, telles que la solution de quassia ou de saccharine, ou encore la solution faible d'acide chlorhydrique et de sel de cuisine, diminuaient peu à peu. Le réflexe absolu étant caractérisé par sa constance dans la répétition, on fut obligé d'admettre que, pour certains excitants, le réflexe absolu avait disparu et que seul le réflexe conditionnel avait persisté après l'opération, d'autant plus que l'action de ces substances sur les glandes salivaires donnait presque la même quantité de salive, quelque fût son mode d'action, à distance, ou au contact de la muqueuse buccale. Après avoir répété ces expériences durant deux semaines, le réflexe avait complètement disparu, sous ses deux formes, pour la substance amère, mais persistait encore, quoique très affaibli, pour la saccharine, l'acide et le sel. Il parut évident que les solutions de ces derniers corps excitaient, outre les filets spéciaux à sensibilité chimique, dans ce cas coupés, d'autres nerfs centripètes qui déterminaient le réflexe absolu persistant.

Il serait très important de savoir en quoi consiste le pouvoir excitateur des aliments ? Les faits réunis jusqu'à présent ne peuvent pas donner de réponse à cette question. Dans les expériences du D^r Heimann, faites dans mon laboratoire, sous une forme aiguë, c'est-à-dire sur des animaux empoisonnés et opérés immédiatement après, la constitution chimique des aliments n'avait pas influencé la sécrétion salivaire en passant au contact de la muqueuse buccale. Ces expériences, plus que les autres, ont montré les nombreux défauts, au point de vue technique, de la forme aiguë de l'expérimentation ; c'est pourquoi les expériences du D^r Heimann doivent être reprises et contrôlées. Le D^r Zelgheim, dans ses travaux déjà cités sur les chiens à fistules salivaires permanentes, n'a remarqué aucune modification de la sécrétion salivaire dans l'alimentation après section.

Après l'exposé des faits nouveaux se rapportant à l'innervation des glandes salivaires, il ne sera pas inutile de revenir, une fois encore, aux points essentiels du schéma physio-

logique de ces faits. Certes, ils sont bien plus compliqués que nous ne les représentons ici. Mais, grâce à cette systématisation, nous pouvons aller de l'avant dans l'étude objective du sujet, et c'est là sa raison d'être et sa justification.

Le nom de « réflexe », appliqué aux phénomènes nerveux complexes, est certainement justifié. Ces phénomènes résultent toujours de l'excitation des terminaisons périphériques de divers nerfs centripètes, excitation qui se transmet, par des nerfs centrifuges, jusqu'aux glandes salivaires.

Ces réflexes sont spécifiques, comme tous les réflexes naturels (au contraire des réflexes que l'on provoque souvent dans les laboratoires par des excitations artificielles), et ils expriment une réaction déterminée de l'organisme, de l'un de ses organes, à une excitation déterminée.

On doit admettre que ces nouveaux réflexes sont une manifestation du système nerveux supérieur des animaux ; ils constituent, en effet, les phénomènes les plus complexes de l'activité nerveuse et doivent, par conséquent, dépendre des étages supérieurs du système nerveux. De plus, les expériences faites sur les animaux (empoisonnement, ablation partielle ou totale des hémisphères), permettent d'affirmer que les réflexes conditionnels exigent l'intervention des hémisphères.

Ces réflexes sont conditionnels, temporaires. Ce caractère essentiel les distingue des anciens réflexes simples, étudiés depuis longtemps en physiologie. Leur caractère temporaire se manifeste de deux façons : ils apparaissent alors qu'ils n'existaient pas auparavant et peuvent disparaître de nouveau définitivement ; de plus, quand ils existent, ils varient souvent d'intensité, parfois même jusqu'à disparition complète, soit momentanée, soit, sous certaines conditions, définitive. Comme nous l'avons vu, leur apparition et leur disparition sont déterminées par la coïncidence, unique ou répétée dans le temps, de l'excitation du centre réflexe inférieur, commandant un organe fonctionnel, et de celle de différents points des hémisphères, par l'intermédiaire des nerfs centripètes correspondants. Par la répétition de l'excitation simultanée de ces deux centres, les voies reliant le centre supérieur à l'inférieur deviennent de plus en plus praticables et transmettent de plus en plus facilement

l'excitation. Quand les coïncidences s'espacent, ou cessent complètement, ces voies deviennent moins praticables et finalement s'interrompent.

Comment peut-on expliquer, du point de vue physiologique, la disparition rapide, constante, et d'ailleurs temporaire, du réflexe conditionnel, qui s'observe dès qu'on le provoque plusieurs fois seul, à court intervalle, sans faire intervenir le réflexe absolu qui est à son origine ? Des faits connus montrent, à mon avis, qu'il s'agit là d'un phénomène d'épuisement. En effet, le réflexe, abandonné à lui-même, sans aucune influence extérieure, se rétablit dans un temps donné. D'autre part, la disparition du réflexe par la répétition se produit d'autant plus vite qu'il y a moins d'intervalles entre ces répétitions, et inversement. Une telle explication serait conforme à l'opinion, généralement admise, de la fatigue rapide des centres nerveux supérieurs par la répétition monotone d'une excitation.

La réapparition du réflexe conditionnel, disparu par la répétition, grâce à l'intervention du réflexe absolu, ou même d'un autre réflexe suffisamment puissant, s'explique ainsi de la façon suivante : malgré un certain degré de fatigue du centre nerveux supérieur, son excitation arrive de nouveau au centre salivaire inférieur lorsque, par une nouvelle et forte excitation, les voies qui y mènent deviennent particulièrement perméables.

On peut citer, en faveur de cette explication, les expériences décrites plus haut, dans lesquelles on rétablit le réflexe conditionnel aboli en donnant à manger au chien à plusieurs reprises, par petites quantités, moyen qui finit, d'ailleurs, par perdre son action.

Mais la fin de cette expérience comporte un fait qui présente le mécanisme de ce processus sous un jour très compliqué. Lorsque l'alimentation par prises successives ne rétablit plus le réflexe, l'introduction d'un acide dans la bouche du chien s'accompagne d'un résultat positif. Ce fait ne peut pas être expliqué au moyen des éléments que nous possédons. D'ailleurs, en poursuivant les expériences, et en variant à l'infini les réflexes absolus, il arrive un moment où aucun d'eux n'agit plus, et le réflexe conditionnel ne pourra se rétablir que de lui-même, après un long intervalle.

Il faut donc, pour trouver une solution satisfaisante du problème posé, des recherches complémentaires.

En résumé, il faut considérer comme indiscutable que la physiologie du système nerveux supérieur des animaux supérieurs ne peut être étudiée à fond qu'en demeurant sur un terrain purement objectif, et rejetant impitoyablement les interprétations vagues de la psychologie. Et, en effet, quel intérêt peut bien présenter, pour l'analyse physiologique, l'affirmation de certains auteurs que, par exemple, l'extirpation partielle des hémisphères rend l'animal, tantôt plus méchant, tantôt plus sensible, ou tantôt moins intelligent, etc., alors que ces caractères sont, par eux-mêmes, d'une complexité telle qu'ils exigent une analyse d'une rigueur scientifique.

III

Premiers pas fermes dans la nouvelle voie d'investigations (1)

Lors de mes travaux sur l'activité des glandes gastriques, il me fallut déjà admettre que l'appétit agit non seulement comme excitant glandulaire général, mais encore qu'il stimule les glandes plus ou moins suivant l'objet par lequel il est excité. En ce qui concerne les glandes salivaires, il est établi que toutes les variations de leur activité dans les expériences physiologiques sont exactement reproduites dans les expériences psychiques, c'est-à-dire dans lesquelles l'agent excitant n'entre pas en contact direct avec la muqueuse buccale, mais attire, à distance, l'attention de l'animal. En voici des exemples : la vue du pain sec provoque une sécrétion salivaire beaucoup plus forte que la vue de la viande, quoique celle-ci, à en juger par les mouvements de l'animal, éveille chez lui un intérêt beaucoup plus vif que le pain sec. Lorsqu'on excite un chien avec de la viande, ou toute autre substance alimentaire, la salive qui s'écoule des glandes salivaires muqueuses est concentrée et riche en mucine (salive enrobante), au contraire, la vue d'une substance désagréable provoque la sécrétion, par ces mêmes glandes, d'une salive liquide, pauvre en mucine (salive diluante). Autrement dit, les expériences sur l'excitation psychique des glandes reproduisent exactement, quoique en plus petit, les simples expériences physiologiques, effectuées au moyen des mêmes substances.

De sorte que la psychologie, dans l'étude des glandes salivaires, occupe une place voisine de celle de la physiologie. J'irai plus loin : à première vue, le rôle du psychisme, dans le travail des glandes salivaires, semble plus établi même que celui de la physiologie.

(1) Conférence sur les travaux de l'auteur, faite à Stockholm en 1904, à l'occasion du prix Nobel.

Si un objet quelconque, attirant de loin l'attention du chien, déclenche la salivation, chacun admettra, avec raison, qu'il s'agit d'un phénomène psychique et non physiologique. Si le chien a mangé, ou si on lui a introduit de force quelque chose dans la gueule, et qu'en même temps il y ait eu écoulement de salive, il reste encore à démontrer qu'il s'agit d'un phénomène dans lequel intervient la physiologie et qu'il n'y a pas là un phénomène purement et simplement psychique, simplement exagéré à cause des conditions particulières qui l'accompagnent. Une telle compréhension répondrait d'autant plus à la réalité que, fait surprenant, après la section de tous les nerfs sensitifs de la langue, la plupart des substances ayant pénétré dans la bouche, au moment des repas ou de force, déterminent une sécrétion salivaire identique à celle qu'elles provoquaient avant la section. On est obligé de recourir à des conditions exceptionnelles, telles que l'intoxication de l'animal ou la suppression de la partie supérieure du système nerveux central, pour se convaincre de la nature non seulement psychique, mais également physiologique des rapports qui existent entre les substances irritant la muqueuse buccale et les glandes salivaires.

Nous avons donc, devant nous, deux ordres de phénomènes qui paraissent complètement distincts. Que doit faire un physiologiste en face de phénomènes psychiques ? Il ne peut les ignorer, car ils sont intimement liés aux phénomènes physiologiques avec lesquels ils forment un tout. Si le physiologiste décide de les étudier, comment doit-il le faire ?

Nous basant sur l'étude des animaux inférieurs, et ne voulant pas de physiologiste devenir psychologue (d'autant plus que nous en avons fait un essai malheureux), nous décidâmes de rester, dans nos expériences sur les animaux, sur un terrain strictement objectif, même en ce qui concerne les phénomènes dits psychiques. Nous avons essayé, avant tout, de discipliner sévèrement notre manière de penser et notre langage, pour ne jamais toucher au supposé état affectif de l'animal, et nous avons limité notre travail au seul fait d'observer avec soin et de formuler avec précision l'action à distance des objets sur les glandes salivaires. Le résultat

répondit à ce que nous en attendions : les rapports observés entre les manifestations extérieures et les variations de l'activité glandulaire obéissaient à des lois : nous pouvions, en effet, les répéter autant de fois que nous le désirions, comme les phénomènes physiologiques habituels, en même temps qu'ils se systématisaient d'une façon précise. Nous avons pu, à notre grande joie, nous convaincre que nous avons choisi la bonne voie — celle qui conduit au succès. Voici quelques exemples de rapports, ayant force de loi, qui ont pu être établis grâce à la nouvelle méthode d'étude.

En excitant le chien, à plusieurs reprises, par la vue d'un objet qui, à distance, provoque la salivation, la réaction des glandes salivaires devient de plus en plus faible et finit par disparaître. Plus l'intervalle entre les excitations successives est court, plus la sécrétion disparaît rapidement, et inversement. Les lois n'apparaissent dans toute leur netteté, que lorsque les conditions de l'expérience restent invariables. L'identité des conditions n'est, cependant, que relative, elle peut se borner aux phénomènes extérieurs en rapport immédiat avec l'acte de manger ou l'introduction forcée des substances correspondantes dans la gueule du chien, les variations des autres conditions pouvant rester sans influence. Cette identité relative des conditions peut être facilement réalisée par l'expérimentateur, de sorte que l'expérience dans laquelle l'excitant à distance perd progressivement son pouvoir peut être reproduite, sans difficulté, même devant un auditoire.

La perte du pouvoir excitateur à distance, par la répétition de l'action d'un objet déterminé, n'entraîne pas la perte de l'action des autres substances ; si, par exemple, le lait a cessé d'agir à distance, l'action du pain, essayé alors, se fera nettement sentir. Si, par la répétition, le pain cesse également d'agir, la vue d'un acide déterminera une vive réaction des glandes salivaires. Ces relations éclairent le sens véritable du besoin d'identité dans les conditions de l'expérience — en effet, chaque détail des objets environnants joue le rôle d'un nouvel excitant. Si un excitant donné a perdu son action par la répétition de l'expérience, il la récupérera intégralement après un certain repos, qui peut varier de quelques minutes à quelques heures.

Cependant, ce pouvoir excitateur momentanément perdu peut être rétabli avec certitude dans des conditions particulières, et au moment désiré. Si la vue répétée du pain n'excite plus les glandes salivaires du chien, il suffit de lui faire manger de ce pain pour que son action à distance reparaisse. Le même résultat est obtenu en faisant manger au chien quelque autre aliment. De plus, par l'introduction forcée de l'acide dans la gueule, l'action à distance du pain se rétablit entièrement. D'une façon générale, l'action disparue est rétablie par tout objet qui excite les glandes salivaires, et d'autant mieux que la salivation produite par cet objet est plus forte.

Cette réaction peut être retardée, inhibée par des manœuvres particulières, et d'une manière aussi définie ; par exemple, en déterminant chez le chien une perception optique ou auditive quelconque, qui provoque chez lui une réaction motrice déterminée.

Etant donné le peu de temps dont je dispose, je me contenterai des faits cités et passerai à leur discussion théorique. Ces faits trouvent facilement leur place dans le cadre de la physiologie. Les réactions produites à distance sur les glandes salivaires peuvent, logiquement, être considérées et discutées comme des réflexes. En y prêtant l'attention, il est impossible de ne pas constater que l'activité des glandes salivaires est continuellement stimulée par des excitations extérieures nombreuses, c'est-à-dire que, comme un réflexe salivaire ordinaire, elle est conditionnée par des excitants extérieurs. La différence est, avant tout, dans le fait que ce dernier réflexe est produit par l'excitation de la muqueuse buccale, tandis que les nouveaux réflexes sont produits par une excitation de l'oreille, de l'œil, etc. La seconde différence essentielle entre l'ancien et le nouveau réflexe est que l'ancien est constant, absolu, tandis que le nouveau est soumis à des variations dépendant de conditions nombreuses, et mérite, pour cela, le nom de conditionnel. En observant plus attentivement les phénomènes étudiés, on ne peut pas ne pas remarquer que les qualités de l'objet qui agissent comme excitants dans le réflexe absolu sont celles auxquelles l'action physiologique de la salive est destinée, c'est-à-dire la consistance, le degré de sécheresse, une composition chi-

mique déterminée, etc., tandis que celles qui agissent dans le réflexe conditionnel, couleur, forme, ne présentent aucun rapport direct avec le rôle physiologique de la salive. Ces dernières qualités ont, évidemment, pour rôle physiologique d'annoncer les autres. On ne peut pas ne pas voir, dans leur action, une adaptation plus fine et plus évoluée des glandes salivaires au monde extérieur. On peut le constater, par exemple, dans le cas suivant : le chien voit que l'on s'apprête à lui verser un acide dans la bouche ; pour l'intégrité de la muqueuse buccale, il est désirable que la salive emplisse la bouche avant que l'acide n'y pénètre, de façon que, d'une part, l'acide n'entre pas en contact direct avec la muqueuse buccale et que, d'autre part, il soit immédiatement dilué, ce qui diminuera, de beaucoup, sa nocivité. Cependant, la signalisation n'a, en réalité, qu'une valeur relative. Les signaux peuvent varier facilement, ou bien l'objet qu'ils annoncent peut, suivant les circonstances, ne pas venir au contact de la muqueuse buccale. Dans ces conditions, une adaptation plus fine est nécessaire, qui permette aux propriétés de l'objet qui servent de signal d'exciter et de déclencher le réflexe dans certains cas ou, au contraire, de perdre ce pouvoir excitateur dans d'autres. C'est, en effet, ce que l'on observe en réalité. N'importe quel phénomène du monde extérieur peut devenir le signal d'un objet excitant les glandes salivaires, si l'on fait coïncider, une ou plusieurs fois, l'action de cet objet sur la muqueuse buccale avec l'action de ce phénomène sur la surface à lui sensible du corps. Nous essayons, actuellement, d'appliquer de nombreuses combinaisons de ce genre, parfois paradoxales au plus haut point, et obtenons, chaque fois, des résultats concordants.

D'autre part, un signal presque toujours positif devient inactif si on le répète longtemps seul, sans qu'on amène l'objet correspondant au contact de la muqueuse buccale. Si l'on montre à un chien, pendant des jours et des semaines, un aliment quelconque, sans jamais le lui donner à manger, cet aliment perdra complètement son pouvoir excitateur à distance sur les glandes salivaires.

Il est facile de se représenter physiologiquement le mécanisme de l'excitation des glandes salivaires par ces « pro-

priétés-signal » des objets, c'est-à-dire le mécanisme de l'« excitation conditionnelle » en tant que fonction du système nerveux. Nous avons vu qu'à la base de tout réflexe conditionnel, c'est-à-dire dans lequel l'excitation est déterminée par les propriétés-signal de l'objet, se trouve un réflexe absolu, c'est-à-dire dans lequel l'excitation est due aux propriétés essentielles de l'objet. Il faut admettre, dans ces conditions, que le point du système nerveux central qui se trouve fortement excité au moment du réflexe absolu attire vers lui les excitations plus faibles, destinées à d'autres points de ce système nerveux central, autrement dit, grâce au réflexe absolu, une voie centripète temporaire s'établit pour toutes ces excitations. Les conditions qui commandent l'ouverture et la fermeture de cette voie traduisent le mécanisme intérieur de l'action ou de l'inefficacité des propriétés « signal » des objets, la base physiologique de la réflexivité exquise de l'être vivant, les possibilités d'adaptation de l'organisme.

Je suis fermement convaincu de la valeur féconde de la méthode des recherches physiologiques que je viens de caractériser à grands traits. Une seule chose, en somme, nous intéresse dans la vie : le contenu de notre psychisme. Et, pourtant, son mécanisme fut, et est encore, entouré de ténèbres profondes. Toutes les ressources de l'homme : l'art, la religion, la littérature, la philosophie et les sciences historiques, se réunissent pour jeter une lueur dans ces ténèbres. Mais l'homme dispose d'une autre ressource formidable, l'étude scientifique, avec ses méthodes strictement objectives ; cette étude fait, chaque jour, ainsi que tout le monde le sait et le voit, d'immenses progrès. Les faits et les considérations exposés dans cette conférence constituent une des nombreuses tentatives faites dans le but d'étudier les manifestations vitales du chien, cet ami de tout temps, au moyen des méthodes scientifiques.

IV

De l'activité dite psychique des animaux supérieurs étudiée par la méthode des sciences naturelles (1)

La conférence d'aujourd'hui, dédiée à la mémoire du grand chercheur, du partisan convaincu des sciences biologiques, Thomas Huxley, aura pour objet l' « étude scientifique de l'activité, dite psychique, des animaux supérieurs ».

Permettez-moi de citer, pour commencer, un cas authentique observé, il y a quelques années, dans mon laboratoire. Parmi mes collaborateurs, un jeune docteur se faisait particulièrement remarquer : sa vive intelligence était apte à comprendre les joies et le triomphe de l'idée poursuivie. Quelle n'a été ma stupéfaction lorsque ce fidèle ami de laboratoire a manifesté un mécontentement sincère et profond en apprenant notre intention d'étudier l'activité psychique du chien dans le même laboratoire et par les mêmes moyens que ceux employés jusque là pour résoudre diverses questions de physiologie. Aucun de nos arguments n'eut de prise sur lui ; il nous prédisait et nous souhaitait un échec complet. Tout cela parce qu'il considérait, non seulement comme inefficace, mais encore comme vraiment sacrilège, l'application des méthodes grossières de laboratoire de physiologie au monde psychique des animaux supérieurs et de l'homme, monde qui, pour lui, se distinguait absolument par son élévation.

Ce cas, messieurs, est peut-être excessif, mais il me paraît caractéristique. Nous ne devons pas ignorer que l'application méthodique des sciences naturelles aux sphères supérieures de la vie ne peut pas ne pas amener de malentendus graves et soulever des protestations de la part de ceux

(1) Conférence sur les « Progrès récents des sciences en rapport avec la médecine et la chirurgie » faite en l'honneur de Th. Huxley, au Charing-Cross Medical School, à Londres, le 1^{er} octobre 1906.

qui, depuis longtemps, et par habitude, étudient ces sortes de phénomènes d'un tout autre point de vue, seul, à leur avis, admissible dans ce cas-là.

Voilà pourquoi je considère de mon devoir, en premier lieu, d'établir nettement mon point de vue sur le monde dit psychique des animaux supérieurs, en second lieu, de passer le plus rapidement possible de la théorie à la pratique. C'est intentionnellement que j'ai ajouté aux mots « monde psychique » l'épithète « dit ».

Lorsqu'un naturaliste se donne comme tâche d'analyser complètement l'activité des animaux supérieurs, il ne peut pas, il n'a pas le droit de parler de l'activité psychique de ces animaux, sous peine d'enfreindre le principe même des sciences naturelles. Les sciences naturelles sont un effort de l'intelligence humaine dirigée vers la nature, qu'elle doit étudier sans l'interpréter, sans admettre aucune donnée tirée d'une science autre que la nature elle-même. En parlant de l'activité psychique des animaux supérieurs, le naturaliste reporterait sur la nature des idées tirées de son propre monde intime, c'est-à-dire qu'il répéterait, maintenant, ce qu'il a fait, autrefois déjà, lors du premier contact de son esprit avec la nature, où il prêta, à divers phénomènes inanimés, ses idées, ses désirs, ses sentiments. Pour un naturaliste méthodique il n'existe, même chez les animaux supérieurs, qu'une sorte de phénomènes : la réaction déterminée de l'animal à une manifestation du monde extérieur. Cette réaction peut être beaucoup plus complexe que celles des animaux inférieurs, et infiniment plus complexe que celle de n'importe quel objet inanimé, mais le principe reste le même.

Le rôle strict des sciences naturelles est d'établir une dépendance précise entre les phénomènes de la nature et la réponse, la réaction correspondante de l'organisme, autrement dit, d'étudier l'équilibre d'un animal avec la nature environnante. On peut difficilement discuter cette proposition, d'autant plus qu'elle acquiert chaque jour de nouveaux droits de cité dans l'étude des manifestations du monde animal aux degrés inférieurs et moyens de l'échelle zoologique. La seule question qui se pose est de savoir si cette position est applicable actuellement à l'étude des fonctions élevées des animaux supérieurs ? Un essai sérieux de

recherches dans cette voie me semble être la seule réponse valable à cette question.

Mes collaborateurs, déjà nombreux, et moi avons entrepris ce travail, il y a plusieurs années, et l'avons poursuivi, surtout depuis quelque temps, avec un entrain tout particulier. Ce sont les résultats les plus importants de cette tentative, et les conclusions qui en découlent, conclusions qui me paraissent suffisamment instructives, que, profitant de votre bienveillante attention, je me permettrai de vous soumettre.

Nos expériences ont porté exclusivement sur des chiens, et la seule réaction étudiée fut un acte physiologique insignifiant, à savoir : la sécrétion salivaire. L'observateur eût toujours affaire à des animaux absolument normaux, c'est-à-dire qui n'étaient soumis à aucune opération anormale pendant le cours des expériences. L'observation précise et continue du travail des glandes salivaires était rendue possible par une méthode simple. Comme on le sait, la salive apparaît chez le chien chaque fois qu'on lui donne quelque chose à manger ou qu'on lui introduit de force quelque chose dans la gueule. La quantité et la qualité de cette salive varient très exactement suivant la quantité et la qualité des substances qui pénètrent dans la bouche. Il s'agit là d'un phénomène physiologique bien connu — le réflexe. La notion de réflexe, en tant qu'activité élémentaire du système nerveux, est une acquisition ancienne et solide des sciences naturelles. C'est la réaction de l'organisme envers le monde extérieur. Elle se fait par l'intermédiaire du système nerveux. L'excitation extérieure se transforme en un processus nerveux qui, par un long chemin (terminaison périphérique du nerf centripète — ce nerf — système nerveux central et nerf centrifuge) atteint un organe donné et provoque son fonctionnement. Cette réaction est spécifique et constante. La spécificité est la manifestation la plus fine, la plus spéciale des relations de cause à effet qui existent entre les phénomènes de la nature et leurs effets physiologiques. Elle est basée sur la spécificité des terminaisons périphériques réceptrices.

Les relations spécifiques réflexes sont constantes et immuables dans les conditions normales de la vie, ou mieux, en dehors de cas tout à fait exceptionnels.

La réaction des glandes salivaires envers le monde extérieur n'est pas épuisée par les réflexes habituels sus-indiqués. Nous savons tous que souvent les glandes salivaires commencent à fonctionner, non seulement lorsque l'excitation d'un objet correspondant touche la surface buccale, mais même lorsque l'excitation porte sur d'autres surfaces réceptrices telles que l'œil, l'oreille, etc. Mais ces faits sont habituellement exclus du domaine de la physiologie, et on les appelle excitations psychiques.

Nous prendrons une autre voie, et essayerons de rendre à la physiologie ce qui lui appartient de droit. Ces phénomènes particuliers ont, sans contredit, des traits communs avec les phénomènes réflexes habituels. Chaque écoulement de salive est conditionné par l'apparition, dans le milieu extérieur, d'un excitant quelconque. En prêtant une attention soutenue, l'observateur verra diminuer progressivement et très rapidement le nombre des sécrétions salivaires spontanées, et il devient de plus en plus vraisemblable que les rares cas qui subsistent encore de sécrétion sans cause apparente sont, en réalité, provoqués par une excitation passée inaperçue. Il y a donc, ici aussi, d'abord excitation des voies centripètes, puis des voies centrifuges, par l'intermédiaire, bien entendu, du système nerveux central. C'est dire que tous les éléments du réflexe y figurent. Restent à établir les particularités du trajet de l'excitation dans le système nerveux central. Mais les connaissons-nous exactement, même pour le réflexe simple ? Il s'agit donc bien, au sens général, de réflexes. La différence entre les réflexes nouveaux et les anciens est, il est vrai, très grande, puisqu'ils étaient jusqu'ici placés dans des domaines différents de la connaissance ; le problème posé au physiologiste est donc de caractériser expérimentalement cette différence, de dégager le trait fondamental de ces nouveaux réflexes.

Ce sont, avant tout, des réflexes provenant de toutes les surfaces réceptrices du corps, y compris les organes tels que l'œil ou l'oreille, qui n'ont jamais donné naissance à aucun réflexe simple pour les glandes salivaires. Il faut remarquer, qu'en dehors de la cavité buccale, le réflexe salivaire simple peut provenir de la peau — mais cela seulement sous l'action d'un agent destructeur (brûlure, coupure, etc.) et de la cavité

nasale, mais seulement sous l'action locale d'une vapeur ou d'un gaz irritants (ammoniaque, etc.), et non par des odeurs à proprement parler. En outre, et c'est ce qui saute surtout aux yeux, ces réflexes sont inconstants à l'extrême. Tandis que l'introduction dans la bouche d'une substance excitante quelconque donne toujours une réaction de salivation, les mêmes substances, agissant sur l'œil, l'oreille, etc., provoquent cette réaction ou ne la provoquent pas. Nous avons appelé antérieurement, en nous basant uniquement sur ce fait, les nouveaux réflexes, réflexes conditionnels, par opposition aux anciens, les réflexes absolus. La question qui se pose ensuite, tout naturellement, est de savoir si on peut étudier les circonstances qui déterminent l'apparition des réflexes conditionnels ? Peut-on, connaissant ces circonstances, rendre ces réflexes constants ? A cette question il faut, à mon avis, répondre par l'affirmative.

Voici quelques règles établies par notre laboratoire : tout excitant conditionnel devient fatalement inefficace par la répétition ; la « disparition progressive » (1) du réflexe conditionnel est d'autant plus rapide que l'intervalle séparant ces répétitions est plus court ; la disparition d'un réflexe conditionnel n'entraîne pas la disparition des autres ; la réapparition du réflexe disparu est spontanée, mais seulement au bout d'un temps assez long, une heure, deux heures et davantage. Le rétablissement de ce réflexe peut aussi être instantané : il suffit, pour cela, de provoquer le réflexe absolu correspondant en versant, par exemple, dans la bouche du chien, une solution acide. Si l'on recommence, ensuite, à montrer et à faire sentir au chien l'agent conditionnel, le réflexe qui avait disparu pour ces dernières excitations, réapparaît intégralement. On observe aussi le fait suivant : si, pendant des jours et des semaines, on montre à l'animal un aliment sans le lui laisser manger, cet aliment perd complètement son pouvoir excitateur à distance, c'est-à-dire son action sur l'œil, le nez, etc. (2). Des faits cités il résulte avec évidence une relation intime entre celles des

(1) La traduction littérale du terme russe est « extinction ». Nous emploierons indifféremment les mots « affaiblissement » et « disparition progressive ». (N. des T.)

(2) Exp. des D^{rs} I. F. Tolotchinov et B. P. Babkine.

propriétés d'un objet qui déterminent directement la salivation et les propriétés de ce même objet qui agissent sur les autres surfaces sensorielles.

Nous pouvons admettre que le réflexe conditionnel s'est formé grâce au réflexe absolu. En même temps, nous voyons le mécanisme principal de l'établissement de ce réflexe conditionnel. Pour que se forme un réflexe conditionnel, il faut l'action simultanée de propriétés déterminées d'un objet sur l'appareil réflexe simple des glandes salivaires, par action directe sur la cavité buccale, et des autres propriétés du même objet, c'est-à-dire celles qui agissent sur d'autres régions du système nerveux central, par l'intermédiaire d'autres surfaces réceptrices. D'ailleurs, l'excitation produite par un objet sur la cavité buccale peut coïncider exactement avec des quantités d'autres excitations, en dehors des propriétés mêmes de l'objet : excitations provenant de l'homme qui nourrit l'animal ou lui introduit une substance quelconque dans la bouche, et excitations provenant de tout ce qui entoure l'animal au moment de l'expérience. Toutes ces différentes excitations peuvent, par leur répétition, devenir des excitants conditionnels des glandes salivaires. Voilà pourquoi les expériences citées plus haut, et qui se rapportent aux lois du réflexe conditionnel, exigent de la part de l'expérimentateur un long apprentissage avant qu'il ne puisse étudier avec précision l'action d'un seul excitant conditionnel ou d'un nombre limité de ces excitants sans ajouter, involontairement, de nouveaux excitants à chaque essai. Il est évident que l'intervention de facteurs étrangers masquerait les lois énoncées. Il faut avoir présent à l'esprit que tout mouvement particulier, toute modification d'un geste habituel, effectué en donnant à manger au chien ou en lui introduisant quelque chose de force dans la bouche, constitue un nouvel excitant conditionnel. S'il en est ainsi, notre représentation de la genèse du réflexe conditionnel est exacte, tout phénomène de la nature peut, à volonté, devenir excitant conditionnel. C'est bien, en effet, ce que les faits ont permis de démontrer.

Une excitation optique, un son quelconque, n'importe quelle odeur, une excitation mécanique de la peau en un point quelconque, l'action du chaud ou du froid sur la

peau, jusque là inefficaces, deviennent à coup sûr, entre nos mains, des excitants des glandes salivaires, grâce à la coïncidence fréquemment répétée de ces excitations avec l'activité des glandes salivaires provoquée par l'ingestion d'un aliment quelconque ou l'introduction forcée d'un objet quelconque dans la bouche du chien.

Ces réflexes conditionnels artificiels, c'est-à-dire institués par nous, se sont trouvés avoir exactement les mêmes propriétés que les réflexes naturels. En particulier, ils obéissent, quant à leur disparition et leur rétablissement, aux mêmes lois que les réflexes conditionnels ordinaires (1). Nous sommes ainsi en droit de dire que notre conception de l'origine du réflexe conditionnel a été justifiée par les faits.

Ce qui précède étant acquis, nous pouvons aller plus avant dans la compréhension du réflexe conditionnel que nous ne pouvions le faire au début de notre étude.

Alors que la constitution du système nerveux, telle qu'elle était connue jusqu'ici, n'admettait qu'un nombre relativement restreint d'excitants invariables, avec un lien constant entre un phénomène extérieur donné et l'activité physiologique résultante (réflexe spécifique des classiques), nous connaissons aujourd'hui, dans les réflexes supérieurs du système nerveux, un facteur nouveau : l'excitant conditionnel. D'une part, le système nerveux nous apparaît maintenant sensible au plus haut point, c'est-à-dire accessible aux manifestations du monde extérieur les plus diverses, mais, d'autre part, ces innombrables excitants ne sont pas constamment efficaces, ne sont pas liés, une fois pour toutes, à une réaction physiologique déterminée. A chaque instant un petit nombre seulement de ces excitants se trouve dans les conditions nécessaires pour devenir et demeurer plus ou moins longtemps excitants efficaces, c'est-à-dire provoquer une réaction physiologique déterminée.

L'introduction de la notion des excitants conditionnels dans la physiologie du système nerveux se justifie, à mon avis, à bien des points de vue. Elle répond, avant tout, aux faits exposés, étant une simple déduction de ces derniers. En

(1) Exp. des D^{rs} V. N. Boldyrev, N. A. Kacherinina et E. E. Voskoïnikova-Granstrem.

outre, elle s'accorde parfaitement avec les notions générales des sciences naturelles : dans de nombreux appareils et machines, même simples, certaines forces n'ont la possibilité de se manifester que lorsque surviennent, à un moment favorable, des conditions déterminantes. De plus, elle s'appuie sur un certain nombre de notions admises par la physiologie contemporaine du système nerveux, telles que l'inhibition. Enfin, au point de vue de la biologie générale, cet excitant conditionnel nous offre un exemple de mécanisme parfait d'adaptation ou, ce qui revient au même, d'un mécanisme délicat mettant l'animal en équilibre avec le monde extérieur.

L'organisme réagit aux phénomènes importants de la nature avec une grande sensibilité, et même préventivement, car toutes les autres manifestations extérieures, même les plus infimes, même si elles n'accompagnent que momentanément les phénomènes essentiels, leur servent de signal, sont des « excitants-signaux ». La délicatesse du processus apparaît aussi bien dans la formation de l'excitant conditionnel que dans sa disparition, lorsque cet excitant cesse d'être un signal. C'est là, vraisemblablement, un des principaux mécanismes du progrès et d'une plus grande différenciation du système nerveux. Etant donné tout ce qui précède, on est, à mon avis, en droit de considérer la notion d'excitant conditionnel comme le fruit du travail des biologistes, et mon exposé comme l'illustration de l'ensemble de ce travail par un exemple complexe.

Il serait absurde de tracer, dès maintenant, les limites du domaine immense qui s'ouvre devant nous, comme d'indiquer ses subdivisions. Il ne faut considérer ce qui va suivre que comme une systématisation préliminaire, indispensable pour l'exposé des faits observés jusqu'ici.

On peut, avec quelque raison, considérer comme élémentaire le processus de l'excitation conditionnelle, c'est-à-dire résultant de la simple coïncidence d'une des innombrables excitations extérieures indifférentes avec l'excitation d'un point d'une région déterminée du système nerveux central, coïncidence qui provoque la formation d'une voie temporaire.

L'universalité du phénomène est le premier argument qui

plaide en faveur de cette interprétation : chez tous les chiens, avec tous les excitants imaginables, on peut voir se former un réflexe conditionnel. Un second argument réside dans son caractère de fatalité : dans certaines conditions données, le réflexe apparaît inéluctablement. Rien ne vient donc compliquer le processus. Il n'est pas inutile de rappeler, à ce propos, que les excitants conditionnels rendus effectifs ont, plus d'une fois, été produits dans une chambre éloignée, par l'intermédiaire de fils conducteurs. Bien que le chien n'eût pas devant lui l'expérimentateur qui, habituellement, au moment de l'apparition du réflexe conditionnel lui introduisait une substance excitante dans la bouche ou lui donnait à manger, le résultat des excitations restait le même.

Ainsi qu'il a déjà été dit, les excitants conditionnels peuvent être constitués par tous les phénomènes imaginables du monde extérieur, agissant sur toutes les surfaces sensorielles spécifiques du corps. Après avoir obtenu une excitation conditionnelle de l'œil, de l'oreille, du nez et de la peau, il était intéressant de savoir comment se comporterait, dans les mêmes conditions, la cavité buccale. Existe-t-il également un réflexe conditionnel à point de départ buccal ? La réponse ne pouvait être simple, car il y a, dans ce cas, non seulement superposition des surfaces réceptrices des réflexes conditionnel et absolu, mais aussi coïncidence des excitants eux-mêmes. Une observation attentive m'a cependant permis, je crois, de distinguer, même dans ce cas, l'excitant conditionnel de l'absolu. Le fait suivant a été observé, d'une façon précise et constante, chez les animaux auxquels on introduit de force dans la bouche des substances irritantes non comestibles. En versant dans la bouche d'un chien, à plusieurs reprises, une quantité déterminée d'un acide, par exemple, la quantité de salive sécrétée augmente à chaque répétition, le jour même et les jours suivants, jusqu'à atteindre un certain maximum où elle se maintient ensuite longtemps. Si l'on interrompt l'expérience pendant plusieurs jours, la quantité de salive sécrétée diminue brusquement (1). L'explication la plus simple de ce fait est la suivante : au premier contact de l'acide on obtient, en grande partie ou

(1) Exp. des D^{rs} A. P. Zelgheim et V. N. Boldyrev.

même exclusivement, une sécrétion salivaire déterminée par le réflexe absolu dû à l'acide ; l'augmentation consécutive de la quantité de salive sécrétée est la manifestation de l'apparition progressive du réflexe conditionnel à point de départ buccal, réflexe dû au même acide.

Voyons, maintenant, les conditions d'apparition du réflexe conditionnel. Cette question est, bien entendu, extrêmement vaste ; ce qui suit n'en constitue qu'une infime partie.

Bien que le temps d'apparition des nouveaux réflexes conditionnels soit encore très variable, l'importance de certains facteurs ressort clairement dès maintenant. Nos expériences démontrent nettement l'influence prépondérante de l'intensité de l'excitation. Chez plusieurs de nos chiens le chaud ou le froid, au contact d'un point déterminé de la peau, était devenu un excitant conditionnel des glandes salivaires. Tandis qu'une température entre 0° et 1° provoquait la salivation après 20 ou 30 essais, une température de 5° à 6° ne donnait aucun résultat, même essayée 100 fois. On a observé exactement la même chose pour les températures élevées : une température de 35° C., employée comme excitant conditionnel, n'a donné aucun résultat, même au bout de 100 essais, tandis qu'une température de 50°C. a provoqué une sécrétion salivaire au bout de quelques dizaines d'essais (1). On a constaté, d'autre part, surtout dans le domaine des phénomènes sonores, qu'une excitation très intense, une forte sonnerie, par exemple, mettait beaucoup de temps à devenir un excitant conditionnel des glandes salivaires, au contraire des sons plus faibles. Il est probable que les sons intenses provoquent par eux-mêmes des réactions importantes dans l'organisme (réactions de mouvement), et que ces réactions empêchent la formation de la réaction salivaire.

Parmi les autres groupes de rapports observés, il est intéressant de s'arrêter à celui-ci : si l'on prend une odeur indifférente, celle du camphre, par exemple, et qu'on la fasse dégager hors d'un récipient spécial, il faudra répéter 10 à 20 fois la coïncidence avec l'excitant absolu, soit un acide versé dans la bouche du chien, alors que si, au contraire, la nouvelle odeur est surajoutée à l'acide, elle peut se transfor-

(1) Exp. des D^{tes} N. A. Kacherinova et E. E. Voskoboïnikova-Granstrem.

mer en excitant conditionnel au bout d'un petit nombre d'essais. Il reste à déterminer, maintenant, ce qui agit dans ce cas, si c'est la coïncidence plus parfaite des excitants absolu et conditionnel, ou toute autre chose (1) ?

Afin d'économiser le temps, je laisserai tout à fait de côté les questions d'un ordre plus technique, par exemple celles de savoir si le réflexe conditionnel apparaît plus rapidement avec des aliments ou avec des substances non comestibles, ou combien on peut répéter de fois l'expérience en un jour, avec quels intervalles, etc...

L'importante question qui se pose enfin est de savoir quels sont les phénomènes du monde extérieur que peut distinguer le système nerveux du chien et, pour ainsi dire, ce qui constitue les éléments de l'excitation.

De nombreux faits permettent déjà une réponse à cette question. Si l'on fait du refroidissement d'une région déterminée de la peau (de 5 à 6 centimètres de diamètre environ) un excitant conditionnel des glandes salivaires, le refroidissement d'une autre région de la peau détermine aussitôt la salivation. Autrement dit, l'excitation par le froid se généralise à une partie importante ou, peut-être, à toute la surface de la peau. Mais l'excitation par le froid est absolument distincte de l'excitation par la chaleur ou de l'irritation mécanique de la peau. Chacun de ces phénomènes, pour devenir excitant conditionnel, doit être pris séparément. Comme pour le froid, l'excitation conditionnelle par la chaleur se généralise, c'est-à-dire que, devenue excitant conditionnel en un point de la peau, la chaleur provoque la salivation en touchant les autres points de la peau. Il en est tout autrement pour l'excitation mécanique. Un excitant conditionnel (grattage avec un instrument ou une brosse), rendu effectif en une région déterminée, est sans aucun effet au niveau du reste de la surface cutanée. D'autres formes d'excitation mécanique (pression avec un objet mousse ou pointu) donnent un effet moins net. Il est probable que l'excitation mécanique initiale ne constitue, dans ce cas, qu'une faible partie de l'excitation (2).

(1) Exp. du Prof. V. I. Vartanov.

(2) Exp. des D^{rs} V. N. Boldyrev, N. A. Kacherinova et E. E. Voskoboïnikova-Granstrem.

Les excitants sonores sont particulièrement commodes pour déterminer le pouvoir discriminatif du système nerveux du chien. La précision de l'expérience peut être ici poussée très loin. Lorsqu'un son déterminé d'un instrument déterminé est devenu excitant conditionnel, on constate que, non seulement les notes voisines, mais souvent même les quarts de ton voisins restent sans effet. Les timbres sont distingués aussi parfaitement, si non mieux (1).

Une excitation conditionnelle peut être produite, non seulement par l'apparition d'un agent extérieur donné, mais également par sa disparition (2). Une analyse particulière de ce genre d'excitation pourra certainement révéler sa nature.

Nous n'avons parlé, jusqu'à présent, que du pouvoir d'analyse du système nerveux, tel qu'il nous apparaît, pour ainsi dire, dans son entité, mais nous possédons déjà un certain nombre de faits témoignant du développement de plus en plus grand de ce pouvoir lorsque l'expérimentateur subdivise et varie de plus en plus l'excitant conditionnel qu'il adjoint à l'excitant absolu. C'est là un nouveau et vaste champ de recherches.

Parmi les faits recueillis se rapportant aux excitants conditionnels, un certain nombre montrent que l'effet de l'excitant dépend nettement de l'intensité de l'excitation. Si une température de 50° C., agissant comme agent conditionnel, provoque rapidement la sécrétion salivaire, une température de 30° C la provoquera aussi, mais nettement moins abondante (3). On observe l'analogie pour l'excitation mécanique : un grattage plus lent (5 fois par minute au lieu de 25 à 30 fois) provoque une salivation moindre qu'à l'ordinaire, et un grattage plus rapide (jusqu'à 60 par minute) une salivation plus abondante (4).

Nous avons également étudié l'action de groupes d'excitants, soit du même ordre, soit d'ordres différents. Le cas le plus simple est une combinaison de sons, par exemple un accord harmonique de trois sons. Si cet accord devient

(1) Exp. du D^r G. P. Zeliony.

(2) Exp. du D^r G. P. Zeliony.

(3) Exp. du D^r E. E. Voskoboïnikova-Granstrem.

(4) Exp. du D^r N. A. Kacherinina.

un excitant conditionnel, on constate que, deux des sons constituants, et même un seul de ces sons, se montrent également actifs : deux sons agissent plus faiblement que l'accord entier, et le son seul plus faiblement encore (1). Un cas plus complexe est réalisé lorsque l'excitant conditionnel est fourni par la réunion d'excitants de plusieurs ordres, c'est-à-dire correspondant à des organes récepteurs différents. Jusqu'ici on n'a encore essayé qu'un petit nombre de combinaisons. Dans ces cas, un des excitants prime les autres et constitue, de préférence, l'excitant conditionnel ; par exemple, en combinant le grattage et le refroidissement de la peau, c'est surtout le grattage qui devient excitant conditionnel, le refroidissement ayant, employé seul, une action à peine perceptible. Pourtant, si, par la suite, on fait d'un de ces composants faibles, un excitant conditionnel, il devient rapidement très efficace. Si, ensuite, on associe ces deux excitants, on observe une réaction très intense (2).

Il s'est agi, ensuite, de déterminer ce que devient l'excitant conditionnel lorsqu'on lui associe un nouvel excitant. Dans les cas observés, l'association d'un excitant du même ordre provoque l'inhibition de l'excitant conditionnel. Une nouvelle odeur, indifférente, inhibe l'action d'une odeur efficace. On observe la même influence d'une note sur une autre qui, elle, provoquait la sécrétion salivaire. Il est intéressant de rappeler que ces expériences ont été commencées en partie dans un autre but ; nous avons, en effet, l'intention de former un réflexe conditionnel nouveau au moyen d'un réflexe conditionnel existant.

Après avoir associé à l'excitant conditionnel des excitants du même genre, nous avons commencé à lui associer des excitants d'un tout autre ordre. Les expériences ayant été poussées assez loin, il nous faut distinguer différents cas.

Supposons que le grattage soit un excitant conditionnel solidement établi. Si on lui associe le bruit d'un métronome, son pouvoir excitateur disparaît immédiatement (première phase). Cette disparition persiste plusieurs jours, puis, malgré

(1) Exp. du D^r G. P. Zeliony.

(2) Exp. de l'étudiant A. V. Palladine.

l'association du métronome, l'action du grattage reparaît (deuxième phase) ; enfin, le grattage, toujours associé au métronome, perd à nouveau son action et, cette fois, définitivement (troisième phase). Si on associe au grattage (excitant conditionnel) l'éclairage subit d'une lampe électrique de poche, le grattage continue d'abord à agir comme avant, mais bientôt les deux excitations associées deviennent inefficaces (1).

Il est vraisemblable que les phénomènes observés dans l'association au grattage des autres formes d'excitation mécanique, sont du même ordre.

La pression d'un objet moussé ou pointu provoque, au début, une sécrétion salivaire, quoique moindre que celle provoquée par le grattage, mais, par la répétition, cette action diminue progressivement jusqu'à disparition complète (2). Il est permis de supposer que, dans la pression d'un objet moussé ou d'un objet pointu, un des éléments de l'excitation est identique à l'excitation par grattage, et que c'est à cet élément qu'a été due leur action au cours des premiers essais. Par contre, un autre élément peut avoir une action particulière, c'est l'élément qui, avec le temps, a déterminé l'abolition de l'action du premier élément.

Parmi ces phénomènes d'inhibition, il en est un qui, par sa répétition à chacune des expériences, attire particulièrement l'attention. Lorsque après avoir associé à l'excitant conditionnel un excitant qui l'inhibe, on essaie le premier isolément à nouveau, on constate que son action a nettement diminué, quelquefois même jusqu'à devenir nulle. Il faut voir là, soit la prolongation de l'action inhibitrice de l'excitant associé, soit simplement le fait de la disparition spontanée de l'action de l'excitant conditionnel qui, bien entendu, n'a pas été renforcé par l'excitant absolu pendant son association avec l'excitant surajouté.

Les phénomènes d'inhibition du réflexe conditionnel s'observent, également, dans des cas tout à fait opposés. Lorsque, dans un excitant conditionnel complexe, l'un des deux constituants, employé seul, est à peu près inefficace,

(1) Exp. de l'étudiant P. N. Vassiliev.

(2) Exp. de N. A. Kachérinina.

l'action répétée de l'autre constituant seul entraîne une diminution brusque de son action pouvant aller jusqu'à la suppression totale (1).

Tous ces phénomènes d'excitation et d'inhibition peuvent être très exactement dosés d'après leurs conditions d'apparition.

En voici un exemple frappant :

Supposons que, pour transformer en excitant conditionnel le grattage, on procède de la manière suivante : ayant d'abord gratté le chien pendant 15 secondes, et, en continuant à le gratter jusqu'à la fin de la minute, on lui verse dans la gueule un acide. Le réflexe conditionnel s'établit ; en grattant l'animal ensuite pendant toute une minute, on obtient une forte salivation. Supposons qu'on renforce alors ce réflexe, en continuant le grattage pendant la deuxième minute, en même temps qu'on verse de l'acide. Si l'on répète cette dernière expérience plusieurs fois de suite, on constate que le grattage de la première minute perd rapidement et complètement son action d'excitation salivaire. Pour voir réapparaître l'action de la première minute de grattage, il faut répéter l'expérience un grand nombre de fois et, ce résultat obtenu, l'action sera plus importante que lors des premières expériences.

On a observé quelquefois des résultats analogues pour la mesure exacte de l'inhibition.

Enfin, on a essayé expérimentalement de former un réflexe conditionnel à l'aide de vestiges latents d'excitants, soit conditionnels, soit absolus : dans certains cas l'agent conditionnel était appliqué seul (pendant une minute) soit immédiatement avant, soit jusqu'à trois minutes avant le déclenchement du réflexe absolu, ou bien l'agent conditionnel n'était, au contraire, mis en action qu'après la fin de l'action du réflexe absolu.

Dans tous ces cas, le réflexe conditionnel était obtenu.

Mais, dans le cas où l'excitant conditionnel a précédé le réflexe absolu de trois minutes, et en a été séparé par un intervalle de deux minutes, le résultat obtenu a été tout à fait inattendu, extrêmement curieux, mais strictement

(1) Exp. de A. V. Palladine.

constant dans sa reproduction. En effet, dans ce cas, l'agent utilisé dans l'expérience n'a pas été seul à devenir excitant conditionnel. L'excitation employée ayant été le grattage d'une région déterminée de la peau, le résultat obtenu a été exactement le même pour le grattage d'une autre région de la peau, ou même pour une excitation thermique au contact de la peau, acoustique, optique ou olfactive. En même temps, on a constaté que la sécrétion salivaire produite par tous ces excitants était extrêmement abondante, et la réaction motrice de l'animal très prononcée. Le chien se comportait vis-à-vis de cet excitant conditionnel exactement comme si on lui avait effectivement versé une solution acide dans la bouche (excitant absolu dans ce cas) (1).

On pourrait croire que ce phénomène est d'un ordre absolument différent de ceux qui nous ont occupés jusqu'ici. Jusqu'à présent, en effet, il fallait qu'il y eût coïncidence, une fois au moins, entre un excitant conditionnel donné et le réflexe absolu ; or voici que des agents, qui n'ont jamais coïncidé avec le réflexe absolu, peuvent devenir excitants conditionnels. A ce point de vue, la différence est indiscutable. Mais, immédiatement aussi, apparaît le point fondamental commun à tous ces phénomènes à savoir que l'état d'hyperexcitation d'un point déterminé du système nerveux central attire vers ce point toutes les excitations quelque peu importantes qui frappent les cellules réceptrices de la sphère cérébrale supérieure.

J'ai terminé cet aperçu rapide et très incomplet des résultats obtenus dans le nouveau domaine de recherches. Trois points sont particulièrement frappants. C'est, en premier lieu, l'accessibilité parfaite de ces phénomènes à une observation précise, accessibilité qui ne cède en rien aux phénomènes physiologiques habituels, c'est-à-dire leur reproduction dans des conditions identiques, leur généralité et leur décomposition possible par l'expérimentation. C'est là un résultat tout à fait inespéré.

Le second point important est la possibilité de n'appliquer exclusivement que l'observation objective à ces phénomènes. Les considérations subjectives, que nous essayons d'employer

(1) Exp. de P. P. Pimenov.

encore quelquefois, à titre de comparaison, choquent manifestement le raisonnement.

Le troisième point, c'est le grand nombre de problèmes envisagés, la fécondité de l'idée, qui stimule vivement l'observateur.

Où doit-on classer tous ces faits ? A quel chapitre de la physiologie appartiennent-ils ? La réponse est facile : tous ces faits ressortissent, en partie à ce qui constituait avant la physiologie des organes des sens, en partie à la physiologie du système nerveux central.

Jusqu'à présent, la physiologie des surfaces réceptrices principales (œil, oreille, etc.) se composait presque exclusivement de notions subjectives, ce qui, tout en présentant quelques avantages, avait le grand inconvénient de mener naturellement à une limitation de l'expérimentation. Par l'étude des excitants conditionnels chez les animaux supérieurs, cette limitation disparaît et de nombreuses et importantes questions de ce domaine peuvent être immédiatement étudiées avec les immenses ressources que met, entre les mains du physiologiste, l'expérimentation animale. Etant donné le peu de temps dont je dispose, je ne puis exposer ici le plan d'étude de ces questions.

L'étude des excitants conditionnels présente un intérêt plus grand encore pour la physiologie du système nerveux central. Jusqu'à présent cette partie de la physiologie s'est servie, en grande partie, de données empruntées à la psychologie. Nous avons la possibilité, maintenant, de nous libérer entièrement de cette dépendance nuisible. Grâce aux excitants conditionnels, l'immense domaine de l'orientation de l'animal dans le monde extérieur devient accessible à l'observation objective. Et le physiologiste peut et doit analyser cette orientation, parallèlement à la destruction systématique du système nerveux central, pour en découvrir, enfin, les lois. Ici encore se posent immédiatement de nombreuses et importantes questions.

Un point reste à régler : quelles sont les relations existant entre les faits, déjà nombreux, rapportés plus haut, et les phénomènes psychologiques ? A qui revient-il de les étudier ? Si intéressantes que soient ces relations, il faut pourtant reconnaître que la physiologie n'a pas, actuelle-

ment, d'intérêt sérieux à entreprendre cette étude. Son rôle, plus urgent, consiste à réunir, systématiser et analyser les innombrables faits objectifs qui se présentent à elle. Mais il est certain que ce domaine futur de la physiologie contribuera, en grande partie, à résoudre les problèmes poignants qui de temps immémorial torturent les humains. Quels bénéfices incalculables, quelle puissance sur lui-même réalisera l'homme, lorsque le savant pourra le soumettre, comme tout autre objet de la nature, à une analyse extérieure, lorsque l'observation de l'intelligence par l'extérieur aura supplanté l'introspection !

Je suis heureux de l'occasion qui me permet de dédier au grand expérimentateur, pour lequel la physiologie était une « Maschinenlehre des lebeden Mechanismus » (1), des idées et des faits qui éclairent, à ce point de vue exclusif et fécond, la partie la plus élevée, la plus complexe de ce mécanisme.

J'affirme, avec d'autant plus de force, ma conviction dans le triomphe final de notre nouvelle voie d'expérimentation, qu'en Thomas Huxley nous avons tous l'exemple d'un infatigable militant de l'idée scientifique.

Dois-je parler du rapport de tout ce qui précède avec la médecine ? A proprement parler, la physiologie et la médecine sont inséparables. Si le médecin est réellement, le mécanicien de l'organisme humain, toute nouvelle découverte physiologique viendra immanquablement, tôt ou tard, accroître sa puissance.

(1) Voir autobiographie de Th. Huxley.

**Les réflexes conditionnels du chien
après destruction partielle de différents points
des hémisphères (1)**

Le but de cette communication est de jeter un coup d'œil d'ensemble sur les expériences faites jusqu'ici dans mes laboratoires, par mes collaborateurs et moi-même, sur les rapports des réflexes salivaires conditionnels avec les hémisphères.

Il a fallu, avant tout, vérifier l'exactitude de l'affirmation du D^r Belitski, suivant laquelle les réflexes salivaires conditionnels sont reliés à une région déterminée de l'écorce cérébrale, et qu'après ablation de cette région ils disparaissent tous. Les expériences du D^r Tikhomirov, exposées dans sa thèse, et les expériences du D^r Orbeli, que nous décrivons plus loin, infirment absolument les résultats publiés par le D^r Belitski. Voici, d'une part, isolées, les parties des hémisphères cérébraux d'un chien qui contiennent le centre supposé du D^r Belitski. Voici, d'autre part, le D^r Orbeli expérimentant devant vous sur un chien chez lequel on a fait l'ablation de ces parties et qui, cependant, présente un réflexe salivaire rapide et intense à l'audition du bruit de craquement de biscuits secs. Le D^r Orbeli a, d'ailleurs, répété l'expérience sur un autre chien, qui s'est comporté exactement de la même façon. Après avoir obtenu un résultat négatif en essayant de reproduire les expériences du D^r Belitski, le D^r Tikhomirov tenta de reproduire, chez un chien, une expérience analogue du D^r Gerver sur le réflexe conditionnel des glandes gastriques et obtint, encore une fois, un résultat négatif. Je voulus, alors, reproduire moi-même cette expérience et obtins le même résultat que le D^r Tikhomirov. Voici le cerveau de mon chien et le compte rendu de l'expé-

(1) Communication faite à la Société des médecins russes de Saint-Petersbourg

rience. Vous pouvez voir que, malgré l'ablation d'une partie de l'écorce des hémisphères, au moins quatre fois plus grande que la région indiquée par le D^r Guerver, le réflexe conditionnel sur les glandes gastriques (excitation de l'animal par la vue de la nourriture) est encore aussi net 6 jours après l'ablation bilatérale du centre supposé, et reste tel les jours suivants. Le résultat de nos expériences montre, sans aucun doute, que le D^r Guerver a été victime d'une erreur : son chien, certainement malade à la suite de l'opération, a présenté, tout simplement, de l'anorexie.

Nous avons successivement extirpé presque toutes les régions des hémisphères, et, chaque fois, nous avons étudié l'état du réflexe salivaire conditionnel. Je suis obligé de reconnaître, en me basant sur ces expériences, qu'il n'existe aucune région spéciale des hémisphères dont dépende l'existence des réflexes salivaires conditionnels.

Mais cela n'exclut pas l'influence particulière des différentes parties des hémisphères sur ces réflexes. Le D^r Tikhomirov a montré qu'une partie déterminée de l'arc des divers réflexes conditionnels est située dans les hémisphères.

Le réflexe salivaire conditionnel ayant pour point de départ une excitation de la peau, disparaît totalement, et ne reparaît plus, après ablation de la portion de l'écorce correspondant à la zone dite motrice. De même, après ablation des lobes occipitaux, le réflexe salivaire visuel disparaît. Pendant ce temps d'autres réflexes salivaires continuent d'exister, et même il peut en apparaître de nouveaux. Le même fait a été observé, dans notre laboratoire, sur des chiens autres que ceux décrits dans la thèse du D^r Tikhomirov.

Ainsi, il ressort nettement de nos expériences que la formation des réflexes salivaires conditionnels nécessite un apport cortical des différents points à sensibilité spécifique, tels que l'œil, le nez, l'oreille et la peau. On peut penser, avec raison, qu'il en est de même pour tous les autres réflexes conditionnels de l'organisme. Dans ce cas, la formule : les hémisphères sont l'organe des réflexes conditionnels, serait entièrement justifiée.

Enfin, on peut ajouter que, parmi toutes les expériences effectuées jusqu'ici, nous n'avons observé aucune indication

de l'existence de régions spéciales des hémisphères commandant, d'une façon générale, les réflexes conditionnels, c'est-à-dire de centres correspondants, par leur fonction, à ce que l'on appelle un centre d'association (exception faite de certaines régions spécialisées recevant l'influx de tel ou tel organe des sens) ; un réflexe conditionnel donné ne disparaît définitivement que par la destruction des voies amenant à l'écorce l'excitation venue de la surface réceptrice spécifique correspondante.

VI

Des centres corticaux du goût du D^r Gorchkov (1)

Dans sa thèse, parue en 1901, le D^r Gorchkov, à la suite de recherches expérimentales personnelles, conclut à l'existence, dans les circonvolutions antérieures, d'un centre du goût.

Après ablation bilatérale de l'écorce de ces circonvolutions, le chien, affirme l'auteur, mange volontiers de la viande saupoudrée de sel de cuisine, d'acide citrique et de quinine, ou imbibée d'une solution contenant : sel 32 pour 100, acide 9,6 pour 100, quinine 5 pour 100. Le D^r Tikhomirov (thèse 1906), voulant mettre à profit les résultats de ces expériences pour l'analyse des réflexes salivaires conditionnels, ne trouva, en reproduisant au préalable les expériences du D^r Gorchkov, aucun fait analogue. Après le D^r Tikhomirov, j'enlevai moi-même, des deux côtés simultanément, la zone indiquée par le D^r Gorchkov et n'observai, à aucun moment, après l'opération, la perte du goût décrite par lui. Il paraît donc évident que les conclusions du D^r Gorchkov résultent d'une idée préconçue et d'une observation inexacte. En particulier, il a pu tenir compte, entre autres, d'expériences faites sur des chiens qui mouraient deux ou trois jours après l'opération ! Enfin, les expériences, dans lesquelles les chiens opérés d'un côté « mangeaient tranquillement avec la moitié opposée de la langue » (paroles textuelles) la viande imprégnée des substances énumérées plus haut, témoignent de la grande fantaisie de l'auteur.

(1) Rapport à la Société des médecins russes de Saint-Petersbourg.

VII

De quelques traits généraux du mécanisme de l'activité supérieure (1)

Il y a six ou sept ans je fis, avec mes collaborateurs, la première tentative d'étudier toute l'activité nerveuse (sans aucune exception) des animaux supérieurs, en particulier du chien, par une méthode « objective », en rejetant absolument toutes les considérations formulées par analogie avec notre vie psychique. A notre point de vue, l'activité nerveuse de l'animal se présente sous forme de réflexes et, plus exactement, sous deux formes de réflexes : le réflexe habituel, étudié depuis longtemps, et que nous avons appelé réflexe « absolu », et le réflexe nouveau, qui comprend tout le reste de l'activité nerveuse, et que nous avons appelé réflexe « conditionnel ».

Nous pouvons affirmer, actuellement, que notre tentative a trouvé sa pleine justification dans les faits, car notre bagage scientifique augmente sans cesse et se systématise de lui-même sans aucune difficulté. Les faits que nous avons observés permettent, d'une part, de systématiser jusqu'à un certain point l'activité nerveuse supérieure et éclairent, d'autre part, quelques traits généraux du mécanisme de cette activité.

L'organe sur lequel nous étudions, dans nos expériences, l'influence du monde extérieur, est la glande salivaire. Les excitations extérieures *déterminées*, partant de la cavité buccale, du nez ou de la peau, vont directement au bulbe et provoquent l'activité réflexe habituelle des glandes salivaires : c'est ce que nous appelons le réflexe salivaire absolu. Toutes les excitations extérieures agissant sur les surfaces sensorielles, telles que l'oreille ou l'œil, se dirigent vers les centres récepteurs corticaux des hémisphères, et de là au bulbe, et

(1) Rapport à la Société des médecins russes de Saint-Petersbourg.

donnant naissance à d'autres réflexes, que nous appelons réflexes conditionnels. Dans le premier cas, la voie suivie par l'excitation est déterminée une fois pour toutes et se trouve presque toujours praticable dans les conditions normales de la vie. Dans le second cas, la voie ne s'ouvre que dans certaines conditions et se ferme dans d'autres, se trouvant, par conséquent, alternativement libre ou obturée. Du second cas il ressort que la base de l'activité supérieure du système nerveux central et son trait essentiel consistent en l'établissement de connexions temporaires.

Tout agent extérieur, susceptible de se transformer, au contact des surfaces sensorielles du chien, en excitation nerveuse, peut, comme le montrent nos expériences, être amené, par l'intermédiaire des régions supérieures du cerveau, à agir sur les glandes salivaires, c'est-à-dire servir d'excitant à ces glandes. Un second point important de ce mécanisme est donc l'universalité des liaisons possibles dans les régions supérieures du système nerveux central.

Le seul fait en contradiction apparente avec la formule ci-dessus, à savoir . qu'on n'ait pas réussi, jusqu'à présent, à faire du spectre lumineux un réflexe conditionnel des glandes salivaires, doit raisonnablement être interprété d'une toute autre façon. Ce fait, s'il est observé avec précision, signifie simplement que l'opinion courante, d'après laquelle le chien réagit à la décomposition de la lumière, c'est-à-dire, d'un point de vue subjectif, qu'il distingue les couleurs, est un préjugé résultant de l'analogie superficielle avec l'homme, analogie que n'autorise aucune expérience concluante.

Le troisième trait du mécanisme que nous étudions nous est fourni par la loi qui régit la formation des réflexes conditionnels. Pour que n'importe quel phénomène de la nature, agissant sur les surfaces sensorielles du chien, devienne un excitant des glandes salivaires, il faut que son action sur le chien coïncide exactement dans le temps, et plusieurs fois, avec le réflexe salivaire absolu provoqué par l'introduction dans la bouche d'aliments ou de substances irritantes non comestibles. Ce fait montre de façon évidente que, dès que, dans le système nerveux, un foyer d'hyperexcitation est réalisé (dans notre cas, au centre réflexe salivaire), les excitations jusque là indifférentes, tombant du monde

extérieur et amenées au point sensible de la substance corticale des hémisphères, sont centralisées, se frayant ainsi un chemin vers ce foyer. Ce fait pourrait être appelé mécanisme de concentration et d'orientation des excitants indifférents.

Enfin, le quatrième trait de ce mécanisme se rapporte à des faits qui constituent un groupe particulier de réflexes conditionnels, étudiés dans notre laboratoire par le D^r Piménov. Si un agent extérieur, dont on veut faire un excitant conditionnel des glandes salivaires, au lieu de coïncider avec le réflexe absolu, le précède et en est séparé, chaque fois, par un certain intervalle (2 secondes dans les expériences de Piménov), on constate que, lorsqu'enfin s'établit le réflexe conditionnel, en plus de l'agent extérieur choisi, toutes sortes d'autres phénomènes extérieurs se montrent efficaces, et que le pouvoir exciteur de ces phénomènes accessoires ne s'établit que progressivement et dans un certain ordre. Si l'agent utilisé dans ces conditions, à titre d'excitant, est une irritation mécanique d'un point déterminé de la peau, l'ordre d'apparition des réflexes surajoutés ne suit pas la loi de spécificité des réflexes cutanés mécaniques conditionnels habituels ; l'animal réagit d'abord à l'excitation mécanique des autres points de la peau, puis à l'excitation thermique de la peau et, enfin, à l'excitation des autres surfaces sensorielles, olfactive, optique, auditive. Le mécanisme intérieur de ce fait peut être représenté de la façon suivante : l'excitation qui arrive à la substance corticale des hémisphères, et qui n'est pas dirigée immédiatement vers une région nerveuse déterminée en état d'activité, s'étend, se dissémine sur toute la surface cérébrale ; lorsqu'un point fortement excité apparaît plus tard, l'excitation corticale se dirige vers ce point, non seulement de la région initiale, mais de tous les points auxquels l'excitation a eu le temps de s'étendre.

La dissémination de l'excitation dans l'écorce cérébrale est une règle générale.

Les quatre traits généraux, énoncés ci-dessus, du mécanisme de l'activité cérébrale supérieure, ne doivent, naturellement, pas être considérés, sous bien des rapports, comme définitifs.

VIII

Suite de l'analyse objective des phénomènes nerveux complexes, comparativement à l'interprétation subjective de ces mêmes phénomènes (1)

(D'après les exp. du Dr P. N. Nicolaïeff).

Ce rapport concerne le domaine des réflexes dits conditionnels, c'est-à-dire l'étude objective de l'activité du système nerveux central du chien.

Je rappellerai ici les données fondamentales de cette étude.

Du point de vue de l'étude objective, toute l'activité nerveuse du chien, sans exception, nous apparaît sous la forme de réflexes, c'est-à-dire sous la forme d'une réaction de l'animal au monde extérieur par l'intermédiaire du système nerveux.

Nous distinguons deux sortes de réflexes : l'ancien réflexe simple, que nous avons appelé réflexe absolu, et dans lequel la réponse de l'organisme est liée d'une façon constante et immuable à l'agent extérieur qui la détermine. Chaque fois, par exemple, qu'un corps étranger quelconque pénètre dans l'œil d'un animal, il détermine un mouvement de défense des paupières ; chaque fois qu'un corps étranger pénètre dans la gorge d'un animal, il provoque la toux.

A côté de ce réflexe, nous plaçons une série d'autres réflexes nouveaux, dans lesquels le lien entre le phénomène extérieur et la réponse de l'organisme n'est que temporaire. Ce lien se forme dans des conditions déterminées, persiste sous l'influence de certaines conditions, et disparaît dans des conditions également déterminées. Il existe donc, selon nous, des réflexes constants et d'autres, temporaires. Voici, à titre d'exemple de réflexes temporaires, quelques relations complexes du chien.

(1) Rapport à la Société des médecins russes de Saint-Pétersbourg.

Actuellement cette étude embrasse un nombre de faits important, si l'on en juge par les nombreux rapports lus par nous ici même. Et, sans exagération, on peut dire que le nombre de ces faits augmente de jour en jour. De plus, parallèlement à ces faits, se formulent des règles, des lois qui classent les faits par catégories, de sorte que notre travail progresse continuellement. Nous allons, immédiatement, présenter ici un cas d'activité nerveuse complexe chez le chien, cas dans lequel l'analyse nous semble pénétrer assez profondément et, fait particulièrement intéressant, conserve immuablement, malgré cette profondeur, une grande finesse. Pour rendre clair tout ce que je vais dire, je commencerai par le commencement et décrirai un fait concret observé chez un chien servant de sujet dans nos expériences. Il faut ajouter, qu'une partie des faits que je vais exposer, obtenus sur ce chien, ont été répétés depuis, avec succès, sur beaucoup d'autres chiens ; les derniers faits, qui constituent l'élément de nouveauté de mon rapport, ont été reproduits également sur un autre chien, exactement sous la même forme. Il ne peut donc être ici question de hasard. Considérons attentivement le tableau I. Chez ce chien, c'est la lumière (L)

TABLEAU I

L = excitant conditionnel
 L + S = inhibiteur conditionnel
 L + S + M

qui est prise, par l'intermédiaire de la nourriture, comme excitant conditionnel des glandes salivaires. A cet effet, on place le chien dans une pièce obscure et, à un moment donné, on éclaire brusquement une lampe électrique ; au bout d'une demi-minute, et pendant la demi-minute qui suit, on donne à manger au chien. On répète ceci plusieurs fois. A la longue, la lumière, jusque là indifférente pour l'animal et n'ayant aucune action sur les glandes salivaires, devient, par la répétition de sa coïncidence avec la nourriture, un excitant spécial de ces glandes ; chaque fois que jaillit la lumière électrique, on observe la salivation. Nous disons, dans ces conditions, que la lumière est devenue un excitant conditionnel des glandes salivaires. La glande salivaire n'est,

dans notre cas, qu'un simple indice de la réaction de l'animal au monde extérieur. Ce réflexe augmente, peu à peu, jusqu'à une limite déterminée ; dans notre cas il atteint dix gouttes en une demi-minute.

Associons maintenant à la lumière un son déterminé (426 vibrations à la seconde environ). Vous voyez sur le tableau I et sur le suivant, L + S (L veut dire lumière, S veut dire son). Cela signifie qu'à l'éclairage brusque de la chambre nous associons un son. Cet ensemble dure une demi-minute. Cette double excitation n'est pas accompagnée de nourriture. Répétée trois, quatre, cinq fois, l'excitation conserve un effet constant, c'est-à-dire que la lumière seule, ou associée au son, donne toujours 10 gouttes de salive, bien que non accompagnée de nourriture. Nous nous posons cependant la question suivante : quoiqu'il n'y ait, en apparence, rien de changé, n'y aurait-il tout de même pas une modification quelconque au sein du processus ? Le son associé à la lumière, et qui ne présentait jusque là aucun rapport avec les glandes salivaires, n'aurait-il pas acquis quelque autre valeur ? Et l'on constate, en effet, qu'après quatre ou cinq répétitions il possède une action excitatrice sur les glandes salivaires. Cette action est faible, en vérité, et ne donne qu'une ou deux gouttes de salive. Que s'est-il donc passé ? Comment le son est-il devenu un excitant ? Comment se fait-il que, quoique n'étant pas accompagné de nourriture, il soit devenu un excitant ? L'expérience montre que le son, par sa coïncidence répétée avec la lumière, a acquis un pouvoir exciteur par le même processus que la lumière le sien par son association avec la nourriture, facteur déterminant de la salivation. L'action du son est celle d'un nouvel excitant conditionnel, et comme, dans le cas particulier, il est devenu tel par l'intermédiaire d'un excitant conditionnel et non absolu (nourriture, par exemple), nous l'appellerons excitant de second degré, et le réflexe, réflexe de second degré.

Cette action est, il faut le dire, très peu importante. Dans la grande majorité des cas on n'obtient qu'une ou deux gouttes. De plus, elle est fugace et disparaît très rapidement de sorte qu'en prolongeant les expériences un certain temps, le son perd son action. Cette période constitue la

première phase. Cette action est si faible et exige, pour être décelée, une précision si grande, que son existence même peut être mise en doute. Mais il existe une circonstance qui aide à la vérification. Parmi les chiens il existe des types particuliers de systèmes nerveux ou, simplement, des chiens à système nerveux faible, chez lesquels ce phénomène est particulièrement marqué et persistant de sorte que, chez eux, le réflexe conditionnel de second degré persiste pendant des semaines, et qu'il est même quelquefois difficile de s'en débarrasser.

Le premier résultat de la combinaison du son avec la lumière, non accompagnés de nourriture, est donc de faire du son un excitant. En répétant l'association de 10 à 20 fois, toujours sans accompagnement de nourriture, on arrive à la phase suivante ; et si les cinq premières fois cette association a donné le même résultat que la lumière seule, son action diminue ensuite et, au lieu de 10 gouttes, n'en donne que 8, 5, 4, 3, pour arriver enfin à 0. Ainsi la lumière seule donne 10 gouttes ; L + S en donne 0. Et ce dernier résultat reste immuable quel que soit le nombre de répétitions de ce duo. Quelle est sa signification ? Existe-t-il là, ou non, quelque mécanisme intérieur ? Et, s'il existe, peut-on le découvrir, et par quel moyen ? Il faut, évidemment, étudier séparément les éléments du duo. Inutile d'essayer la lumière, elle donne toujours 10 gouttes. Il faut donc essayer le son tout seul. Nous savons que, dans la première phase, le son donnait une ou deux gouttes, et que maintenant son action est égale à zéro. Comment expliquer ce zéro ? Deux interprétations sont possibles : ou bien l'action est nulle, ou bien elle peut avoir une valeur négative ; autrement dit, le son ne serait pas uniquement un agent indifférent, mais pourrait être un inhibiteur. Voilà ce qu'il nous faut élucider. Comment cela ? Nous disposons d'une série de faits qui nous montrent d'une façon décisive et définitive que le son n'est pas égal à zéro dans le duo, mais représente une valeur négative. C'est un inhibiteur, et ceci peut être démontré de la façon suivante : admettons qu'en plus de la lumière nous ayons un autre excitant conditionnel alimentaire, le grattage de la peau, par exemple, qui détermine également la salivation. Associons le son au grattage. On constate

que le son empêche l'action du grattage. On voit donc qu'il n'est pas égal à zéro, mais représente une valeur négative. *Son action est celle d'un frein.* Ainsi, chaque fois que nous associons un son à un autre excitant conditionnel, l'action de cet excitant est annulée. Il existe donc, certainement, un mécanisme intérieur déterminé, en ce qui concerne ce réflexe conditionnel complexe. Ce mécanisme se résume en ceci : si l'on associe, à un agent excitant conditionnel, un agent indifférent, et que l'on ne joigne pas à ce duo un excitant absolu, (la nourriture, dans notre cas particulier), l'action de ce nouvel agent passe par deux phases : la première, courte, est une phase d'activité, où l'agent a un pouvoir exciteur ; la seconde, au contraire, est une phase d'inhibition. Ces faits nous sont connus depuis longtemps.

Je passe maintenant à des faits entièrement nouveaux. Ceux-ci appartiennent, en totalité, à mon collaborateur, le Dr Nicolaïev, qui vient de terminer un travail les concernant. Je vais immédiatement vous en faire un exposé analytique. Je vous prie de prêter attention à la troisième ligne du premier tableau. Nous y ajoutons, au duo L + S, un troisième excitant, le métronome (M). On accompagne ce trio L + S + M de nourriture, en observant la même succession dans le temps : une demi-minute le trio seul, puis la demi-minute suivante — coïncidence avec la nourriture. Nous constatons alors une longue et très intéressante succession de faits. Tout l'intérêt de notre rapport réside dans l'analyse de leur ensemble, reproduit dans les tableaux ci-contre.

En haut du tableau II figure le trio L + S + M. Au-dessous sont indiqués les phases des expériences et le nombre de gouttes. A la seconde ligne on lit $\left. \begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix} \right\} 2$. Cela signifie que l'action de L + S + M a d'abord été analogue à celle du duo, c'est-à-dire égale à zéro. Dès la troisième expérience les faits changent. Le trio donne maintenant deux gouttes au lieu de zéro, et cela ne se produit qu'une fois, après quoi il donne quatre gouttes seize fois de suite. Cette première longue période a duré 16 jours. Donc, la cinquième fois, le trio provoque l'écoulement d'une quantité déterminée de salive, 4 gouttes exactement. Nous pouvons, maintenant,

nous demander ce que cela signifie, quel est le mécanisme intime de cette excitation, et pourquoi l'on obtient précé-

TABLEAU II

L + S + M	.	}	16 fois
.	.		
.	.		
.	.		
0	.	}	5 fois
0	.		
.	.	}	6-9
.	.		
2	10	}	16 fois
2	10		22 fois

sément quatre gouttes et pas davantage? Le problème se complique encore du fait que nous avons, maintenant, trois facteurs de signification différente. Il est évident que, pour préciser l'action simultanée de ces agents, nous devons d'abord les essayer séparément, et en les combinant diversement. Nous obtiendrons ainsi un certain nombre de faits qui nous amèneront à une conclusion déterminée.

TABLEAU III

L = 10 gouttes
L + S = 0
L + S + M = 4 gouttes
S = 0
M = 0
S + M = 0
L + M = 6 gouttes

Nous possédons trois facteurs. On peut les combiner de sept manières différentes : lumière seule, son seul, métronome seul, lumière + son, lumière + métronome, son + métronome, enfin, lumière + son + métronome. Il ne nous reste plus qu'à essayer ces différentes combinaisons, et les indications que nous en tirerons nous rapprocheront de la réponse cherchée. Trois de ces sept combinaisons nous sont connues : la lumière, qui donne 10 gouttes ; L+S

qui ne donne rien ; $L + S + M$ qui donne 4 gouttes. Il faut dire que toutes ces combinaisons sont répétées chaque jour, et qu'elles donnent toujours des résultats identiques.

Il nous faut essayer, maintenant, les quatre autres combinaisons, que l'on n'emploie pas habituellement et que nous n'essayons que rarement, et seulement dans l'intérêt de l'analyse. Le métronome seul n'a aucune action, ni le son seul ; le son + le métronome non plus. La seule association qui ait une action est le groupe $L + M$. Mais là, quelque chose d'étrange apparaît dès le début : $L + M$ ne donne que 6 gouttes, alors que L seul en donne 10. On ne peut comprendre le sens de ce fait qu'en admettant, pour le métronome, une action inhibitrice : $L + M$ donne moins de salive que la lumière seule. Nous en concluons que, dans la première période de l'application de notre trio, le métronome avait un rôle inhibiteur, puisque la lumière donne un résultat moindre dans son association au métronome que lorsqu'elle agit seule. Deux questions se posent alors : d'abord, comment ce rôle inhibiteur a-t-il été dévolu au métronome dans le trio ? ensuite, par quel mécanisme le métronome, étant inhibiteur, a-t-il pu provoquer la sécrétion de quatre gouttes de salive ? Nous ne pouvons répondre à la première question que par une hypothèse, car nous n'avons pas encore réalisé l'expérience sur ce point. Cette hypothèse se ramène à ceci : lorsque à $L + S$ nous associons le métronome, et que ce trio dure une demi-minute, le repas n'intervenant que dans la demi-minute suivante, le début de l'action du métronome, associé à l'action de la lumière et du son, se produit pendant que la cellule nerveuse de l'animal est le siège d'un processus d'inhibition ; le métronome prenant ainsi part à ce processus, il est tout naturel qu'il en conserve le caractère. autrement dit, il acquiert la teinte du processus dans lequel il est introduit. Nous avons ici un phénomène analogue à celui que nous avons rencontré lorsque nous discutons le mécanisme du duo, et que le son, associé à la lumière, recevait de celle-ci un pouvoir excitateur. Le processus existant à ce moment dans le neurone (cellule nerveuse) a déteint sur l'agent qui y a pénétré. L'action inhibitrice du métronome s'explique donc par son association avec un processus inhibiteur, dont

il conserve par la suite les caractères. C'est là la seule explication satisfaisante. Bien qu'extrêmement vraisemblable, elle ne répond peut-être pas à la réalité, vraisemblance et vérité étant souvent différentes. C'est pourquoi nous avons décidé d'entreprendre toute une série d'expériences nouvelles pour vérifier cette hypothèse.

Il nous reste, maintenant, à répondre à la seconde question : comment le métronome, devenu inhibiteur dans le trio, a-t-il pu, se transformant en excitateur, amener ce trio à provoquer la sécrétion de quatre gouttes de salive ? Cette action peut paraître tout à fait incompréhensible lorsqu'on n'est pas au courant d'un processus nerveux particulier, que nous observons couramment depuis déjà de nombreuses années. C'est le processus dit de « désinhibition ». Voici en quoi il consiste. Supposons qu'à un excitant conditionnel quelconque on associe n'importe quel agent déterminant, chez le chien, une réaction brusque, une excitation qui le fasse se retourner brusquement, par exemple ; on constate que cet agent inhibe l'excitant conditionnel. Le processus d'inhibition est un phénomène bien connu et souvent observé dans l'activité du système nerveux. Mais voici ce que l'on observe ensuite : si, au cours d'un processus d'inhibition, on associe un nouvel agent brusque, celui-ci amènera la suppression de l'action inhibitrice. Ce fait peut être expliqué de la façon suivante : le nouvel inhibiteur anihile l'action inhibitrice du premier et, libérant l'action inhibée, détermine un effet positif. Prenons, par exemple, notre excitant conditionnel habituel, la lumière, et associons-lui un agent brusque, un coup de sifflet, par exemple : l'action de la lumière sera inhibée. Mais si nous avons auparavant, par la répétition de la lumière sans repas, inhibé son action, l'association de l'agent subit rend, au contraire, son action à la lumière. C'est là le phénomène de la désinhibition. Ce processus de contre-inhibition se rencontre aussi souvent dans l'activité du système nerveux que les processus d'excitation et d'inhibition eux-mêmes. L'apparition de quatre gouttes de salive sous l'action du trio doit être comprise de la façon suivante : le métronome, devenu inhibiteur, agit sur la cellule nerveuse en état d'inhibition, autrement dit, il inhibe le son et libère partiellement de son influence l'action de la lumière. Voilà

comment, sachant que le métronome est un inhibiteur, et tenant compte de certains processus connus du système nerveux, on peut expliquer l'apparition des quatre gouttes de salive sous l'action de cette combinaison. En résumé, l'agent surajouté, tombant en terrain inhibé, n'annule que l'inhibiteur et libère, ainsi, de son influence l'excitant conditionnel, soit la lumière dans le cas considéré.

Reportons-nous à nouveau au tableau II. L'action du trio a été essayée dans 16 expériences semblables. Plus loin, à la vingtième fois, le résultat commence à changer, le processus passe de la première à la seconde phase, l'action du trio produit 6, 7, 8 et 9 gouttes, et 10 gouttes à la vingtième expérience. L'action du trio est donc devenue égale à celle de la lumière seule.

TABLEAU IV

$$\begin{aligned} L &= 10 \\ L + S &= 0 \\ L + S + M &= 10 \\ S &= 0 \\ M &= 4 \\ S + M &= 4 \\ L + M &= 10 \end{aligned}$$

Le tableau IV représente la seconde phase du processus. Il s'agit d'expliquer maintenant l'apparition de 10 gouttes au lieu de 4 et de déterminer la valeur propre de chacun des agents qui prennent part à cette action. Ayons encore une fois recours à l'analyse fractionnée, autrement dit, essayons toutes les combinaisons. Trois de ces combinaisons nous sont connues : la lumière, qui donne 10 gouttes ; $L + S$ nulle ; $L + S + M$ qui donne 10 gouttes. On constate ensuite que S reste nulle, que M agit maintenant et donne 4 gouttes. $S + M$ donne également 4 gouttes. Par son association à la lumière, le métronome ne change rien à l'action de cette lumière, il a donc perdu son rôle inhibiteur antérieur. Dans la seconde phase, le métronome a donc passé du rôle d'inhibiteur au rôle d'excitant faible. Seul, il produit 4 gouttes de salive, associé au son, il en amène 4 également, avec la lumière il donne la même quantité que la lumière seule. Je dois faire remarquer ici que les différents excitants ne s'additionnent généralement pas, c'est-à-dire que si plusieurs exci-

tants conditionnels agissent dans des proportions différentes, en les associant les uns aux autres on obtient une quantité de salive correspondant à l'excitant le plus fort. Dans notre exemple la quantité maxima était produite par la lumière, et c'est pourquoi, par son association avec le métronome, on obtient la même quantité qu'avec la lumière seule. Il se produit donc, dans le trio, un processus analogue à celui que nous avons observé dans le duo, à cette différence près que les phases sont inversées. Dans le cas de deux agents, on observe deux phases : la première, où l'inhibiteur prend la teinte de l'excitant conditionnel, la seconde où il se transforme en inhibiteur parce que non accompagné de nourriture. Un processus du même genre s'observe dans le cas de trois agents : ici c'est dans la première phase que le métronome, agent surajouté, est d'abord inhibiteur, ayant pris la teinte du processus dont le neurone est le siège à ce moment ; dans la seconde phase, le trio étant constamment accompagné d'un repas, le métronome acquiert un pouvoir exciteur. Il y a donc répétition de la même loi dans les deux phases. Reste la question intéressante de la signification des autres combinaisons. Le son est resté inactif, c'est-à-dire que, bien que toujours accompagné, dans le trio, d'un repas, il n'a pas acquis de pouvoir exciteur. Dans le trio, le son n'est donc pas devenu agent actif. D'autre part, il n'est pas inhibiteur non plus, le métronome seul ou associé au son provoquant les mêmes quatre gouttes. Vous voyez ainsi que le rôle du son est très intéressant, il agit différemment dans les diverses combinaisons. Dans le duo, il est inhibiteur et, dans le trio, nul. Il existe donc une sorte d'équilibre nerveux, dont on ne peut préciser davantage la nature. Vous voyez que les chiffres restent exacts, constants, et qu'en même temps chaque agent a une signification particulière, déterminée. Si ces phénomènes avaient un caractère accidentel, les chiffres eussent été tout à fait désordonnés, variables. En fait, il n'en est rien. Et c'est un premier argument logique en faveur de la réalité de cet équilibre. Une preuve d'un autre genre, et plus directe encore, réside dans le fait que lorsque le Dr Nicolaïev, ayant achevé son travail, commença à confronter ses chiffres, il remarqua que ces chiffres présentaient entre eux certains rapports numériques déterminés.

Dans l'exemple choisi pour notre démonstration (tableau V), le duo L + S, non accompagné de nourriture, s'affirme inactif, tandis que le trio (L + S + M), accompagné d'un repas, confirme son pouvoir excitateur. Or, on constate que pour qu'il n'y ait pas de confusion, pour que le duo reste inactif et que le trio donne toujours 10 gouttes, un rapport numérique strictement déterminé est indispensable dans la répétition de ces combinaisons, et qu'en particulier, le duo, non accompagné de repas, doit être répété deux fois plus souvent que le trio, car si le trio est répété plus souvent, le duo perd son inactivité et devient valeur positive.

Dans ce tableau, la dernière colonne indique le mois et la date, l'avant-dernière, le rapport entre la répétition du duo et celle du trio, la troisième, le nombre d'expériences faites avec le trio, la deuxième — le nombre de répétitions

TABLEAU V

	Nombre d'expériences L + S	Nombre d'expériences L + S + M	Rapport	Date
0	28	14	= 1/2	21— I
0	32	16	= 1/2	31— I
2	35	18	> 1/2	3— II
0	45	19	< 1/2	5— II
0	63	26	< 1/2	12— II
0	74	32	< 1/2	16— II
0	85	40	< 1/2	26— II
2	92	47	> 1/2	2— III
0	100	50	= 1/2	4— III
5	103	52	> 1/2	5— III
0	112	56	= 1/2	10— III
0	120	60	= 1/2	13— III
0	126	63	= 1/2	17— III

du duo et, enfin, la première colonne, dans laquelle quelques chiffres sont en caractères gras, indique le résultat de l'action du duo. On constate que, chaque fois que le duo est répété exactement deux fois plus que le trio, son action est nulle ; mais dès que le trio est répété plus souvent que le duo, aussitôt l'inhibition cesse, et le duo donne un résultat positif (chiffres en caractères gras). On voit dans ce tableau que lorsque, sur 35 expériences, le duo a été répété 18 fois, il a acquis un effet positif et a donné deux gouttes ; puis,

lorsque, sur 92 expériences, il a été répété 47 fois, le résultat restait le même. Enfin, dans un troisième cas, lorsque, sur 103 expériences, le duo était répété 52 fois, il donnait 5 gouttes. Ainsi donc, pour que ces combinaisons conservent leur signification déterminée, un rapport numérique tout à fait déterminé est indispensable entre eux, et, en particulier, il faut que le duo soit répété exactement deux fois plus souvent que le trio. Voilà, messieurs, les faits que nous avons l'intention de vous présenter aujourd'hui. Nous avons analysé l'action de trois agents et constaté que l'action de ces agents obéit à des lois. D'après une des lois qui se dégagent de ces faits, l'action du facteur surajouté évolue en deux phases, puis il s'établit un équilibre nerveux indiscutable, une action réciproque, bien définie, des facteurs, ayant une valeur positive ou négative.

Une fois ces faits instructifs acquis, le désir vint naturellement de savoir si l'étude par l'analyse objective de phénomènes nerveux analogues peut atteindre, chez l'homme, une aussi grande précision ? Je m'adressai, dans ce but, à la fois aux livres qui traitent de ce sujet et aux spécialistes en la matière. Je n'ai pas trouvé ce qu'il me fallait dans les livres. Aux spécialistes, j'ai posé la question suivante : à quoi répondent, dans l'étude psychologique subjective, les faits obtenus par nous, et comment y sont-ils analysés ? Malheureusement, cette fois-là, comme les précédentes, la tentative n'a pas été couronnée de succès. Des renseignements obtenus, il était difficile de tirer quelque chose de positif. Et cela se conçoit : la confrontation des résultats obtenus par l'analyse objective des phénomènes nerveux complexes, avec les résultats de l'étude subjective, se heurte à d'énormes difficultés. Celles-ci sont surtout de deux ordres.

Nos raisonnements, concernant des faits obtenus par une voie strictement objective, ont ceci de particulier, que nous nous les représentons dans l'espace et dans le temps : ce sont, pour nous, des faits de sciences naturelles. Les faits psychologiques, au contraire, ne se représentent que dans le temps, et il est évident qu'une telle différence ne peut manquer de rendre incommensurables ces deux sortes de représentations. Ceci est un premier point.

Il y a, ensuite, l'impossibilité de comparer la complexité

de nos phénomènes avec ceux des psychologues. Il est évident que l'activité du système nerveux de l'homme dépasse énormément, par sa complexité, celle du système nerveux du chien. Pour ces raisons, le psychologue est en peine de dire à quoi correspond notre analyse en psychologie expérimentale et dans la recherche psychologique en général.

Le psychologue m'a déclaré qu'il n'existe pas encore, à son avis, d'analyse semblable, et je pense, qu'étant donné les difficultés indiquées, notre analyse suivra longtemps encore une voie distincte de l'analyse des psychologues. Cette conclusion n'est pas attristante pour nous, physiologistes. Elle ne nous met aucunement en posture difficile, car nous sommes moins compliqués que les psychologues, nous établissons les bases de l'activité nerveuse, tandis qu'ils construisent, eux, l'étage supérieur et, comme ce qui est simple, élémentaire, se comprend sans l'aide de ce qui est compliqué, alors que le compliqué ne peut être compris sans l'aide de l'élémentaire, notre position est donc la meilleure, car nos recherches et nos succès ne dépendent en rien des leurs. Je crois, au contraire, que, pour le psychologue, nos recherches ont une très grande importance, puisqu'elles doivent, par la suite, constituer la base même de la connaissance psychologique. La science et la recherche psychologiques sont extrêmement difficiles, leur sujet étant très complexe et, en outre, les phénomènes psychiques s'accompagnant toujours d'une condition extrêmement défavorable, que nous ne connaissons pas et dont nous n'avons pas à souffrir. Cette condition défavorable de l'étude psychologique réside dans le fait que cette étude ne concerne pas une suite ininterrompue de phénomènes. En psychologie il s'agit, en effet, de phénomènes conscients, et nous savons fort bien à quel point la vie psychique est un tissu bigarré de conscient et d'inconscient. Le psychologue m'apparaît, dans ses recherches, comme un homme marchant dans l'obscurité avec, dans les mains, une petite lanterne qui n'éclaire que des zones très limitées. Vous comprenez qu'il est difficile, avec une telle lanterne, d'explorer toute la région. Tous ceux d'entre vous qui ont été dans ce cas se rappellent que l'idée que l'on se fait de la région inconnue à l'aide de cette lanterne ne correspond en rien à l'aspect que nous en donnerait la clarté

du soleil. Nous nous trouvons, sous ce rapport, dans des conditions beaucoup plus favorables. Tout ce qui précède doit faire comprendre à quel point les chances de succès de la recherche objective diffèrent de celles de l'étude psychologique. Nos recherches se poursuivent dans un nombre restreint de laboratoires, et on peut dire qu'elles ne font que commencer, et, cependant, nous possédons déjà une analyse expérimentale importante qui pénètre profondément et présente, à tous ses degrés, un grand caractère de précision. Quant aux lois des phénomènes psychologiques, il faut avouer qu'on ne sait où les chercher. Depuis combien de milliers d'années, pourtant, l'humanité étudie-t-elle les faits psychologiques, les faits de la vie psychique, de l'âme humaine ! Et ce ne sont pas seulement les psychologues spécialisés qui s'occupent de cette question, mais aussi tout l'art, toute la littérature, expressions du mécanisme de la vie psychique de l'humanité. Des milliers de pages sont remplies par la représentation du monde intérieur de l'homme, et nous n'avons, pourtant, obtenu, jusqu'ici, aucun résultat dans cet effort, aucune loi régissant la vie psychique de l'homme. « Tout est ténèbres en l'âme du prochain » dit le proverbe. C'est encore vrai aujourd'hui. Nos recherches objectives sur les phénomènes nerveux complexes des animaux supérieurs donnent, au contraire, le solide espoir de la découverte prochaine, par les physiologistes, des lois fondamentales que cache l'effrayante complexité de ce monde intérieur, tel qu'il nous apparaît à l'heure actuelle. Et voilà tout ce que nous avons à communiquer aujourd'hui.

IX

Généralités sur les centres des hémisphères (1)

Messieurs et chers camarades ! L'étude du cerveau est, naturellement, un sujet immense. Sa structure et ses fonctions occuperont encore de nombreuses générations de chercheurs ; il ne peut donc être question, ni maintenant, ni de longtemps encore, d'établir définitivement un type cérébral, ou un plan du cerveau. Cependant, à chaque instant, le besoin se fait sentir d'un schéma auquel on puisse accrocher les faits, qui permette d'avancer, et qui soit une base pour de futures expériences. Une telle représentation est indispensable dans toute étude scientifique.

J'étudie, depuis plusieurs dizaines d'années, le système nerveux en général et, plus spécialement, le système nerveux central depuis environ dix ans. Les cinq dernières années ont été consacrées à l'ablation partielle du cerveau, dans le but d'en préciser les fonctions. J'ai rassemblé ainsi un grand nombre de faits, dont je voudrais tirer quelques idées générales. Voici une de ces notions générales, auxquelles je suis arrivé dernièrement, et que je me permettrai de vous exposer ici, comme préface à l'exposé qui suivra le mien.

L'expression fondamentale de l'activité du système nerveux est, évidemment, le réflexe, voie nerveuse déterminée, par laquelle l'excitation extérieure atteint le système nerveux central et, de là, un organe fonctionnel. Cette représentation du réflexe est, quoique ancienne, la seule qui soit, dans ce domaine, strictement scientifique. Mais il est temps que cette représentation passe, de cette forme primitive, à une nouvelle, plus conforme à la compréhension actuelle.

Il est évident que, dans sa forme ancienne, elle ne peut embrasser tous les faits qui se trouvent amassés aujourd'hui. En quelques mots je vais essayer, maintenant, de la modifier et de la compléter.

(1) Rapport à la Société des médecins russes à Saint-Petersbourg.

Le point le plus important à élucider et à souligner, dans la représentation du réflexe, est le segment central du trajet nerveux. Comme vous le savez, l'arc réflexe se compose d'un nerf centripète, d'un centre et d'un nerf centrifuge. C'est ce centre qui nous occupera pour le moment. Bien que divers auteurs eussent, depuis longtemps, et à plusieurs reprises, signalé que cet appareil central devait être considéré comme étant double, c'est-à-dire, pour employer les termes classiques, comme formé d'une partie sensitive et d'une partie motrice ou centrifuge, et qu'on se fût représenté l'excitation pénétrant par le nerf centripète dans le système nerveux et arrivant au neurone sensitif, passant, de là, dans le neurone du nerf centrifuge, atteignant ainsi l'organe et y déclenchant une réponse déterminée, on ne peut soutenir que ce point essentiel fût toujours admis, souligné, mis en lumière. On peut lire de nombreux écrits sur le système nerveux central, des articles spéciaux ou des livres d'études et ne trouver aucune explication sur cette voie centrale, sur les cellules dont elle se compose ; on n'en trouve aucune mention. Il est évident que ce point reste obscur et peu précis. Lorsque je résume, en moi-même, tous les faits que j'ai réunis, je vois clairement qu'il ne doit y subsister aucun point non précisé et que l'essence même du sujet exige qu'on mette ce point au premier plan et qu'on reconnaisse que le trajet central a toujours besoin de ces deux parties. Il faut donc admettre que l'excitation pénètre avant tout par les filets centripètes dans le neurone sensitif, d'après la terminologie ancienne, ou, mieux, dans le neurone récepteur, puis passe, par des voies d'association, jusqu'à la cellule du nerf centrifuge, neurone moteur.

Je répète que cela n'est pas nouveau ; cela a déjà été dit depuis longtemps dans le schéma de la structure cérébrale, mais cela n'a jamais été systématiquement et nettement établi. C'est pourtant le point le plus important, celui auquel il faudra constamment recourir dans l'étude ultérieure des différents phénomènes de l'activité nerveuse.

Qu'on le reconnaisse ou qu'on l'ignore, tout le processus nerveux essentiel de la cellule réceptrice s'effectue en ce point. Les grandes complications des fonctions de l'organisme doivent donc se produire précisément dans cette

partie de l'appareil central, et non dans la partie centrifuge. Cette dernière est toujours plus simple, plus stable, beaucoup moins variable, que l'autre. De la série des rapports qui seront lus aujourd'hui, il ressortira avec évidence que le centre exécuteur moteur est simple et demeure invariable, tandis que le centre récepteur apparaît comme extrêmement complexe et étendu. On peut, en remontant de bas en haut l'axe nerveux, se convaincre que, dans la constitution même du cerveau, c'est précisément cette partie du centre récepteur qui domine. A ce centre arrivent toutes les excitations, tant extérieures qu'intérieures, et ce centre s'occupe, peut-on dire, de tout ce qui pénètre dans le système nerveux central. Voilà pourquoi tout l'arc réflexe se décompose, selon moi, en trois parties principales. La première commence à l'origine réelle du nerf centripète et se termine dans une cellule réceptrice du cerveau, je propose d'appeler « analyseur » ce segment de l'arc réflexe et de le considérer comme tel, car son rôle est justement de décomposer tous les phénomènes extérieurs frappant et excitant l'organisme, et plus l'animal est évolué, plus cette décomposition est détaillée et fine. Voici donc la première partie.

La partie suivante unit l'extrémité cérébrale de cet analyseur à l'appareil actif, moteur. Il est naturel d'appeler cette partie « appareil déclencheur ». Enfin, la troisième partie devra être appelée appareil « exécuteur » ou « de travail ».

Le trajet nerveux de l'ancien arc réflexe m'apparaît donc, actuellement, sous forme d'enchaînement de trois appareils : un appareil analyseur, un appareil déclencheur et un appareil exécuteur ou de travail.

C'est de ce point de vue que j'envisage les centres des hémisphères auxquels se rapportent tous les travaux qui seront présentés à la séance d'aujourd'hui.

J'incline à penser, et ceci n'est, bien entendu, qu'une hypothèse, que les hémisphères représentent, en grande partie et, peut-être, exclusivement, l'extrémité cérébrale de l'analyseur. Ils seraient donc entièrement occupés par les centres sensitifs, d'après l'ancienne nomenclature ou, si l'on adopte la terminologie que je propose, par les centres récepteurs, autrement dit, par l'extrémité cérébrale de l'analyseur. Bien des arguments sont en faveur de cette hypo-

thèse. Que la majeure partie des hémisphères soit occupée par ces centres, c'est un fait évident : le lobe occipital et le lobe temporal sont respectivement les centres des yeux et des oreilles. Il ne peut y avoir discussion que pour la partie dite motrice, c'est-à-dire la région la plus antérieure des hémisphères.

En ce qui concerne cette région, j'incline à croire, en m'appuyant sur mes observations et mes déductions, qu'elle ne diffère en rien de la structure générale des hémisphères : elle représente les mêmes centres récepteurs. Cette opinion ne m'est pas du tout personnelle. Elle date de l'année 1870 environ, époque des fameuses découvertes de Hitzig et Fritsch. Pendant quarante ans elle a été défendue par de nombreux physiologistes et, à mon tour, je dois m'y rallier. Ce qu'on appelle la région motrice devient, de ce point de vue, le même centre récepteur que la région occipitale et la région auditive, mais un centre qui possède une surface réceptrice se rapportant spécialement au mouvement. Ce n'est pas pour rien que les physiologistes s'accordent en ce que la région des centres récepteurs des excitations cutanées et de l'appareil moteur coïncide avec la région motrice. Elles s'enchevêtrent, s'intriquent, se pénètrent l'une l'autre. Il existe évidemment, sur ce point, de nombreux faits actuellement contradictoires. C'est de nos jours un sujet de discussion qui, dans le domaine de l'observation clinique, se présente sous une forme particulièrement complexe. Mais il me semble qu'en étudiant le problème de plus près, en rejetant tout ce qui paraît douteux et en s'appuyant davantage sur les faits d'expérimentation physiologique, on peut admettre, sans forcer les faits, que la région motrice des hémisphères est, en réalité, un centre récepteur de la même essence que ceux de la région occipitale pour l'œil, ou ceux de la région temporale pour l'oreille.

Personne n'a jamais obtenu, par l'ablation de la région dite motrice des hémisphères, de véritable paralysie, telle qu'on l'obtient par destruction de la moelle. En particulier, on ne l'obtient jamais sur les animaux de laboratoire, notamment sur les chiens : aussitôt après l'opération, même lorsque celle-ci a été très profonde, et dès que l'anesthésie prend fin, le chien commence à remuer tous ses

membres, pas un muscle n'est paralysé. On note simplement un certain désordre, une certaine incoordination des mouvements. Chez les animaux supérieurs (chez le singe) nous observons, en même temps, l'apparition d'un état paralytique, bien connu en clinique chez l'homme. Mais cette circonstance ne constitue pas, en elle-même, un argument persuasif contre l'opinion que je défends. La paralysie, c'est-à-dire l'impossibilité pour le singe et l'homme de bouger certains membres, le bras ou la jambe, ne signifie pas forcément qu'il s'agisse d'une paralysie véritable. En réalité, plus nous nous élevons dans l'espèce animale, plus les mouvements deviennent complexes et, de plus, les mouvements n'apparaissent pas brusquement dès la naissance de l'animal, mais sont lentement élaborés par la pratique.

Ce que nous appelons maintenant les réflexes moteurs conditionnels, ce sont des mouvements qui se sont formés, élaborés, institués et développés au cours de la vie de l'animal ou de l'homme. Il est donc évident que, si une grande partie des excitants extérieurs, à l'aide desquels se réalisait tel ou tel mouvement, disparaît brusquement, cette suppression brusque, globale des excitants, entraîne l'impossibilité, pour l'animal ou pour l'homme, d'exécuter un mouvement volontaire. Nous avons des quantités d'exemples d'impossibilité apparente de disposer de tel ou tel muscle, c'est-à-dire de paralysie apparente, qui ne sont, en réalité, qu'une paralysie de l'analyseur. Il me semble que si l'on admet l'uniformité de structure des hémisphères, et si l'on accepte les faits que nous avons obtenus par l'ablation de la zone dite motrice, il ne restera aucune preuve probante de l'existence de centres moteurs véritables dans les hémisphères.

Ces quelques considérations me paraissent assez générales pour embrasser tous les faits qui vont nous être exposés maintenant, sous forme de rapports. Un grand nombre de ces faits viendront à l'appui de ma conception.

Les sciences naturelles et le cerveau (1)

On peut dire, avec raison, que la progression constante des sciences naturelles, depuis Galilée, s'est, pour la première fois, nettement ralentie en face du problème des régions supérieures du cerveau, c'est-à-dire, d'une façon plus générale, devant l'organe des relations les plus complexes de l'animal avec le monde extérieur. Et il semble que ce n'était pas là un pur hasard, que les sciences naturelles en étaient réellement à un moment critique, où le cerveau, qui, dans sa forme supérieure de cerveau humain, avait créé et crée encore les sciences naturelles, était devenu lui-même un sujet d'étude pour les sciences naturelles.

Mais voyons les faits de plus près. Depuis longtemps déjà, le physiologiste étudie, d'une façon continue et systématique, l'organisme animal, suivant les règles strictes des sciences naturelles. Il observe les phénomènes vitaux qui se produisent devant lui, dans le temps et dans l'espace, et tente, par l'expérimentation, de déterminer les conditions constantes et élémentaires de leur production et de leur évolution. Son pouvoir de prévision, sa domination des phénomènes vitaux, augmentent continuellement, comme grandit, aux yeux de tous, la puissance des sciences naturelles. Lorsque le physiologiste étudie les fonctions fondamentales du système nerveux : l'excitation nerveuse et sa transmission, (quoique la nature même de ces phénomènes soit restée inconnue jusqu'à présent), il demeure sur le terrain expérimental et enregistre, méthodiquement, les différentes influences extérieures sur ces processus nerveux généraux. De plus, lorsque le physiologiste s'occupe du segment inférieur du système nerveux central, c'est-à-dire de la moelle, lorsqu'il étudie la façon dont l'organisme, par son inter-

(1) Discours lu à l'Assemblée générale du XII^e Congrès des savants et des médecins à Moscou, le 28 décembre 1909.

médiaire, répond aux différentes excitations extérieures, bref, lorsqu'il étudie les lois de la modification de la matière vivante sous l'influence de différents agents extérieurs, il fait encore de l'expérimentation scientifique. C'est à cette réaction de l'organisme animal envers le monde extérieur, réaction réalisée par l'intermédiaire de la partie inférieure du système nerveux central, et obéissant à des lois, que le physiologiste a donné le nom de réflexe. Ce réflexe est, comme il fallait s'y attendre strictement spécifique : une excitation extérieure donnée provoque des modifications correspondantes de l'organisme.

Mais voici que le physiologiste atteint les régions supérieures du système nerveux central : son travail change brusquement de caractère. Son attention n'est plus concentrée sur les relations des phénomènes extérieurs avec les réactions correspondantes de l'animal, il commence à émettre des hypothèses sur l'état affectif des animaux, en se basant sur son propre état subjectif. Jusque là, il avait utilisé les notions générales des sciences naturelles ; et voici qu'il s'adresse à des notions, les conceptions psychologiques, qui lui sont tout à fait étrangères et n'ont aucun rapport avec ses conceptions antérieures. Plus simplement, il a sauté du monde accessible au monde inaccessible. Ce pas est, évidemment, de la plus haute importance. Par quoi a-t-il été déterminé ? Quelles sont les raisons profondes qui ont amené le physiologiste à le faire ? A ces questions, nous sommes obligés de donner une réponse tout à fait inattendue : absolument rien n'a motivé ce pas immense dans le monde scientifique. Les sciences naturelles, en la personne du physiologiste étudiant les régions supérieures du système nerveux central, ont inconsciemment, insensiblement, adopté la comparaison courante de l'activité de l'animal à celle de l'homme, prêtant à ses actions les mêmes causes internes que celles que nous sentons et reconnaissons en nous-mêmes.

Aussi le physiologiste a abandonné, sur ce point, la position stable que lui donnaient les sciences naturelles. Qu'a-t-il reçu en échange ? Il a puisé ses données dans ce domaine de la connaissance humaine qui, malgré sa plus grande ancienneté, de l'avis même de ceux qui s'en occupent, n'a pas encore acquis le droit de s'appeler une science.

La psychologie, en tant que connaissance du monde intérieur de l'homme, cherche, jusqu'à présent, sa véritable méthode. Et le physiologiste a pris sur lui la tâche ingrate de deviner le monde intérieur des animaux !

Il est facile de comprendre, dans ces conditions, que l'étude des manifestations nerveuses les plus complexes des animaux supérieurs ne progresse presque pas. Et cette étude est déjà presque séculaire. Vers 1870, l'étude des centres nerveux supérieurs avait fait un bond en avant, mais ce bond n'a pas réussi à mettre cette étude dans la bonne voie. Un certain nombre de faits capitaux ont été acquis en quelques années, puis les recherches se sont arrêtées. Le sujet est extrêmement vaste, tandis que les travaux se répètent, identiques, depuis plus de 30 ans. Le physiologiste impartial d'aujourd'hui est obligé de reconnaître que la physiologie du cerveau se trouve actuellement dans une impasse. La psychologie n'a donc pas rempli, envers la physiologie, son rôle d'associée.

Dans l'état des choses, le sens commun exige que la physiologie revienne, pour cette partie de son domaine également, aux sciences naturelles. Que doit-elle faire pour cela ? Elle doit, dans l'étude de l'activité des centres supérieurs, rester fidèle aux méthodes employées pour l'étude des centres inférieurs, c'est-à-dire confronter exactement les variations du milieu extérieur avec les modifications correspondantes de l'organisme animal, et établir les lois de ces rapports. Mais ces rapports paraissent extrêmement complexes. Peut-on les pénétrer objectivement ? A cette question, vraiment capitale, il ne peut exister qu'une seule réponse sérieuse, c'est la recherche persévérante et prolongée dans ce sens. Cette confrontation, purement objective, du milieu extérieur et de l'organisme animal, est actuellement tentée par plusieurs auteurs, dans toute l'étendue du règne animal.

J'ai l'honneur de vous présenter cet essai sur l'activité la plus complexe d'un animal supérieur, le chien. L'exposé qui suit est basé sur les résultats de dix ans de recherches faites, dans mes laboratoires, par de nombreux jeunes travailleurs qui, avec moi, ont loyalement tenté leur chance dans la nouvelle méthode d'observation. Ce labeur de dix ans, assombri, au début, par les doutes les plus angoissants, puis animé de plus en plus souvent par la conviction de l'utilité

de notre effort, ce labeur donne, j'en ai maintenant la certitude, une réponse indiscutable à la question posée plus haut.

Toute l'activité supérieure du système nerveux central nous est apparue, de notre point de vue, sous un jour nouveau, c'est-à-dire sous la forme de deux mécanismes nerveux fondamentaux : d'une part, le mécanisme de liaison temporaire, ou de fermeture de la chaîne unissant les phénomènes extérieurs aux réactions correspondantes de l'organisme animal, d'autre part, le mécanisme des analyseurs.

Étudions séparément ces deux mécanismes.

J'ai rappelé plus haut que, pour les centres nerveux inférieurs, la physiologie a depuis longtemps établi le mécanisme de ce que l'on appelle un réflexe, c'est-à-dire une liaison constante, par l'intermédiaire du système nerveux, entre certaines manifestations du monde extérieur et les réactions correspondantes de l'organisme. Ce lien étant simple et constant, il était logique de qualifier ce réflexe d'absolu. Par nos expériences et les conclusions que nous en avons tirées, nous avons établi l'existence, dans les centres supérieurs, d'un mécanisme de liaisons temporaires. Par l'intermédiaire de ces centres, les phénomènes extérieurs peuvent, tantôt influencer l'activité de l'organisme, et tantôt lui rester indifférents, comme inexistantes. Il était, de même, naturel d'appeler ces liens temporaires, ces réflexes nouveaux, des réflexes conditionnels. Dans quelles conditions apparaît ce réflexe conditionnel ? Aux degrés inférieurs de l'échelle zoologique, seul le contact direct de l'aliment avec l'animal ou, inversement, de l'animal avec l'aliment, provoque l'échange nutritif. Plus haut, ces rapports deviennent plus nombreux et plus éloignés. L'odeur, les sons et les images visuelles peuvent déjà conduire les animaux, à de grandes distances, vers la substance alimentaire. Et, dans les degrés les plus élevés, le son de la parole et les signes de l'écriture dispersent les hommes sur toute la surface du globe terrestre, à la recherche du pain. Ainsi, des agents extérieurs innombrables, divers, et éloignés, servent, pour ainsi dire, d'avertisseurs de la substance alimentaire, attirant les animaux supérieurs vers elle. Parallèlement à cette diversité, et à cet éloignement, se produit la transformation du lien constant des agents extérieurs avec l'orga-

nisme, en un lien temporaire : car les liens éloignés sont, par leur essence même, des liens temporaires et changeants, et d'ailleurs, par leur trop grand nombre, ces liens n'auraient pu tous coexister, sous la forme de liens constants, dans les appareils même les plus développés. Un aliment donné peut se trouver dans des endroits différents, être, par conséquent, accompagné de phénomènes différents et entrer, comme élément, tantôt dans un système, tantôt dans un autre. C'est pourquoi les excitations qui provoquent, dans l'organisme, une réaction motrice positive vers cet objet, doivent être, de façon transitoire, des phénomènes variés du milieu environnant. Pour rendre évidente la seconde raison qui fait l'impossibilité, pour les liaisons éloignées, d'être permanentes, permettez-moi de faire une comparaison : supposez, qu'au lieu de l'organisation téléphonique actuelle, il y ait communication permanente de tous les abonnés entre eux. Ce serait coûteux, compliqué, bref, irréalisable ! Ce que l'on perd, en l'état des choses, en facilité de la communication (la communication ne peut être obtenue à chaque instant) on le gagne énormément en étendue.

Comment se forme le réflexe conditionnel ? Il faut que le nouvel agent extérieur, indifférent jusque là, coïncide, une ou plusieurs fois, avec l'action d'un agent déjà relié à l'organisme, c'est-à-dire déterminant une réaction quelconque de l'organisme. Dans ces conditions, le nouvel agent entre dans cette relation et contribue à la réaction. Et le nouveau réflexe conditionnel se produit, ainsi, à l'aide de l'ancien. Étudié de plus près, dans les centres supérieurs, où s'effectue le processus de la formation des réflexes conditionnels, le phénomène se passe de la façon suivante : quand le nouvel excitant, jusque là indifférent, trouve, dans les hémisphères, un foyer d'excitation intense, il tend à se frayer un chemin vers ce foyer, puis vers l'organe correspondant ; il devient, par là même, un excitant de cet organe. Dans le cas contraire, quand ce foyer n'existe pas, l'excitation se disperse dans la masse des hémisphères, sans donner lieu à aucun effet appréciable. Les faits ci-dessus constituent la loi fondamentale du segment supérieur du système nerveux central.

Permettez-moi, maintenant, d'illustrer rapidement, par

quelques faits, ce qui vient d'être dit sur le mécanisme de la formation du réflexe conditionnel.

Notre travail a, jusqu'à présent, porté exclusivement sur un petit organe, peu important au point de vue physiologique, la glande salivaire. Ce choix, quoique fortuit au début, s'est trouvé, par la suite, être très heureux : il satisfait, en effet, à la règle fondamentale de l'étude scientifique, de toujours commencer par les cas les plus simples dans le domaine des phénomènes complexes et, en outre, il est facile de distinguer, sur cet organe, les manifestations, simples et complexes, de l'activité nerveuse. Et c'est ce qui nous permet de résoudre le problème. On sait, depuis longtemps, en physiologie, que l'introduction d'aliments dans la bouche provoque la sécrétion salivaire, sécrétion sous la dépendance de nerfs particuliers. Ces nerfs, excités par les propriétés physiques et chimiques des substances introduites dans la bouche, conduisent l'excitation dans les centres nerveux et, de là, dans la glande, provoquant la salivation. C'est là l'ancien réflexe, celui que nous appelons réflexe absolu, et qui est une liaison nerveuse permanente, simple, existant également chez les animaux ayant subi l'ablation des hémisphères cérébraux. On sait, d'autre part, que la glande salivaire peut avoir, avec le monde extérieur, des relations beaucoup plus complexes : la vue, l'odeur, ou même le souvenir d'un aliment, déterminent la salivation chez un homme ou chez un animal affamé. Dans l'ancienne terminologie, on disait que la salivation peut reconnaître une cause psychique. Cette activité nerveuse complexe exige l'intervention des centres nerveux supérieurs.

Sur ce point, notre analyse a montré qu'à la base de cette activité nerveuse complexe de la glande salivaire et de ses relations complexes avec le monde extérieur se trouve le mécanisme de la relation temporaire, du réflexe conditionnel, que j'ai décrit plus haut dans ses traits généraux. Toutes les manifestations du monde extérieur, tous les sons, toutes les images, toutes les odeurs, etc., peuvent être mises en relations temporaires avec les glandes salivaires et transformées en excitants de la sécrétion salivaire, à condition qu'il y ait eu coïncidence entre ces agents et le réflexe absolu.

L'étude des réflexes conditionnels, grâce à nos travaux, constitue, actuellement, un vaste chapitre, riche de faits nombreux régis par des lois précises. Voici les traits les plus généraux, ou, plus exactement, les paragraphes essentiels de ce chapitre. D'assez nombreux détails sont donnés, au début, sur la vitesse de formation des réflexes conditionnels. Viennent ensuite différents aspects de ces réflexes et leurs propriétés générales. Les réflexes conditionnels ayant pour siège les centres nerveux supérieurs, au niveau desquels se heurtent, à chaque instant, d'innombrables excitations extérieures, il y a donc lutte incessante et choix continuels entre les différents réflexes conditionnels. D'où les cas fréquents d'inhibition de ces réflexes.

Nous connaissons trois sortes d'inhibiteurs : les inhibiteurs simples, les inhibiteurs progressifs et les inhibiteurs conditionnels ; ensemble, ils constituent le groupe des inhibiteurs externes, étant basés sur l'adjonction à l'agent conditionnel d'un agent extérieur étranger. D'un autre côté, le réflexe conditionnel établi est soumis à des variations continues, pouvant aller jusqu'à disparition totale, mais momentanée, autrement dit, ce réflexe peut subir une inhibition interne. Si, par exemple, un réflexe conditionnel, même très ancien, est répété plusieurs fois de suite sans être accompagné du réflexe absolu qui a servi à le former, il commence, aussitôt, à décroître d'intensité, décroissance progressive et continue, arrivant plus ou moins vite à zéro ; en d'autres termes, si l'excitant conditionnel, qui doit annoncer l'excitant absolu, commence à l'annoncer à faux, il perd rapidement son pouvoir excitateur. Cette perte de l'action n'est pas due à la destruction du réflexe conditionnel, mais seulement à son inhibition, car il se rétablit, spontanément, quelque temps après. Il existe d'autres cas d'inhibition interne. Les expériences ont, en outre, élucidé un autre côté important de la question ; elles ont montré, qu'à côté de l'excitation et de son inhibition, il existe souvent aussi une inhibition de l'inhibition, autrement dit, une contre-inhibition ou désinhibition. Il n'est pas possible de savoir lequel de ces trois actes est le plus important. Il faut se contenter de savoir que toute l'activité nerveuse supérieure, telle qu'elle apparaît dans les réflexes conditionnels,

consiste en une succession continue, ou mieux, un équilibre constant, entre ces trois processus essentiels. l'excitation, l'inhibition et la désinhibition.

Je passe au second mécanisme fondamental, le mécanisme des analyseurs.

Comme je l'ai déjà indiqué, la liaison temporaire est devenue une nécessité, étant donné la complexité des relations de l'animal avec le monde extérieur. Mais cette complexité même suppose, de la part de l'organisme animal, la capacité de décomposer le monde extérieur en ses éléments. Et, en effet, chaque animal supérieur possède, à cet effet, des analyseurs différenciés et affinés. C'est ce que l'on appelait, jusqu'à présent, les organes des sens. Leur étude physiologique, ainsi que l'indique le nom même de ces organes, consiste en grande partie en données subjectives, se composant d'observations et d'expériences portant sur les représentations et sensations subjectives de l'homme, et est, par conséquent, privée des avantages immenses que procurent l'étude objective et l'expérimentation, variée à l'infini, portant sur les animaux. Il est vrai que cette partie de la physiologie, grâce à l'intérêt qu'elle suscite, et à la part qu'y ont prise quelques chercheurs de génie, constitue, peut-être, l'un des chapitres les mieux étudiés de la physiologie, et renferme nombre de données d'une importance scientifique capitale. Mais cette perfection de l'observation se rapporte surtout au rôle physique de ces organes : pour l'œil, par exemple, elle intéresse la formation d'une image nette sur la rétine. Dans la partie purement physiologique, c'est-à-dire dans l'étude des conditions et des formes de l'excitabilité des terminaisons périphériques des nerfs d'un organe sensoriel, il existe encore de nombreuses questions à résoudre. Dans la partie psychologique, c'est-à-dire dans l'étude des sensations et des représentations déterminées par l'excitation de ces organes, on n'a, jusqu'à présent, malgré une observation fine, et toute la perspicacité des auteurs, recueilli, sur l'essence même de la question, que quelques faits élémentaires. Ce que le génial Helmholtz a désigné sous le terme célèbre de « conclusion inconsciente » n'est, vraisemblablement, pas autre chose que le mécanisme du réflexe conditionnel. Lorsque, par exemple, le physiologiste se

convainc que pour la perception des dimensions d'un objet il faut, d'une part, une image d'une certaine grandeur sur la rétine et, d'autre part, un travail déterminé des muscles intrinsèques et extrinsèques de l'œil, il reconnaît, par là même, le mécanisme du réflexe conditionnel. L'ensemble des excitations nées de la rétine et des muscles ayant coïncidé, un certain nombre de fois, avec l'excitation tactile produite par l'objet de dimensions données, devient un signal, un excitant conditionnel, de la dimension réelle de l'objet. Ce point étant admis, il en résulte que les faits constituant la partie psychologique de l'optique physiologique ne sont, du point de vue physiologique, qu'une série de réflexes conditionnels, ou, plus simplement, de faits élémentaires de l'activité de l'analyseur optique. En résumé, ici comme dans toute la physiologie, il reste beaucoup plus de questions à résoudre, qu'il n'y en a de résolues.

Le mécanisme de l'analyseur est un processus complexe, prenant naissance au niveau de l'appareil récepteur extérieur et aboutissant au système nerveux central, soit dans les centres inférieurs, soit dans les centres supérieurs et, dans ce dernier cas, d'une façon beaucoup plus complexe. Le fait fondamental de la physiologie des analyseurs réside dans ce que chaque appareil périphérique est le transformateur spécifique d'une énergie extérieure donnée en un processus nerveux. Une longue série de questions, peu ou point du tout résolues, se posent alors : quel est, en dernière analyse, le processus même de cette transformation ? Sur quoi est basée l'analyse elle-même ? Quelle est, dans l'activité de l'analyseur, la part qui revient à l'appareil périphérique, et quelle est celle qu'il faut attribuer à la terminaison centrale de l'analyseur ? Quels sont les degrés successifs de cette analyse, des plus simples aux plus élevés et, enfin, quelles en sont les lois générales ? Actuellement, toutes ces questions ressortissent uniquement à l'étude objective des animaux, au moyen des réflexes conditionnels.

En mettant en relation temporaire avec l'organisme tel ou tel phénomène extérieur, il est facile de déterminer le degré de discrimination du monde extérieur que peut atteindre un analyseur déterminé de l'animal. Chez le chien, par exemple, on peut établir, sans difficulté, et avec la

plus grande précision, que son analyseur auditif distingue des sons extrêmement voisins, des fractions de tons, et que non seulement il les distingue, mais qu'il retient solidement ces différences. De plus, sa sensibilité aux sons élevés est très étendue, atteignant 80 à 90 mille vibrations à la seconde, alors que la limite de perception de l'oreille humaine ne dépasse pas 40 à 50 mille vibrations à la seconde.

En outre, l'étude objective a précisé les lois générales de l'analyse, dont la principale est la gradation de celle-ci. Lors de la formation d'un réflexe conditionnel, c'est-à-dire d'un lien temporaire, un analyseur déterminé intervient d'abord par son activité générale, relativement grossière, et ce n'est qu'ensuite, par une différenciation progressive, que seule la partie la plus fine de son activité demeure excitant conditionnel. Si, par exemple, on fait apparaître une image lumineuse devant le chien, au début, seule la vive lumière aura le rôle d'excitant, et ce n'est que progressivement qu'on pourra obtenir que l'image agisse par elle-même.

En poursuivant les expériences sur les animaux au moyen des réflexes conditionnels, on constate nettement que, fait général, la différenciation s'obtient par un processus d'inhibition supprimant l'activité de toutes les parties de l'analyseur, sauf une seule, bien déterminée. Le développement progressif de ce processus constitue, de nombreux faits le démontrent, la base même de l'analyse progressive. En voici un exemple frappant. Si l'on rompt l'équilibre entre les processus d'excitation et d'inhibition, en faveur de celui d'excitation, en introduisant dans l'organisme animal une substance excitante, de la caféine, par exemple, on voit immédiatement la différenciation, jusque là solidement établie, s'affaiblir et même, souvent, disparaître complètement, mais d'une façon transitoire, naturellement.

L'étude objective des analyseurs a également montré son avantage dans les expériences portant sur la destruction des hémisphères cérébraux. Ces expériences ont mis en évidence un fait précis et important, à savoir que, plus l'extrémité centrale d'un analyseur donné est lésée, plus le travail fourni par cet analyseur devient grossier. Il continue, comme auparavant, à prendre part au lien conditionnel, mais seule-

ment par son activité la plus générale. Dans le cas d'une destruction importante de l'extrémité cérébrale de l'analyseur optique, par exemple, une intensité lumineuse quelconque devient facilement un excitant conditionnel, tandis que des objets particuliers, étant des combinaisons de lumière et d'ombre, perdent pour toujours leur pouvoir spécial d'excitation.

En terminant la partie documentaire de ce nouveau plan d'étude, je ne puis m'empêcher de donner un court aperçu des particularités du travail de ce domaine. L'observateur se sent tout le temps sur un terrain ferme et, en même temps, extrêmement fertile. Des questions l'assaillent de tous côtés, et le problème qui se pose est d'établir, entre ces questions, un ordre plus ou moins logique et naturel. Malgré l'ardeur des chercheurs, les observations gardent constamment un caractère méthodique. Il est difficile, pour celui qui ne l'a pas éprouvé par lui-même, de croire combien les rapports, paraissant les plus complexes, les plus mystérieux au psychologue, deviennent souvent clairs par l'analyse physiologique objective, qui, par des expériences correspondantes, peut même souvent en suivre les étapes successives. Un sentiment fréquent, chez celui qui travaille dans ce domaine, est l'émerveillement ressenti devant la fécondité étonnante des méthodes objectives appliquées à l'étude des phénomènes complexes.

Celui qui pénétrera dans ce nouveau champ d'investigation sera, j'en suis convaincu, empoigné par l'enthousiasme et une véritable passion de la recherche.

Ainsi, sur la base purement objective des sciences naturelles s'établissent les lois de l'activité nerveuse complexe et, peu à peu, se précisent ses mécanismes mystérieux. Il serait d'une excessive prétention d'affirmer que les deux mécanismes généraux, décrits plus haut, embrassent toute l'activité nerveuse supérieure des animaux supérieurs. Mais peu importe, l'avenir d'une étude scientifique est toujours incertain et plein d'inattendu. Ce qui importe, c'est que, sur le terrain des sciences naturelles, grâce à des conceptions purement scientifiques, s'ouvre, maintenant, un champ d'investigation immense.

Ces conceptions fondamentales, sur l'activité la plus com-

plexe de l'organisme animal, se trouvent en parfait accord avec la représentation la plus générale que l'on puisse en avoir du point de vue des sciences naturelles. Chaque organisme animal, étant une partie de la nature, représente un système autonome complexe, dont les forces intérieures s'équilibrent, à chaque instant de son existence, avec les forces extérieures du milieu environnant. Plus l'organisme est complexe, plus les éléments, dont dépend l'équilibre, sont délicats, nombreux et variés. Le mécanisme des analyseurs, et celui des relations, tant permanentes que temporaires, ont pour rôle le maintien de cet équilibre. Ainsi, tout l'univers vivant, des organismes les plus simples aux plus complexes, l'homme compris, bien entendu, est une longue série, de complexité croissante, tendant à se mettre en équilibre avec le milieu extérieur. Dans un temps peut-être encore éloigné, l'analyse mathématique, aidée de celle des sciences naturelles, embrassera, dans des équations grandioses, tous ces équilibres, dans lesquels on se comprendra, enfin, soi-même.

Je voudrais, à ce propos, éviter tout malentendu. Je ne nie pas la psychologie, en tant que connaissance du monde intérieur de l'homme. Je n'en suis que moins enclin à nier quoi que ce soit des profonds entraînements de l'âme humaine. Je ne fais ici qu'affirmer et soutenir les droits absolus, incontestables des sciences naturelles, dans tous les domaines où elles peuvent, avec fruit, appliquer leurs méthodes. Et qui sait où cette possibilité finit ?

L'observateur qui a l'audace de vouloir enregistrer toutes les influences du milieu extérieur sur l'organisme animal a besoin de méthodes d'investigation tout à fait exceptionnelles. Il doit pouvoir être maître de toutes les influences extérieures, c'est pourquoi ces recherches nécessitent des laboratoires d'un type tout à fait particulier, inconnu jusque là, où il n'y ait ni bruits imprévus, ni modifications brusques de l'éclairage, ni variations brusques de la pression atmosphérique, etc., bref, où règne une certaine uniformité, et où l'observateur puisse disposer de l'apport de sources d'énergies de toutes sortes, qu'il puisse faire varier à l'infini en qualité et en quantité. Une sorte de rivalité doit, évidemment, se produire entre la technique instrumentale actuelle.

et la perfection des analyseurs des animaux. Il y a là, en même temps, une association intime de la physiologie et de la physique, où la physique aura, elle-même, beaucoup à gagner. Dans la condition actuelle des laboratoires, le travail en question est, non seulement souvent limité, mais également presque toujours pénible pour l'expérimentateur. Pendant des semaines on se prépare à une expérience et, au dernier instant, instant décisif. lorsqu'on attend avec émotion le résultat, une secousse inattendue de la maison, un bruit venu de la rue, etc., détruisent votre espoir, et le résultat attendu est remis à une date indéterminée.

Un laboratoire adapté à ce genre de recherches est donc indispensable, et j'aurais voulu que le premier laboratoire de ce genre fût fondé par nous, qui, les premiers, avons entrepris ces recherches.

Mais cela ne peut être réalisé, naturellement, qu'avec l'aide de tous. Et je dois avouer, pour terminer, que mon discours de ce soir a été, en grande partie, inspiré par l'espoir d'éveiller cet intérêt collectif.

XI

Organisation d'un laboratoire moderne destiné à l'étude de l'activité normale des régions supérieures du système nerveux central chez les animaux supérieurs (1)

Je me sens obligé, avant tout, d'exprimer ma profonde reconnaissance au comité de l'Association, pour le grand honneur qui m'a été fait en m'invitant à prendre la parole à cette séance solennelle, dédiée à la mémoire du fondateur de l'Association, Christophor Semenovitch Ledentsoff.

Il y a un an, ici même à Moscou, à la première séance générale du XII^e congrès des expérimentateurs scientifiques et des médecins russes, j'ai eu l'occasion d'attirer l'attention de mes auditeurs sur l'étude de l'activité la plus élevée et la plus complexe de l'animal, activité qui, jusqu'à une époque encore récente, était étudiée par la méthode subjective, c'est-à-dire par analogie avec l'état de l'homme.

Dans mon discours j'aspirais, après dix années fécondes de travaux accomplis avec de nombreux collaborateurs, à fonder, pour étudier cette activité, une méthode objective scientifique.

La physiologie, qui fait partie des sciences naturelles et étudie l'organisme animal, laissait de côté, il y a peu de temps encore, une des parties vitales de l'organisme, rejetant, dans le domaine particulier de la psychologie, les manifestations les plus complexes de cette activité. Aujourd'hui, la méthode objective ayant démontré sa valeur pour l'étude de toute l'étendue de la vie animale, le physiologiste peut embrasser, dans son étude, toute l'activité de l'organisme animal, sans exception, et à chaque instant cette activité se présente à ses yeux comme une réaction aux conditions

(1) Discours lu à la réunion solennelle de la société pour le développement des sciences expérimentales et de leurs applications pratiques. Fondation S. Ledentsoff, Moscou, 1910.

innombrables, et constamment variables, du milieu extérieur — réaction qui obéit à des lois. Chez les animaux supérieurs cette réaction est assurée, on le sait, par une partie spéciale de l'organisme, qui est le système nerveux.

Pour l'étude des relations simples de l'organisme avec le milieu extérieur on a, depuis longtemps, établi en physiologie ce que l'on appelle l'activité réflexe du système nerveux. Pour les relations plus complexes, on doit introduire la notion d'une modification particulière de l'activité réflexe ; à côté du réflexe constant, simple, absolu, nous voyons figurer, dans l'activité complexe de l'organisme animal, un réflexe temporaire, complexe, conditionnel. Le système nerveux, tout en reliant l'organisme animal au milieu extérieur, par des liens simples ou complexes, apparaît, en même temps, comme un analyseur qui distingue, dans la complexité du monde extérieur, les nombreux éléments qui le constituent.

L'ensemble de ces mécanismes du système nerveux permet un équilibre précis et sensible du système complexe qu'est l'organisme animal, avec le milieu environnant. Cette formule élargie de l'activité nerveuse, formulé strictement scientifique, englobe peu à peu, temporairement peut-être, mais jusqu'ici sans difficulté, l'activité la plus complexe d'un animal supérieur, tel que le chien.

Dans mon court exposé d'aujourd'hui, qui a, d'ailleurs, un but spécial, il ne m'est, bien entendu, pas possible de citer, même en passant, tout le contenu du nouveau chapitre, en voie de formation, de la physiologie animale, et de démontrer les résultats les plus saillants obtenus par l'analyse des manifestations les plus complexes de la vie. Cependant, les groupes de faits que je dois effleurer aujourd'hui montreront suffisamment, me semble-t-il, jusqu'à quel point, grâce à ces recherches, s'élargit la connaissance réelle, précise, de l'organisme animal.

Une immense partie de l'activité extérieure, visible, de l'animal supérieur normal nous apparaît, avant tout, comme une série d'innombrables réflexes conditionnels, de liens temporaires, entre les éléments du monde extérieur les plus variés et les plus infimes et l'activité musculaire de l'animal, liens dont le but est l'introduction d'aliments dans l'or-

ganisme, l'éloignement de l'organisme des agents nocifs, etc... Je ne m'arrête pas sur ce chapitre de l'activité nerveuse complexe, c'est-à-dire aux conditions d'apparition des réflexes conditionnels, à leurs aspects et à leurs propriétés, et je passe directement à un autre chapitre. Le monde extérieur qui entoure l'animal, tout en déterminant sans cesse de nouveaux réflexes conditionnels, d'une part, les détruit à mesure, d'autre part, interposant à chaque instant d'autres manifestations vitales, plus nécessaires, à l'instant donné, au rétablissement de l'équilibre avec la nature environnante, loi fondamentale de la vie. Il s'agit des divers inhibiteurs des réflexes conditionnels. C'est à eux qu'est consacré mon exposé d'aujourd'hui.

Nous nous servons habituellement, pour nos recherches, des réflexes conditionnels de la glande salivaire, qui présente, avec le milieu extérieur, les mêmes relations complexes que le muscle, mais qui est infiniment plus simple dans son rôle et ses relations avec l'organisme. C'est là la raison de notre choix. De nombreux agents extérieurs tels que les sons, la lumière, les images, les odeurs et les excitations mécaniques et thermiques de la peau des animaux, jusque là indifférents à la glande salivaire, c'est-à-dire, la laissant au repos, sont transformés, par nous, en excitants temporaires de cette glande, en agents de salivation. Nous obtenons ce résultat en faisant coïncider exactement l'action sur l'animal des agents indiqués, et celle des excitants physiologiques, simples, constants de la glande : aliments variés, qui, lorsqu'ils sont mangés, touchent la muqueuse buccale, ou différentes substances excitatrices refusées par l'animal et introduites de force dans sa bouche.

Voyons, maintenant, quelles sont les conditions extérieures, ou l'état intérieur de l'animal, qui font perdre, à notre excitant conditionnel, son action acquise, devenue habituelle ?

Ces conditions apparaissent nombreuses dès maintenant, quoiqu'il ne puisse naturellement pas être question ici d'une connaissance entière. Je ne m'arrêterai, bien entendu, qu'aux faits établis avec plus ou moins de précision.

Depuis plusieurs années, tantôt l'un, tantôt un autre de mes jeunes collaborateurs se plaignaient de l'état de somno-

lence de l'animal en expérience, état qui, souvent, rendait impossible la poursuite de l'observation, pour cette raison bien simple que le phénomène observé disparaissait. Cette difficulté s'observait surtout lorsque l'excitant conditionnel choisi était une excitation thermique de la peau : la chaleur, aux environs de 45° C, ou le froid, aux environs de 0° C. Les dernières expériences se sont terminées par un sommeil profond de l'animal et l'arrêt de toute son activité nerveuse complexe. Il en était même résulté, au laboratoire, une véritable prévention contre les expériences faites au moyen de l'agent thermique. Mais si l'on pouvait, momentanément, écarter la difficulté, la nature de celle-ci touchait directement à notre problème. L'examen attentif de ce phénomène finit par en montrer le mécanisme. Depuis longtemps nous avons tous été frappés, involontairement, par le contraste entre la grande vivacité et la mobilité du chien avant l'expérience, et sa somnolence commençant peu après le début de l'expérience et allant jusqu'au sommeil. Il était évident que quelque chose, dans notre expérience, provoquait cette somnolence. L'expérience consistait, pourtant, simplement en ceci : on nourrissait le chien, à plusieurs reprises, par petites portions, ou bien on lui versait, à plusieurs reprises également, dans la bouche, quelques centimètres cubes d'une solution faible d'acide chlorhydrique avec, en même temps, excitation thermique de la peau. Comme ni l'alimentation, ni l'acide ne pouvaient expliquer cette somnolence, il fallait en chercher la cause dans l'action de l'agent thermique.

En effet, différentes expériences ont montré que le contact, bref mais répété, ou mieux encore, prolongé quelque temps, d'un objet à température constante sur le même point de la peau détermine, tôt ou tard, mais sûrement, chez un animal jusque là vif et animé, un état de somnolence, puis le sommeil profond.

Il devenait évident qu'un facteur donné du monde extérieur était capable de déterminer le repos de l'animal, la suspension de son activité nerveuse supérieure, de la même façon fatalement absolue que d'autres agents activent une fonction nerveuse complexe quelconque. Autrement dit : à côté des nombreux réflexes actifs, il existe un réflexe passif provoquant le sommeil. Le monde extérieur oblige, dans

certains cas, l'animal à une activité variée, toujours liée à une destruction de la substance vivante, il l'oblige également, dans d'autres cas, lorsque cette activité devient inutile, à se reposer, assurant ainsi la réparation de la substance vivante détruite pendant l'action. Et ce n'est que de cette façon que la constitution physico-chimique de l'organisme animal, toujours en mouvement, peut rester entière et semblable à elle-même. Le fait que le sommeil, en tant que ralentissement, inhibition de l'activité nerveuse supérieure, en dehors d'une cause chimique possible due à l'accumulation des produits de déchet, possède également une cause d'origine réflexe particulière, est confirmé par d'autres observations dans lesquelles des aspects variés de ralentissement se transforment, d'une façon vraiment stupéfiante, en somnolence puis en sommeil.

Je suis convaincu que c'est en cherchant dans cette voie qu'on trouvera, et sans trop de difficultés, la solution de problèmes restés jusqu'ici obscurs, tels que l'hypnotisme et les phénomènes voisins. Si le sommeil ordinaire est un ralentissement, une inhibition de toute l'activité supérieure du cerveau, l'hypnotisme doit être, dans ce cas, considéré comme un ralentissement partiel de cette activité, ralentissement localisé de certains secteurs.

Le phénomène du réflexe hypnogène n'est qu'une des nombreuses illustrations de la façon dont l'étude, entreprise par la méthode objective, de l'influence de tous les agents du monde extérieur sur l'organisme animal, si infimes ou passagers fussent-ils, englobe peu à peu et finira par embrasser l'activité entière de l'organisme.

Le réflexe hypnogène n'est, pour nous, qu'un des inhibiteurs de notre réflexe conditionnel. Nous appelons cet inhibiteur, qui dépend du réflexe du sommeil, inhibiteur général, parce qu'il arrête, en plus de notre phénomène, les autres phénomènes nerveux complexes.

Dans nos expériences, nous observons à chaque instant un autre phénomène, exactement opposé au précédent : c'est une réaction positive, active, de l'animal à toutes les variations du milieu qui l'entoure. Tout son, si faible soit-il, produisant, parmi les sons et les bruits qui entourent l'animal, une variation, en plus ou en moins, de l'intensité des

sons permanents, une variation de l'intensité de l'éclairage de la pièce, un nuage cachant subitement le soleil, un rayon de lumière inattendue perçant ce nuage, l'accroissement ou la diminution de luminosité de l'ampoule électrique, une ombre traversant la chambre, une nouvelle odeur se répandant dans cette chambre, un courant d'air chaud ou froid, un objet quelconque, si insignifiant soit-il, tel qu'une mouche ou une infime particule de plâtre tombée du plafond et effleurant la peau du chien — un seul de ces phénomènes suffit à déterminer la contraction d'un muscle quelconque de l'animal : des paupières, des yeux, des oreilles, des narines — un mouvement de la tête ou du corps, ces mouvements peuvent se répéter et s'intensifier ou bien, au contraire, s'arrêter, l'animal s'immobilisant dans une pose déterminée. Il s'agit là, de nouveau, de la réaction fatale de l'organisme, du réflexe simple, que nous appelons réflexe d'orientation. Au moment de l'apparition, dans le milieu qui entoure l'animal, de nouveaux facteurs, ou bien même, d'une nouvelle variation d'intensité des facteurs existants, l'organisme dirige vers eux les surfaces réceptrices destinées à assurer la meilleure perception de ces excitations extérieures. Cette perception se fait, bien entendu, aux dépens de l'activité de tel ou tel point du système nerveux central : les points nouvellement excités étouffent, inhibent le réflexe conditionnel, suivant la loi générale de l'action réciproque des centres nerveux, déjà établie pour les parties inférieures du système nerveux central. Devant l'exigence exceptionnelle du milieu extérieur, l'action en cours doit momentanément céder le pas. C'est là la cause importune, absolument invincible, impossible à écarter, qui détermine actuellement, dans nos laboratoires, la disparition de ce phénomène fondamental qu'est le réflexe conditionnel. Bien entendu, le nouveau phénomène doit être, lui aussi, étudié d'une façon détaillée, et il l'est, mais, en même temps, il constitue un obstacle énorme pour l'observation, en rendant l'observation des autres propriétés du réflexe conditionnel extrêmement difficile et même quelquefois tout à fait impossible.

Mais si le facteur incident se reproduit à intervalle relativement court, et s'il ne détermine, chez l'animal, aucune réaction particulière immédiate, ce facteur devient, peu à

peu, indifférent. Le réflexe d'orientation s'affaiblit, disparaît enfin complètement et, avec lui, l'action inhibitrice sur le réflexe conditionnel. Voilà pourquoi nous avons appelé cette forme d'inhibiteur, inhibiteur à amortissement. C'est justement sur cet amortissement qu'est basée l'inaction, sur l'animal, de la constitution monotone du milieu qui l'entoure. Nous essayons souvent, dans certaines expériences, de répéter exprès les inhibiteurs extinguisibles, afin de les rendre tout à fait indifférents. Mais il est évident qu'on ne peut pas les éloigner tous et pour toujours de cette façon ; ils sont innombrables, et se rétablissent d'eux-mêmes lorsqu'un certain temps s'écoule sans qu'ils aient été répétés.

A ce groupe d'inhibiteurs à amortissement doivent être rattachés de nombreux agents du monde extérieur, présentant des relations particulières avec l'organisme, c'est-à-dire qui sont, soit des réflexes héréditaires particuliers, soit d'autres réflexes conditionnels.

Toutes les excitations extrêmement fortes, telles qu'un grand bruit, une lumière intense et subite, etc., déterminent, chez l'animal, une réaction spéciale : un tremblement généralisé, ou la tentative de fuir (l'animal se débat sur la table) ou, au contraire, l'immobilité. D'un autre côté, la vue et l'ouïe d'animaux connus, ou de personnes ayant un rapport particulier avec l'animal en expérience, et d'autres conditions analogues, déterminent chacun, chez l'animal, une réponse particulière (élaborée au préalable). Ces diverses réactions sont naturellement reliées à l'activité de régions déterminées du système nerveux central, et cette activité, suivant la loi citée plus haut, inhibe le réflexe que nous étudions. Les réactions qui viennent d'être énumérées sont souvent plus fortes et plus persistantes que le réflexe d'orientation simple, quoique, par la répétition, ils perdent également leur force inhibitrice ; voilà pourquoi ils doivent, eux aussi, être rattachés au groupe des inhibiteurs à amortissement. Cependant, pour se débarrasser de l'influence de ce sous-groupe des inhibiteurs qui s'amortissent, il faut pratiquement les éviter, car la disparition progressive de leur action, par la répétition, exige de grands délais. Mais ci intervient un fait beaucoup plus important : on ne peut pas toujours deviner, de suite, la signification réelle, pour l'animal, d'un exci-

tant déterminé. Connaît-on toutes les relations accidentelles que le chien a pu avoir avec les phénomènes extérieurs, avant qu'il ne devint notre objet d'expérimentation ? De même, on ne peut trouver nulle part, dans la science, une liste complète de toutes les réactions innées de ce même chien. Dans beaucoup de cas, d'ailleurs, la question est encore pendante : telle réaction est-elle innée ou acquise ?

De plus, il est une série de phénomènes extérieurs qui produisent sur l'organisme des lésions destructives plus ou moins marquées, les liens qui maintiennent l'animal sur la table peuvent comprimer un peu trop une partie quelconque du corps, l'appareil thermique ou instrument mécanique mis au contact de la peau pour déterminer une excitation (légère brûlure, écharde) peuvent l'avoir lésée, l'introduction d'une substance irritante dans la bouche peut avoir endommagé, d'une façon très légère, la muqueuse buccale. Dans tous ces cas, et dans les cas analogues, le réflexe conditionnel sera affaibli moins et finira par disparaître complètement. Il est évident qu'une menace destructive contre l'organisme provoque, de la part de l'animal, une réaction de défense, sous la forme du mouvement d'éloignement hors de la zone dangereuse et, de cette façon, arrête, inhibe, suivant la loi générale de l'action réciproque des centres nerveux, notre réaction complexe particulière, le réflexe salivaire conditionnel. Nous appelons cette forme de l'inhibition : inhibition simple, parce qu'elle apparaît dès quelle est provoquée, qu'elle persiste, et ne disparaît qu'avec la disparition de la cause. Il faut rattacher à cette forme d'inhibition quelques manifestations physiologiques intérieures qui reçoivent, à un moment donné, une valeur prépondérante dans l'organisme, par exemple la réplétion de la vessie, déterminant une excitation de l'appareil nerveux qui régit son évacuation.

Parmi les membres les plus étudiés de ce groupe d'inhibiteurs, il faut citer les facteurs physiologiques qui agissent sur l'organe qui nous sert d'objet d'étude, je veux parler de la glande salivaire.

Cette glande sert, en effet, tant à la transformation mécanique et chimique des aliments, qu'à l'élimination des substances inutiles ou nuisibles, pénétrées avec les aliments.

L'activité de la glande est, jusqu'à un certain point, différente dans les deux cas, elle est commandée par des centres nerveux distincts, sous l'action des excitants correspondants.

L'antagonisme qui existe entre les différents centres, en général, s'observe également entre ces deux centres particuliers. Le réflexe absolu non alimentaire inhibe le réflexe alimentaire conditionnel, et inversement. Cette inhibition apparaît, elle aussi, subitement et persiste tant que dure la cause qui l'a provoquée.

Ainsi qu'on peut le voir, par cet aperçu rapide, un grand nombre de phénomènes, tant extérieurs qu'intérieurs, s'intriquent avec l'activité nerveuse complexe que nous étudions, avec notre réflexe conditionnel. Mais, pour pouvoir apprécier toute la signification des phases de cette activité, il nous faut nous arrêter, plus longuement, encore sur un genre de phénomènes intimement liés aux réflexes conditionnels.

Si l'établissement de liens temporaires entre certains phénomènes extérieurs et les réactions correspondantes de l'organisme, est l'expression de la perfection de la machine vivante, la manifestation d'un équilibre plus parfait entre l'organisme et le milieu environnant, cette perfection se fait encore mieux sentir dans les variations auxquelles se trouve soumis ce lien temporaire, sous l'influence prépondérante du mécanisme intérieur du système nerveux. Si un agent déterminé, notre excitant conditionnel par exemple, qui annonce le repas et détermine une réaction appropriée de l'organisme (ici la salivation) se trouve être, à plusieurs reprises, en désaccord avec la réalité, c'est-à-dire ne coïncide pas avec le repas, il perd peu à peu son pouvoir excitateur. Ce phénomène ne résulte pas de la destruction du réflexe conditionnel, mais de sa suspension momentanée, conséquence d'un phénomène particulier, d'origine interne. De même, lorsque la coïncidence avec l'action de l'agent absolu ne se fait qu'un certain temps après le début de l'application de l'excitant conditionnel, celui-ci est inefficace pendant toute la durée de son application isolée. Le sens physiologique de ce fait est facile à saisir. Quelle serait, en effet, la raison d'être d'une action dans ces conditions, puisqu'elle est inutile ?

Nous avons appelé inhibition interne, cette inhibition du

lien temporaire qu'est le réflexe conditionnel, par opposition à la série des inhibitions, dont il a été question plus haut, et qui sont toutes des inhibitions externes.

Arrêtons-nous encore sur un point particulier dans l'apparition de l'inhibition interne. Lorsqu'un agent indifférent quelconque coïncide à plusieurs reprises avec un excitant conditionnel, non accompagné du réflexe absolu qui lui a donné naissance, on voit se développer une inhibition interne, la combinaison perdant peu à peu le pouvoir excitateur appartenant à l'excitant conditionnel. Nous avons appelé cet agent indifférent surajouté, auquel l'agent conditionnel doit la disparition de son action — inhibiteur conditionnel. Cet agent est, en effet, maintenant, un véritable inhibiteur car, associé à tous les autres excitants conditionnels engendrés par le même agent absolu, il les inhibe tous. On serait en droit de penser que l'agent inhibiteur conditionnel provoque un processus d'inhibition interne, et que tout le mécanisme de l'inhibition conditionnelle est un mécanisme de réflexe conditionnel négatif. Nos expériences les plus récentes montrent qu'il en est ainsi, en effet. Dans ces expériences, grâce à la coïncidence répétée de l'agent indifférent et du processus de l'inhibition interne, cet agent indifférent se transforme en un inhibiteur conditionnel.

L'inhibition interne joue un rôle immense dans les manifestations de l'activité complexe du système nerveux central. Ainsi, elle accompagne constamment l'action différenciatrice du système nerveux. Sa nature est encore inconnue, mais cela ne diminue pas l'utilité de son étude approfondie. Ici, comme dans les sciences naturelles en général, l'étude commence par la constatation du fait même et de ses variations suivant les circonstances; on en tirera, ensuite la représentation exacte de son mécanisme. Déjà nous savons que le processus d'inhibition interne est beaucoup plus fragile, et plus mobile, que celui d'excitation. Il existe même quelques indications sur le rapport quantitatif de l'intensité de ces deux processus.

Ce processus de l'inhibition interne peut être, à son tour, inhibé, comme le processus d'excitation conditionnelle. Nous avons, ainsi, l'inhibition d'une inhibition, autrement dit la « contre-inhibition », c'est-à-dire, la libération du processus

du réflexe conditionnel inhibé. Sont inhibiteurs du processus d'inhibition interne, c'est-à-dire contre-inhibiteurs, tous les agents que je viens de décrire comme inhibiteurs de l'excitant conditionnel. Je crains que cette répétition abondante du mot « inhibition », que cet amoncellement d'inhibiteurs, ne produise un effet déplorable, en rendant très obscurs les faits dont il est question. J'essaierai donc, par un exemple concret, de réconcilier mes chers auditeurs avec ces faits, qui pourraient être, à première vue, d'une complexité excessive. Soit un de nos excitants conditionnels, le son d'un tuyau d'orgue, donnant 1.000 vibrations à la seconde, par exemple. Grâce à sa coïncidence répétée avec le repas du chien, il finit par provoquer, lui-même, la salivation, il est devenu excitant conditionnel de la glande. Faisons-le agir seul, à plusieurs reprises, sans l'accompagner d'un repas. Ainsi qu'il a été dit plus haut, il perd progressivement son pouvoir excitateur, et devient indifférent à la glande. Il a été rendu indifférent par le mécanisme de l'inhibition interne, il est inhibé intérieurement. Enfin, joignons au son, devenu ainsi momentanément inactif, un nouvel agent quelconque, l'incandescence subite d'une lampe électrique, par exemple, phénomène n'ayant jamais présenté aucune influence sur les glandes salivaires et n'ayant, encore actuellement, lorsqu'il est isolé, aucune action sur elles. Aussitôt, l'excitant conditionnel inactivé recouvre toute son action : la salive s'écoule et le chien, jusque là indifférent au son, ou même se détournant de l'expérimentateur, tourne la tête vers lui et se lèche les babines, comme dans l'attente d'un repas. On ne peut comprendre ce fait que de la façon suivante : la lumière électrique a inhibé, supprimé l'inhibition interne et, de cette façon, a libéré, rétabli le réflexe conditionnel. Le même fait de libération se produit, également, dans les autres cas d'inhibition. C'est encore de la même façon que se produit la désinhibition de l'inhibition conditionnelle.

On peut, ici, me faire une objection : puisque tout est susceptible d'être inhibé, d'où vient donc la contre-inhibition, autrement dit, qu'est-ce donc qui peut se libérer, alors que le processus inhibiteur inhibe le réflexe même ? La réponse, très simple, est la suivante : comme il vient d'être dit, le

processus d'inhibition interne est beaucoup plus mobile que le processus d'excitation, et c'est pourquoi, à chaque instant peut intervenir de lui-même, ou être provoqué, un agent extérieur, jouant le rôle d'inhibiteur, d'une intensité juste suffisante pour inhiber l'inhibition interne, mais incapable d'inhiber le processus, plus stable, de l'excitation conditionnelle. Et ce n'est que dans ces conditions que se produit la contre-inhibition. Autrement dit, il existe des inhibiteurs d'intensité croissante : inactifs, contre-inhibiteurs, inhibiteurs.

Je ne puis, ici, aller plus avant dans les détails, mais permettez-moi de témoigner, en toute vérité, que l'observation, sur ce point, des phénomènes nerveux complexes, avec leurs variations liées à l'intensité de l'excitation, est parmi les sensations les plus fortes que j'aie ressenties dans toute mon activité scientifique. Ces expériences, je n'ai fait qu'y assister : elles étaient réalisées par un de mes jeunes et actifs collaborateurs, le D^r Igor Wladimirovitch Zavadsky.

Les inhibiteurs des réflexes conditionnels énumérés plus haut étant, en même temps, à un certain degré d'intensité, inhibiteurs de l'inhibition interne, c'est-à-dire contre-inhibiteurs, leur importance, dans l'étude de l'activité nerveuse complexe de l'animal, s'en trouve doublée. Pour être maître de l'observation, ne pas dépendre, à chaque instant, de l'inattendu, on doit maintenir ces inhibiteurs sous sa propre dépendance. Il faut surtout avoir en vue ici ce que nous avons appelé les inhibiteurs à amortissement, parce qu'ils sont accidentels, et sont absolument indépendants de l'observateur. Malgré une observation très attentive, il est difficile, parmi toutes les excitations qui frappent l'animal, de toujours distinguer le nouvel agent qui détermine une action inhibitrice. Il est hors de doute que les perceptions de l'animal sont beaucoup plus précises et plus étendues que celles de l'homme, chez lequel l'activité nerveuse supérieure, occupée à l'assimilation des perceptions, étouffe les processus nerveux inférieurs, qui participent à la réception simple des excitations extérieures. Mais supposons que nous ayons remarqué le nouvel agent apparu, il influencera, dans tous les cas, soit le réflexe conditionnel, soit son inhibition interne, et, par là même, troublera la marche de l'expérience. Si ce

trouble ne porte que sur un fait isolé, le malheur n'est pas grand, on recommence l'expérience, dans l'espoir de la mener à bien sans encombre. Mais, s'il s'agit d'une expérience prolongée — si l'on étudie toute une série de phénomènes successifs, l'obstacle est déjà plus ennuyeux, toute une série de phénomènes est indirectement troublée, et il faut un délai plus grand avant de pouvoir la reproduire. Il est des cas plus pénibles encore : la préparation d'une expérience demande, souvent, des semaines et, voici qu'au moment décisif où le problème est sur le point d'être résolu, un inhibiteur surgit soudain et déforme le résultat tant attendu. On ne peut réparer le dommage qu'en répétant l'expérience, mais seulement cela n'est possible qu'au bout de plusieurs semaines, et avec des réflexes conditionnels nouveaux. Les manifestations nerveuses étudiées sont, en effet, caractérisées par leur variabilité extrême : à chaque instant, elles présentent un aspect nouveau. Et c'est pourquoi une expérience donnée ne peut être reproduite dans des conditions identiques.

Tous les phénomènes dont je viens de parler, constituent un seul et même groupe. ●

Je voudrais, maintenant, attirer votre attention sur le travail des analyseurs, mécanismes nerveux ayant pour fonction de décomposer la complexité du monde extérieur en ses éléments, afin de pouvoir utiliser, ensuite, séparément, ces éléments ou leurs combinaisons variées à l'infini.

Prenons, par exemple, l'analyseur auditif de notre animal d'expérience ; c'est, d'ailleurs, l'analyseur le plus étudié jusqu'ici. J'ai déjà rappelé, dans mon discours de l'année dernière, que cet analyseur distingue avec facilité des fractions de sons, toutes sortes de timbres, et est excité par des sons atteignant 70-80 mille vibrations par seconde. Actuellement, la connaissance de l'activité de l'analyseur auditif du chien s'est considérablement étendue. La distinction entre les différentes intensités d'un son est extrêmement fine. On arrive facilement à faire, de chaque intensité d'un même son, un excitant conditionnel distinct, et on peut observer, par exemple, que la faible intensité d'un son donné constitue un excitant conditionnel déterminé, tandis qu'une intensité plus forte du même son reste sans effet. Dans ces cas, la

différence d'intensité du son peut même être si faible que l'oreille humaine arrive à peine à la percevoir, ou ne la perçoit point du tout, même si les sons sont émis à très court intervalle l'un de l'autre, tandis que l'analyseur du chien distingue nettement cette différence, même à plusieurs heures d'intervalle. Malheureusement, ces sortes d'expériences sont limitées par l'imperfection des instruments de physique. Nous ne pouvions être assurés, avec les moyens dont nous disposions, ni de la seule variation de l'intensité du son, sans modification de sa hauteur, ni de la détermination absolue et nette de l'intensité des sons produits. Et, cependant, il me semble, pour l'instant, que ce point a une grande importance en ce qui concerne l'activité des analyseurs. Il est évident que l'évaluation de l'intensité, l'appréciation de la force d'un agent extérieur est l'analyse la plus élémentaire, celle qui, comme nous le montre la physiologie nerveuse générale, appartient à l'élément le plus simple, le filet nerveux. On peut imaginer que, chez l'animal, la mesure du temps repose, au moins en partie, sur la notion de l'intensité : qu'un agent extérieur quelconque agisse sur l'analyseur donné d'un animal avec une force constante, continue, ou bien que les restes, les traces d'un excitant disparu s'effacent graduellement dans les cellules nerveuses, toujours est-il qu'à chaque instant l'état d'excitation de la cellule a la valeur d'un élément particulier, distinct de ceux qui l'ont précédé, comme de ceux qui le suivront. C'est avec ces éléments, pris comme unités, que le temps serait mesuré, que chacun de ses instants serait enregistré par le système nerveux.

La distinction de la longueur des intervalles, ou de la fréquence des sons par minute, n'est pas moins remarquable. Les oscillations du métronome, au nombre de 100 par minute, deviennent un excitant conditionnel. Après de nombreux essais, l'oreille du chien distingue, même à plusieurs jours d'intervalle, ces oscillations des fréquences de 104 ou de 96 oscillations à la minute, ce qui équivaut à la discrimination d'un intervalle de $1/43^e$ de seconde. L'oreille humaine ne peut pas distinguer une différence de fréquences de cet ordre, même à une minute d'intervalle.

L'étude expérimentale de l'analyseur auditif du chien a été poussée plus loin encore : on a obtenu la distinction des

différentes façons dont se suivent les mêmes sons, dont sont placées des pauses de différentes longueurs entre ces mêmes sons ou d'autres, etc. Je m'arrêterai un peu plus longuement sur le premier de ces cas. Supposons que, de quatre sons consécutifs et ascendants, on ait fait un agent conditionnel chez un chien; supposons, qu'ensuite, on ait obtenu la distinction entre ces quatre sons et ces mêmes sons se suivant en sens inverse. On sait qu'on peut combiner 4 sons de 24 façons différentes. Il était intéressant de savoir comment l'analyseur de l'oreille se comporterait envers les 22 combinaisons non encore essayées. On constata que l'analyseur les divisait exactement en 2 groupes : un premier, auquel le système nerveux réagissait comme à des excitants, un second, qui n'influencait pas du tout le système nerveux, autrement dit, l'un était rattaché au groupe des sons ascendants, le second à celui des sons descendants. L'examen de ces combinaisons montra que dans le premier groupe les sons ascendants prédominaient et, dans le second, les sons descendants.

Nous n'en sommes qu'au début de l'étude de l'analyseur auditif, le but idéal est de réaliser l'étude systématique de toute l'immense variété des sons qui frappent cet analyseur et servent à l'organisme dans ses relations les plus subtiles avec le milieu environnant.

La même étude a été entreprise et devra être poursuivie pour les autres analyseurs de l'animal : analyseurs optique, cutané et autres.

J'ai terminé l'énumération des données dont j'avais besoin pour répondre à la question restée pendante : dans quelles conditions, et par quels moyens doit se faire l'étude du nouveau domaine dont je viens de vous donner un aperçu, pour qu'elle se poursuive sans encombre et dans les meilleures conditions de succès ? J'ai choisi mes faits de telle façon, qu'après en avoir pris connaissance, la réponse à cette question ne présente plus aucune difficulté pour vous.

La première, et la plus importante de ces conditions, est l'aménagement du laboratoire dans un bâtiment de construction tout à fait spéciale :

Ce bâtiment doit, et c'est là le point capital, ne transmettre aucun son du dehors, ni des corps de bâtiments voi-

sins, lesquels doivent, cependant, tous communiquer entre eux. J'ignore jusqu'à quel point cela est réalisable pratiquement, mais la qualité idéale de cette construction ou, en tout cas, de ces chambres, résiderait dans l'exclusion absolue des sons parasites. Tout pas fait vers cet idéal, diminuera d'autant la difficulté actuelle de nos recherches. Les autres particularités demandées à ce bâtiment ne présentent pas les mêmes difficultés de réalisation. L'éclairage doit en être tout à fait uniforme. Ce résultat peut être atteint, soit par un éclairage artificiel uniforme permanent, soit par un dispositif permettant de suppléer artificiellement la lumière naturelle, lorsque celle-ci devient insuffisante. Enfin, il ne doit y avoir, dans la salle d'expérimentation, pendant les expériences, aucun courant d'air, afin d'éviter l'apport d'odeurs, d'air froid ou d'air chaud. Seul un tel local pourra libérer l'expérimentateur de la crainte continuelle qu'un facteur exogène ne vint modifier l'exactitude de l'expérience, et aussi le libérer du chagrin amer et, souvent, de la vive colère, de voir, qu'à l'instant décisif, l'expérience est gâchée par la faute de ces facteurs indésirables. Seul un local de ce genre ne laissera pas se perdre, inutilement, une telle somme de travail et de temps, et pourra donner une précision suffisante à la partie essentielle des recherches.

La seconde condition concerne la fourniture du laboratoire en instruments tout à fait exceptionnels, permettant d'agir sur les surfaces réceptrices de l'animal expérimenté, avec des excitations innombrables, mais dont la durée, l'intensité et la continuité soient exactement déterminées. Ce résultat peut être atteint, d'une part, en rassemblant les appareils généraux électriques, mécaniques, réfrigérateurs, etc., dans la salle centrale du laboratoire ou dans un local voisin ; d'autre part, en employant, dans ce but, d'innombrables appareils particuliers, situés dans la chambre d'expérience même, et qui serviront à produire des sons divers, de la lumière, des images, des odeurs, des actions thermiques sur l'animal, etc., bref, reproduire, pour celui-ci, le monde extérieur, mais un monde extérieur dirigé par l'expérimentateur. Là encore, la réalisation complète de cette seconde condition ne pourra, vraisemblablement, se faire que dans un avenir lointain, mais tout progrès technique,

tout perfectionnement du laboratoire, contribuera toujours au progrès du travail en cours.

La troisième condition est simple, facilement réalisable, mais non moins indispensable. Étant donné que, dans nos expériences, nous tenons compte du moindre son, de la moindre variation de l'éclairage, il est évident que, pour le succès et la précision de nos observations, il est capital que les animaux employés soient absolument normaux et en parfait état. Et pourtant, dans les conditions actuelles, ceux-ci contractent souvent une maladie chronique quelconque. Il y a souvent un contraste violent entre l'attention que nous portons aux moindres excitations atteignant l'animal dans la chambre à expérience, et l'existence, chez le chien, d'un prurit dû à une affection cutanée, ou de douleurs rhumatismales. Il nous arrive souvent, aussi, d'être obligés de nous défaire des animaux chez lesquels avaient été obtenus divers réflexes, résultat ayant parfois demandé beaucoup de temps et de peine, et ce, à cause de maladies déterminées par les mauvaises conditions de logement. Pour supprimer cet obstacle il faut, à nos animaux, un logement spacieux, clair, chaud, sec et propre, et ce n'est, malheureusement, pas encore le cas dans nos laboratoires de physiologie.

Si l'on reconnaît les droits scientifiques de notre nouvelle investigation, et il me semble que les faits obtenus jusqu'ici parlent assez en sa faveur, on voudra bien admettre que le laboratoire que je viens de décrire est une nécessité immédiate pour le progrès des sciences expérimentales, dans ses degrés les plus élevés. C'est, du moins, ma conviction, la conviction d'un homme qui, pendant de nombreuses années, a peiné sans cesse et a pu pénétrer le sujet. J'ai été profondément touché et reconnaissant, lorsque ma conviction et mon espoir ont trouvé un écho vibrant dans la société au sein de laquelle j'ai l'honneur de parler en ce moment.

Les crédits, en partie avancés et en partie promis, par le conseil de la Société, pour la réalisation de mon plan scientifique, seront suffisants, d'après mes calculs, pour construire le bâtiment principal du laboratoire. Il s'agit non de construire, pour les crédits disponibles, un certain nombre, déterminé à l'avance, de locaux distincts pour la réalisation de nos expériences, mais de nous contenter du

nombre de locaux, répondant aux exigences essentielles indiquées, que l'on pourra construire avec ces crédits. Ce calcul me paraît être le seul rationnel car, d'une part, étant donné la nouveauté du plan de cette construction, on ne peut, à l'avance, en déterminer exactement le prix de revient et, d'autre part, cette même nouveauté fait, inévitablement, de ce laboratoire, un bâtiment d'essai qu'il aurait été risqué d'exécuter sur une grande échelle.

Il reste, ensuite, à fournir le laboratoire en instruments, et à aménager un local spécial pour nos animaux. A ce sujet, nous espérons, avec le conseil de la Société, que son don pour la nouvelle entreprise scientifique n'est que le commencement d'une participation plus grande.

Permettez-moi de dire, en conclusion, quelle est, pour moi, la signification présente et future de la Société.

Cette Société, qui déjà dispose, chaque année, de sommes importantes destinées à soutenir les entreprises scientifiques, aider leurs travaux et en permettre les applications ; cette Société, qui peut, dès maintenant, prévoir l'accroissement ultérieur de ses ressources matérielles, et qui possède un programme immense et des moyens pratiques de le réaliser, cette Société, dont l'activité est dirigée par des collègues, des représentants des académies dont les connaissances sont aussi bien théoriques que techniques, cette Société m'apparaît comme une organisation immense, unique en Russie. L'exceptionnellement grande Russie, avec son immense richesse en forces naturelles, attend impatiemment une étude hardie, et soutenue de toutes façons, dans le domaine de l'étude expérimentale du monde extérieur, et l'application de ces connaissances à tout ce qui peut améliorer le bien-être humain. La Société Ledentsoff apparaît comme un puissant levier pour un tel travail.

L'humanité est, de plus en plus, pénétrée d'une foi active dans la force de l'intelligence, armée d'un moyen d'action décisif : l'expérience. Il semble que la Société Ledentsoff ait été soulevée par une autre vague, la plus haute de toutes, la vague de l'intérêt général pour les sciences naturelles et leurs applications à la vie, vague qui a parcouru tout le monde civilisé. Rappelez-vous les grandioses manifestations de ce mouvement en Amérique, à Stokholm, à Paris et,

tout à fait récemment, au jubilé de l'Université de Berlin.

Et je crois que Moscou sera fier, plus tard, autant que de ses autres mérites et de ses hommes historiques, de sa Société pour l'encouragement au succès des sciences expérimentales et de leurs applications pratiques, et de son fondateur, Christophor Semenovitch Ledentsoff.

XII

Laboratoire destiné à l'étude de l'activité des centres nerveux des animaux supérieurs

Le laboratoire dont il est question, fait partie de la section physiologique de l'Institut de Médecine expérimentale : sa construction est, actuellement, presque achevée.

Le bâtiment comprend 3 étages. Le premier et le 3^e étage sont destinés aux expériences sur les animaux. Il y a, en tout, 8 chambres de travail, avec box pour les animaux. L'étage intermédiaire, plus bas de plafond, présente la même disposition, moins les box, et contient les appareils, hydrauliques et autres, servant à l'expérimentation.

Les dispositions suivantes ont été prises, au cours de la construction de ce laboratoire, dans le but d'éliminer les secousses et les sons étrangers, des chambres d'expérimentation :

1^o Le bâtiment est entouré d'un fossé, dont la partie supérieure est comblée avec de la paille ; la terre, provenant du creusement du fossé, a servi à combler les fondations ;

2^o Les huit salles de travail sont isolées les unes des autres par un étage intermédiaire et un espace libre en forme de croix ;

3^o L'extrémité des poutres de fer des planchers est enfouie dans du sable.

Les fenêtres des salles de travail sont petites, et n'auront qu'une seule vitre, en verre coulé le plus épais. Les portes de ces salles, donnant dans la tour (cage de l'escalier), seront doubles, en fer, fermant hermétiquement, avec des tambours arrêtant les sons.

XIII

Du centre alimentaire (1)

Plus d'une fois, déjà, il a été question, ici, des réflexes salivaires conditionnels. Dans leur étude un point essentiel est, jusqu'à présent, resté dans l'ombre, je veux parler du centre alimentaire.

D'après les faits qui constituent, actuellement, l'étude des réflexes conditionnels, il est hors de doute que ce centre alimentaire existe aussi bien que le centre respiratoire. Puisque je viens de dire qu'il est, en tous points, analogue au centre respiratoire, je dois commencer par rappeler ce qu'est celui-ci. L'activité du centre respiratoire se manifeste par le travail de certains muscles qui mobilisent la cage thoracique. Cette activité est commandée, avant tout, vous le savez, par la composition chimique du sang, chargé d'acide carbonique et d'autres produits d'échange, insuffisamment oxydés; elle est encore déterminée par des excitations réflexes, provenant des différents organes périphériques, mais principalement de l'organe même de la respiration, c'est-à-dire, le parenchyme pulmonaire. On observe la même chose en ce qui concerne le centre alimentaire. Comment se manifeste l'activité du centre alimentaire? Par le travail de toute la musculature, lorsqu'elle dirige le corps de l'animal vers la substance alimentaire, et d'une partie de cette musculature seulement, lorsque la nourriture pénètre à l'intérieur de l'organisme, dans la cavité buccale. Ce même centre alimentaire provoque, en même temps que l'excitation musculaire, l'activité de la région sécrétoire supérieure du tube digestif, c'est-à-dire des glandes et particulièrement des glandes salivaires et gastriques. L'excitation de ces deux modes d'activité, musculaire et sécrétoire, par le centre alimentaire, se fait parallèlement, ce qui fait qu'on peut étudier ce centre par l'intermédiaire de chacune de ces deux manifestations.

(1) Rapport à la Société des médecins russes à Saint-Petersbourg.

Par conséquent, l'activité des glandes salivaires, telle qu'elle est étudiée dans nos réflexes conditionnels, est reliée aux manifestations de l'activité de ce centre alimentaire. En limitant l'étude de ce centre à sa seule activité sécrétoire, loin d'en souffrir, cette étude y gagne en exactitude et en précision, étant donné que la musculature sert également à d'autres buts, en dehors du problème du centre alimentaire, et que ses manifestations sont, par conséquent, extrêmement complexes. Quant aux glandes gastriques, elles sont situées plus profondément, et ne se trouvent pas au service exclusif du centre alimentaire, mais dépendent également de certaines influences intérieures. Seules les glandes salivaires expriment intégralement l'activité du centre alimentaire.

Que savons-nous de cette activité ? Par quoi est-elle provoquée, modifiée, supprimée ? Il est tout à fait évident que la stimulation première de ce centre alimentaire, obligeant l'animal à se mouvoir, à prendre la nourriture, à sécréter la salive et le suc gastrique, vient de la composition chimique du sang de l'animal qui n'a rien mangé depuis quelques heures, et dont le sang devient peu à peu « affamé ». L'analogie avec le centre respiratoire montre qu'il en est réellement ainsi. De même que le centre respiratoire règle continuellement la quantité d'oxygène de l'organisme, de même, le centre alimentaire régularise la pénétration, dans l'organisme, des substances solides et liquides. Si l'on admet que l'excitant principal du centre respiratoire est intérieur, automatique, il faut admettre la même chose pour le centre alimentaire. Mais, en plus de l'analogie, il existe ici des faits. D'une façon générale, tout centre peut être excité, soit automatiquement, soit par des excitations extérieures arrivant, par les nerfs centripètes, des divers organes périphériques. Il n'y a, jusqu'ici, aucune preuve démontrant l'absolue nécessité, pour l'activité du centre alimentaire, d'une excitation réflexe. La section des différents nerfs venant du tube digestif n'a pas fait constater la disparition consécutive de la réaction motrice de l'animal vers la substance alimentaire ou, pour employer le langage ordinaire, n'a pas fait disparaître l'appétit. J'ai fait, moi-même, autrefois, de nombreuses expériences de ce genre : j'ai sectionné, ainsi, les nerfs mésentériques, et les deux paires

de nerfs sensitifs de la langue. Les animaux ont parfaitement supporté cette opération, ont survécu longtemps, et se sont comportés, vis-à-vis de la nourriture, comme des animaux normaux. Nous voyons donc ici le même fait que pour le centre respiratoire, dont on peut sectionner tous les nerfs centripètes sans en entraver l'activité.

Il en résulte que le stimulant du centre alimentaire est la composition chimique du sang de l'animal affamé ; cette excitation automatique intérieure existe, d'abord, sous une forme latente, puis commence à se manifester par les mouvements de l'animal vers la nourriture, par la salivation, etc. A propos de l'excitation automatique latente, telle qu'elle s'est manifestée plusieurs fois dans nos réflexes salivaires, je citerai une expérience du Dr Nikiforovsky.

On commence par établir, chez un chien, un réflexe conditionnel pour la lumière, et, à cet effet, chaque fois qu'on éclaire brusquement une chambre obscure, on verse simultanément une solution acide dans la bouche du chien ; après plusieurs répétitions de cette association, l'éclairage brusque de la pièce détermine la salivation. On poursuit l'expérience en retardant le contact de l'acide qui n'intervient que trois minutes après l'apparition de la lumière. On obtient ainsi un réflexe conditionnel salivaire dit « retardé », c'est-à-dire qu'il n'y a pas salivation pendant la première et la deuxième minute, et que celle-ci n'apparaît qu'à la troisième minute, immédiatement avant l'action de l'acide.

L'analyse a montré qu'un tel retard est dû à l'apparition d'une inhibition interne, que, pendant ces deux premières minutes, l'action de la vive lumière est inhibée par quelque influence intérieure.

Il est facile de démontrer qu'il en est réellement ainsi. Cette inhibition interne peut être paralysée, inhibée à son tour, et le réflexe libéré. Toute excitation extérieure peut paralyser l'inhibition, c'est-à-dire agir comme désinhibiteur, si elle apparaît entre le début de l'éclairage et la troisième minute ; elle provoque, dans ce cas, l'apparition immédiate de la salive.

Maintenant que j'ai rappelé les grands traits de ce réflexe salivaire retardé, voici un fait qu'on observe couramment chez le chien dont il vient d'être question. Nos chiens sont,

habituellement, nourris à 5 heures du soir. Si l'expérience avec la lumière a lieu à 10 heures du matin, et si l'on provoque le réflexe salivaire retardé, ce n'est qu'à la troisième minute après le début de l'éclairage qu'apparaît la salive. Si l'on reproduit l'expérience à 3 ou 4 heures de l'après-midi, malgré que l'on n'observe rien de particulier dans le maintien ni la conduite de l'animal, on ne peut, presque jamais, obtenir la phase de retard, la salive apparaissant toujours en même temps que la lumière. Il nous paraît évident que l'excitation cachée, latente, du centre alimentaire, agit sur le centre réflexe réagissant habituellement à l'acide. Et nous savons qu'il existe, entre les différents centres, un certain antagonisme, qu'un centre peut avoir, sur un autre, une action inhibitrice. Au cours de la première et de la deuxième minute, il existe, dans le « centre de l'acide », un processus d'inhibition ; l'accroissement de l'excitation latente du centre alimentaire paralyse ce processus, comme le ferait n'importe quelle excitation étrangère ; cette excitation latente croissante a une action contre-inhibitrice. Je citerai, ultérieurement, de nombreux autres faits démontrant que cette excitation latente existe bien réellement. Mon prochain rapport traitera spécialement de cette question. Comment s'explique une telle excitation latente ? On peut, certes, imaginer que cette excitation n'a pas atteint l'intensité suffisante pour se manifester effectivement. Cette hypothèse est très vraisemblable, mais il est douteux qu'elle suffise à tout expliquer. Il doit exister, là également, une inhibition interne qui, pendant un certain temps, empêche l'activité du centre alimentaire de se manifester. On peut démontrer, par quelques exemples, qu'il en est bien ainsi. Voici un chien. Il n'existe, chez lui, aucun signe d'activité du centre alimentaire ; il ne fait aucun mouvement vers la nourriture, il ne salive pas. Versons lui, dans la gueule, une solution acide qui, naturellement, n'est pas un aliment, et détermine chez ce chien une réaction motrice tout à fait différente. Lorsque le contact avec l'acide a pris fin, le chier présente une réaction motrice intense, spécialement dirigée vers la nourriture ; il commence à humer l'air, frappe de ses pattes la table, manifeste de l'inquiétude, et si, devant lui, se trouve un excitant conditionnel quelconque d'un

aliment, il se précipite dessus et le lèche. Nous avons là une manifestation nette de l'activité du centre alimentaire. On ne peut expliquer ce fait que de la façon suivante : le centre de l'acide, excité, agit sur le centre alimentaire et, suivant la loi générale de l'action réciproque des centres, inhibe son activité actuelle. Et comme le centre alimentaire se trouve en état d'inhibition, cette inhibition est inhibée, l'excitant est libéré, et la réaction a lieu. C'est, là encore, ce phénomène de désinhibition, que nous rencontrons constamment ; cette réalité éclatante nous convainc chaque jour davantage.

Voici un autre exemple, tiré des travaux du Dr Koudrine. Soit un chien chez lequel on a supprimé la moitié postérieure des hémisphères cérébraux. L'écartement de l'état normal se manifeste, entre autres, par l'affaiblissement des processus d'inhibition. C'est là un résultat habituel des opérations, quelque peu importantes, portant sur les hémisphères cérébraux.

Si l'on prend un chien normal, n'ayant rien mangé depuis le matin, et que l'on commence une expérience en lui donnant, par exemple, de la poudre de viande, on obtient, naturellement, une sécrétion salivaire. Une certaine excitation générale apparaît ensuite, sur laquelle je reviendrai. Cette excitation cesse au bout de cinq minutes environ, le chien se calme, la sécrétion salivaire se tarit complètement et le chien peut même s'endormir. Au contraire, chez le chien dont le système inhibiteur est affaibli, on constate que, tant qu'on le laisse sans nourriture, il reste absolument calme, et que dès qu'on lui donne un peu à manger, il présente un état de grande excitation ; cette excitation persiste très longtemps, en ce qui concerne les glandes salivaires, quelquefois pendant une heure et demie et plus, et ne décroît que très progressivement. On peut observer, dans ce cas, une sécrétion salivaire sous forme d'ondes, s'amplifiant et diminuant alternativement. La physiologie nous a appris que lorsqu'un phénomène est de forme ondulatoire, il révèle l'existence de processus antagonistes. Pour appliquer cette notion à notre cas, il faut admettre l'existence, dans le centre alimentaire, lorsque celui-ci se trouve encore à l'état d'excitation latente, d'un élément inhibiteur.

Avant d'appliquer ces notions à la pratique humaine, il faut remarquer que le centre alimentaire, outre l'activité musculaire et l'activité sécrétoire, se manifeste encore, évidemment, sous une forme que nous connaissons par l'auto-observation de notre organisme, c'est la sensation d'appétit et de faim. Lorsqu'il s'agit d'êtres humains, cette sensation apparaît comme un fait indiscutable, mais lorsque nous nous adressons à des animaux, nous sommes obligés, sous peine d'être fantaisistes, de nous limiter à la constatation des faits extérieurs.

L'activité du centre alimentaire se manifeste donc également dans nos sensations. Le fait, étudié plus haut, de l'apparition momentanée de l'activité du centre alimentaire par désinhibition, s'observe très bien dans la pratique humaine ; il est même à la base d'une méthode thérapeutique. Souvent, pour réveiller un appétit affaibli, on se sert, non d'une substance alimentaire, mais d'une substance de goût désagréable : on fait prendre au malade une substance amère, acide, etc. et on obtient le même effet que chez le chien où, nous l'avons vu, l'excitation du centre de l'acide agit en inhibant l'inhibition du centre alimentaire, le libérant et y déterminant une activité énergique.

Dans le cas du centre respiratoire, outre l'excitation automatique, il existe différentes excitations réflexes. Si l'on sectionne les deux nerfs vagues, qui portent au centre respiratoire les excitations venues du tissu pulmonaire, on observe un changement brusque et définitif de l'activité respiratoire. Les nerfs centripètes jouent également un très grand rôle dans l'activité du centre alimentaire, en particulier les nerfs du goût.

Voici des expériences se rapportant à cette question. On essaie, sur un chien, un réflexe alimentaire conditionnel, c'est-à-dire qu'on agit sur un chien par la vue et l'odeur d'un aliment, pendant un temps donné, une demi-minute, par exemple, et l'on obtient un effet déterminé, soit 3 à 5 gouttes de salive. Prenons ceci comme mesure de l'excitabilité du centre alimentaire dans ces conditions. On donne ensuite à manger au chien. Dès qu'il a mangé apparaît une excitation qui n'existait pas auparavant ; le chien se lèche les babines, hume l'air autour de lui,

se débat, gémit, etc. Si, lorsque ces phénomènes se sont calmés et la salivation arrêtée, on répète l'expérience en montrant des aliments au chien, on n'obtient plus 3 à 5 gouttes de salive, mais de 10 à 15 gouttes. Le premier repas a produit une excitation réflexe du centre alimentaire, et son activité est maintenant beaucoup plus grande : pour un excitant de même intensité, l'effet est beaucoup plus considérable.

Dans notre vie quotidienne ce fait apparaît fréquemment. Il arrive qu'au moment voulu on n'ait pas d'appétit, qu'on soit indifférent à la nourriture ; mais il suffit, dans ce cas, de manger un peu, d'exciter les nerfs du goût, pour faire apparaître l'appétit : on dit que « l'appétit vient en mangeant » (1). Il est évident qu'il s'agit là de l'excitation du centre alimentaire, par un excitant périphérique réflexe. Mais le centre alimentaire, tout comme le centre respiratoire, n'est pas seulement excité par ces agents périphériques, son activité est aussi quantitativement réglée par cette même voie réflexe. Nous observons tous les jours, dans nos expériences, un phénomène se rapportant à ce fait, lorsque, après avoir déterminé, une première fois, le réflexe conditionnel naturel, c'est-à-dire montré au chien de la nourriture, et obtenu 3 à 5 gouttes de salive, on donne à manger au chien. L'application consécutive de l'excitant conditionnel détermine une action renforcée (10 à 15 gouttes de salive), conséquence de l'association de l'excitation venue de la cavité buccale et de l'excitation interne du centre salivaire. Le troisième essai, fait dans les mêmes conditions, amène non plus 10 à 15 gouttes, mais 8 gouttes seulement ; le quatrième, moins encore, 5 gouttes ; le cinquième, 2 à 3 gouttes, etc. On voit disparaître peu à peu le réflexe conditionnel ; à chaque essai on donne un peu de nourriture au chien, et l'on observe, pourtant, une inhibition manifeste du centre alimentaire ; comment peut-on expliquer ce fait ? Cette inhibition est indiscutablement d'origine gastrique ; elle est liée, soit au contact des aliments avec la muqueuse, soit au début de l'activité sécrétoire, mais, d'une façon générale, à la présence des aliments dans l'estomac. Il s'agit

(1) En français dans le texte. (N. des T.)

donc d'une inhibition réflexe du centre alimentaire. Le sens en est clair : lorsque les aliments ont pénétré dans l'estomac, le centre alimentaire doit cesser, momentanément, de travailler, jusqu'à digestion complète de ces aliments. Peut-on démontrer que ce réflexe provient réellement de l'estomac ? Les expériences du Dr Boldyrev le prouvent : son chien est porteur d'une fistule œsophagienne, les aliments ingérés n'arrivent pas à l'estomac, l'inhibition décrite ne se produit pas : on obtient les mêmes chiffres à tous les essais du réflexe conditionnel accompagné de nourriture.

Qui ne connaît, dans la vie, le phénomène qui a donné lieu à l'expression « couper l'appétit ». A un moment donné on éprouve un grand appétit, dès qu'on a mangé un peu, l'appétit s'aiguise d'abord pendant quelques minutes, puis, au bout de 5 à 10 minutes, disparaît complètement. Les mères connaissent parfaitement ce phénomène, et il les inquiète beaucoup. Les enfants ont, habituellement, beaucoup de peine à attendre l'heure du repas et demandent à manger au moins un peu à l'avance ; les mères résistent et disent à l'enfant : « Tu couperas ton appétit. » Et, en effet, l'enfant grignotte un peu et ne mange plus au dîner ; il s'est développé chez lui une inhibition réflexe du centre alimentaire.

Il semble qu'il y ait, sous ce rapport, une certaine déficience de l'organisme, mais il en est bien d'autres. Et, d'ailleurs, est-ce là un véritable défaut de la machine animale ? La pénétration d'une petite quantité d'aliments dans l'estomac interrompt momentanément, ou affaiblit, l'activité du centre alimentaire. Eh bien ! mais, si l'organisme manque réellement de substances alimentaires, l'appétit reviendra de nouveau, après une digestion rapide de cette petite quantité d'aliments. La situation eût été bien pire si l'excitabilité du centre alimentaire ne cessait qu'au moment où l'organisme avait satisfait toutes ses exigences en substances alimentaires solides et liquides, car, dans ce cas, la conséquence habituelle eût été une suralimentation continuelle, une trop grande surcharge gastrique en aliments.

Il résulte, de tout ce qui précède, qu'il existe une analogie remarquable entre les centres respiratoire et alimentaire.

Lorsque j'en ai fait ressortir les points communs, ils ont pu paraître peu nombreux, mais l'observation constante de ces faits nous a prouvé que le centre alimentaire est une machine travaillant d'une façon aussi continue et ininterrompue que le centre respiratoire.

Comment peut-on se représenter le centre alimentaire, par quoi est-il constitué ? Il faut, évidemment, donner au terme son sens le plus large. Ce centre représente une partie du système nerveux qui règle la composition chimique du corps. Il faut donc comprendre la notion d'aliment dans un sens très large également, et, lorsqu'un enfant mord avec plaisir dans un morceau de plâtre et l'avale, c'est encore une manifestation de l'activité de ce même centre. Il faut se représenter ce centre comme étant très complexe et composé de parties distinctes. Vous allez voir qu'on peut le faire sans trop de peine. Il y a quelques mois j'ai soutenu, ici même, qu'il faut toujours distinguer deux moitiés dans la partie centrale de l'arc réflexe. Cette notion est, pourtant, souvent méconnue : les livres de physiologie parlent de centres, sans en préciser les parties constituantes, sans distinguer si les cellules dont ils sont formés appartiennent aux nerfs centripètes ou aux nerfs centrifuges. Il s'est produit, sur ce point, une étrange régression. Lors de l'étude de la moelle, au moment où apparut la notion d'arc réflexe, on indiquait très nettement que, dans la partie centrale de l'arc, il faut distinguer la terminaison centrale du nerf sensitif et l'origine du nerf moteur, notion qui trouve une base suffisante dans l'étude histologique des cornes antérieure et postérieure. Mais plus l'étude avançait, plus on pénétrait avant dans le système nerveux central, et plus on s'éloignait de cette notion primitive et l'on ne précisait plus quelles sortes de cellules composaient ce centre. J'appellerai, d'après la terminologie universellement admise, cellule réceptrice, les cellules anciennement appelées sensitives, c'est-à-dire l'extrémité centrale des nerfs centripètes. Je crois que le centre de gravité essentiel de l'activité nerveuse se trouve, justement, dans la partie réceptrice de la station centrale, que là se trouve le nœud du progrès du système nerveux central, progrès réalisé par l'encéphale, et, plus particulièrement, par les hémisphères cérébraux. C'est là l'organe essen-

tiel de cet équilibre parfait avec le monde extérieur que réalisent les organismes animaux supérieurs. La partie centrifuge est simplement exécutive, et cela se comprend aisément : les mêmes muscles peuvent servir à mille buts différents, et c'est l'appareil récepteur qui conditionne leur activité : il décide des combinaisons dans lesquelles doivent entrer les cellules des différents nerfs moteurs.

Revenons, maintenant, au centre alimentaire. De quelles cellules est-il constitué ? De cellules réceptrices, indubitablement, puisqu'elles reçoivent des excitations variées, tant intérieures que d'origine réflexe. Au contraire, les centres nerveux des organes par lesquels se traduit l'activité du centre alimentaire, sont réduits à leur plus simple expression. Parmi les réflexes conditionnels, nous avons pu déclencher le réflexe alimentaire par des agents extrêmement variés, cependant que la sécrétion salivaire était toujours due à l'excitation des mêmes centres salivaires. Étant centre récepteur, le centre alimentaire doit être extrêmement complexe ; il oblige le système musculaire à se diriger, suivant les cas, vers l'acide, la viande, le pain, l'argile, etc., il reçoit l'excitation et la transmet, sous forme d'impulsion, à l'organe fonctionnel. Autrement dit, il est construit de la même façon que les centres corticaux du nerf optique, du nerf acoustique, etc. Où siège ce centre ? Les physiologistes sont plus indifférents à la topographie que les pathologistes. Le physiologiste s'intéresse, avant tout, à la fonction, au travail des centres. On peut déduire de l'exemple du centre respiratoire, qu'il n'est pas facile de déterminer le siège exact d'un centre. Au début, on croyait que le centre respiratoire était un point, du volume d'une tête d'épingle, situé dans le bulbe. Il s'est, aujourd'hui, considérablement étendu, a atteint en haut le cerveau, en bas la moelle, et personne ne peut en indiquer nettement les limites.

Il faut s'attendre, de même, à trouver, pour le centre alimentaire, un centre très étendu. On ignore actuellement son siège exact, seuls existent quelques faits indiscutables qui aideront à résoudre cette question.

Il faut admettre que le centre alimentaire occupe différents étages du système nerveux central. Voici un pigeon auquel on a enlevé les hémisphères cérébraux ; il reste

immobile des heures entières et, quoique placé au milieu d'un tas de grains, il est incapable d'en prendre un seul dans son bec. Cependant, l'activité du centre alimentaire se manifeste nettement chez ce pigeon. Cinq à sept heures après qu'on l'ait nourri en lui mettant des grains dans le bec, il sort de son immobilité et commence à marcher, et de plus en plus énergiquement à mesure que le temps avance. Il est évident que c'est l'activité du centre alimentaire qui provoque ce travail musculaire. On peut le démontrer très facilement : il suffit, en effet, d'attraper le pigeon, et de lui bourrer le bec de grains, pour qu'il retombe dans son immobilité. On doit conclure, de ce fait, qu'une partie du centre alimentaire est située au-dessous des hémisphères cérébraux. D'autre part, il est aussi certain qu'une partie du centre alimentaire se trouve dans les hémisphères cérébraux, où il peut être représenté sous la forme du centre du goût. Il est évident que notre sensation de goût, agréable ou désagréable, est le résultat d'une excitation nerveuse particulière, que nous envisageons en êtres conscients. Un tel phénomène n'est, naturellement, possible que s'il se passe dans les hémisphères cérébraux. Il est donc évident que le centre alimentaire se compose de différents groupes de cellules, dont un groupe, particulièrement important, est situé dans les hémisphères cérébraux. Nous possédons ainsi quelques notions sur ce sujet, notions qui sont, d'ailleurs, loin d'être satisfaisantes. Cependant, sous ce rapport, le centre respiratoire n'est pas mieux partagé.

Il résulte de tout ce qui précède, que le centre alimentaire est le régulateur nerveux de l'absorption des substances liquides et solides, nécessaires au chimisme de la vie ; ce centre est aussi réel, et travaille d'une façon aussi ininterrompue, que le centre respiratoire.

XIV

Des lois fondamentales du travail des hémisphères cérébraux (1)

(D'après les expériences des D^{rs} N. S. Krasnogorski
et N. A. Rojanski)

D'une façon générale, l'activité nerveuse se compose de phénomènes d'excitation et d'inhibition, qui constituent, pour ainsi dire, ses deux moitiés. Permettez-moi de les comparer aux deux électricités, positive et négative.

Ce sont les frères Weber qui, les premiers, ont décrit le phénomène de l'inhibition dans le système nerveux. Cette description ne concernait que le système nerveux périphérique. L'inhibition n'a été décrite, comme phénomène général du système nerveux central, qu'en 1863, soit 24 ans après l'inhibition périphérique des frères Weber. Cette découverte est due à un savant russe, I. M. Setchenoff, qui jusque là ne s'était pas occupé de physiologie. Il débuta brillamment par sa découverte des centres d'inhibition de l'activité réflexe. Depuis cette époque, le phénomène de l'inhibition centrale a soulevé un intérêt immense, intérêt qui grandit de jour en jour. Ce phénomène d'inhibition a été mis en évidence dans de nombreux cas, et on peut dire, maintenant, que ce processus possède les mêmes droits, a autant de valeur, et est aussi fréquent que celui d'excitation. Le sujet que je traiterai aujourd'hui est précisément ce processus d'inhibition, tel qu'il se manifeste dans les hémisphères cérébraux. Notre étude de l'activité des hémisphères est purement objective, autrement dit, nous ne nous servons absolument pas, pour l'analyse des phénomènes étudiés, des données psychologiques, et ne faisons qu'enregistrer les faits extérieurs, c'est-à-dire les manifestations du monde extérieur et les réactions correspondantes de l'animal. C'est la glande

(1) Rapport à la Société des médecins russes, à Saint-Petersbourg.

salivaire qui nous sert à étudier ces réactions, que nous mesurons par la plus ou moins grande quantité de salive qui s'écoule. La notion essentielle, pour l'étude de l'activité du système nerveux, est celle du réflexe conditionnel. Non seulement ce lien temporaire se forme sous nos yeux, mais encore, comme toute réaction très sensible, il est soumis à des variations continuelles, se renforçant ou s'affaiblissant, ou même disparaissant momentanément, de sorte que l'étude objective de l'activité nerveuse est ramenée à l'étude de toutes les conditions qui viennent influencer le réflexe conditionnel. Pour provoquer la formation d'un réflexe conditionnel, on fait coïncider à plusieurs reprises, avec le réflexe constant, un phénomène quelconque du monde extérieur, complètement indifférent à l'animal. Nous provoquons, pour notre part, le réflexe conditionnel, en amenant les phénomènes indifférents à coïncider avec le repas de l'animal, ou avec l'introduction, dans sa bouche, d'une substance irritante quelconque. Je m'en tiendrai, pour l'instant, à ces données ; j'y ajouterai, plus tard, quelques faits tirés de la physiologie des réflexes conditionnels.

Nous allons donc, aujourd'hui, caractériser l'inhibition, telle qu'elle apparaît dans l'activité des hémisphères cérébraux. J'ai décrit, dans le rapport précédent, les conditions de l'excitation des hémisphères. Le point le plus important de cette partie de l'activité nerveuse réside dans ce fait que, une fois l'excitation parvenue dans les hémisphères, elle se généralise immédiatement, irradiant à toute l'étendue de ces hémisphères. C'est ce qui constitue la première loi de l'excitation, loi vérifiée par un grand nombre de faits. Si, par exemple, le bruit d'un métronome devient un excitant conditionnel des glandes salivaires, les autres bruits que l'on pourra produire ensuite, provoqueront également, au début, la salivation. L'excitation d'une cellule auditive s'étend donc à toute la région auditive des hémisphères, et c'est pour cela que toutes les excitations sonores provoquent aussi la salivation. Si d'un son de 1000 vibrations à la seconde, on fait un excitant conditionnel et qu'on essaie, ensuite, d'autres sons, même de hauteurs très différentes, on constate qu'ils agissent également. Il en est de même avec d'autres excitants. Si, par la méthode habituelle, on fait

de la piqûre répétée d'un même point de la peau, un excitant conditionnel, on obtient, chaque fois, une sécrétion salivaire. Lorsqu'on essaie, ensuite, de piquer d'autres points du tégument, on obtient, également, une certaine quantité de salive, ce qui prouve que l'excitation s'est propagée dans les hémisphères, et que tous les points de la région cérébrale correspondant à la peau réagissent de la même façon que celle qui a reçu l'excitation périphérique. Il est une forme d'expérience dans laquelle on provoque l'activité de la glande salivaire, non plus par l'excitant lui-même, mais par ce qui en reste, par ses traces, autrement dit, on commence par agir sur le chien au moyen de l'excitant lui-même, puis, après avoir attendu quelque temps, on lui donne à manger ou on lui verse une solution acide dans la bouche. Dans ces réflexes « vestigiaux » l'excitation est encore plus étendue. Lorsqu'on a obtenu un tel réflexe vestigial conditionnel, pour un excitant donné, tout autre excitant, essayé par la suite, se trouve être également efficace et détermine la salivation.

En même temps que la loi de l'irradiation de l'excitation, on observe l'existence d'une autre loi, loi de la concentration de l'excitation ; autrement dit, l'excitation disséminée se rassemble et peu à peu vient se concentrer en une région ou en un point du cerveau. Ce fait, également, est d'observation courante au laboratoire. Supposons, par exemple, qu'on vienne d'obtenir, chez un chien, une réaction conditionnelle au métronome, et que l'on provoque le réflexe plusieurs fois de suite ; on constate que les autres sons cessent peu à peu d'agir et il arrive un moment où le métronome seul reste efficace. Cette concentration de l'excitation peut même aller plus loin, et, si l'on répète encore et toujours ce réflexe du métronome, on constate bientôt que seule a une action la fréquence de battements que l'on a employée, et, dans certains cas, la discrimination peut atteindre une grande finesse, le chien réagissant à 100 battements du métronome, alors qu'il reste indifférent à 96. Si, sur un autre chien, on répète un grand nombre de fois la piqûre d'un même point de la peau, et si, ensuite, on essaie, de temps en temps, de piquer d'autres points de la peau, on constate que ces dernières piqûres deviennent de moins en moins efficaces et

cessent même complètement d'agir. L'excitation cutanée passe donc aussi, de l'état disséminé, à l'état concentré. Si l'excitant conditionnel est un son d'une intensité déterminée, non seulement ce son agit à l'exclusion de tous les autres, mais, de plus, il n'a d'action que s'il garde son intensité première, les intensités moindres ou plus grandes restant sans effet. Dans ces cas extrêmes de concentration de l'excitation, en plus de la répétition de l'excitant choisi, on doit avoir recours à la répétition des excitants voisins, mais sans que ces derniers soient accompagnés du réflexe absolu correspondant ; par exemple, l'excitant choisi sera accompagné d'un repas, les excitants voisins seront appliqués seuls.

Je passe à l'étude de l'autre moitié de l'activité nerveuse, c'est-à-dire au processus d'inhibition. Les expériences montrent que les mêmes lois exactement sont applicables à l'inhibition : l'inhibition irradie et se concentre de la même façon que l'excitation. Arrêtons-nous, d'abord, à la question du sommeil ; cet état joue, en effet, un rôle important dans les expériences sur l'inhibition. Notre attention a, depuis longtemps, été attirée sur la somnolence qui, dans certaines conditions, envahit les chiens et entrave l'expérience ; on observe, dans ce cas, l'affaiblissement, puis la disparition des réflexes conditionnels. Le fait le plus remarquable est que cette somnolence apparaissait chez les chiens soumis à l'excitation thermique de la peau, dans les cas où cette excitation thermique déterminait une réaction de la glande salivaire. On a vu, par la suite, que l'excitation thermique est un excitant du sommeil, c'est-à-dire qu'elle conditionne et amène le sommeil, comme les autres excitants provoquent une manifestation active de la part de l'animal. Il est intéressant de constater qu'il est nécessaire, pour provoquer le sommeil, de produire l'excitation thermique toujours au même point de la peau, et avec la même température. Si l'on modifie la température ou le point touché, l'action hypnique est faible, et n'atteint pas sa valeur maxima. En nous basant sur ces expériences, nous avons été obligés d'admettre l'existence d'un réflexe hypnogène, et il nous est apparu tout à fait clairement que cet état de somnolence est une sorte d'inhibition de l'activité des hémis-

phères cérébraux. Et voici pourquoi. Cet état de somnolence, ce réflexe hypnogène agissait sur les réflexes conditionnels exactement comme les inhibiteurs connus, la similitude s'étendant à tous les détails, aux plus petites particularités de cette action. En un mot, l'analogie était complète. Je vous citerai, plus loin, des faits dans lesquels on passa progressivement de phénomènes d'inhibition pure au sommeil véritable, passage rendu possible, vraisemblablement, par la parenté des deux phénomènes.

Passons à d'autres manifestations de l'inhibition. Supposons qu'on obtienne un réflexe différé en excitant mécaniquement, pendant une minute, un point déterminé de la peau, avec un peigne, puis, après un intervalle d'une minute, en versant une solution acide dans la gueule du chien. Cette manœuvre a pour but de provoquer un réflexe conditionnel avec ce qui subsiste, dans le système nerveux, de l'excitation due au grattage. Après plusieurs répétitions, en effet, pendant que l'on gratte la peau du chien on n'observe aucune réaction, mais, après la fin du grattage, à l'approche de la fin de la minute qui séparait le grattage de l'introduction de l'acide, la salivation apparaît : il y a donc eu formation d'un réflexe « vestigial » avec ce qui persistait, dans le système nerveux, de l'excitation mécanique de la peau. Mais si l'expérience se prolonge, on observe l'étrange phénomène suivant : pendant le grattage le chien devient de plus en plus tranquille, et finit même par s'endormir, d'un sommeil des plus caractérisés. Si, avant l'expérience, le chien paraissait bien éveillé, dès qu'on commence à le gratter, la somnolence apparaît. Le sommeil devenant de plus en plus profond et de plus en plus prolongé, on est obligé d'abandonner l'expérience. Il semble que l'on se trouve en présence d'un processus étrange, paradoxal : l'introduction répétée d'un acide dans la bouche du chien, au lieu de la forte excitation qu'on était en droit d'attendre, engendre le sommeil, l'acide s'est transformé en un agent hypnogène. Lorsqu'on provoque, chez ce même chien, les mêmes réflexes à l'acide, mais au moyen de l'acide lui-même, et non plus par les seuls vestiges de son action passée, le chien ne manifeste aucune somnolence. Comment doit-on interpréter ces faits ? L'acide n'étant jamais versé dans la

bouche du chien au moment du grattage, il doit se développer, à ce moment, un processus d'inhibition. On assiste à un fait paradoxal : alors que l'excitation elle-même doit déterminer une inhibition, sur le vestige de cette excitation il doit se développer un excitant pour le centre de l'acide. L'inhibition étant liée à une forte excitation, et la réaction positive à une excitation faible, l'inhibition finit par triompher, et l'on obtient une action intense et très étendue de cette inhibition, qui entraîne la somnolence, puis le sommeil, en même temps que la disparition du réflexe conditionnel.

Lorsqu'on assiste un certain nombre de fois à ces expériences et que l'on envisage l'ensemble de leurs conditions, on ne peut trouver aucune autre explication, plus satisfaisante, de ces phénomènes si curieux. Ces explications peuvent, de prime abord, paraître un peu osées, mais vous rencontrerez, par la suite, d'autres faits encore qui vous disposeront davantage en leur faveur.

Voici un autre exemple, dans lequel les phénomènes sont moins complexes. On met le chien en présence d'un excitant conditionnel quelconque, un métronome, par exemple, qui, toujours, provoque la salivation, et on lui associe une odeur déterminée, celle du camphre par exemple. Pendant que le camphre et le métronome agissent ensemble, on ne donne pas à manger au chien, autrement dit, on ne « renforce » pas leur action simultanée. Au début, malgré l'association du camphre, le métronome provoque la salivation ; mais la répétition, à plusieurs reprises, de cette combinaison, la rend inefficace : nous donnons à un tel phénomène le nom d'inhibition conditionnelle, et à l'agent supplémentaire, celui d'inhibiteur conditionnel.

Voici quelques détails intéressants sur l'inhibition conditionnelle. Dès le matin on essaie l'excitation par le métronome, on n'obtient pas moins de 10 gouttes. Puis on essaie le métronome associé au camphre : aucune action. Si 1, 2 ou 3 minutes après l'action de l'inhibiteur conditionnel on applique à nouveau le métronome seul, on obtient très peu de gouttes, 1 ou 2 seulement. Qu'est-ce que cela signifie ? Cela signifie que l'inhibition développée dans les centres nerveux, lors de l'association du camphre et du métronome,

s'est répandue dans les hémisphères cérébraux et y persiste : il faut un certain temps pour qu'elle s'efface. En effet, lorsqu'on essaie le métronome 10 à 30 minutes après la combinaison, l'action du métronome est redevenue normale. Ce fait de l'inhibition interne a élucidé un point demeuré longtemps obscur et qui troublait considérablement la marche de nos travaux. Parmi nos animaux de laboratoire nous choisissons souvent les plus vifs, les plus remuants, espérant qu'avec eux les expériences marcheraient vite, bien et sans accroc ; or, une fois sur la table à expérience, ces animaux s'endormaient tous, à notre grand désespoir. Que se passait-il ? Voici un animal des plus vivants, qui ne peut voir quelqu'un ou quelque chose, sans essayer de le lécher ou de le happer, ou de se précipiter dessus. On saisit cet animal, on le met sur la table, on attache ses pattes avec des sangles. Il commence par se débattre, essayant de se libérer. On le maintient, on lui serre les pattes plus fort, on lui immobilise la tête, etc., et l'on obtient, enfin, que le chien reste tranquille. Mais alors il s'assoupit et s'endort même profondément. Comment expliquer ce phénomène ? Par des moyens plus ou moins violents on a entravé, inhibé la réaction normale de l'animal. Une inhibition est donc apparue dans les centres nerveux et, augmentant sans cesse, s'est étendue, sous forme de sommeil, de la région motrice à la totalité des hémisphères cérébraux. L'ensemble des conditions extérieures s'est transformé, ainsi, en un inhibiteur conditionnel. On peut le démontrer de la façon suivante : si l'on supprime, un à un, les facteurs qui constituent le milieu extérieur du chien, on constate une diminution parallèle de l'inhibition. Voir ci-après (p. 144), d'après un tableau de N. A. Rojanski, qui s'est occupé de la question, les résultats d'une de ses expériences.

La première colonne verticale indique l'heure de l'expérience.

La deuxième colonne verticale l'excitant conditionnel employé ;

La troisième colonne verticale le nombre de gouttes de salive parotidienne, mesure du réflexe salivaire ;

La quatrième colonne verticale le temps que mettent ces gouttes à se rassembler.

La dernière colonne indique la position dans laquelle se trouve le chien.

Lorsqu'on met en œuvre l'excitant conditionnel, le chien

EXPÉRIENCE

« Kabyle » 22-II-1922

Temps	Excitants	Nombre de gouttes	Durée de l'action isolée	Observations
3 h. 50'	Métronome	1/2	30"	{ sur la table avec les sangles.
4 h.	—	2	30"	{ sur la table mais non attaché.
4 h. 12'	—	4	30"	{ sur une autre table.
4 h. 25'	—	7	30"	par terre.
4 h. 35'	—	3	30"	table inhabituelle.
4 h. 47'	—	0	30"	{ sur la table mais non attaché.
4 h. 56'	—	0	30"	{ sur la table avec les sangles.

étant à terre, on obtient 7 gouttes de salive. Remis sur la table, sans appareil de contention, ni sangles, on obtient 3 gouttes. L'appareil adapté, on n'obtient plus une goutte de salive.

Ainsi, le milieu extérieur jouant le rôle d'inhibiteur conditionnel a entravé la réaction musculaire de l'animal, en même temps qu'a disparu le réflexe conditionnel de salivation. Il s'agit donc d'une inhibition qui, dépassant l'effet escompté, c'est-à-dire l'inhibition musculaire, a atteint la forme du repos général du système nerveux. Ces cas nous montrent que l'inhibition, provoquée en un endroit quelconque des centres nerveux, n'y reste pas cantonnée, mais se dissémine, irradie. Voici, en conclusion, quelques faits encore, qui ne laisseront subsister aucun doute sur la question, et qu'il faut considérer comme la meilleure illustration de la loi dont je viens de parler. Voici une expérience de N. J. Krasnogorski, qui a particulièrement étudié le sujet. Un chien présente, au niveau de la patte postérieure gauche, par exemple, 3 régions situées, l'une à l'extrémité de la patte, la seconde à 3 centimètres au-dessus, la troisième

22 centimètres plus haut, régions que l'on a fréquemment piquées. La région inférieure est inactive, les piqûres de cette région n'ayant jamais été accompagnées d'un repas ; au niveau des zones situées à 3 et 22 centimètres de la première, les piqûres ont toujours été accompagnées d'un repas et se montrent efficaces. Les expériences précédentes nous ont amenés à la conviction qu'une telle différenciation de ces régions est une conséquence de l'inhibition. Si la piqûre de la patte a cessé d'agir, c'est qu'à l'endroit piqué s'est développé un processus d'inhibition qui empêche l'effet de l'excitation. On peut, en outre, constater très nettement que ce processus d'inhibition irradie à une certaine distance, distance que l'on peut déterminer. Si l'on pique la région inférieure, on ne provoque aucune réponse. Si l'on pique ensuite successivement la région la plus rapprochée, puis la plus éloignée, on obtient des réponses extrêmement différentes. L'excitation de la région la plus rapprochée de la région inefficace montre qu'elle est inhibée un temps déterminé après l'excitation de celle-ci. Le processus d'inhibition a donc envahi cette région. Si, dans des conditions absolument identiques, on excite la région la plus éloignée, on n'observe pas d'inhibition. On peut, de cette façon, suivre le développement du processus nerveux, la marche de la vague d'inhibition, et l'on voit, qu'arrivée à une certaine limite, elle cesse de progresser. On peut, ainsi, connaître la vitesse de propagation de l'onde inhibitrice dans le système nerveux, et savoir jusqu'où elle peut s'étendre. Si une minute et demie après la piqûre de la région inefficace (inefficacité due au développement, en ce point, d'un processus d'inhibition), on essaie les autres régions, on observe le phénomène décrit ci-dessus, c'est-à-dire qu'à 3 centimètres l'inhibition est nette, et qu'elle n'est pas perceptible à une grande distance (22 centimètres). Mais si l'essai est fait, non plus une minute et demie, mais un quart de minute après, on constate que l'inhibition existe aussi à la partie supérieure, de sorte que l'on voit nettement comment se propage la vague d'inhibition et comment elle régresse ensuite. Ce fait me paraît illustrer d'une façon absolument indiscutable la loi de l'irradiation de l'inhibition. Il n'admet aucune autre explication.

Il faut donc, en terminant l'exposé de toutes ces expériences, conclure que l'inhibition se répand dans les hémisphères de la même façon que l'excitation. Mais il existe aussi de nombreux faits qui montrent que, tout comme l'excitation, l'inhibition peut se concentrer. Voici, par exemple, un réflexe conditionnel au métronome, et un inhibiteur conditionnel de ce réflexe — le camphre. Si l'action de ce dernier est récente, et si, peu de temps après (5 à 10 minutes), on applique l'excitant seul, c'est-à-dire le métronome, on constate qu'il n'agit pas non plus. Mais si l'on pousse plus loin l'expérience, c'est-à-dire si l'on renforce le métronome seul par l'excitant absolu, ce qu'on ne fait pas pour sa combinaison avec le camphre, on voit le processus d'inhibition se concentrer de plus en plus. En effet, l'essai du métronome seul, 5 à 10 minutes après la combinaison avec le camphre, est redevenue intégralement efficace. Un phénomène analogue semble exister dans les faits suivants : soit un son de 1.000 vibrations à la seconde, dont on fait différencier au chien $1/8$ de ton, c'est-à-dire que l'on accompagne de nourriture le son de 1.000 vibrations, et point celui qui en est distant de $1/8$ de ton. Au bout de quelque temps, les excitations se sont différenciées, l'une agit, l'autre est inefficace. A la base de cette différenciation se trouve un processus d'inhibition. Si, très rapidement après le $1/8$ de ton différencié, on essaie la note active, on constate que son action est inhibée. Si, au contraire, il s'écoule un temps plus long après l'obtention de la différenciation, l'inhibition se concentre et la note différenciée n'aura plus son action inhibitrice sur la note efficace, même à très court intervalle.

Des faits absolument semblables existent chez les différents chiens sur lesquels nous travaillons. Bien qu'en eux-mêmes ces faits soient encore indépendants de notre volonté, leur seule observation permet de les rattacher à la loi de l'irradiation et de la concentration de l'inhibition.

Voici quelques chiens ; l'un d'eux, dans les conditions d'expérience habituelles, a été envahi par une somnolence qui s'est étendue à toute l'activité des hémisphères. En voici un autre : bien que sur la table d'expérimentation, il ne dort pas. L'inhibition n'a donc pas atteint, chez lui,

son maximum, et elle se manifeste, ici, par l'immobilité musculaire : l'animal est figé. Mais l'inhibition n'est pas limitée au système musculaire, elle atteint le réflexe salivaire. Voici enfin un dernier chien : c'est un animal extrêmement vif lorsqu'il est à terre ; sur la table, il ne dort pas, mais présente une immobilité musculaire, il semble être en bois. Cependant, cette inhibition du système musculaire est limitée, et ne s'étend pas aux réflexes salivaires, qui restent très vifs. Nous avons dans ces différents chiens différents degrés d'irradiation de l'inhibition et une certaine concentration déterminée de cette inhibition, provenant de la même action inhibitrice de notre appareil expérimental. Le dernier chien a un système nerveux idéalement mis au point, l'inhibition, chez lui, s'est arrêtée au point même où nous voulions la retenir. Elle a donné au chien l'immobilité musculaire, mais a entièrement respecté les réflexes salivaires.

Ces derniers faits ne sont, naturellement, que des faits d'observation, mais, je le répète, il ne peut subsister aucun doute : il y a là, simultanément, un phénomène d'inhibition conditionnelle, et un processus qui assigne, à celle-ci, une limite déterminée. Les faits cités ci-dessus permettent logiquement de dire que l'inhibition, en ce qui concerne ses lois fondamentales, se comporte exactement comme l'excitation. Comme l'excitation qui, d'abord, irradie, puis se concentre, l'inhibition se dissémine, puis se rassemble.

De plus, ces faits prouvent d'une façon péremptoire que l'excitation et l'inhibition ne sont que les deux formes, les deux manifestations d'un même processus.

Voilà, Messieurs, tout ce que nous avons à vous montrer et à vous communiquer aujourd'hui. En terminant, je crois intéressant de vous faire part de quelques problèmes qui se sont posés dans l'intimité de notre pensée, au cours de l'étude de ces phénomènes. Ces problèmes n'ont été définitivement élucidés que depuis peu. Lorsque, il y a 10 ou 11 ans, nous décidâmes d'étudier les manifestations supérieures de l'activité du chien d'un point de vue purement objectif, notre position n'était pas enviable. Comme tout le monde, nous étions habitués à nous imaginer que le chien désire une chose, pense à quelque chose, etc. Lorsque

nous entreprîmes l'application de la méthode objective, il paraissait peu vraisemblable qu'il pût en résulter quoi que ce fût. Cependant, la décision théorique était prise, et nous nous mîmes au travail, avec, devant nous, une quantité innombrable de faits à observer, et, par contre, presque aucun fait élémentaire pouvant nous servir de base. Notre position était ainsi vraiment angoissante, nous n'avions aucun fait qui nous montrât que notre décision était bonne. Seul nous soutenait l'espoir de trouver quelque chose dans cette voie, mais en même temps une crainte nous poursuivait : celle de ne pas voir reconnaître aux faits étudiés une valeur scientifique. Par la suite, le succès nous encouragea. En quelques années, de nombreux faits furent rassemblés. Une certitude solide apparaissait. Cependant, il faut l'avouer, le doute aussi grandissait en nous, et, jusqu'à il y a très peu de temps, il ne me quittait plus, quoique je n'en eusse jamais fait part à mon entourage. Je me suis demandé parfois : « Avons-nous raison de ne considérer les faits que de l'extérieur, ne ferions-nous pas mieux de les considérer de l'ancien point de vue ? » Ces doutes renaissaient, plus intenses, à chaque découverte de phénomènes nouveaux et difficiles à expliquer objectivement. La raison en est simple : de ces faits nouveaux nous ne pouvions encore connaître les relations causales, nous ne pouvions expliquer immédiatement les liens réciproques de ces phénomènes. Lorsque, par la suite, ces liens furent découverts, lorsque apparurent les relations de cause à effet, nous en ressentîmes une satisfaction profonde et une grande sérénité.

La méfiance que, bien antérieurement à notre étude, nous inspirait l'ancienne méthode subjective, s'explique par la nature même du raisonnement psychologique, qui admet les phénomènes sans en rechercher l'origine causale. Dire que le chien pense, le chien désire, n'est qu'une image. La cause de ces manifestations manque. Le raisonnement psychologique est donc, lui-même, fictif, sans fondement. L'explication objective, elle, est réellement scientifique, en ce sens qu'elle s'adresse à la cause et la recherche toujours.

Destruction de l'analyseur cutané des hémisphères cérébraux chez le chien

(D'après les expériences du D^r Satournov) (1)

Ce rapport n'est que l'exposé d'une série d'expériences. Pour commencer, voici un chien auquel on a fait l'ablation de certaines parties de la zone dite motrice des hémisphères cérébraux : posé à terre, il reste longtemps immobile, à la même place, comme s'il avait les pattes gelées, et cela pendant une, cinq et même vingt minutes. Il tourne la tête, mais ne déplace pas ses pattes, ou très rarement, et il faut une cause spéciale pour le mettre en mouvement. Autre symptôme : une caresse légère le fait grogner et aboyer. On peut le caresser pendant des heures, et sa réponse sera toujours aussi menaçante. Et cela dure depuis plusieurs mois. On avait élaboré, chez ce chien, lorsqu'il était normal, toute une série de réflexes conditionnels : 2 sortes de réflexes cutanés, l'un thermique, l'autre mécanique, et un réflexe auditif. Le réflexe conditionnel le plus ancien en date était le réflexe cutané mécanique, et à chaque piqure de la peau on observait l'apparition de la salivation. Après la résection chirurgicale qu'on lui a fait subir, le chien a progressivement évolué jusqu'à son état actuel. Nous avons vu son habitus extérieur, voyons maintenant ce que sont devenus ses réflexes conditionnels. Étudions d'abord son réflexe conditionnel mécano-cutané, qui existait bien avant l'opération, et dont l'excitation a toujours été efficace et l'effet toujours bien déterminé. M. Satournov, qui s'occupe particulièrement de cet animal, fera l'expérience devant vous.

On pique l'animal, et vous voyez qu'il ne manifeste aucune impulsion vers la nourriture, et que pas une goutte de salive ne s'écoule. Cette disparition complète des réflexes condi-

(1) Rapport à la Société des médecins russes à Saint-Petersbourg.

tionnels cutanés est une des conséquences de l'opération. Ces réflexes étaient, pourtant, les plus anciens. Depuis l'opération l'animal a reçu plus de 500 piqûres, avec coïncidence de repas, sans que, malgré cela, le réflexe conditionnel se soit rétabli : les réflexes cutanés conditionnels ne sont donc plus possibles chez cet animal, 500 essais infructueux suffisent à le démontrer. Ce fait concorde, jusqu'à un certain point, avec celui de la conduite du chien lorsqu'on l'a posé à terre. A en juger d'après les particularités observées chez ce chien, son activité nerveuse supérieure nous apparaît comme très délabrée ; mais voici des faits bien différents.

Avant l'opération, le bruit d'une sonnerie déterminait, chez ce chien, l'excitation conditionnelle des glandes salivaires. Après l'opération, ce réflexe conditionnel s'est très rapidement rétabli : il a suffi de produire six fois la coïncidence de la sonnerie avec un repas. Nous avons, en outre, institué, depuis l'opération, un nouveau réflexe conditionnel provoqué par un son de 300 vibrations à la seconde ; ce réflexe est apparu à la vingtième coïncidence avec le repas, et dès la cinquantième il est devenu constant. Les réflexes conditionnels auditifs s'établissent donc très facilement chez ce chien, qu'il s'agisse de la création de réflexes nouveaux, ou du rétablissement de réflexes anciens. Voici l'expérience.

Le chien est au repos en ce moment, on n'observe pas de salivation ; une sonnerie, et aussitôt le chien fait un mouvement et on note l'écoulement de 9 gouttes de salive. C'est une réaction absolument nette et normale. La sonnerie est, évidemment ici, un excitant conditionnel. Inutile de vous montrer un autre réflexe auditif, car le fait est évident : puisqu'il en existe un, pourquoi les autres n'existeraient-ils pas ?

On a obtenu, exactement de la même façon, c'est-à-dire avec une aussi grande facilité, après l'opération, un réflexe conditionnel à point de départ nasal, provoqué par l'odeur du camphre. Cette odeur ne provoque pas, par elle-même, de sécrétion salivaire, elle n'est pas un excitant absolu des glandes salivaires. Elle n'agit que lorsqu'elle a été unie à la sécrétion par un lien conditionnel temporaire. Le camphre a produit, à la douzième fois, une vive réaction motrice, et, à la vingt-deuxième, une réaction salivaire.

Nous allons, d'ailleurs, reproduire l'expérience devant vous.

Voici du camphre dans un flacon hermétiquement fermé. Par l'orifice actuellement bouché nous enverrons, au moment de l'expérience, à l'aide d'une poire de caoutchouc, les vapeurs de camphre vers les narines du chien.

Pour l'instant le chien est immobile, la salive ne s'écoule pas. Nous lui envoyons, à l'aide de la poire de caoutchouc, l'odeur du camphre. Voici une véritable réaction motrice, et 5 gouttes de salive. Il est donc évident que l'odeur du camphre est reliée conditionnellement à la glande salivaire.

Voilà les faits que je voulais vous montrer. Ils sont, comme vous le voyez, extrêmement nets et précis.

Passons, maintenant, à la discussion de ces faits. D'une part nous constatons, chez ce chien, une attitude étrange : il ne bouge pas de place, et dès qu'on le touche, même légèrement, il prend un air menaçant et montre les dents. Si l'on s'en tenait là, on pourrait croire que l'animal est anormal. Mais lorsque, d'autre part, on met cet animal sur la table et que, méthodiquement, on étudie son activité nerveuse complexe, on la trouve absolument normale. Comment faut-il interpréter ces phénomènes paradoxaux ? L'analyse explique tout cela d'une façon assez simple. L'habitus étrange doit être mis sur le compte de l'absence des avertisseurs cutanés normaux. Une observation plus approfondie de l'animal, de sa démarche lorsqu'on le fait se mouvoir parmi des objets divers, aurait permis de constater son manque total d'adaptation aux objets environnants. L'activité normale de l'analyseur cutané de cet animal est donc troublée.

Vous n'ignorez pas que dans l'étude des réflexes conditionnels, ou étude objective de l'activité nerveuse supérieure, nous admettons deux mécanismes, d'une part celui de la liaison temporaire et, d'autre part, celui des analyseurs, appareils nerveux dont le rôle est de décomposer, en ses éléments, la complexité du monde extérieur. Il existe une série d'analyseurs : auditif, visuel, etc. Chez ce chien, c'est l'analyseur cutané qui est détruit, du moins l'extrémité de l'analyseur qui se trouve dans les centres nerveux supérieurs, c'est-à-dire dans les hémisphères, et c'est pour cela que l'adaptation acquise au monde extérieur par l'intermé-

dière de la sensibilité cutanée est, chez cet animal, profondément bouleversée. Voilà pourquoi la caresse qui, chez un animal normal, aurait déterminé une réaction amicale, ne provoque, chez celui-ci, qui a perdu la partie supérieure de son analyseur cutané, qu'un réflexe d'un ordre inférieur, né de la partie inférieure du cerveau et se manifestant par une réaction de défense de l'animal. La disparition du réflexe conditionnel démontre clairement qu'il en est bien ainsi, puisque toute relation temporaire avec le monde extérieur, par l'intermédiaire de la peau, est devenue impossible chez ce chien. Seul persiste, chez lui, le réflexe inférieur, qui présente un caractère immuable, l'expérience datant de plusieurs mois et ayant été répétée des centaines et des milliers de fois avec un résultat identique. Le symptôme sur lequel, dès le début, j'ai attiré votre attention, l'immobilité du chien, est probablement lui-même en rapport avec ce phénomène. On peut supposer que les actes moteurs ne sont qu'une chaîne de réflexes, la fin de l'un étant le début de l'autre. Il est logique d'admettre que si le chien reste immobile, c'est que les excitations qui, normalement, déterminent la marche, ont disparu. Son attitude pourrait donc s'expliquer simplement par le fait que la surface cutanée, qui est l'un des principaux régulateurs et excitants des mouvements de l'animal, n'a qu'une activité limitée, activité en rapport avec les régions inférieures des centres nerveux correspondants, à l'exclusion des régions supérieures. Il en résulte que les rapports les plus complexes ont disparu, et que restent les manifestations les plus grossières et les plus basses de cette activité. Quant à l'activité correspondant aux autres analyseurs, elle est absolument indemne, ces analyseurs étant restés intacts : on peut provoquer une réaction absolument normale à partir de l'oreille ou du nez, réaction dans laquelle la différenciation des excitants est absolument normale. Ainsi, la sonnerie peut agir, et le bruit du métronome rester inactif. Il faut ajouter, en ce qui concerne les excitations olfactives et auditives, que non seulement elles provoquent la salivation, mais qu'elles déterminent, en outre, une réaction motrice générale. Lorsque le chien se trouve, comme toujours, à terre et immobile, et que l'on fait agir sur lui une sonnerie ou une odeur

venant d'un point déterminé, il suffit de déplacer ces excitants pour que le chien se déplace à leur suite, exactement comme un animal normal.

En dehors des faits cités, il existe un autre phénomène intéressant. Ce chien, dont l'analyseur cutané est gravement lésé, la partie supérieure, la plus fine, étant détruite, ne présente, cependant, presque aucun phénomène ataxique : il marche correctement, peut se gratter énergiquement et même quelquefois de façon assez compliquée, la patte postérieure se portant, par exemple, derrière l'oreille. L'ataxie, si elle existe, est, en tout cas, très peu marquée. Nous sommes ainsi en présence d'une séparation fort heureuse entre les analyseurs cutané et moteur. Il faut, évidemment, ajouter aux analyseurs déjà connus, visuel, auditif, cutané, olfactif et gustatif, l'analyseur du mouvement, analyseur moteur, en relation avec les excitations centripètes venant de l'appareil moteur lui-même, c'est-à-dire des muscles, des os, etc. Aux cinq analyseurs extérieurs on doit donc ajouter un analyseur intérieur particulièrement précis, l'analyseur de l'appareil moteur, avertissant le système nerveux central de chaque moment d'un mouvement, de la position et de la tension de chacun des éléments qui prennent part à ce mouvement. Cet analyseur est situé dans les hémisphères cérébraux, et c'est lui qui constitue la zone motrice des hémisphères. Notre chien est intéressant en ce qu'il offre un exemple de destruction isolée de l'analyseur cutané, sans lésion de l'analyseur moteur. Les recherches ultérieures devront porter sur le problème de l'activité isolée de ces analyseurs. Je pense que cette étude éclairera de nombreux points encore obscurs et permettra de s'orienter dans tous ces cas anormaux, observés chez les animaux présentant une lésion de la partie antérieure des hémisphères.

Ceux qui, parmi vous, ont encore présent à la mémoire le rapport que j'ai fait ici, en collaboration avec le Dr Démidoff, sur le chien « Mychonok », trouveront une grande analogie entre le rapport actuel et l'ancien.

En plus de tous ces points particuliers, j'attire encore votre attention sur ce fait que, dans le cas du chien « Mychonok », comme dans celui-ci, il existe, jusqu'à un certain point, un contrôle par comparaison, les phénomènes observés

pouvant être étudiés d'un point de vue psychologique et d'un point de vue objectif. Si, dans le cas particulier, on étudie l'animal d'un point de vue psychologique, on tombe dans de grandes difficultés. Lorsqu'on voit le chien à terre, on est obligé de convenir que ce chien est bête et sans volonté. Quand on le caresse, sans lui faire aucun mal, il réagit toujours par une attitude menaçante. Si on le met sur la table, il paraît devenir intelligent, et l'on observe, chez lui, de nombreux faits montrant l'existence de liens temporaires avec les objets environnants : la sonnerie, l'odeur du camphre, après avoir coïncidé plusieurs fois avec un repas, deviennent, l'un et l'autre, avertisseurs de la nourriture. Il y a donc contradiction flagrante, le chien devant être bête d'une part et intelligent de l'autre. De même, la tête du chien présente continuellement des mouvements d'orientation (activité normale), cependant que les pattes restent immobiles (absence d'activité). Il y a ici encore contradiction. L'activité d'un animal est déterminée par les excitations ; lorsque le mécanisme de l'excitation est entier, les relations sont normales, même si elles sont complexes ; au contraire, quand une partie de ce mécanisme manque, l'activité correspondante est troublée. Chez ce chien, il existe un réflexe complexe à point de départ auditif ou olfactif, tandis qu'il n'existe qu'un réflexe grossier à point de départ cutané.

Ce fait s'explique facilement par la destruction, dans les hémisphères, de l'appareil avertisseur cutané. On comprend de même la différence de motilité de la tête et des pattes. L'impulsion nécessaire au déclenchement de l'acte moteur manque pour le déplacement des pattes ; pour le cou, il est probable que cette impulsion subsiste, car l'ablation a porté sur la partie supérieure, alors que les voies nerveuses provenant des appareils cutané et moteur de la tête et du cou aboutissent justement à la partie inférieure. Ces voies ont donc, probablement, moins souffert. Il me paraît évident que l'analyse physiologique de quelques cas de ce genre éclairera complètement cette question complexe de l'attitude paradoxale de l'animal, question que la méthode psychologique est incapable de résoudre. Et nous serons enfin alors à même de faire la part de ce qui est détruit et de ce qui subsiste chez un animal donné.

**Processus de différenciation des excitations
dans les hémisphères cérébraux**

(D'après les expériences du D^r V. V. Beliakov) (1)

L'étude objective de l'activité nerveuse supérieure des animaux, étude des réflexes conditionnels, a montré qu'il existe, dans les centres nerveux, deux mécanismes essentiels, celui de la liaison temporaire et celui des analyseurs. Nous étudierons, dans le présent rapport, la physiologie et l'activité du mécanisme des analyseurs. Rappelons que par analyseur nous entendons un appareil nerveux comprenant : une extrémité périphérique, œil, oreille, etc., le nerf correspondant et enfin le groupe de cellules centrales auquel il aboutit. C'est la terminaison supérieure de ce nerf, celle qui se trouve dans les hémisphères cérébraux, qui nous intéresse aujourd'hui. Cet appareil est appelé analyseur parce qu'il a, en effet, pour fonction, de décomposer le monde extérieur, complexe, en ses éléments les plus simples. C'est son activité que nous étudierons dans ce rapport. Cette étude comprend, d'une part, la détermination des limites de l'analyse et, d'autre part, le mécanisme même de celle-ci. C'est la seconde partie qui fait l'objet de ce rapport. Voici comment l'activité de l'analyseur nous apparaissait jusqu'à présent. Soit un agent du monde extérieur agissant sur un analyseur quelconque, une odeur, un son, une excitation mécanique de la peau, etc. Essayons de le mettre en relation temporaire avec une activité physiologique quelconque, l'activité des glandes salivaires, par exemple. Nous y parvenons en combinant son action à celle d'un excitant physiologique permanent de l'organe donné. Au bout de quelques répétitions notre agent, qui, jusque là n'avait aucune action sur l'organe, est devenu un excitant de cet

(1) Rapport à la Société des médecins russes à Saint-Petersbourg.

organe. Chaque essai détermine, dans notre cas, la salivation. Si, au moment où cette liaison vient de s'établir, nous faisons intervenir d'autres excitants frappant la même surface sensorielle, nous constatons que ceux-ci sont également efficaces, bien que n'ayant pas été mis en relation directe avec l'excitant normal de la salivation. Si, par exemple, on a fait d'un son un agent déterminant l'activité des glandes salivaires, et qu'ensuite on produise d'autres sons, ces nouveaux sons ont, eux aussi, un effet positif. Mais cela ne constitue qu'une phase temporaire. Si l'on continue à répéter un grand nombre de fois l'agent choisi, on remarque que l'excitant, qui avait d'abord un caractère commun, en quelque sorte, tend à se spécialiser. Si, au début, un certain nombre de bruits et de sons étaient efficaces, peu à peu leur nombre se restreint et il n'en reste, enfin, qu'un très petit nombre ; seuls les sons dont la hauteur est voisine du son choisi ne s'en différencient pas. Nous sommes de plus en plus convaincus qu'une telle différenciation progressive, la transformation d'une excitation disséminée en une excitation localisée, se fait grâce au développement, en un point du système nerveux, d'un processus d'inhibition. Sur quoi cette conviction est-elle basée ? Sur la répétition constante des faits. En voici un exemple. Un son de 1.000 vibrations par seconde est devenu un excitant des glandes salivaires et, par la répétition de l'excitation, on est arrivé à ce que seul le son de 1.000 vibrations soit efficace, un son de 1.012 vibrations, par exemple, restant sans effet. La sphère des sons efficaces s'est donc rétrécie de telle sorte qu'un son différant de $\frac{1}{8}$ de ton du son donné n'a plus d'action excitante. Cette différenciation de l'excitation s'est faite grâce à l'apparition d'un processus d'inhibition, et voici comment on peut le démontrer. L'émission d'un son de 1.000 vibrations provoque une sécrétion salivaire. Un son de 1.012 vibrations, émis ensuite, ne provoque aucune sécrétion. Ce son, si voisin qu'il soit du précédent, en est donc différencié. Si, immédiatement après cette expérience, on reprend le premier son de 1.000 vibrations, on constate qu'il n'agit plus, ou presque plus, et il faut laisser s'écouler un certain temps avant qu'il ne retrouve son pouvoir excitateur. La seule explication possible de ce fait est que, lors de la production du son voisin

du premier il s'est développé, dans le système nerveux, un processus d'inhibition, et si l'on émet le son efficace avant la fin de ce processus, ce processus le masque. Il faut qu'un certain temps s'écoule, qu'on donne au processus inhibiteur le temps de disparaître du système nerveux, pour que le son antérieurement efficace retrouve toute son action. L'apparition d'un processus d'inhibition est indiscutable. Le processus de différenciation, processus d'analyse des excitations, peut donc être représenté de la façon suivante : lorsqu'un agent déterminé se trouve lié, pour la première fois, à une activité physiologique donnée, l'excitation provoquée par cet agent, arrivée en un point donné de l'écorce des hémisphères, se généralise dans le centre récepteur correspondant, de sorte que ce n'est pas un point isolé de l'extrémité cérébrale de l'analyseur qui entre en association avec l'agent, mais l'analyseur entier, ou une partie plus ou moins grande de cet analyseur. Ce n'est qu'ensuite, par le développement d'un phénomène d'inhibition, que la zone d'excitation se rétrécit peu à peu et, qu'en définitive, l'agent donné demeure seul actif. Après l'établissement de ce point fondamental, de nouveaux et nombreux problèmes se sont posés, dont quelques-uns ont été résolus par mon collaborateur, le Dr Vladimir Vassiliévitch Beliakov, qui va répéter devant vous un certain nombre de ses expériences. Voici en quoi consiste la première : si à la base de la différenciation existe, comme nous le croyons, un processus d'inhibition, on doit pouvoir, à chaque instant, faire cesser cette différenciation. En effet, au cours de l'étude de l'activité nerveuse complexe on rencontre, constamment, le processus de désinhibition. Si la différenciation repose réellement sur l'inhibition de toutes les excitations voisines, efficaces auparavant, il est possible de faire cesser l'inhibition, c'est-à-dire de leur rendre leur efficacité.

Ce chien « Dogoniaï » est un chien que pendant de longs mois on exerça à différencier avec précision le $\frac{1}{8}$ de ton. On était parvenu à ce qu'une note de hauteur déterminée provoquât, chaque fois, la salivation, tandis qu'un son de $\frac{1}{8}$ de ton plus élevé en fût parfaitement différencié, et ne provoquât aucune sécrétion. Puis on joua, devant ce chien, d'un instrument de musique particulier, un fifre produi-

sant des sons extrêmement aigus et étrangement associés. Cet essai produisit un très grand effet, le chien se mit à aboyer, à s'agiter violemment, à trembler. Puis lorsque, quelques secondes après, les sons ayant cessé et le chien s'étant un peu calmé, on essaya à nouveau l'écart de $1/8$ de ton, il ne restait pas trace de la différenciation et dès le premier essai on obtint 6 gouttes en $30''$ (exactement ce que donnait le son habituel), puis, aux demi-minutes suivantes, 3 et 2 gouttes, en tout 11 gouttes. En répétant ce même ton cinq minutes après, il agissait encore et donnait 4 gouttes en une minute, et quatre minutes après son action n'avait pas encore complètement disparu. Si l'on examine, dans la dernière colonne, le nombre total de gouttes de salive obtenues dans les essais successifs du son différencié, on constate que ce nombre est très élevé. Ce son différencié s'est comporté tout à fait comme un excitant habituel, s'affaiblissant peu à peu par la répétition. Cette désinhibition s'est, ainsi, prolongée dix à quinze minutes, et il n'est plus resté la moindre trace de la différenciation. Les expériences de ce genre sont nombreuses. Nous vous avons montré l'une des plus nettes, expérience dans laquelle l'action du son différencié s'éteint exactement comme un ancien réflexe conditionnel.

TABLEAU I

Dogoniaï 9-V 1911

Temps	Excitants	QUANTITÉ DE SALIVE EN GOUTTES			Total
		Première 1/2 minute	Seconde 1/2 minute	Troisième 1/2 minute	
10 h. 58	fifre	le chien	aboie	est agité	tremble
10 h. 58' 30''	$1/8^e$ ton	6	3	2	11
11 h. 3'	$1/8^e$ ton	3	1	1	5
11 h. 7'	$1/8^e$ ton	1	1	1	3
11 h. 11'	$1/8^e$ ton	$1\ 1/2$	$1\ 1/2$	—	3
11 h. 15'	$1/8^e$ ton	traces	—	—	traces
11 h. 20'	$1/8^e$ ton	$1/2$	—	—	$1/2$
11 h. 24'	son habituel	1	renforcé	—	—

Mais il y a plus : si à la base de la différenciation se trouve un processus d'inhibition, on doit pouvoir renforcer cette inhibition, l'accumuler, l'additionner, en répétant plusieurs

fois de suite les excitants différenciés. Voici une expérience faite dans ce but (voyez tableau II).

TABLEAU II
Krassavetz I-VI-1911

	Temps	Excitants	Nombre de gouttes de salive en 1/2 minute	
1 min.	1 h. 45'	son habituel	9	10
	1 h. 53'	un ton plus bas	0	10
	1 h. 54'	son habituel	8	7
	2 h. 10'	son habituel	8	7
	2 h. 25'	un ton plus bas	0	0
1 min.	2 h. 28'	un ton plus bas	0	0
	2 h. 31'	un ton plus bas	0	0
	2 h. 32'	son habituel	5	3
	2 h. 55'	son habituel	10	8

Cet autre chien est « Krassavetz »; il admet, comme agent provoquant la salivation, un son déterminé. La première ligne du tableau indique l'intensité normale du réflexe conditionnel : 9 gouttes pour la parotide et 10 gouttes pour la sous-maxillaire. Si l'on produit un son différent du premier, d'un ton plus bas, par exemple, on n'observe aucun effet. Une minute après le premier essai, on produit le son habituel. L'inhibition, si elle existe, est donc faible, puisque, au lieu de 9 et 10 gouttes, on en obtient encore 8 et 7. Répétons ensuite le son différencié 3 fois de suite, pour essayer d'accumuler l'action inhibitrice, et nous constatons que l'action du son habituel, toujours produit une minute après le son différencié, se trouve nettement diminuée, ne donnant que 3 et 5 gouttes. Lorsque nous laissons à l'inhibition le temps de disparaître, et que nous essayons ensuite, à nouveau, le son habituel, il se trouve être presque revenu à la normale, et donne 10 et 8 gouttes. L'inhibition, qui se trouve à la base de la différenciation, peut donc être additionnée, accumulée, par la répétition de l'agent différencié.

Si la différenciation repose sur un processus d'inhibition, il faut s'attendre à ce que cette inhibition soit d'autant plus marquée que la différenciation sera plus délicate et plus fine. La différenciation de 1/8 de ton est, évidemment, un problème plus difficile que celle d'un ton. Il est logique de sup-

poser que l'intensité du processus d'inhibition est, elle-même, d'autant plus grande que la différenciation est plus fine, et inversement. Voici l'expérience (tableau III).

TABLEAU III

Dogoniaï

Date de l'expérience	Temps	Excitants	Nombre de gouttes de salive en 1/2 minute	
11-VI-1911	10 min.	11 h. 25'	son habituel	4
		11 h. 40'	1/8 de ton	0
		11 h. 44'	1/8 de ton	0
		11 h. 54'	son habituel	1
		12 h. 15'	son habituel	3
6-VII-1911	10 min.	1 h. 20'	son habituel	5
		1 h. 40'	2 tons plus haut	0
		1 h. 44'	2 tons plus haut	0
		1 h. 54'	son habituel	4
		2 h. 10'	son habituel	4

Chien « Dogoniaï ». Dans les conditions normales de l'expérience, la note habituelle amène 4 gouttes de salive. La note qui présente avec celle-ci un écart de 1/8 de ton, émise ensuite, à deux reprises, ne provoque aucune salivation. Dix minutes après, un nouvel essai de la note habituelle montre que son action est inhibée : l'inhibition provoquée par la note différenciée persiste donc et se manifeste par une diminution marquée de l'efficacité de l'agent d'excitation habituel. Rapprochons de cette expérience celle du 6-VII-1911. La première ligne du tableau indique la quantité normale, soit 5 gouttes. L'essai, répété deux fois, d'une note nettement différente (d'un ton plus haute que la première), qui n'exige qu'une différenciation grossière, ne détermine aucune salivation. Dix minutes après, la note habituelle a son efficacité à peine modifiée : elle amène 4 à 5 gouttes de salive. Une différenciation fine, de 1/8 de ton, entraîne donc une forte inhibition, tandis qu'une différenciation grossière, de 1 ton, n'en détermine presque point.

Il était intéressant de savoir où se produit l'inhibition qui est à la base de la différenciation des excitations. On pouvait logiquement penser qu'elle se développe dans l'analy-

seur correspondant, c'est-à-dire à l'endroit même où les excitations sont analysées. Mais il restait à le démontrer. Voici, d'abord, l'expérience destinée à montrer que l'inhibition naît dans l'analyseur qui correspond à l'excitant. Elle consiste en un essai de désinhibition de la différenciation par diverses excitations ressortissant aux autres analyseurs.

TABLEAU IV

Krassavetz

Dates des Expériences	Temps	Excitants	Nombre de gouttes de salive en 1/2 min.	
24-VI-1911	1 h. 20'	son habituel	9	11
	1 h. 40'	{ un ton plus bas } + phonographe	3+2	5+3
	1 h. 55'	son habituel	10	12
	2 h. 5'	son habituel	12	14
	2 h. 35'	son habituel	8	10
25-VI-1911	2 h. 45'	son habituel	12	13
	3 h.	{ 1/2 ton plus bas } + la lumière	1/2	traces
	3 h. 20'	son habituel	10	12
18-VII-1911	3 h. 25'	son habituel	12	13
	3 h. 45'	{ 1/2 ton plus bas } + camphre	traces	0
	4 h.	son habituel	10	12

La première ligne du tableau IV indique la salivation habituelle, 9 à 11 gouttes. On emploie, ensuite, un excitant inaccoutumé, un phonographe destiné à provoquer, chez l'animal, une réaction d'orientation. On obtient ainsi une forte action désinhibitrice : le 1/2 ton différencié, au lieu d'être sans action, donne 3+2 gouttes de salive parotidienne et 3+5 de salive sous-maxillaire. Le phonographe a donc libéré l'action, normalement inhibée, du 1/2 ton. Dans l'expérience suivante, c'est la lumière qui est employée en qualité de désinhibiteur, elle ne produit à peu près aucun effet, la différenciation persiste ; la lumière n'a pas désinhibé, n'a pas détruit la différenciation. Enfin, dans une troisième expérience, c'est l'odeur du camphre qui sert de désinhibiteur. Elle reste également sans effet. Ainsi trois agents ont été employés, le phonographe, la lumière, le camphre, répondant aux trois analyseurs auditif, optique et

olfactif. L'agent différencié appartient à l'analyseur auditif ; or, seul le phonographe, qui intéresse le même analyseur, s'est trouvé avoir un fort pouvoir de contre-inhibition, tandis que les excitants des analyseurs optique et olfactif ont été à peu près inefficaces. Il est vrai que la lumière n'a souvent qu'un pouvoir excitateur assez faible, mais l'odeur, par contre, est toujours un excitant énergique, et cependant son action n'a pas desinhibé le son.

D'autres expériences démontrent directement que l'inhibition naît dans l'analyseur de l'excitant. Il s'agit (tableau V) de la comparaison de deux réflexes conditionnels, l'un produit par un son, l'autre par un objet en rotation, une toupie par exemple. L'action inhibitrice provoquée par le son différencié est observée dans son effet sur son propre réflexe auditif, d'une part, et sur le réflexe de l'autre analyseur, d'autre part. On commence par un écart d'un demi-ton. Pour « Dogoniaï », qui différencie $1/8$ de ton, c'est une faible inhibition. Si l'on étudie l'inhibition produite par cette différenciation sur le réflexe à point de départ optique (celui provoqué par l'objet en rotation), on constate que ce réflexe n'est pas du tout modifié.

TABLEAU V

Dogoniaï

Dates	Temps	Excitants	Nombre de gouttes de salive en 1/2 min.
2-VI-11	10 min.	11 h. 5'	0
		11 h. 15'	2
		11 h. 25'	2
4-VI-11	10 min.	11 h. 10'	0
		11 h. 20'	1 1/2
		11 h. 40'	4
14-VI-11	1 min.	10 h. 40'	0
		10 h. 44'	0
		10 h. 45'	1/2
		11 h. 10'	3
15-VI-11	1 min.	10 h. 55'	0
		10 h. 59'	0
		11 h.	traces
		11 h. 40'	4

Il a conservé toute la valeur (2 gouttes de salive) qu'il avait ce jour-là. Une faible différenciation, un processus inhibiteur insignifiant, n'a donc produit aucune action sur un autre analyseur, l'analyseur optique. Par contre, cette même différenciation, ce même processus inhibiteur, produit, dans les mêmes conditions, une action inhibitrice très nette sur le réflexe conditionnel du même analyseur, c'est-à-dire sur un réflexe produit par un son.

Le jour de l'expérience, la sécrétion salivaire provoquée par le son habituel est de 4 gouttes. Lorsque l'on essaie le $1/2$ ton, différenciation grossière, la sécrétion est nulle. Dix minutes après on reprend le son habituel et on obtient 1 goutte $1/2$ au lieu de 4. Il apparaît donc qu'une différenciation donnée qui, par elle-même, est un processus inhibiteur dans un analyseur, a une action inhibitrice sur un analyseur du même ordre, et n'en a pas sur un analyseur d'un autre ordre. Le siège de ce processus est donc l'analyseur du même ordre. J'ai dit, dans un rapport antérieur, que dans les régions supérieures du système nerveux, les processus sont continuellement en mouvement, se disséminant ou se concentrant. On doit donc s'attendre à ce que le processus d'inhibition, dont il est question en ce moment, déborde l'analyseur donné et irradie à toute l'étendue des hémisphères cérébraux. Pour vérifier ce fait, il faut remplacer la différenciation d'un ordre inférieur par celle d'un ordre supérieur, ou bien accumuler, additionner l'inhibition différentielle. La vague inhibitrice, dans ce cas là, ne se localise pas à un analyseur donné, mais envahit les analyseurs voisins, proches et éloignés.

On se sert, toujours chez ce même chien « Dogoniaï », d'une différenciation plus fine, le $1/8$ de ton. Si on répète cette différenciation, on constate nettement que son action ne se limite pas à un analyseur donné, mais en atteint aussi un autre. Dans le tableau V, l'expérience du 14-VI montre l'action de l'inhibition différentielle sur l'analyseur optique, c'est-à-dire sur l'effet d'un objet en mouvement. La toupie ne donne qu'une demi-goutte, tandis qu'elle en donne 3 lorsqu'elle n'est pas sous l'influence de la vague inhibitrice. Bien entendu, la même chose s'est produite en ce qui concerne l'analyseur correspondant, c'est-à-dire l'analyseur auditif.

Lorsque, après avoir employé l'écart de $1/8$ de ton deux fois de suite, on est revenu au son habituel, celui-ci s'est montré absolument inactif. L'action inhibitrice s'étant manifestée fortement dans les régions éloignées des hémisphères, devait, logiquement, être plus intense encore au niveau de son point d'origine.

Voilà les résultats que V. Beliakov et moi avons obtenus, et d'après lesquels on voit clairement que l'on peut aller très loin dans cette voie, autrement dit, qu'on peut étudier ainsi des problèmes très délicats, et qu'on aura toujours une réponse précise. Non seulement il est facile de constater l'inhibition différentielle, mais il est encore possible de la diriger à notre gré, de la rendre plus intense ou plus faible, de savoir où elle prend naissance, etc.

Il serait intéressant, Messieurs, en étudiant ces résultats, d'apprécier la valeur de notre méthode objective qui, on le voit, peut être appliquée sans difficultés : jamais il n'y a de part à l'invention, seuls les faits entrent en ligne de compte, toutes les hypothèses sont vérifiées par des expériences, de sorte que les conclusions sont basées sur des faits. Pour comprendre toute la valeur de ce point de vue physiologique, objectif, il suffit d'essayer d'expliquer les mêmes faits d'un point de vue psychologique. On constate une différence énorme. Voici un ou deux exemples. Faisons d'un son déterminé un excitant conditionnel. Essayons d'imaginer que le chien a retenu que ce son annonce le repas, c'est-à-dire qu'il sera suivi de nourriture et que, dans cette attente, il émet de la salive. Lorsqu'après ce son on en produit, pour la première fois, un autre, présentant, avec le premier, un écart de $1/8$ de ton, le chien ne peut le distinguer du premier coup, confond les deux sons, et la salivation se produit pour les deux. Il distingue mal et se souvient mal. Répétons plusieurs fois les 2 notes, habituelle et inhabituelle : on finit par obtenir que le chien se souvienne parfaitement qu'après la note habituelle il y aura un repas, et qu'il n'y en aura pas après la note plus élevée de $1/8$ de ton. La note habituelle fait saliver le chien, qui se prépare à manger ; l'altération de $1/8$ de ton laisse le chien calme, car il n'attend pas de nourriture. Mais l'émission de la note habituelle, immédiatement après le $1/8$ de ton, ne détermine,

nous l'avons vu, aucune salivation. Le chien sait pourtant parfaitement que cette note est avertisseur du repas, de même qu'il se souvient très bien que l'altération de $\frac{1}{8}$ de ton n'annonce rien. Pourquoi ne donne-t-il plus de salive pour le son habituel ? Comment expliquer ce fait ? Mais allons plus loin. Répétons le $\frac{1}{8}$ de ton. Pas de salivation. Le chien se souvient donc qu'il n'y aura pas de nourriture. Une troisième fois, et c'est encore la même chose. Il s'en souvient donc parfaitement. Pourquoi, alors, a-t-il oublié la note habituelle ? On ne trouve pas d'explication, du point de vue psychologique. Et il est encore plus difficile de comprendre pourquoi il reconnaît la note habituelle au bout de 15 minutes. De notre point de vue, tout ces faits s'expliquent facilement. Si la différenciation est une inhibition, si la répétition de cette différenciation est une sommation d'inhibitions, il faut laisser s'écouler un certain temps, pour que cette inhibition cesse, et on voit alors réapparaître les relations normales. J'ai abordé la rude tâche de reprendre toutes les données psychologiques admises, et de montrer, en leur opposant nos données objectives, combien elles sont fantaisistes et grossièrement empiriques, constituant, par là même, un obstacle infranchissable à l'analyse des manifestations si fines de l'activité nerveuse supérieure.

Revenons au problème de l'analyseur. Les faits isolés que nous avons rassemblés et systématisés sont une manifestation de l'activité des analyseurs. Nous avons pu étudier, d'autre part, les modifications que présente, dans certaines circonstances, cette activité. Lorsqu'on porte atteinte à l'intégrité des hémisphères cérébraux, qui ne sont, en somme, qu'un complexus d'analyseurs, la lésion se manifeste, ainsi qu'il fallait s'y attendre d'après les faits ci-dessus réunis, par une altération de l'activité de l'analyseur intéressé ; le degré d'altération de cette activité se mesure à l'importance de la destruction et au temps qui s'écoule entre l'intervention et le retour de l'activité. On sait, en effet, que ces altérations s'effacent peu à peu sans, toutefois, disparaître complètement.

Comment peut-on se représenter cette diminution du pouvoir analytique ? Quelle est, dans un tel cas, la région lésée ou supprimée ? Le sujet est, bien entendu, très

vaste, et je ne sais quand son étude sera achevée, mais il existe, dès maintenant, dans les faits étudiés jusqu'ici quelques ébauches de réponse à ces questions. Il semble, par exemple, d'après certains indices, que cette disparition de la différenciation est due à un trouble dans le processus d'inhibition, à une déviation de sa marche normale. Vous voyez donc, Messieurs, que l'activité supérieure du système nerveux, activité des hémisphères cérébraux, activité des analyseurs, est entièrement du ressort de l'étude strictement objective et n'a que faire des données de la psychologie. De ce problème fondamental, et si mystérieux, des analyseurs, il me semble qu'il existe, dès maintenant, dans ces données et ces faits, bien incomplets encore, une amorce de la solution.

Un des phénomènes qui nous laisse dans une grande perplexité est le fait que, malgré l'ablation d'une grande partie des hémisphères, peu de temps après l'intervention, on ne découvre aucune déficience dans l'activité du système nerveux. Malgré la grande brèche pratiquée dans ce mécanisme si précieux et important, on ne peut y déceler aucune défaillance. Je veux, par là, attirer votre attention sur le grand pouvoir de compensation de la masse cérébrale. Vous voyez ainsi que ce qui a été dit pour la première fois, il y a déjà presque cent ans, au sujet des hémisphères cérébraux, en général, puis rejeté comme erroné, apparaît de nouveau comme une réalité pour les différentes zones des hémisphères.

Le début de la physiologie des hémisphères remonte aux observations et aux expériences de l'école française. Celle-ci prétendait que les hémisphères cérébraux ne présentaient aucune localisation, que, même après une destruction étendue, il y avait toujours compensation, retour à l'état antérieur, pourvu qu'une partie des hémisphères subsistât.

Cette théorie s'est complètement effondrée en 1870, lors des expériences célèbres de Fritsch et de Hitzig, point de départ de la théorie des localisations. La première théorie parut être une erreur grossière, mais aujourd'hui l'étude détaillée des analyseurs l'a réhabilitée. Après une destruction étendue des hémisphères, l'analyseur sembla d'abord complètement anéanti ou, en tout cas, très peu actif, mais au bout de quelques semaines ou quelques mois, la restitua-

tion se fait si bien qu'il est difficile de dire en quoi l'animal diffère d'un animal normal. La localisation des grandes régions des hémisphères est indiscutable. Mais qu'advient-il de cette localisation à l'intérieur de ces régions ? C'est là un problème difficile qui reste, presque entier, à résoudre. Comment expliquer qu'on puisse détruire, sans observer jamais les effets de la destruction ? La suppléance mutuelle des analyseurs doit donc être considérée comme un fait indubitable. Quelle représentation peut-on en donner, dès maintenant ? Quelques faits semblent indiquer qu'il s'agit d'un phénomène d'ordre mécanique. Il est probable que le fait cité au début de mon rapport a son importance, à savoir qu'un réflexe conditionnel, lorsqu'il vient de se former, est généralisé. Il en résulte obligatoirement que l'extrémité cérébrale d'un analyseur est une masse commune dont tous les éléments sont intimement liés et peuvent se remplacer les uns les autres. On peut se représenter que, tandis que l'extrémité périphérique de l'analyseur est fortement différenciée, ses éléments se distinguant les uns des autres, son extrémité cérébrale présente, au contraire, une réunion de tous ses éléments, de sorte que chaque élément périphérique se trouve relié à tous les éléments de l'extrémité cérébrale. C'est pourquoi une région étendue peut être remplacée par une région plus petite. Tout ce que je viens d'exposer est, d'ailleurs, moins une supposition qu'un simple pressentiment de la solution de ce problème si important et si complexe. Nous sommes encore bien loin, hélas, de toute représentation exacte du mécanisme des hémisphères cérébraux.

XVII

Des lois fondamentales du travail des centres nerveux, telles qu'elles apparaissent dans l'étude des réflexes conditionnels (1)

Nos connaissances sur les deux parties constituantes du système nerveux, le système nerveux périphérique, c'est-à-dire les troncs nerveux, d'une part, le système nerveux central, formé en majeure partie par la substance grise, d'autre part, sont très variées, tant par leur contenu que par leur importance. Le système nerveux périphérique, on le sait, est régi par de nombreuses lois précises ayant trait à l'excitabilité et à la conductibilité, le processus nerveux lui-même étant, bien entendu, encore mystérieux et de nature inconnue. Mais ce processus est soumis, actuellement, à une nouvelle et énergique attaque de la part des sciences naturelles et, vraisemblablement, cette attaque ne restera pas, cette fois-ci, sans résultat. En ce qui concerne le système nerveux central lui-même, la substance grise, le groupement ou les rapports des cellules nerveuses, tout ce que l'on sait se réduit ou, tout au moins, se ramène, à des notions topographiques. Il existe des observations et des opinions nombreuses sur le siège de divers centres; quant au problème principal, il a été, jusqu'ici, très peu étudié. Nous savons que l'activité principale des centres nerveux est une activité réflexe, c'est-à-dire qu'elle consiste en la transmission, le passage de l'excitation des voies centripètes aux voies centrifuges. Cette notion, extrêmement élémentaire, est tout à fait générale. Et aussitôt se pose une question des plus importantes, à savoir : quelles sont les voies empruntées par ce passage ou par cette transmission, et quelles en sont les lois ? Les données que nous possédons

(1) Discours prononcé à la réunion extraordinaire de la Société des Médecins russes à Saint-Petersbourg, dédiée à la mémoire du Prof. I. M. Setchenoff, le 15 mars 1912.

sur ce sujet sont très restreintes, et on peut dire que cette étude ne fait que commencer. Ces questions sont systématiquement traitées depuis une vingtaine d'années, en ce qui concerne les centres nerveux inférieurs, c'est-à-dire la moelle; quant aux centres supérieurs, mes nombreux collaborateurs et moi avons, les premiers, abordé l'étude de leur activité normale, en nous plaçant à un point de vue physiologique et non plus psychologique.

On pouvait, au début, se demander si une telle tentative présentait quelques avantages, quelques chances de réussite de plus que dans l'étude des centres inférieurs? Ces centres inférieurs sont complexes, mais combien plus complexes doivent être les centres supérieurs! Malgré ces considérations peu encourageantes, les centres nerveux supérieurs présentent, pour l'étude, quelques avantages. Le plus important de ces avantages résulte du fait suivant: l'activité réflexe nous apparaît, au niveau de la moelle, dans toute sa complexité déjà formée, parachevée, et dans ces rapports déjà existants nous ne pouvons distinguer nettement le mode de formation de ceux-ci. Il en est tout autrement dans la physiologie de la partie supérieure du système nerveux central. Là nous assistons à la formation de cet acte réflexe, et avons la possibilité d'étudier les propriétés fondamentales et les processus élémentaires qui concourent à sa genèse.

Afin de rendre ceci plus clair, permettez-moi une comparaison. Soit une fabrique, ou une usine, produisant quelque chose à partir de matériaux bruts. Si l'on n'assiste qu'à l'entrée des matériaux et à la sortie des produits fabriqués, l'on ne saura ce qui se passe dans cette usine, ni ne connaîtra les procédés de fabrication, que si l'on a, à ce sujet, des connaissances étendues ou le don de divination. Cette question peut donc, dans de nombreux cas, rester sans réponse. Il en est tout autrement si l'on peut entrer dans l'usine et voir comment les matériaux y sont élaborés et transformés. Tout paraîtra alors beaucoup plus clair. C'est ce qui se passe pour la physiologie des centres nerveux supérieurs, l'acte réflexe s'établit sous nos yeux, nous dévoilant ainsi son mécanisme intime, les facteurs qui le conditionnent.

Les membres et les auditeurs habituels de notre « Société » sont au courant des notions physiologiques déjà nombreuses

que nous possédons sur cette question du travail normal des centres nerveux supérieurs, notions non plus isolées, mais formant un ensemble d'où se dégagent déjà quelques lois générales.

Je ferai ici une nouvelle tentative, dans le but d'ajouter aux généralités quelques points nouveaux ou, plus exactement, pour faire entrer dans ces généralités quelques données nouvelles, embrassant de nouvelles séries de faits, observés non seulement dans l'étude des centres supérieurs, mais signalés depuis longtemps dans les observations portant sur la moelle.

Arrêtons-nous sur un des phénomènes les plus fréquemment observés, je veux parler de l'inhibition. Il faut rendre hommage, à ce propos, à M. Setchenoff, à qui cette réunion est dédiée, qui, le premier, sut attirer l'attention générale sur cette question, dont il fut d'ailleurs le promoteur. Il y a exactement un demi-siècle qu'il publia son ouvrage célèbre : *Sur les centres inhibiteurs des réflexes* (1863). Cet ouvrage, et le fait qui y est décrit, doivent être considérés comme la première victoire de la science russe dans le domaine de la physiologie, premier travail original, personnel, qui fit faire un grand pas en avant à la physiologie. Voici en quoi consistait ce fait.

On mesurait les réflexes d'une grenouille en plongeant sa patte, jusqu'à une certaine profondeur, dans un acide de concentration connue, et l'on notait le moment où elle retirait cette patte. On mesurait donc le temps qui s'écoulait entre le début de l'excitation et le mouvement de réponse (c'est ce que l'on appelle le procédé de Turkowski). Ensuite, ayant fait l'ablation des hémisphères cérébraux de cette grenouille, on appliquait, sur la partie sous-jacente, c'est-à-dire les couches optiques, des cristaux de sel de cuisine. Sous l'influence de cette excitation chimique, le réflexe s'affaiblissait instantanément, dans de fortes proportions, autrement dit, il s'écoulait beaucoup plus de temps entre le contact de l'acide et le retrait de la patte. Il faut, évidemment, en conclure que l'excitabilité du segment inférieur de la moelle, grâce à laquelle se produisait le réflexe, s'est trouvée très diminuée et qu'une action prolongée est devenue nécessaire pour que l'excitation atteigne, par accumulation,

une intensité suffisante. Ce fait doit être considéré comme le prototype pour un grand nombre de faits recueillis dans tous les domaines du système nerveux central. C'est à ce moment qu'a été publié un autre fait, connu sous le nom de « Goltz'a Quackversuch ».

Après avoir enlevé les hémisphères cérébraux à une grenouille, on lui caressait doucement le dos, et, à chaque fois, la grenouille produisait un coassement. Ce réflexe se répétait avec la régularité d'une machine. Mais si, en même temps, on excitait une autre région, si, par exemple, on serrait la patte, le réflexe de coassement était inhibé, supprimé.

Nous possédons actuellement toute une série de faits analogues. Ce même Goltz a montré, en étudiant des chiens chez lesquels il avait sectionné la moelle à l'union des vertèbres dorsales et lombaires, que de nombreux réflexes musculaires ou des organes génito-urinaires, qui se produisent avec cette même précision mécanique, se trouvent supprimés dès que l'on produit une excitation en un point quelconque de la moitié postérieure de l'animal, cette excitation provoquant un réflexe qui inhibe le premier. Aujourd'hui ces faits sont étudiés systématiquement et en détail. En voici un exemple.

On prépare une grenouille en lui découvrant une série de racines postérieures : 7^e, 8^e, 9^e et 10^e ; on enregistre ensuite la contraction du muscle gastrocnémien. L'excitation de la 9^e racine sensitive détermine une contraction de ce muscle, mais si on excite, en même temps, d'autres racines, la 7^e ou la 8^e, reliées aux centres d'autres muscles, cette contraction s'affaiblit et peut même disparaître complètement.

En résumé, lorsqu'à un réflexe on en associe un autre, le premier perd de sa force, ou disparaît totalement. Nous avons observé, également, de nombreux exemples de cette action réciproque de deux excitants agissant en deux points différents, dans la physiologie des réflexes conditionnels des glandes salivaires, c'est-à-dire dans les cas d'excitants reliés temporairement aux glandes salivaires. Ces réflexes s'affaiblissent, ou même disparaissent, si l'on soumet en même temps l'animal à une autre excitation quelconque : son, image, odeur, excitation thermique de la peau, etc., tous ces excitants déterminant, par eux-mêmes, un nouveau réflexe.

Il s'agit donc là de faits que nous rencontrons couramment dans l'étude des centres nerveux.

Voyons, maintenant, le mécanisme de ces phénomènes. Comment doit-on les interpréter ? De quelle propriété ces faits sont-ils l'expression, et quel en est le processus élémentaire ? L'interprétation suivante me paraît la seule plausible. Soit un réflexe donné, autrement dit, une excitation d'un point déterminé des centres nerveux ; si l'on produit en même temps un autre réflexe, si l'on excite un autre point des centres nerveux, le premier réflexe s'atténue et peut même disparaître ; on peut supposer qu'au moment où se produit le deuxième réflexe, le centre de ce nouveau réflexe attire, aspire à lui l'énergie du centre du premier, lequel, ayant son potentiel diminué, réagit plus faiblement ou même ne réagit pas si la soustraction a été importante. On peut avoir, sur la question, une opinion différente, mais on ne peut, cependant, reprocher à celle-ci de ne pas répondre aux faits observés.

Si l'on admet cette interprétation du fait étudié, on remarque qu'il existe une grande analogie entre le mécanisme intérieur de ce fait, et celui d'un autre, extrêmement répandu dans l'activité des centres nerveux, je veux parler du réflexe conditionnel, lien temporaire entre une excitation extérieure quelconque et un organe déterminé.

De quelle façon s'établit ce que nous appelons un réflexe conditionnel ? Dans nos expériences nous donnons à manger à l'animal, ou bien nous lui introduisons une solution acide dans la bouche, et nous déterminons ainsi l'excitation des centres récepteurs correspondants à l'aliment ou à l'acide ; de là l'excitation gagne les centres moteurs des organes intéressés : centre des mouvements dirigés vers la nourriture et centres sécrétoires correspondants, soit, s'il s'agit de l'acide, centre des mouvements permettant le rejet de l'acide et centre de la salivation. Nous avons ainsi, dans le système nerveux central, un foyer de grande activité. Dans ces conditions, toute nouvelle excitation indifférente, arrivant à ce moment dans le système nerveux central, se trouve attirée, acheminée vers ce centre en activité. Une excitation répétée sans que s'ensuive un résultat utile à l'organisme, devient indifférente. Les images, les sons, etc., qui nous entourent,

lorsqu'ils ne provoquent en nous aucune excitation importante à un point de vue quelconque, nous sont indifférents, tout comme s'ils n'existaient pas. Si la coïncidence de ces excitants indifférents avec l'activité intense de notre centre se répète à plusieurs reprises, au lieu de se répandre dans toute l'étendue des hémisphères cérébraux, les excitations indifférentes se frayent un passage étroit vers le centre actif, se lient à lui et en deviennent ainsi, eux-mêmes, des excitants.

Cette représentation étant admise, deux grands groupes de faits peuvent être étudiés du même point de vue. Il s'agit, dans les deux cas, du transport de l'excitation d'un point donné à un autre. Les recherches tout à fait récentes du Dr M. N. Erofeïef viennent confirmer cette interprétation. Ces expériences ont déjà été reproduites ici même ; je les étudierai, cependant, et je suis sûr que tout le monde conviendra de ce que les résultats obtenus dans ces expériences étaient solidement notre conception.

Voici un chien, porteur d'une fistule salivaire ; on fait agir sur sa peau un fort courant électrique qui produit, du point de vue subjectif, une excitation douloureuse, et du point de vue objectif, une action destructrice. A cette excitation douloureuse répond naturellement le réflexe habituel, réaction de défense, lutte, par tous les moyens, contre cet excitant. L'animal se débat sur la table, mord l'appareil producteur de l'excitation. Cette excitation atteint donc le centre des mouvements de défense, et provoque son activité. Si l'on répète cette même expérience plusieurs jours de suite, l'animal devient de plus en plus excitable, supporte de moins en moins l'excitation, et le réflexe de défense s'accroît de plus en plus. Mais si, en même temps que l'excitation douloureuse, on provoque chez le chien une excitation gustative, en lui introduisant de la nourriture dans la gueule, on observe un affaiblissement de la réaction de défense et, au bout d'un certain temps, sa disparition complète. On a donc ici un fait de la première catégorie, c'est-à-dire une inhibition, l'excitation du centre alimentaire ayant entraîné l'inhibition du centre de la douleur. Si l'on continue un grand nombre de fois à alimenter l'animal au moment de l'excitation douloureuse, non seulement toute

réaction de défense disparaît, mais, au bout d'un certain temps, l'excitation douloureuse électrique détermine, chez le chien, une réaction dirigée vers la nourriture : il se tourne vers celui qui la lui apporte, regarde l'endroit d'où elle vient, tandis qu'apparaît la salivation. L'excitation, qui était dirigée vers le centre du mouvement de défense, a donc passé dans le centre alimentaire, centre des mouvements dirigés vers la nourriture et de la salivation. Ceci fait déjà partie du deuxième groupe de faits, c'est un réflexe conditionnel.

Cet exemple montre clairement comment un processus se transforme en un autre et met ainsi en évidence la parenté de ces processus : d'abord, inhibition du centre de la douleur, puis passage de l'excitation de ce centre au centre alimentaire. Il n'est donc pas absurde de supposer que l'essence même de ces processus est unique, qu'il y a passage, changement de direction, attraction de l'énergie d'un centre dans un autre. Et si cet autre centre est le plus puissant, comme c'est ici le cas, il absorbe toute l'énergie du premier centre, celui-ci restant inactif, déchargé.

Mais il y a plus. Le processus du passage de l'excitation d'un centre à un autre peut, à son tour, être relié à un grand groupe de faits dont j'ai déjà eu l'occasion de parler ici même, il y a un an, à une réunion en l'honneur de Setchenoff ; j'ai traité, à ce moment, des lois de l'irradiation et de la concentration de l'excitation. La loi de la concentration consiste en ce que, en un point du système nerveux, l'excitation semble attirée, rassemblée. Cette loi repose sur le fait suivant : pour un son déterminé, on a obtenu un réflexe conditionnel, en répétant ce son en coïncidence avec un repas, ou l'introduction d'acide dans la gueule de l'animal. Supposons que l'on ait obtenu ce réflexe pour un son de 800 vibrations à la seconde, un tel son déterminant constamment la réaction conditionnelle. L'essai immédiat d'autres sons permet de constater qu'ils agissent également, même des sons très éloignés du son initial (aussi bien un son de 100 à 200 vibrations à la seconde, qu'un son de 20.000 à 30.000 vibrations) ; toutes sortes de bruits, d'ailleurs, peuvent agir, pendant les premiers instants. C'est ce fait, dans lequel le centre alimentaire, bien que n'ayant été relié qu'à un seul agent exciteur, a présenté par la suite

une excitabilité généralisée, qui donne le droit de parler d'une loi de l'irradiation et permet de concevoir que l'excitation, parvenue à certaines cellules déterminées des hémisphères, n'y reste pas cantonnée, mais se répand dans les cellules voisines.

Voici la seconde partie de l'expérience. A mesure que l'on répète le réflexe pour les 800 vibrations, il se localise de plus en plus, le registre des sons efficaces se rétrécit de plus en plus et, à la longue, on peut atteindre à une spécialisation extrêmement nette. Le réflexe se produit pour 800 vibrations, et ne se produit pas pour 812 vibrations. L'excitation, qui était disséminée, s'est concentrée, s'est rassemblée en un point. C'est ce qui a permis de formuler, à côté de la loi de l'irradiation, une loi de la concentration. Les faits mentionnés plus haut répondent tout à fait à la loi de la concentration, et les expériences dans lesquelles intervient l'inhibition et se forment les réflexes conditionnels sont des exemples de concentration, de condensation de l'excitation en un point donné.

Voici les faits acquis. Ce n'est encore, bien entendu, qu'une formule très générale. Ce n'est qu'un commencement. Il doit exister ensuite dans chacune de ces lois, loi de l'irradiation et loi de la concentration, des points particuliers présentant un caractère plus spécial. Ce sont ces points qui doivent constituer le but des recherches à venir. Je m'arrêterai ici sur quelques-uns de ces points, dont l'étude est en cours dans mon laboratoire.

Il existe, dans les travaux de M. N. Erofeïef, quelques faits montrant que la loi de la concentration se manifeste de façon différente dans certaines conditions. Il est facile, nous l'avons vu, de faire passer l'excitation du centre des mouvements de défense au centre alimentaire. Cette expérience réussit facilement chez tous les animaux. Mais quand on tente de faire passer cette excitation au centre de l'acide, c'est-à-dire faire de l'agent électrique un excitant conditionnel pour le centre de l'acide, on n'y parvient pas. Il en résulte un complément à la loi de la concentration : le sens du déplacement de l'excitation dépend de la force relative des centres.

Le centre alimentaire est, évidemment, un centre physiologique puissant, c'est lui qui assure l'existence de l'indi-

vidu. Il est bien naturel que, par rapport à lui, le centre des mouvements de défense n'ait qu'une importance secondaire. Chacun sait que, lorsque la nourriture est en jeu, les différentes parties du corps ne sont pas particulièrement ménagées : pour la nourriture les animaux en arrivent à se battre avec fureur et à se blesser mutuellement. Les diverses parties de l'organisme sont ainsi sacrifiées quand il s'agit de l'acte le plus important pour l'existence de l'organisme, l'obtention, la conquête de la nourriture. Le centre alimentaire doit donc être considéré comme le centre physiologique le plus puissant et, par conséquent, capable d'attirer à lui l'excitation de tous les autres centres. Le centre de l'acide n'a, évidemment, pas la même importance : son activité est moins générale et, par rapport à lui, le centre de défense est très puissant. Il ne saurait donc y avoir transfert de l'excitation du centre de défense au centre de l'acide. L'expérience le vérifie.

Voici, maintenant, un fait tiré de recherches récentes, et illustrant bien la loi de l'irradiation. Le Dr P. N. Vassiliev poursuit actuellement, dans mon laboratoire, des expériences sur l'excitation thermique de la peau ; et il a observé un fait bien inattendu. La formation d'un excitant conditionnel thermique a été réalisée dès le début de l'étude des réflexes conditionnels. A ce point de vue, l'excitation thermique ne diffère en rien des autres excitations. Mais elle en diffère essentiellement en ce qu'il est très difficile d'obtenir simultanément des réflexes conditionnels distincts pour l'excitation par le froid et l'excitation par la chaleur. Si, par exemple, l'excitation par la chaleur d'un point donné de la peau devient un excitant conditionnel du centre de l'acide, c'est-à-dire détermine des mouvements correspondants et une sécrétion salivaire, si ce réflexe est bien établi, on peut être sûr qu'il restera invariable pendant des semaines et des mois, suivant le temps mis à l'établir et à le renforcer, et cela, même lorsque ce réflexe n'est pas souvent répété.

On peut, de la même façon, établir pour le froid un réflexe conditionnel du centre alimentaire qui sera aussi solide que le premier et persistera des semaines et des mois, même après interruption. Mais si l'on essaie de provoquer ces deux réflexes ensemble, simultanément, en une même séance, on voit appa-

raître des difficultés insurmontables. Commençons, par exemple, par le réflexe au froid, et admettons que ce réflexe intéresse le centre alimentaire : le chien se tourne vers l'endroit d'où on lui apporte la nourriture, sa salive s'écoule, etc. Répétons cette expérience 1, 2, 3 fois ; chaque fois on obtient un réflexe bien déterminé. Si l'on essaie ensuite de provoquer le réflexe à la chaleur, intéressant le centre de l'acide, on obtient, contre toute attente, au lieu de la réaction motrice et de la sécrétion salivaire correspondant au centre de l'acide, le même réflexe alimentaire que celui provoqué tout à l'heure par le froid. Le chien confond donc simplement ces deux excitants. L'expérience faite en sens inverse donne le même résultat, mais dans l'ordre inverse, c'est-à-dire que si l'on commence par le réflexe acide à la chaleur, le réflexe alimentaire au froid viendra se confondre avec lui. Une seule explication de ce phénomène nous paraît plausible : c'est qu'il existe une très légère irradiation de l'excitation du centre de la chaleur au centre du froid, et inversement. Si, par exemple, on répète plusieurs fois le réflexe au froid, les cellules nerveuses thermiques (celles du froid et celles de la chaleur) entrent en communication, l'excitation se répand également dans ces deux sortes de cellules, et lorsque l'on change l'excitant, la réaction reste la même. Il faut admettre que les centres thermiques sont très voisins l'un de l'autre, empiètent l'un sur l'autre, d'une manière analogue à la disposition des zones cutanées sensibles au chaud et au froid ; ainsi s'explique cette irradiation particulièrement vive, le passage de l'excitation d'un centre à l'autre, et qu'il soit très difficile de les séparer. Il sera intéressant de voir dans combien de temps cette séparation deviendra possible. En tout cas, nous avons ici un exemple frappant du phénomène de l'irradiation.

Il s'agit, maintenant, de préciser les rapports existant entre la loi de l'irradiation et celle de la concentration. Ces lois sont, par leur essence même, opposées : il y a, dans le premier cas, dispersion de l'excitation, et concentration en un point donné dans le second.

Le point le plus important du mécanisme des centres nerveux est donc celui des relations entre les deux lois fondamentales de l'irradiation et de la concentration. La

solution de ce problème est encore, bien entendu, très éloignée. Cependant, il existe, dès maintenant, un certain nombre de faits qui indiquent la marche à suivre.

Il y a un an, le D^r J. E. Egorov achevait ses recherches sur l'association de différents réflexes conditionnels les uns avec les autres. Jusque là seuls avaient été opposés les deux réflexes conditionnels : alimentaire et à l'acide, c'est-à-dire les excitants agissant sur les centres soit alimentaire, soit acide. Dans ce travail on a essayé, pour la première fois, de déterminer l'action mutuelle des différents réflexes alimentaires. Voici la méthode employée : on associe respectivement une série d'excitants indifférents à divers aliments, l'un au fromage, un autre au lait, un troisième au pain, un autre à la viande, etc., et on observe l'influence de ces réflexes conditionnels les uns sur les autres. Un fait, avant tout autre, attire l'attention, c'est que l'excitation provoquée par ces différentes substances alimentaires laisse souvent une trace qui persiste longtemps. La physiologie des réflexes conditionnels possède déjà toute une série de faits qui montrent la persistance de l'excitation dans les centres nerveux, sous forme de trace, longtemps après la disparition de la cause de cette excitation et de son effet visible. Mais, tandis qu'il n'avait été jusque là question que de minutes ou de dizaines de minutes, dans les expériences du D^r J. E. Egorov la persistance a été de plusieurs heures et même de plusieurs jours. Cela concorde avec quelques faits de la vie courante, par exemple le souvenir persistant de certains goûts, en particulier de goûts désagréables. La particularité des faits dont il va être question est probablement liée en partie à cette longue persistance de la trace de l'excitation. Voici l'expérience : on établit un réflexe conditionnel intéressant le centre alimentaire, au moyen de la poudre de viande par exemple ; on obtient ainsi une réaction de grandeur plus ou moins constante. On établit ensuite un second réflexe au moyen d'un autre excitant, par exemple le sucre. Pour simplifier, nous dirons : réflexe « à la viande » pour l'un, et « au sucre » pour l'autre. Qu'advient-il si l'on provoque l'un de ces réflexes sur la trace de l'autre ? Voici ce qu'a pu observer le D^r J. E. Egorov dans ses expériences : si l'on a un réflexe « à la viande » d'une certaine grandeur (la grandeur

du réflexe étant mesurée par le nombre de gouttes de salive, un des effets de l'excitation du centre alimentaire), soit 10 gouttes, et qu'ensuite on provoque le réflexe « au sucre », puis immédiatement le réflexe « à la viande » à nouveau, on constate que ce dernier a très nettement diminué. L'excitation du centre du « sucre » (nous nous exprimerons ainsi pour simplifier), c'est-à-dire d'un groupe de cellules excitées par le sucre, inhibe donc le centre de « la viande », c'est-à-dire le groupe de cellules excitées par le contact de la viande avec la muqueuse buccale. En observant ce fait plusieurs fois et en notant tous les détails, on remarque la particularité suivante, intéressante au plus haut point : lorsque, 5 à 10 minutes après avoir provoqué le réflexe conditionnel au sucre, on essaie le réflexe à la viande, celui-ci est encore assez intense, donnant 7, 8 et 10 gouttes de salive, presque autant qu'avant l'intervention du réflexe au sucre. Et ce n'est qu'à l'essai suivant que le réflexe à la viande est complètement inhibé. Au troisième et au quatrième essais, il commence à se rétablir lentement. Le lendemain il est encore partiellement inhibé et ne retrouve sa force initiale que le troisième jour. On observe souvent, dans la vie courante, cette action prolongée d'un réflexe gustatif sur un autre. On connaît bien le chagrin des mères lorsque les enfants mangent un peu de sucreries avant le repas, car ils refusent ensuite les autres aliments qui ne leur plaisent, sans doute, plus autant. J'attire votre attention sur la succession des faits : le réflexe au sucre inhibe, indiscutablement, le réflexe à la viande pendant quelques heures, et même pendant quelques jours, mais cette inhibition n'est pas immédiate : elle ne se produit qu'au bout d'un certain temps. Aussitôt après le réflexe au sucre, le réflexe à la viande offre encore une certaine intensité, et ce n'est qu'après 2 ou 3 répétitions qu'il est aboli. Ce fait inattendu ne peut être expliqué, selon moi, que d'une seule façon : au moment où le réflexe au sucre a été provoqué, ce réflexe, étant d'une certaine intensité, ne s'est pas cantonné aux cellules du centre du sucre, mais s'est répandu sur une assez grande étendue du centre alimentaire, autrement dit, l'excitation de ce réflexe a atteint également d'autres points du centre alimentaire. C'est pourquoi, lorsque le réflexe à la viande est provoqué

peu de temps après, il est encore positif, puisque le centre de la viande est le siège d'une excitation venue du centre du sucre ; mais au bout d'un certain temps, la loi de la concentration ayant commencé à agir, l'excitation se rassemble au centre du sucre qui attire à lui celle du centre de la viande et le réflexe de ce dernier centre se trouve inhibé.

Sous cet aspect, l'expérience nous montre donc l'action réciproque et un certain échange des activités d'irradiation et de concentration. Il y a, d'abord, une première phase d'irradiation : l'excitation se répand sur une grande étendue, ce qui explique que le réflexe à la viande ne paraisse pas modifié ; puis, au bout de quelque temps, l'excitation du centre du sucre se concentre en un point, et le réflexe à la viande est très affaibli pendant un temps prolongé. Les détails de l'expérience du Dr A. A. Savitch démontrent que telle est bien l'explication de ce phénomène. Lorsque l'on essaie de provoquer le réflexe à la viande environ 25 minutes après le réflexe au sucre, il est encore plus ou moins positif, mais si l'on ne fait cet essai que 30 à 40 minutes après le réflexe au sucre, on constate un affaiblissement net du réflexe à la viande, l'irradiation ayant fait place à la concentration au centre du sucre, cette concentration attirant à ce centre l'excitation du centre de la viande.

Ces expériences donnent un aperçu sur tout un groupe important de questions se rapportant aux deux lois fondamentales de l'activité du système nerveux central : la loi de l'irradiation et la loi de la concentration de l'excitation.

La connaissance de ces séries de faits mène à la conception qui nous a toujours parue la seule vraie. Ainsi que le montrent toutes les expériences citées, l'étude du mécanisme des réflexes qui constituent la base même de l'activité nerveuse centrale, se ramène à des relations d'espace, à une détermination des voies par lesquelles se répand et se rassemble l'excitation. Il devient alors tout à fait clair qu'il n'est possible de tenter d'analyser complètement le sujet qu'en se basant sur la notion d'espace.

Et voilà pourquoi il devient évident qu'on ne peut pénétrer le mécanisme de ces phénomènes au moyen des conceptions psychologiques qui, par leur essence même, sont extra-spatiales. Il faut pouvoir montrer du doigt le point

où était l'excitation et celui où elle a passé. Si l'on se représente cela nettement, on comprend toute la force et toute la valeur de l'étude que nous avons entreprise et que nous poursuivons, je veux parler de l'étude des réflexes conditionnels qui a complètement exclu les conceptions psychologiques et ne s'occupe que des faits objectifs, c'est-à-dire des faits existant dans le temps et dans l'espace.

XVIII

De l'application de la méthode des réflexes conditionnels à l'étude des effets de l'ablation des différentes parties des hémisphères cérébraux (1)

Depuis sept ans déjà on étudie, dans mon laboratoire, les effets de l'ablation partielle ou totale des hémisphères cérébraux ; plusieurs dizaines de chiens ont été utilisés dans ce but, les faits recueillis sont déjà assez nombreux et méritent d'être exposés tout au long.

Pour nous, toute l'activité nerveuse complexe, jusque là considérée comme une activité psychique, se ramène au travail de deux mécanismes principaux : mécanisme de relation temporaire entre un agent extérieur et l'activité de l'organisme, ou mécanisme des réflexes conditionnels, d'une part, mécanisme des analyseurs, destiné à décomposer le monde extérieur complexe en ses éléments constituants, d'autre part. Tous les faits étudiés jusqu'ici rentrent dans ce cadre, ce qui n'exclue pas la possibilité d'élargir, par la suite, notre conception actuelle de la question.

Je n'exposerai pas les faits dans leur ordre chronologique, tels qu'ils nous sont apparus, mais dans leur ordre logique. l'exposé en sera plus clair, le fond même de la question plus compréhensible.

Le premier problème à envisager ici est celui des rapports des hémisphères cérébraux avec les mécanismes cités ci-dessus, mécanisme de la formation des réflexes conditionnels et mécanisme des analyseurs. Le fait capital observé pendant sept ans sur un grand nombre d'animaux est que les hémisphères sont le siège des réflexes conditionnels. Les preuves en sont nombreuses.

Par l'ablation totale ou partielle des hémisphères, mes col-

(1) Rapport à la Société des Médecins russes à Saint-Petersbourg.

laborateurs et moi avons constaté, soit la disparition de tous les réflexes conditionnels, dans l'ablation totale, soit celle de quelques-uns seulement, ou de groupes de ces réflexes, lorsque l'ablation partielle porte sur une partie quelconque des hémisphères. Diverses méthodes ont été employées pour avoir des faits aussi précis et aussi purs que possible, et les résultats ont toujours été concordants : dans certaines conditions les réflexes conditionnels disparaissaient invariablement, soit tous, soit quelques-uns seulement. La persévérance de l'expérimentateur a toujours été très grande, les tentatives pour faire reparaître un réflexe disparu ayant, quelquefois, été prolongées pendant des années, avant de conclure à sa disparition définitive. On est allé jusqu'à accompagner d'un son donné tous les repas d'un chien et non seulement ceux qu'il prenait dans la salle d'expériences, de façon à rétablir, en fin de compte, le réflexe conditionnel, au cas où cela eût été encore possible. Nous avons dû admettre, en définitive, qu'une fois l'organe d'une excitation conditionnelle détruit, le réflexe ne se forme plus. Les hémisphères sont bien réellement l'organe des liaisons temporaires, le siège de la formation des réflexes conditionnels. On pourrait, naturellement, se demander si de telles liaisons conditionnelles ne peuvent se former ailleurs que dans les hémisphères cérébraux, mais je considère qu'il n'y a pas lieu de s'arrêter à cette question. Tout ce qui a été obtenu jusqu'ici montre, avec évidence, que les liaisons temporaires se font par l'intermédiaire des hémisphères cérébraux, et que l'ablation de ces dernières les fait disparaître. Il n'est cependant pas impossible que quelquefois, dans des circonstances particulières, les réflexes conditionnels puissent se former en dehors des hémisphères, dans une autre région de l'encéphale. Il est impossible d'être absolu en cette matière, car toutes nos classifications, toutes nos lois sont plus ou moins conventionnelles, ne présentent qu'un sens actuel, relatif aux résultats d'une méthode déterminée, et dépendant du matériel utilisé. Tout le monde a présent à la mémoire l'exemple récent de la notion de l'indivisibilité des éléments chimiques, considérée longtemps comme un axiome scientifique.

Revenons à notre sujet : il nous faut admettre de suite, sans aucune réserve, qu'une des fonctions essentielles des

hémisphères est justement l'élaboration des réflexes conditionnels, de même que la fonction principale des centres inférieurs est l'élaboration du réflexe simple, celui que nous appelons réflexe constant ou réflexe absolu.

Le second mécanisme dont les hémisphères sont le siège est le mécanisme dit des analyseurs. Nous avons, dans ce domaine, quelque peu modifié l'ancienne conception. Nous appelons analyseurs des appareils dont le rôle est de décomposer la complexité du monde extérieur en ses éléments. Ainsi, l'analyseur optique comprend une partie périphérique, la rétine, puis le nerf optique et, enfin, les cellules nerveuses du cerveau auxquelles aboutit le nerf optique. La réunion de ces différentes parties en un seul mécanisme, portant le nom d'analyseur, est justifiée par le fait qu'il n'existe pas, actuellement, en physiologie, de faits permettant de démembrer le travail de l'analyseur. Nous ne pouvons pas dire, jusqu'à présent, que telle partie du travail ressortit à la portion périphérique de l'analyseur, telle autre à sa portion centrale.

Ainsi, pour nous, les hémisphères cérébraux sont formés par la réunion des analyseurs optique, auditif, cutané, nasal et buccal. L'étude de ces analyseurs nous a amené à conclure que leur nombre doit être augmenté, qu'en plus des analyseurs énumérés, en rapport avec les phénomènes du monde extérieur, il faut admettre l'existence, dans les hémisphères, d'analyseurs particuliers, destinés à décomposer la grande complexité des phénomènes intérieurs.

Il est hors de doute que l'analyse des phénomènes extérieurs n'est pas la seule analyse importante à l'organisme, mais que la centralisation des renseignements sur son état intérieur et l'analyse des phénomènes internes lui sont aussi indispensables. En un mot, en plus des analyseurs extérieurs énumérés, il doit en exister d'internes. L'analyseur intérieur le plus important est l'analyseur du mouvement. Nous savons tous que des filets nerveux centripètes partent de toutes les parties constituantes de l'appareil moteur : les capsules articulaires, les surfaces articulaires, les tendons, etc., renseignant, à chaque instant, les centres sur les moindres détails de l'acte moteur. Tous ces filets nerveux aboutissent aux cellules corticales. Les différentes terminaisons périphé-

riques de ces nerfs, ces nerfs eux-mêmes et les cellules dans lesquelles ils se terminent constituent un analyseur particulier, qui décompose l'extrême complexité de l'acte moteur en une quantité de petits éléments, donnant ainsi à nos mouvements leur grande précision et leur variété.

La conception d'un tel analyseur présente un intérêt particulier dans l'étude de la physiologie des hémisphères cérébraux. Comme vous le savez, les Allemands Fritsch et Hitzig ont montré, en 1870 (début de l'ère scientifique et féconde de l'étude des hémisphères) que l'excitation électrique de certaines parties de l'écorce, dans la moitié antérieure des hémisphères cérébraux, entraîne la contraction de tels ou tels autres groupes musculaires. Cette découverte a permis d'admettre l'existence, dans cette région, de centres moteurs particuliers. Mais, immédiatement, on s'est demandé comment on devait se représenter ces centres; sont-ce des centres moteurs, dans toute l'acception du mot, c'est-à-dire des cellules d'où l'impulsion va directement aux muscles, ou bien sont-ce des cellules sensibles qui se bornent à recevoir les excitations extérieures et à les transmettre aux centres moteurs actifs, cellules actives d'où partent des nerfs moteurs destinés aux muscles? Cette discussion, commencée par Schiff, n'est pas encore close à l'heure actuelle.

Nous avons été amenés nous-mêmes à prendre part à cette discussion, et voici nos conclusions. Enclins, depuis longtemps, à admettre la nature sensitive des cellules corticales dont l'excitation entraîne des mouvements déterminés, nous possédons aujourd'hui une confirmation décisive de cette opinion, déjà appuyée sur de nombreux faits.

Si la zone dite motrice est réellement un analyseur moteur entièrement analogue aux autres analyseurs : auriculaire, oculaire, etc., on doit pouvoir aiguiller l'excitation amenée à cet analyseur sur n'importe quelle voie centrifuge, c'est-à-dire relier une excitation quelconque à une activité choisie d'avance. En d'autres termes, on doit pouvoir faire, d'un acte moteur quelconque, un réflexe conditionnel. Et c'est en effet ce que nous avons pu réussir. Le Dr Krasnogorsky, en agissant d'une part avec notre excitant habituel, l'acide et, en provoquant d'autre part la flexion d'une articulation, a pu établir le réflexe conditionnel, c'est-à-

dire un lien temporaire entre la flexion de l'articulation et le travail des glandes salivaires. Des mouvements particuliers agissent donc sur la salivation de la même façon que les excitations conditionnelles à point de départ optique, auditif, etc. L'interprétation du fait est-elle correcte ? Le réflexe répond-il bien à la flexion, c'est-à-dire à l'acte moteur, ou n'est-ce, simplement, qu'un réflexe cutané ? Le Dr Krasnogorsky a eu la chance de pouvoir élucider complètement ce point. Ayant obtenu chez un chien le réflexe cutané sur une patte, et le réflexe à la flexion sur une autre, il fit l'ablation de différentes régions des hémisphères. Il constata que : lorsque la région enlevée était le gyrus-sigmoïdeus, le réflexe à la flexion était aboli, tandis que le réflexe cutané persistait. Au contraire, lorsque l'on enlevait les gg. coronarius et ectosylvius, les réflexes cutanés disparaissaient et les réflexes à la flexion persistaient. Il devint ainsi évident que les analyseurs cutané et moteur sont distincts, et que l'analyseur moteur siège dans la zone motrice.

Toutes ces expériences donnent, à mon avis, le droit scientifique de parler de l'analyseur moteur au même titre que des analyseurs optique, auditif, etc.

Il nous reste à expliquer pourquoi, par l'excitation électrique des régions où, pour certains auteurs, se trouvent certains centres moteurs, on provoque un mouvement. C'est très simple : cette région est, selon nous, occupée par les cellules sensibles de l'analyseur moteur ; l'excitation de ces cellules se transmet, normalement, constamment, pendant toute la vie, aux centres moteurs correspondants, il est logique que, devant cette voie toute tracée, l'excitation électrique produise l'effet habituel, c'est-à-dire qu'elle passe de là aux muscles, par la voie habituelle.

Nous pouvons donc dire, grâce à toutes ces expériences, que les hémisphères cérébraux sont, en réalité, un ensemble d'analyseurs, analyseurs du milieu extérieur d'une part, tels que les analyseurs optique, auditif, etc., analyseurs des manifestations intérieures d'autre part, tels que l'analyseur moteur. En ce qui concerne les différents analyseurs intérieurs, il est clair que l'analyse de toute autre manifestation intérieure est infiniment moins facile à saisir. La méthode des réflexes conditionnels n'a permis, jusqu'à présent, de

constater l'existence d'aucun analyseur intérieur, en dehors de l'analyseur moteur. Il est hors de doute, d'ailleurs, que cet ordre de phénomènes rentrera, en fin de compte, dans le cadre physiologique des réflexes conditionnels.

Passons, maintenant, à l'étude détaillée de l'activité des analyseurs. Leur rôle est, comme leur nom l'indique, de décomposer les phénomènes complexes en leurs éléments. La méthode objective a rendu de grands services à l'étude de ce point particulier. On avait observé, depuis longtemps déjà, des faits généraux sur l'activité des analyseurs. Ferrière et Munk avaient déjà recueillis une série de faits concernant cette activité. Mais leur interprétation de ces faits était nébuleuse, peu scientifique. Munk ayant enlevé les lobes occipitaux et temporaux des hémisphères a observé, chez le chien opéré, des anomalies de l'ouïe et de la vue qu'il a appelées « surdité psychique » et « cécité psychique » ; quel était le sens de ces termes ? Prenons, par exemple, la cécité psychique. Voici en quoi elle consiste : après l'ablation des lobes occipitaux du chien, on constate que celui-ci ne perd pas la faculté de voir, il évite les objets qui se trouvent sur son chemin, réagit à la lumière et à l'obscurité, et, cependant, ne reconnaît plus son maître. Il ne réagit nullement quand il le voit, et s'il continue à exister pour lui, ce n'est plus que comme excitation optique. Munk, et les autres après lui, disent que le chien « voit » mais « ne comprend pas ». Mais ces mots ne signifient rien par eux-mêmes et ont, à leur tour, besoin d'être expliqués.

Et c'est la méthode des réflexes conditionnels qui, lorsque la notion psychologique a été rejetée, a remis la question sur un terrain ferme, en pleine lumière. Pour étudier, par la méthode objective, les effets de la destruction d'une région de l'écorce cérébrale, on cherche à déceler la déficience totale ou partielle de chacun des analyseurs. Si l'analyseur est entier, son extrémité céphalique intacte, le chien peut distinguer entre eux des phénomènes tant élémentaires que complexes, autrement dit, un tel chien agit comme un chien normal. Au contraire, si l'analyseur est détruit ou plus ou moins altéré, le chien ne peut plus distinguer avec précision les phénomènes du monde extérieur. Et cette diminution du pouvoir analytique est d'autant plus marquée

que la lésion de l'analyseur est plus importante. Si l'analyseur est complètement détruit, l'analyse des phénomènes, même les plus simples, ne se fait plus. Si quelques fragments de l'analyseur persistent, les relations de l'organisme avec le milieu extérieur subsistent, mais sous une forme très générale. Et plus l'analyseur aura été épargné par la destruction, moins il aura été abîmé, plus l'analyse qu'il pourra encore produire sera fine et poussée.

En résumé, il est clair que plus le mécanisme analyseur est endommagé, plus son travail s'en ressent, en qualité et en étendue. Cette façon objective de poser le problème laisse la porte ouverte à de nouvelles recherches, tandis que, engagés dans l'impasse psychologique, les auteurs n'ont rien trouvé à ajouter aux mots « comprend » ou « ne comprend pas ».

Reprenons, maintenant, les expériences de Munk, mais en les interprétant de notre point de vue. On enlève à un animal les lobes occipitaux, c'est-à-dire l'extrémité centrale de l'analyseur optique. Si cette opération ne conserve qu'une partie infime de l'analyseur, l'animal n'est plus capable de fournir qu'une analyse très incomplète, distinguant seulement la lumière de l'obscurité. On ne peut établir, chez cet animal, de réflexe conditionnel lié à la forme des objets ou à un mouvement, tandis que pour la lumière et l'obscurité ce réflexe s'obtient facilement. Ainsi, par exemple, la production, répétée à plusieurs reprises, d'une vive lumière pendant le repas du chien, entraîne la formation d'un réflexe conditionnel : l'apparition de la seule lumière suffit, par la suite, à provoquer l'activité des glandes salivaires ; dans ce cas, c'est l'infime partie de l'analyseur, préservée de la destruction, qui intervient. Et voici pourquoi le chien de Munk évitait les obstacles : il distinguait les régions obscures des régions claires et contournait les objets. A ce degré primitif l'analyseur optique fonctionne bien. Mais dès qu'une analyse plus fine devient nécessaire, dès qu'il s'agit de distinguer des combinaisons d'ombres et de clartés, c'est-à-dire des formes, l'activité de l'analyseur devient insuffisante, la partie lésée de l'analyseur ne peut remplir sa tâche. On comprend, sans l'aide d'aucune définition brumeuse, qu'un tel chien ne puisse reconnaître son maître, puisqu'il

est incapable de le distinguer des objets environnants. Au lieu de dire que le chien a cessé de comprendre, nous disons que son analyseur est lésé, et qu'il a perdu la possibilité de former des réflexes conditionnels pour des excitations optiques plus fines ou plus complexes. Il nous reste maintenant à étudier cet analyseur point par point, à voir son activité d'ensemble et l'ordre de la disparition progressive de son activité, lorsqu'on le détruit graduellement.

Lorsqu'après l'ablation il ne persiste, chez le chien, qu'une infime partie de l'analyseur optique, on ne peut plus obtenir de réflexes conditionnels autres que ceux liés à des différences d'intensité lumineuse. Lorsque la lésion de l'analyseur est moins grave, on peut obtenir un réflexe lié au mouvement, à la forme, etc., l'activité se rapprochant d'autant plus de la normale que la lésion est plus insignifiante.

Il en est de même pour l'analyseur auditif. S'il est presque entièrement détruit, ou si son activité est, au même degré, temporairement inhibée, l'animal ne distingue plus autre chose que le bruit et le silence. Les différences entre les sons n'existent plus pour lui. Tous les sons, quels qu'ils soient, bruits, sons de tonalité basse ou élevée, ont pour lui la même valeur. L'animal ne réagit qu'à l'intensité du son, toutes les autres qualités n'étant plus distinguées. Si la destruction est moins étendue, qu'une partie de l'analyseur auditif est épargnée, on peut obtenir des réflexes conditionnels distincts pour les bruits et pour les sons musicaux ; l'analyse qualitative, bien que très grossière encore, est cependant déjà possible. Si la lésion est plus légère encore, on peut obtenir des réflexes pour des sons différents et plus la destruction est limitée, plus la différenciation des sons est fine. Avec une destruction importante, l'animal ne distingue que de grands intervalles, l'octave, par exemple ; si la lésion est d'importance moyenne, l'animal différencie les tons, les $1/2$ et les $1/4$ de tons. Il y a ainsi une gradation progressive allant du défaut complet de l'analyse, à l'activité normale de l'analyseur auditif.

Voici les expériences particulièrement intéressantes du Dr Babkine. Un chien qui, ayant survécu 3 ans à l'ablation de la moitié postérieure des hémisphères, et pouvant, par conséquent, être considéré comme ayant atteint un état

définitif, distinguait parfaitement non seulement les sons musicaux des bruits, mais aussi ces sons entre eux. Il présentait un réflexe provoqué par une note déterminée, fait qui montre que, sous ce rapport, le chien était absolument normal. Mais il présentait un défaut impossible à corriger, qui était la non-différenciation, les unes des autres, des combinaisons plus ou moins complexes de notes. Ayant élaboré chez ce chien un réflexe conditionnel pour une série de notes prises dans leur ordre ascendant, soit do, ré, mi, fa, on constata qu'il réagissait aussi bien à ces notes émises dans un autre ordre, par exemple, fa, mi, ré, do. Un chien normal distingue parfaitement cette modification. Pour le nôtre, toutes les combinaisons étaient pareilles. Il ne pouvait analyser les sons dans leur succession. Quels que furent les efforts prodigués, le résultat resta nul. La lésion de l'analyseur rendait ce travail impossible. C'est d'un fait de ce genre qu'il s'agit lorsque l'on dit que le chien « comprend » ou « ne comprend pas » son nom ; en effet, les chiens chez lesquels on a détruit en partie l'analyseur auditif ne reconnaissent plus leur nom. Le chien dont nous venons de parler s'appelait « Rouslane », mais après l'opération il ne réagissait plus du tout à son nom même répété 1.000 fois. Son analyseur auditif était, vraisemblablement, dans un état tel qu'il ne pouvait distinguer deux combinaisons de sons l'une de l'autre ; or, s'il ne pouvait différencier un groupe de notes do, ré, mi, fa, d'un autre groupe composé des mêmes notes, mais prises dans un autre ordre, par exemple fa, mi, ré, do, il pouvait d'autant moins reconnaître son nom « Rouslane », dans lequel la combinaison des sons est encore plus complexe. Une telle analyse dépassait le pouvoir de son analyseur amoindri.

La méthode objective a donc supprimé le côté mystérieux, elle a éliminé les expressions « comprend » et « ne comprend pas », qui ne signifiaient rien, et a remplacé le tout par le programme clair et fécond de l'étude de l'activité des analyseurs.

L'expérimentateur a, maintenant, à déterminer avec précision le fonctionnement des analyseurs, à étudier toutes les variations pathologiques de leur activité. A l'aide de tous les faits accumulés de la sorte, on pourra établir le schéma de l'analyseur, on pourra connaître ses parties constituantes et leurs relations réciproques.

Tout ce qui précède concerne l'activité des analyseurs. Quant à leur topographie, établie à l'aide des faits anciens, elle ne suffit plus aujourd'hui. Des objections nombreuses existaient depuis longtemps, nos expériences ont démontré également que les limites primitives étaient inexactes. Les analyseurs débordent largement ces limites et, loin d'être nettement séparés les uns des autres, ils se pénètrent et s'intriquent. La détermination exacte de la situation d'un analyseur ainsi que de la raison de leur pénétration réciproque constitue, bien entendu, un problème vaste et difficile à résoudre.

Les hémisphères cérébraux nous apparaissent donc comme étant constitués par un ensemble d'analyseurs dont le but est de décomposer la complexité du monde extérieur et intérieur en éléments et moments distincts, afin de pouvoir les relier ensuite aux manifestations multiples de l'activité de l'organisme.

La question se pose, maintenant, de savoir si l'activité des hémisphères se ramène toute entière au mécanisme de formation de liaisons temporaires et au mécanisme des analyseurs, ou bien s'il existe, en outre, je ne sais quels autres mécanismes supérieurs. A cette question on ne peut répondre que par des expériences.

Si l'on supprime toute la partie postérieure des hémisphères cérébraux d'un chien, suivant une ligne passant immédiatement en arrière du gyrus sigmoïdeus, puis le long de la scissure de Sylvius, l'animal reste, d'une façon générale, absolument normal. Par l'odorat et le toucher il reconnaît son maître, les aliments et tous les objets qui l'entourent immédiatement. Il remue la queue lorsqu'on le caresse, il manifeste de la joie en reconnaissant son maître, etc. Mais cet animal ne réagit pas aux personnes ou objets éloignés, parce qu'il ne se sert pas de ses yeux d'une façon normale. De même, il ne réagit pas à l'appel de son nom. C'est un chien qui est normal, sauf en ce qui concerne la vue et l'ouïe.

Au contraire, si l'on enlève la partie des hémisphères située en avant de la ligne précédente, le chien paraît profondément atteint. Il se comporte d'une façon complètement anormale avec les hommes comme avec les autres chiens, il est incapable de reconnaître la nourriture, ni aucun des objets qui l'entourent.

Il existe donc une énorme différence entre ces deux animaux, dont l'un est dépourvu de la partie antérieure, l'autre de la partie postérieure des hémisphères. L'un paraît sourd et aveugle, mais normal quant au reste, l'autre est un grand invalide, un véritable minus.

Voilà les faits. Ils nous incitent à nous demander s'il n'y a pas, dans la partie antérieure des hémisphères, quelque chose de particulier, quelque fonction supérieure, qui n'existe pas dans la partie postérieure ? N'est-ce pas dans ces lobes antérieurs que siège tout ce qu'il y a d'essentiel à l'activité des hémisphères cérébraux ?

La méthode des réflexes salivaires conditionnels donne, à ces questions, une réponse qui me paraît être des plus claires. Observé d'après les méthodes anciennes, qui n'attachent d'importance qu'aux réactions musculaires de l'animal, celui-ci apparaît, en effet, entièrement anormal. Mais si l'on étudie les glandes salivaires et leurs réflexes conditionnels, les faits se montrent sous un jour tout à fait différent. Lorsque l'on étudie, chez cet animal mutilé, l'activité des glandes salivaires, on est stupéfait de voir à quel point la glande a conservé toutes ses relations nerveuses complexes. Le fonctionnement des glandes salivaires est à ce point normal qu'il ne permet même pas de soupçonner la mutilation de l'animal ; on peut établir, pour ces organes, des relations temporaires, les inhiber, les libérer, etc. Somme toute, la glande salivaire présente, dans ses rapports, la même complexité ici que chez l'animal normal. Il y a là, incontestablement, indépendance complète entre l'activité musculaire et l'activité sécrétoire. Tandis que le travail des muscles est déformé, celui de la glande salivaire reste absolument normal.

Il en résulte d'abord qu'il n'existe pas, dans les lobes antérieurs, de mécanisme dominant toute l'activité corticale. Si un tel mécanisme existait, comment pourrait-on expliquer que l'activité complexe et fine des glandes salivaires puisse survivre à l'ablation de cette partie antérieure des hémisphères ? Il nous faut, évidemment, admettre que les particularités de ce chien n'intéressent que l'appareil musculaire, ce qui ramène le problème à déterminer la cause de la viciation de l'activité musculaire. Nous venons

de voir qu'il ne peut être question d'aucun mécanisme général siégeant dans les lobes antérieurs, mais voici une explication simple de la déformation si spéciale de l'activité des muscles. Cette activité dépend essentiellement, et à chaque instant, de l'analyseur cutané et de l'analyseur moteur. Grâce à ces analyseurs, les mouvements de l'animal sont toujours coordonnés et adaptés au milieu environnant. Or, ce chien ayant ses analyseurs cutané et moteur profondément lésés, l'activité générale de sa musculature s'en trouve, naturellement, directement touchée. La destruction de la partie antérieure des hémisphères donne donc lieu à une simple déficience partielle, tout comme la destruction de l'analyseur optique, par exemple, et non à un trouble général.

Étant donné l'importance de la question, plusieurs séries d'expériences ont été faites sur ce sujet par les D^{rs} Demidov, Satournov et Kouraev. Après avoir enlevé les lobes frontaux d'un chien, y compris la région olfactive, on n'a réussi à obtenir chez lui qu'un seul réflexe salivaire conditionnel, celui provoqué par le contact de l'eau sur la muqueuse buccale ; autrement dit, après avoir versé plusieurs fois dans la bouche du chien une solution acide, excitant absolu de la salivation, l'introduction, jusque là indifférente, de l'eau dans la bouche, provoqua la salivation. Ce réflexe aqueux pouvant laisser quelques doutes, le D^r Satournov a enlevé les lobes frontaux en respectant la région olfactive, et il a pu obtenir ainsi un réflexe conditionnel à point de départ olfactif.

Ces travaux permettent de conclure, d'une façon définitive, que l'ablation des lobes antérieurs prive le chien de certains mécanismes particuliers, c'est-à-dire de quelques analyseurs, mais non d'un mécanisme général dominant l'activité entière des hémisphères.

Ainsi, en étudiant l'activité cérébrale par la méthode des réflexes conditionnels, on arrive à un résultat parfaitement défini. On peut affirmer, en effet, en restant strictement sur le terrain des faits, que les hémisphères sont un ensemble d'analyseurs qui décomposent le monde extérieur et intérieur en ses éléments, éléments qu'ils associent ensuite, suivant les cas, à telle ou telle autre fonction de l'organisme.

Tout cela ne constitue, en réalité, qu'un début, et les points les plus importants et les plus complexes restent encore à étudier. Un point qui attire l'attention dès qu'on essaie d'envisager les recherches à entreprendre, c'est notre méthode de dislocation des hémisphères. Elle est grossière et doit être rejetée. Plus on étudie la question, et plus on est étonné des résultats que cette méthode a pu donner. L'extirpation ne donne, en effet, presque jamais un état stable, mais un état qui, au contraire, se modifie continuellement. En manipulant le cerveau, on le blesse, on en supprime certaines parties ; l'excitation qui en résulte dure un temps indéterminé et irradie à une distance inconnue. De nombreuses expériences connues prouvent que cette excitation existe. Peu à peu la blessure se cicatrise, l'excitation cesse ; mais alors intervient un nouveau facteur d'excitation : la cicatrice, et ce n'est que pendant quelques jours que l'expérimentateur peut croire, avec un semblant de certitude, que toutes les particularités notées chez l'animal dépendent uniquement de l'absence de certaines parties des hémisphères. Bientôt, en effet, apparaissent les phénomènes suivants : d'abord une phase de dépression qui, ainsi que vous le devinez, est le commencement de l'action de la cicatrice, puis à cet état, qui dure plusieurs jours, succèdent des accès convulsifs. Les convulsions sont suivies d'un état de dépression ou, parfois, d'un état très particulier : le chien, méconnaissable, paraît plus gravement mutilé qu'aussitôt après l'opération. Tout se passe comme si la cicatrice ne fait pas qu'exciter, mais qu'elle comprime, tiraille et déchire, bref, qu'elle détruit à nouveau le cerveau.

Cette action de la cicatrice ne cesse jamais ou, du moins, je n'en ai jamais vu la fin. Elle dure des mois et des années. Les convulsions apparaissent généralement au bout d'un mois ou d'un mois et demi, puis se répètent. Plusieurs dizaines de chiens ont été opérés : tous ont présenté des convulsions et ces convulsions se sont toujours répétées lorsque le chien survivait au premier accès.

Une analyse sérieuse de l'activité si complexe des hémisphères cérébraux est impossible à faire dans des conditions aussi désastreuses. Le souci principal de celui qui étudie l'activité des hémisphères par la méthode expé-

rimentale doit être, sans contredit, la recherche d'une technique moins mutilante. C'est là un problème capital, car la méthode actuelle engloutit inutilement énergie humaine et matériel animal. Quelques auteurs cherchent déjà dans ce sens ; un Allemand (Trendelenburg) a essayé d'appliquer la réfrigération partielle du cerveau. Cette méthode a été reprise chez nous par le Dr L. A. Orbeli. Un avenir prochain nous fixera sur les avantages de cette méthode.

Tels sont nos résultats, nos plans, nos difficultés et nos espoirs.

XIX

De l'inhibition interne en tant que fonction des hémisphères (1)

Il y a déjà plus de dix ans que j'ai abordé l'étude des rapports nerveux les plus complexes de l'animal supérieur (le chien) avec le monde extérieur. Ces rapports étaient jusque là étudiés d'un point de vue subjectif, par analogie avec notre vie psychique, et c'est pourquoi on leur donnait le nom de phénomènes psychiques. Je me proposai d'en essayer l'étude objective, au moyen des méthodes purement physiologiques. Depuis dix ans, mes nombreux collaborateurs et moi avons travaillé énergiquement à ce problème ; les faits accumulés sont nombreux, mais n'ont été publiés qu'en russe, sous forme de thèses ou de communications. J'ai toujours évité de publier en langues étrangères, me réservant de le faire lorsque le sujet sera plus approfondi et mieux systématisé. Mais, tout en retardant l'exposé complet et systématique de nos travaux, je me permets de temps en temps de petites communications ayant trait aux faits les plus généraux. Et, dans le cas présent, désirant exprimer mon admiration à l'un des créateurs de la physiologie actuelle, jé crois pouvoir attirer l'attention de mes collègues sur un groupe de phénomènes particuliers que l'on peut isoler de l'ensemble de nos travaux.

Comme je l'ai indiqué dans mon discours de Moscou de 1909 et publié ensuite en allemand en une brochure *Natur-Wissenschaft und Gehirn*, 1910, nous considérons l'activité nerveuse supérieure du chien comme composée de deux mécanismes : mécanisme de la liaison temporaire des agents extérieurs avec les diverses activités de l'organisme ou mécanisme du réflexe temporaire, que nous avons appelé conditionnel, par opposition au réflexe connu depuis

(1) Article paru en langue française dans le volume consacré au jubilé du physiologiste français Ch. Richet, 1912.

longtemps et que nous avons appelé absolu, et mécanisme des analyseurs, dont le rôle est de décomposer la complexité du monde extérieur en ses éléments. L'analyseur se compose d'une surface réceptrice (rétine, corps de corti, etc.) du nerf correspondant (optique, auditif, etc.) et de l'extrémité centrale de ce nerf.

Dans un autre discours, prononcé également à Moscou, en 1910, et publié en allemand dans *Ergebnisse der Physiologie*, Bd. II, intitulé « Ein neues Laboratorium zur Erforschung der bedingten Reflexe », j'ai essayé de systématiser les phénomènes d'inhibition observés au cours de l'activité de ces deux mécanismes.

Un premier groupe de phénomènes, auquel nous avons donné le nom d'inhibition externe, est particulièrement facile à déterminer et à caractériser. Le mécanisme de cette inhibition est le suivant : lorsqu'une excitation nouvelle apparaît dans les centres nerveux, l'excitabilité du centre du réflexe conditionnel existant diminue considérablement ou même disparaît complètement.

A côté de l'inhibition externe se place un autre groupe de phénomènes d'inhibition, dont le mécanisme diffère essentiellement du précédent.

Le réflexe conditionnel, liaison temporaire d'un agent extérieur quelconque, jusque là indifférent, avec une activité déterminée de l'organisme, se produit grâce à la coïncidence répétée de l'action de cet agent sur une surface sensorielle de l'animal avec l'action d'un excitant déjà efficace. Le nouvel agent devient ainsi capable de provoquer ensuite seul cette activité. Je dois rappeler que toutes nos expériences ont porté sur la glande salivaire, qui réagit aussi, on le sait, aux excitations psychiques, pour employer l'ancienne terminologie, ce qui veut dire qu'elle présente, avec le monde extérieur, des rapports nerveux des plus complexes. Un réflexe absolu est déterminé par un aliment, ou toute autre substance capable d'irriter la muqueuse buccale, et mise au contact de celle-ci. Quant au réflexe conditionnel, il peut être provoqué par n'importe quel agent du milieu extérieur susceptible d'agir sur une des surfaces réceptrices de l'animal. La formation d'un nouveau réflexe conditionnel dépend essentiellement de l'intervention du réflexe déjà existant. Chaque

fois que l'excitant conditionnel agit un certain temps seul, sans être accompagné de l'excitant absolu qui a servi à le former, il perd peu à peu son action, il est inhibé.

Un premier exemple frappant de cette inhibition est ce que nous avons appelé la « disparition progressive » du réflexe conditionnel. Si un excitant conditionnel est appliqué plusieurs fois de suite, à quelques minutes d'intervalle, sans être suivi de l'excitant absolu, son pouvoir exciteur disparaît progressivement, et il devient rapidement tout à fait inefficace. Mais cela ne signifie pas qu'il est détruit ; il est, simplement, momentanément supprimé. En effet, il se rétablit de lui-même, au bout d'un certain temps, sans qu'aucune intervention ait été nécessaire. Il ne s'agit pas, non plus, d'un phénomène d'épuisement, car on peut le faire réapparaître immédiatement, sans intervention de l'excitant absolu. Nous verrons plus loin comment.

A côté de cette forme d'inhibition il en existe d'autres.

On établit un réflexe conditionnel en procédant de la façon suivante : on associe l'excitant absolu 3 à 5 secondes après le début de l'action de l'agent indifférent. On a, dans ce cas, une action rapide de l'excitant conditionnel, la salivation apparaissant quelques secondes après le début de son application.

Puis on modifie quelque peu l'expérience. L'excitant absolu n'est associé au conditionnel qu'au bout de 3 minutes ; dans ce cas l'excitant conditionnel perd, pour un certain temps, son action, puis celle-ci se rétablit, mais sous la forme particulière suivante : pendant une minute et demie ou même 2 minutes, aucun effet visible ; l'effet n'apparaît qu'à la fin de la deuxième minute, d'abord faible, puis de plus en plus intense, atteignant son maximum à la fin de la deuxième minute, moment de l'association de l'excitant absolu. Nous avons appelé ces réflexes, réflexes conditionnels « retardés », et désigné le phénomène lui-même sous le nom de « retard ».

Comment expliquer que l'excitant conditionnel, pourtant efficace, n'agit pas au début de son application ? L'analyse de ce fait a montré qu'il s'agit là d'un phénomène d'inhibition, car cette inhibition peut être supprimée instantanément, et l'excitant rendu aussi efficace au début qu'à la fin de son application.

Un troisième cas d'inhibition se manifeste au cours de la différenciation des excitants. On élabore un excitant conditionnel avec un son de 800 vibrations à la seconde, par exemple. Une fois cet excitant conditionnel obtenu, on constate que les sons voisins du son choisi sont également efficaces et d'autant plus qu'ils sont plus près de ce son. Mais si l'on accompagne systématiquement le son de 800 vibrations de l'excitant absolu, c'est-à-dire qu'on le « renforce », alors qu'on ne renforce pas les sons voisins, ces derniers perdent peu à peu leur action et deviennent finalement tout à fait inefficaces. Nous avons pu, dans ces conditions, obtenir chez nos chiens une différenciation de $\frac{1}{8}$ de ton (ces chiens différenciant 2 sons de 800 et 812 vibrations à la seconde). Cette différenciation se fait grâce au développement d'un processus venant inhiber les sons voisins. En voici la preuve : on fait une première application du son de 800 vibrations, et l'on obtient un certain effet. Puis on renforce l'action de ce son, de sorte qu'il continue à donner toujours le même effet, et l'on applique, aussitôt après, le son différencié de 812 vibrations, dont l'effet est nul. Si immédiatement, ou très peu de temps après, on essaie à nouveau le premier son, on constate qu'il a perdu complètement ou presque complètement son action. Mais si, au lieu de faire cet essai immédiatement après l'application du son différencié, on laisse s'écouler 15 ou 20 minutes, l'action du premier son redevient normale. C'est donc bien un processus d'inhibition qui a rendu les sons voisins inefficaces, et ce processus ne se dissipe que lentement.

Voici enfin un dernier cas d'inhibition. Si l'on associe un agent indifférent à l'action d'un excitant conditionnel solidement établi, et que cette combinaison ne soit systématiquement pas renforcée, l'application isolée de l'excitant conditionnel continuant de l'être, l'agent indifférent acquerra peu à peu un pouvoir d'inhibition sur l'excitant conditionnel. L'action de ces deux agents associés sera constamment nulle, alors qu'agissant seul, l'excitant conditionnel gardera son efficacité première. Nous avons donné à ce phénomène le nom d'« inhibition conditionnelle ».

Ces divers cas d'inhibition ont été réunis en un groupe auquel nous avons donné le nom d'inhibition interne. Cette

réunion est justifiée par un certain nombre de traits communs à toutes les formes d'inhibition interne.

Les expériences de Hitzig et Fritsch (1870), qui ont marqué le début de l'étude physiologique des hémisphères, ont mis en évidence un fait capital, insuffisamment apprécié, me semble-t-il, par les physiologistes, à savoir que l'excitation d'un point des hémisphères tend à irradier rapidement : la contraction d'un groupe musculaire donné se transformant, par exemple, lorsque l'excitation devient plus intense, en convulsions généralisées. Ceci constitue le trait caractéristique de la masse des hémisphères. Il est, par conséquent, logique de considérer la généralisation du début de l'action des excitants conditionnels comme un phénomène d'irradiation. On peut donc admettre l'existence, pour les hémisphères, des lois d'irradiation et de concentration de l'excitation, qui commence par irradier, s'étendre à toute l'étendue des hémisphères, pour se concentrer ensuite en des points déterminés.

Cette loi d'irradiation et de concentration est encore plus nette pour le processus d'inhibition interne. En voici quelques exemples frappants :

Soit plusieurs excitants conditionnels, liés à un seul et même excitant absolu. On provoque l'« affaiblissement progressif » de l'un d'eux par le procédé déjà indiqué. Immédiatement après la « disparition » de ce réflexe, on constate que tous les autres ont également disparu ou sont, tout au moins, très affaiblis, même ceux appartenant à d'autres analyseurs. Si on refait la même expérience, mais qu'au lieu d'essayer les autres réflexes immédiatement après la disparition du premier, on ne les essaie qu'au bout de quelques minutes, on constate qu'ils ont leur efficacité normale, alors que le réflexe « disparu » reste inhibé encore pendant longtemps. On peut admettre que dans la « disparition progressive » d'un réflexe, l'inhibition prend naissance dans l'analyseur correspondant à ce réflexe, puis irradie aux autres analyseurs et revient ensuite se concentrer au point d'origine (expérience du D^r Horn).

L'analogie s'observe pour l'inhibition différentielle. On fait d'un son donné un excitant conditionnel et on en différencie un autre son. Admettons que le son efficace soit celui

de 800 vibrations à la seconde, et l'inefficace celui de 812 vibrations. De plus, on établit un certain nombre d'autres excitants conditionnels liés au même excitant absolu que celui employé pour le son de 800 vibrations, mais correspondant à d'autres analyseurs. La différenciation obtenue étant très fine, l'inhibition développée est, en conséquence, très intense, de sorte que le son de 800 vibrations et les autres excitants conditionnels, essayés aussitôt après l'application du son différencié, sont absolument inefficaces. Dans les cas où, au contraire, la différenciation est grossière (deux ou trois tons plus bas ou plus haut), l'inhibition étant moins forte, seul le son de 800 vibrations est inhibé, les excitants dépendant des autres analyseurs restant efficaces (expérience du D^r Beliakov).

Les mêmes faits s'observent avec une grande netteté au niveau de l'analyseur cutané (expérience du D^r Krasnogorsky).

On établit un excitant conditionnel d'une excitation mécanique de la peau. A cet effet on dispose le long de la patte postérieure du chien une série de petits appareils, quatre par exemple, à une certaine distance les uns des autres, et on règle l'excitation de telle façon que chacun de ces points produise un effet identique. Puis on différencie un cinquième appareil, placé à l'extrémité inférieure de cette même patte, en n'accompagnant jamais son action de l'excitant absolu. On sait que la grandeur de l'effet se mesure par le nombre de gouttes de salive obtenues. Soit 10 gouttes en 30 secondes la quantité émise sous l'action de chacun des quatre appareils supérieurs. L'application du cinquième appareil ne provoque aucune salivation, la différenciation est donc totale. Après un intervalle de 30 secondes, l'action des appareils supérieurs est devenue également nulle. Si au lieu de 30 secondes on attend une minute, le résultat est déjà tout autre, on obtient pour les appareils, énumérés de haut en bas, respectivement, 5, 3, 1 et 0 gouttes. Après un intervalle de 2 minutes, on obtient les chiffres suivants : 10, 8, 5, 2 ; après 3 et 4 minutes : 10, 10, 10, 4 ; enfin après un intervalle de 5 à 6 minutes l'effet normal réapparaît au niveau de chaque appareil.

Cette expérience montre avec évidence que l'inhibition née de l'action de l'appareil inférieur a irradié sur une

grande étendue de l'analyseur cutané, puis, au bout d'un certain temps, s'est concentrée à son point d'origine.

Le groupe de l'inhibition interne présente, entre autres, le trait caractéristique suivant. Pour plus de clarté, j'exposerai un fait concret : on élabore, par exemple, un réflexe conditionnel retardé, c'est-à-dire dans lequel l'excitant conditionnel ne commence à agir qu'une ou deux minutes après le début de son application, c'est-à-dire pendant la troisième minute de son application. Si, pendant la phase latente, inefficace de l'excitant conditionnel, on fait agir sur l'animal un agent quelconque, de force moyenne, capable de provoquer une « inhibition externe », — par exemple un léger réflexe d'orientation, — la salivation apparaît immédiatement, l'excitant conditionnel devient donc immédiatement efficace. Il faut naturellement que, par lui-même, cet agent ne soit pas capable de provoquer la salivation.

Étant donné qu'appliqué pendant la deuxième phase, efficace, cet agent provoque l'inhibition de l'excitation conditionnelle, on peut admettre qu'appliqué pendant la première phase, inefficace, il inhibera l'inhibition interne, libérant ainsi l'excitation. Ce processus de « désinhibition » s'observe également dans les autres cas d'inhibition interne.

Lorsqu'on a provoqué la « disparition progressive » d'un réflexe conditionnel, on peut le faire réapparaître instantanément en associant à l'excitant conditionnel un agent appartenant au groupe de l'« inhibition externe » (expérience de Zavadsky).

On peut, de la même façon, faire disparaître l'« inhibition différentielle » (exp. de Beliakov) et l'« inhibition conditionnelle » (exp. de Nicolaïev).

Ainsi que je l'ai déjà indiqué (*Ergebnisse der Physiologie* Bd II) la désinhibition ne peut être obtenue qu'avec un agent de force moyenne; si cet agent produit, en effet, une excitation trop forte, il inhibe l'excitant conditionnel lui-même, et il ne reste, dans ce cas, rien à libérer de l'inhibition interne. Cet agent doit donc être d'une force insuffisante pour inhiber l'excitant conditionnel, mais suffisante, cependant, pour détruire l'inhibition interne. Il ressort donc de ces faits, que le processus d'inhibition interne est moins stable que le processus d'excitation.

Il peut, évidemment, exister d'autres interprétations de ce que nous appelons l'inhibition interne, mais je ne vois pas de reproche sérieux à faire à celle que nous venons de donner. Le fait principal est que l'on ignore encore totalement la nature même de ce processus.

A l'aide d'un processus d'inhibition interne déjà existant, on peut obtenir un nouveau réflexe conditionnel négatif (c'est-à-dire inhibiteur) tout comme on obtient un nouveau réflexe conditionnel positif à l'aide d'un réflexe conditionnel solidement établi (exp. de Folbort). Voici comment on procède : on provoque la « disparition » complète d'un réflexe conditionnel bien établi, puis, à l'excitant du réflexe « disparu » on associe un agent indifférent. L'action associée de ces deux agents est répétée un certain nombre de fois, après quoi l'agent indifférent devient inhibiteur conditionnel, c'est-à-dire qu'associé à un excitant conditionnel efficace, il le rend inefficace.

L'agent indifférent ayant été lié au processus d'inhibition interne devient ensuite capable, par son action isolée, de provoquer ce même processus.

Il est intéressant de noter que trois des traits caractéristiques de l'inhibition interne, dont il a été question plus haut, se retrouvent également dans le processus d'excitation. Ce fait cadre bien avec l'opinion de plus en plus accréditée parmi les physiologistes, à savoir que l'inhibition suit constamment l'excitation, dont elle constitue en quelque sorte l'envers.

Un grand nombre de documents sont encore, de toute évidence, nécessaires pour pouvoir asseoir solidement une interprétation exacte du mécanisme des centres nerveux.

M'étant consacré, depuis de longues années, à l'étude objective des manifestations supérieures du système nerveux central, j'ai souvent été frappé par la grande complexité des phénomènes observés. Mais, d'autre part, il m'a semblé que les centres supérieurs de l'activité nerveuse offrent également quelques avantages à l'expérimentateur, comparativement aux centres inférieurs. Au niveau de la moelle, en effet, les relations nous apparaissent toutes faites, nous n'assistons ni à leur formation, ni à leur développement, et ignorons, par conséquent, leurs propriétés élémentaires et

leurs lois les plus simples. Il en est tout autrement pour les centres supérieurs. Là, les phénomènes se succèdent sans arrêt, et nous assistons constamment à l'élaboration de nouvelles liaisons et à l'analyse des excitants, ce qui nous permet de saisir les éléments mêmes de cette activité.

Étude objective de l'activité nerveuse supérieure des animaux (1)

C'est pour moi un grand honneur et une joie profonde de prendre la parole à la séance inaugurale de la Société de l'Institut scientifique de Moscou.

A l'occasion de cette célébration solennelle de la science russe, je me permettrai de vous entretenir des travaux russes intéressant l'une des branches les plus importantes des sciences biologiques. L'étude objective de l'activité nerveuse supérieure des animaux sera le thème de mon exposé.

C'est à Charles Darwin, promoteur et animateur de l'étude comparée des manifestations supérieures de la vie des animaux, que revient, sans contredit, le mérite d'avoir, par sa compréhension géniale de l'idée de l'évolution, fécondé tout le travail intellectuel de l'humanité et, en particulier, la partie biologique des sciences naturelles. L'hypothèse de l'origine animale de l'homme a naturellement donné un intérêt passionnant à l'étude des manifestations vitales supérieures des animaux.

Le choix de la meilleure méthode à appliquer à cette étude, et cette étude elle-même, ont été les deux principaux problèmes envisagés dans la période post-darwinienne.

Dès 1880 des observations furent publiées sur les réactions extérieures des animaux et devinrent par la suite de plus en plus fréquentes. Ces observations portaient sur les réactions motrices des animaux aux influences du milieu environnant et furent appelées dans la terminologie américaine : étude du comportement des animaux.

Les observateurs ont eu, au début, l'attention attirée sur les animaux inférieurs. Dans ce domaine, à côté de l'explication purement physico-chimique des réactions extérieures

(1) Communication faite à l'Assemblée générale de la Société de l'Institut scientifique de Moscou, le 24 mars 1913.

de l'animal, telles que les tropismes et les tactismes, il y a eu quelques essais rares d'interprétation psychologique des phénomènes et de description objective et systématique des faits. S'étendant de plus en plus, ces recherches embrassaient un nombre toujours plus grand d'animaux appartenant à toute l'échelle zoologique. La plus grande part de ces recherches revient actuellement à la jeune science américaine. Mais toutes les recherches américaines sur le comportement des animaux sont, à mon avis, basées sur une idée fautive, qui ne fait que retarder les résultats et qu'on rectifiera, certainement, tôt ou tard. L'erreur consiste à employer, dans l'étude essentiellement objective de la conduite des animaux, des notions et une classification psychologiques. De là l'incertitude et le hasard, fréquents dans leurs méthodes complexes ; de là aussi la fragmentation et l'absence d'unité dans leurs travaux, auxquels manque un plan d'ensemble.

Il y a douze ans j'ai entrepris, avec mes collaborateurs, auxquels j'adresse ici un salut amical et reconnaissant, l'étude de l'activité nerveuse supérieure du chien, c'est-à-dire ses rapports les plus complexes avec le monde extérieur, par une méthode strictement objective, à l'exclusion absolue de toute interprétation psychologique. J'ai eu l'occasion, à deux reprises déjà, de parler de ces recherches à Moscou : la première fois, je me suis borné à exposer cette méthode d'étude ; la seconde, j'ai expliqué la nécessité absolue de disposer, pour ces recherches, de laboratoires appropriés.

L'exposé d'aujourd'hui, bien que très court, comprendra une vue d'ensemble de tout ce qui a été fait : énumération des principaux faits observés, état actuel de la systématisation, lois générales découlant des faits.

Les réactions déterminées, constantes et innées de l'animal supérieur à certains agents du milieu extérieur, réactions dont le système nerveux est l'intermédiaire, sont depuis longtemps étudiées à un point de vue strictement physiologique : ce sont les réflexes. Nous avons ajouté à ce nom l'adjectif « absolus ». Les réactions de l'animal supérieur aux multiples et variables influences du monde extérieur, réactions extrêmement complexes, chaotiques, apparaissant pour disparaître ensuite, en un mot, tout ce que l'on désigne

habituellement sous le nom d'activité psychique, n'est pas, pour nous, autre chose que des réflexes, c'est-à-dire des réactions au monde extérieur, réactions soumises à des lois, mais conditionnées par une infinité de facteurs, et c'est pourquoi nous les avons appelées réflexes « conditionnels ».

Les agents les plus divers du monde extérieur peuvent devenir excitants d'une fonction quelconque de l'organisme animal, si leur action coïncide une ou plusieurs fois avec l'action d'autres agents extérieurs possédant déjà le pouvoir de déclencher l'activité de l'organe considéré.

La nourriture, qui est le lien le plus important de l'organisme animal avec le monde environnant, détermine par son odeur, son aspect, son action mécanique et chimique sur la muqueuse buccale, une réaction alimentaire de la part de l'organisme : déplacement vers la nourriture, introduction de l'aliment dans la bouche, salivation, etc. Si quelques agents indifférents coïncident plusieurs fois avec l'action de la nourriture sur l'organisme, ces agents provoquent ensuite par eux-mêmes, à leur tour, cette réaction alimentaire. La même chose se produit pour les autres fonctions de l'organisme, fonctions de défense, de reproduction, etc.

Un organe entre en activité aussi bien sous l'influence de ses excitants permanents que sous celle d'excitants temporaires. Les excitants temporaires remplissent, en quelque sorte, le rôle d'avertisseurs, remplaçant ainsi les excitants permanents, et rendent les relations de l'animal avec le monde extérieur beaucoup plus complexes et plus fines.

Mais, pour que cela soit possible, l'animal doit nécessairement disposer de mécanismes qui puissent décomposer la complexité du monde extérieur en ses éléments. Ces mécanismes existent : communément appelés organes des sens, ils constituent ce que, en termes plus scientifiques, nous désignons sous le nom d'analyseurs.

Le mécanisme de formation de ces liens temporaires, c'est-à-dire des réflexes conditionnels, et le travail, plus fin, des analyseurs, constituent la base même de l'activité nerveuse supérieure qui siège dans les hémisphères cérébraux, tandis que les réflexes absolus, et l'analyse plus grossière, sont des fonctions des segments inférieurs des centres nerveux.

On comprend aisément que ces relations si complexes et si précises de l'organisme avec le milieu extérieur, sans cesse variable, doivent pouvoir être modifiées à chaque instant. En effet, nous connaissons déjà trois formes nettement distinctes d'inhibition, c'est-à-dire d'un affaiblissement plus ou moins marqué ou même de l'abolition complète soit de tous les réflexes conditionnels, soit de quelques-uns seulement, les autres restant intacts.

La somnolence ou le sommeil, que l'on peut appeler inhibition hypnogène, divise la vie de l'animal en une phase de veille, ou phase active, et une phase de sommeil, ou phase passive. Tandis que, sous l'influence de causes internes, comme de certaines excitations extérieures, la somnolence, puis le sommeil envahissent l'animal, l'activité du segment supérieur des centres nerveux, qui se traduit normalement par les réflexes conditionnels, diminue ou même disparaît complètement. Cette inhibition permet l'établissement, dans les divers organes qui sont en rapport direct avec le monde extérieur, d'un équilibre entre le processus de destruction inhérent au travail de tout organe, et le processus de réparation qui s'installe pendant le repos de cet organe.

Le second aspect de l'inhibition, celui que nous avons appelé inhibition externe, résulte de l'action de l'ensemble des excitants, tant extérieurs qu'intérieurs, sur l'influence prédominant, dans l'organisme, au moment considéré. Cette forme d'inhibition se rencontre avec la même fréquence dans les centres nerveux supérieurs et inférieurs. Tout nouvel agent qui commence à exercer une action sur les centres nerveux, entre en lutte avec les agents qui agissaient déjà à ce moment-là. Dans certains cas, le nouvel agent affaiblit ou même annule complètement l'action de l'agent préexistant ; dans d'autres cas, au contraire, c'est lui-même qui s'efface et disparaît. Dans le langage des phénomènes nerveux, on dira qu'une forte excitation d'un point quelconque des centres diminue l'excitabilité de tous les points voisins.

Nous avons appelé inhibition interne le troisième aspect de l'inhibition des réflexes conditionnels. C'est la disparition rapide de l'action des excitants conditionnels, lorsqu'ils cessent d'être des avertisseurs fidèles de l'excitant absolu. Mais cela ne signifie pas que le réflexe conditionnel ait dis-

paru définitivement : il est seulement suspendu pendant une courte période.

Tandis que certains agents extérieurs déterminent l'inhibition sous ses différents aspects, d'autres, au contraire, peuvent faire cesser l'inhibition existante. C'est le phénomène de la désinhibition, c'est-à-dire la libération de l'excitation de l'influence inhibitrice.

Ce kaléidoscope des réflexes conditionnels, ces variations inattendues, désordonnées, en apparence insaisissables sont, au contraire, très exactement réglés par l'intensité, la durée et la direction des processus nerveux de l'écorce cérébrale.

Voici quelques expériences :

Supposons qu'on dispose de deux sortes d'agents extérieurs : d'une part, diverses substances, les unes alimentaires, les autres, au contraire, refusées par l'animal, qui, introduites dans la gueule du chien, provoquent toujours des réactions déterminées de l'animal (mouvements, sécrétions) ; d'autre part, un courant électrique important touchant un point quelconque de la peau du chien et donnant lieu, naturellement, à un mouvement de défense. Si l'on fait agir simultanément ces deux sortes d'agents, il s'établit un certain antagonisme entre eux dans les centres nerveux. Si le courant électrique n'intéresse que la *peau*, et que des substances *alimentaires* pénètrent en même temps dans la cavité buccale, l'agent alimentaire finit par triompher, et le courant électrique, quelle que soit son intensité, devient un avertisseur annonçant la nourriture, c'est-à-dire un excitant conditionnel du centre alimentaire. L'excitation électrique ne provoque plus la réaction de défense, mais une réaction alimentaire : l'animal se tourne vers son maître, se lèche les babines et on voit apparaître la salivation, comme à la vue de la nourriture. On observerait exactement les mêmes phénomènes en remplaçant l'excitation électrique par une brûlure ou une blessure de la peau. Autrement dit, ces faits montrent clairement la déviation de l'influx nerveux du centre de défense au centre alimentaire.

Voici, maintenant, une combinaison quelque peu différente : la même excitation électrique de la peau, coïncidant avec l'introduction dans la bouche d'une solution faiblement acide, ne permettra pas d'obtenir, dans ce cas, de

réflexe conditionnel à l'électricité, et cela si nombreuses que soient les tentatives. Le processus nerveux déterminé par l'acide est incapable de dominer le processus nerveux dû à l'électricité. On constate, en outre, que lorsque le courant électrique est appliqué en un point du corps où il peut atteindre l'os; on ne peut, quelque persévérance qu'on y apporte, obtenir, avec un courant d'intensité déterminée, de réflexe conditionnel, même *pour la nourriture*. Dans ce cas, l'excitation électrique l'emporte sur l'excitation alimentaire. On sait, subjectivement, combien les os sont plus sensibles que la peau. L'influx nerveux est donc attiré par l'excitation la plus intense. Il est facile de comprendre le sens vital de ces phénomènes : au cours de combats, dont la nourriture est l'enjeu, les animaux sacrifient facilement l'intégrité de leur peau. C'est donc que les lésions cutanées ne compromettent pas l'existence de l'organisme et que la question alimentaire prime l'autre. Quand il y a fracture, au contraire, l'organisme doit, de crainte d'une destruction définitive, négliger pour un temps le problème alimentaire.

Ainsi, l'intensité relative de l'excitation nerveuse dirige le processus nerveux et règle les relations des agents extérieurs avec les différentes fonctions de l'organisme. La physiologie des réflexes conditionnels est régie par cette notion fondamentale de l'action réciproque des excitations, et la détermination exacte de l'intensité *relative* des processus nerveux dus à l'action des différents agents constitue un des points les plus importants de l'étude de l'activité normale des hémisphères.

Il est un facteur qui, à chaque instant, *influe considérablement* sur l'activité des hémisphères : c'est le résidu latent d'excitations disparues. Il est donc indispensable d'étudier avec soin la durée de cette action masquée. A ce point de vue encore, la physiologie des réflexes conditionnels a apporté de grands éclaircissements. Voici quelques exemples : le bruit du métronome, jusque là indifférent, c'est-à-dire sans relation avec aucune fonction de l'organisme, influe pendant les quelques secondes ou même quelques minutes qui suivent sa disparition, sur le réflexe conditionnel étudié. L'introduction dans la gueule du chien d'une solution acide, modifie, pendant 10 à 15 minutes, son réflexe condition-

nel alimentaire. L'ingestion de sucre peut influencer pendant plusieurs jours sur le réflexe conditionnel à la poudre de viande, etc. Une expérience intéressante et facilement réalisable serait de déceler les traces d'excitations ayant agi antérieurement sur l'animal.

Il est plus important encore de déterminer la loi générale du mouvement de l'influx nerveux dans les hémisphères, qu'il s'agisse d'excitation ou d'inhibition. On a remarqué, il y a quarante ans déjà, lors des premières expériences physiologiques précises sur les hémisphères cérébraux, qu'une excitation comme d'un point quelconque des hémisphères provoque un mouvement d'un groupe musculaire donné. Si l'excitation est, au contraire, prolongée, la réaction gagne les muscles de plus en plus éloignés et finit par des convulsions généralisées. Ce fait frappant caractérise les hémisphères cérébraux comme une région du système nerveux central dans laquelle l'excitation d'un point donné s'étend avec une facilité particulière dans un vaste rayon. Cette irradiation de l'excitation à travers le système des neurones corticaux s'observe à chaque instant dans la physiologie des réflexes conditionnels.

Lorsque l'on fait, d'un son musical quelconque, un excitant conditionnel de la réaction alimentaire, on constate que, tout au début, tous les sons musicaux sont efficaces, et même tous les bruits. Lorsque l'on fait un excitant conditionnel du frottement ou de la compression d'un point quelconque de la peau, au début, au moment où le réflexe conditionnel s'établit, l'excitation analogue de tous les autres points de la peau est également efficace. Ceci est un fait général. On doit supposer que, dans tous ces cas, l'excitation arrivée en un point donné des hémisphères irradie, à partir de ce point, à toute la région correspondante. Ce n'est que dans ces conditions que tous les agents d'une même catégorie frappant cette région, peuvent être reliés à l'activité en question de l'organisme.

Le phénomène de l'irradiation du processus nerveux a pu être mis plus en relief, rendu, pour ainsi dire, plus palpable encore, par l'étude de l'inhibition interne. Voici cette expérience remarquable : on dispose le long de la patte d'un chien une série de petits appareils destinés à exciter mécani-

quement la peau. Pendant le fonctionnement des quatre appareils supérieurs on nourrit l'animal. Au bout de quelques répétitions l'excitation mécanique de ces quatre points de la peau devient un excitant conditionnel de la réaction alimentaire : l'animal se tourne vers l'expérimentateur, se lèche les babines, et la salivation apparaît. Grâce à l'irradiation qui s'est produite dès le premier essai, le cinquième appareil, le plus inférieur, est également efficace, bien que son action n'ait jamais été accompagnée de nourriture. Si l'on fait agir alors, plusieurs fois de suite, cet excitant, sans jamais l'accompagner de nourriture, il finit par perdre toute action. Par quel processus ? Par suite du développement d'un processus d'inhibition dans la zone correspondante du système nerveux central. La preuve en est évidente : en effet, si l'on fait fonctionner de nouveau le cinquième appareil, on constate que pendant quelques minutes les quatre autres appareils sont eux-mêmes inefficaces. Le processus d'inhibition a donc irradié de son point d'origine aux parties voisines de cette région des hémisphères.

Nous voyons que l'irradiation du processus nerveux constitue un des phénomènes fondamentaux de l'activité nerveuse de l'écorce cérébrale. A côté de ce phénomène existe le phénomène inverse : la concentration du processus nerveux en un point donné. Pour aller plus vite, je me servirai de la même expérience. On fait agir longuement l'appareil inférieur, inefficace. Si, peu de temps après, on essaie les appareils supérieurs, on constate qu'ils sont tous inefficaces. Mais, plus l'intervalle entre le fonctionnement de l'appareil inférieur et celui des autres appareils est long, plus ces appareils supérieurs se libèrent de l'inhibition, et cela très progressivement, jusqu'à ce que, l'intervalle devenant assez grand, l'inhibition ne se fasse plus sentir même sur l'appareil le plus proche du cinquième. On peut suivre des yeux la vague inhibitrice, qui recule et revient à son point de départ : l'inhibition se concentre. En répétant l'application du cinquième appareil (appareil inefficace) la concentration de l'inhibition s'effectue de plus en plus vite, en quelques secondes au lieu de quelques minutes, et quelquefois même elle est à peine décelable. Deux lois générales règlent donc ces manifestations particulières de l'activité nerveuse corti-

cale, deux lois que l'on peut réunir en une seule : loi de l'irradiation et de la concentration du processus nerveux.

Il ressort clairement de ces faits que le point fondamental de l'étude scientifique de l'activité nerveuse des hémisphères réside dans la détermination des voies par lesquelles le processus nerveux se répand et se concentre, problème dépendant exclusivement de la notion d'espace. Voilà pourquoi la méthode psychologique appliquée à nos états subjectifs me paraît conduire à une impasse.

Bien entendu, ces états subjectifs constituent pour nous une réalité de première importance, ils dirigent notre vie quotidienne et conditionnent les progrès de l'humanité. Mais vivre ces états subjectifs, ou en analyser scientifiquement le mécanisme, sont deux choses absolument différentes. Plus nous travaillons dans le domaine des réflexes conditionnels, et plus nettement nous percevons la différence profonde, radicale, qui existe entre la décomposition du monde subjectif en ses éléments et le regroupement de ceux-ci par la psychologie, d'une part, et l'analyse et la classification des phénomènes nerveux par le physiologiste qui raisonne dans l'espace, d'autre part.

Pour illustrer ce qui précède et pour montrer l'élargissement constant des cadres de nos recherches et leur contenu, quelques exemples sont nécessaires : voici un chien qui paraît être un chien de garde assez hargneux ; il réagit d'une façon agressive à la vue de toute personne qui pénètre dans la pièce où il est attaché sur l'établi, ayant son maître-expérimentateur à côté de lui. Cette réaction agressive s'exagère violemment si le nouveau venu fait des gestes menaçants, et atteint son paroxysme s'il frappe le chien. Du point de vue de l'étude objective du système nerveux, cette réaction constitue un réflexe particulier, le réflexe d'attaque. Voici le mécanisme de ce phénomène nerveux, tel qu'il est révélé par les expériences suivantes.

La personne qui est entrée, et qui est la cause de cette réaction agressive interminable, prend la place de l'expérimentateur et fait agir un excitant conditionnel, élaboré antérieurement, de la réaction alimentaire. Contrairement à toute attente, cet excitant provoque une forte réaction alimentaire, bien supérieure à toutes celles obtenues par l'expé-

rimentateur agissant sur un animal calme. Le chien donne plus de salive qu'il n'en a jamais donnée, et prend avec vivacité la nourriture des mains de celui sur qui, l'instant d'avant, il se précipitait avec rage, et sur qui il recommencera à se précipiter immédiatement après.

Comment expliquer ce fait ?

Avant de répondre à cette question, je veux ajouter encore à l'étrangeté du fait en continuant cet exposé. Le nouvel arrivant, objet de la colère du chien, demeure à la place de l'expérimentateur, sa conduite est absolument irréprochable, il ne fait pas le moindre mouvement, se contentant simplement, tout en appliquant à plusieurs reprises l'excitant conditionnel, de donner chaque fois à manger au chien. L'animal se calme peu à peu : il aboie encore, mais avec moins de force, se tait même par instants, sans toutefois perdre des yeux le nouvel expérimentateur. La réaction hostile a donc diminué. Mais, chose très curieuse, lorsque l'on fait agir à nouveau l'excitant conditionnel, on n'obtient pas une goutte de salive et le chien ne prend qu'au bout de 5 à 10 secondes la nourriture qu'on lui présente et la mange sans entrain. Mais dès que l'expérimentateur se lève et se tient plus naturellement, la réaction hostile se renforce et, avec elle, la réaction alimentaire. Comment comprendre ce phénomène ?

Si l'on tient compte des faits déjà connus, le mécanisme de ces phénomènes étranges n'est en rien mystérieux. Au moment du réflexe agressif, très intense, l'excitation s'est étendue d'un point déterminé des hémisphères à une grande partie, peut-être même à la totalité de l'écorce, intéressant de nombreux centres et, entre autres, le centre alimentaire. Voilà pourquoi les excitants alimentaires ont, eux aussi, produit une réaction excessive. Ceci constitue vraisemblablement le mécanisme nerveux de ce que l'on appelle subjectivement les états affectifs. Ce que l'on vient de voir sur ce chien aurait été appelé, en psychologie, état affectif de la colère. Lorsque les excitations extérieures s'affaiblissent, lorsque les mouvements de la personne étrangère cessent, le réflexe diminue progressivement et, parallèlement, le processus nerveux tend à se concentrer en un point localisé des hémisphères. Lorsque cette concentration a atteint un

certain degré, l'excitation élective du centre du réflexe agressif détermine l'abaissement de l'excitabilité de tous les autres centres, dont le centre alimentaire, suivant la loi de l'antagonisme des centres, mentionnée plus haut à propos de l'inhibition externe.

Ceci constitue, pour moi, une illustration très nette des relations réciproques de l'irradiation et de la concentration de l'excitation.

Voici, enfin, une des expériences les plus récentes de notre laboratoire. Jusqu'à ces derniers temps, l'établissement des réflexes conditionnels a toujours été obtenu de la façon suivante : l'agent dont on se propose de faire un excitant conditionnel est mis en action et, au bout de 5 à 10 secondes, tout en continuant l'application de l'agent, on présente des aliments au chien. Après un certain nombre d'essais, cet agent provoque seul la réaction alimentaire ; il est donc devenu un excitant conditionnel. En apportant à cette méthode une modification en apparence insignifiante, un résultat tout à fait inattendu a été obtenu : en effet, si l'on commence l'expérience en donnant à manger au chien, et si l'on n'associe à la nourriture le nouvel agent qu'au bout de 5 à 10 secondes, on ne peut, malgré des essais répétés, obtenir de réflexe conditionnel.

Deviendra-t-il, un jour, possible d'obtenir un réflexe conditionnel de cette manière ? Cette question importante reste, pour l'instant, sans réponse. Mais l'énorme difficulté qu'il y aura à l'obtenir dans ces conditions est indiscutable. L'explication en est simple, si l'on tient compte des faits déjà connus. Le chien mangeant, son centre alimentaire (si puissant) est en activité ; d'après la loi de l'antagonisme des centres, toutes les régions des hémisphères ont une excitabilité extrêmement diminuée et toutes les excitations qu'elles reçoivent peuvent et même doivent rester sans effet.

A ce propos, permettez-moi de vous dire en quelques mots comment m'apparaît, du point de vue physiologique, ce que l'on désigne par les mots « conscience » et « conscient ». Je n'effleurerai même pas, bien entendu, le point de vue philosophique, je ne m'attarderai pas à la question de savoir comment la substance corticale produit des phénomènes subjectifs, etc. Je tâcherai seulement de trouver une hypo-

thèse qui puisse répondre à la question suivante : quelles sont les manifestations physiologiques, les processus nerveux corticaux qui correspondent à l'acte de parler, à la conscience de nous-mêmes et à l'action consciente.

La conscience m'apparaît comme l'activité nerveuse d'une région donnée des hémisphères qui jouit, à ce moment-là, et dans les conditions données, d'une excitabilité optima (qui doit être, probablement, une excitabilité moyenne). A ce moment l'excitabilité des autres régions des hémisphères se trouve plus ou moins affaiblie. Dans la zone à excitabilité optima les nouveaux réflexes conditionnels s'établissent facilement et les différenciations se font avec précision. Cette zone constitue donc, à ce moment, ce que l'on peut appeler la région créatrice des hémisphères. Les autres régions, au contraire, ayant, au même moment, leur excitabilité diminuée, ne jouissent pas de ces propriétés et leur fonction consiste, tout au plus, en une activité limitée aux réflexes antérieurement établis, stéréotypés. L'activité de ces régions est, ce que l'on appelle subjectivement, l'activité inconsciente, automatique. La région qui jouit d'une excitabilité optima n'est pas fixe, au contraire, elle se déplace continuellement dans toute l'étendue des hémisphères, suivant les liens réciproques des centres et sous l'influence des excitations externes. Les territoires à excitabilité diminuée se déplacent, naturellement, parallèlement.

Si l'on pouvait voir à travers la voûte crânienne, et si la zone à excitabilité optima était lumineuse, on pourrait voir, sur un homme pensant, le déplacement incessant de ce point lumineux, changeant continuellement de forme et de dimensions et entouré d'une zone d'ombre plus ou moins épaisse occupant tout le reste des hémisphères.

Mais revenons à notre dernière expérience. Lorsqu'une excitation extérieure, d'intensité moyenne, frappe les hémisphères d'un chien, en l'absence de tout foyer de forte excitation, elle conditionne, dans les hémisphères, l'apparition d'une zone d'excitabilité élevée. Si un excitant plus fort vient agir alors sur ces mêmes hémisphères, par exemple un excitant alimentaire, et qu'il détermine un nouveau foyer d'excitation, mais plus fort que le précédent, il s'établit un lien entre ces deux foyers.

Le processus nerveux, d'après ce que nous avons vu plus haut, se dirige du foyer le plus faible au foyer le plus fort. Si, au contraire, on commence par la forte excitation, telle que celle déterminée par l'alimentation, l'excitabilité qu'elle provoque en un point des hémisphères est si forte et le processus inhibiteur qui apparaît dans le reste des hémisphères tellement intense, que toutes les excitations arrivant à ce moment dans ces régions sont incapables de s'y frayer un nouveau chemin et d'entrer en relation avec une fonction quelconque de l'organisme.

Je n'affirme nullement la réalité de ces considérations. Elles ne servent qu'à montrer comment, peu à peu, l'étude objective des centres nerveux supérieurs atteint à la limite supérieure de l'activité nerveuse, en mettant en regard, dans une hypothèse, les données de la physiologie des réflexes conditionnels et nos états subjectifs.

Il y a exactement un demi-siècle (1863) était écrit (et publié un an plus tard) un article scientifique russe intitulé *Les Réflexes cérébraux*, exposant avec clarté et précision, et sous une forme attrayante, l'idée fondamentale que nous étudions actuellement. Quel devait être le génie de celui qui, à une époque où les notions physiologiques sur l'activité nerveuse étaient si rudimentaires, put émettre une telle hypothèse ! Mais une fois née, cette idée a grandi, a mûri ; elle est actuellement le levier scientifique des recherches faites dans ce champ d'investigations immense qu'est l'étude du cerveau.

Je vous invite, à l'occasion du jubilé du cinquantenaire des *Réflexes cérébraux*, à vous lever en l'honneur de l'auteur, le professeur Ivan Mikhaïlovitch Setchenoff, gloire de la pensée russe, et père de la physiologie russe.

Étude de l'activité nerveuse supérieure (1)

L'année 1870, avec les travaux de Hitzig et de Fritsch, est une date mémorable pour la physiologie. Les recherches de ces auteurs ont été le point de départ de très nombreuses et importantes expériences physiologiques sur les hémisphères cérébraux. Ces travaux ont, en outre, servi de façon inestimable au diagnostic et même au traitement de certains symptômes morbides chez l'homme, symptômes liés à une atteinte des hémisphères. Cela n'a été possible, à mon avis, que parce qu'il s'agissait de faits purement physiologiques, ne dépassant pas la compétence des physiologistes. Cette circonstance doit être particulièrement soulignée et doit servir de guide aux recherches physiologiques à venir, sur les fonctions des hémisphères cérébraux. Ces travaux n'en sont encore qu'à leur début. Si l'étude des zones dites motrices de l'écorce cérébrale doit être considérée comme un grand progrès pour les physiologistes, elle ne constitue, cependant, qu'une partie isolée de la physiologie des hémisphères. L'expérimentation sur les centres dits sensitifs n'est encore que tracée dans ses grandes lignes. Nous sommes tous d'accord sur ce fait que l'étude de l'activité des hémisphères est, pour la physiologie, un problème immense. Tôt ou tard, nous serons amenés à embrasser l'activité entière de cette région du système nerveux, jusque dans ses parties à peine soupçonnées aujourd'hui, et à l'analyser d'un point de vue strictement physiologique. Mais les faits découverts par Hitzig et Fritsch, et quelques notions sur ces centres sensoriels mis à part, cette activité fait, jusqu'ici, partie du domaine de la psychologie, domaine tout à fait distinct de la physiologie. Et c'est probablement pour cette raison que la physiologie des centres nerveux supérieurs ne fait pas les

(1) Rapport présenté à la réunion générale de clôture du Congrès International de Physiologie, à Groninguen (Hollande), en 1913.

progrès qu'on était en droit d'en attendre, étant donné l'intérêt du sujet et le grand nombre de documents dont elle dispose.

Il est des cas où la physiologie peut, pour l'analyse des manifestations vitales, se servir de notions plus précises que les siennes propres, notions empruntées à d'autres sciences. Il en est tout autrement lorsqu'elle est obligée d'avoir recours à la psychologie qui n'est, il faut l'avouer, pas encore à l'état de science exacte. Ainsi, le physiologiste qui décide d'étudier l'activité des hémisphères cérébraux se trouve devant un dilemme : doit-il attendre que la psychologie devienne une science exacte, c'est-à-dire qu'elle divise son domaine en éléments à regrouper par la suite, (je ne puis, en effet, imaginer qu'on puisse appliquer dès maintenant le système des notions extra-spatiales de la psychologie actuelle à la structure matérielle du cerveau), ou bien, autre solution du dilemme, le physiologiste doit-il tâcher de prendre une voie différente, indépendante de la psychologie, chercher de son côté les mécanismes fondamentaux de l'activité nerveuse supérieure des animaux et les systématiser peu à peu, en un mot rester un physiologiste pur ? Il me semble difficile d'hésiter devant cette alternative. Le choix de la première solution obligerait le physiologiste à renoncer, pour un temps indéterminé, à étudier une des fonctions les plus intéressantes de l'organisme animal. Reste donc la seconde solution. Et j'ose penser qu'il existe, dès maintenant, des raisons sérieuses, positives, de croire que cette voie est normale et légitime, et que le succès lui est assuré.

Nous savons tous quel pouvoir sur les phénomènes nerveux et quel matériel inépuisable a donné à la physiologie la notion du réflexe, fonction fondamentale du système nerveux. Grâce à cette notion, une grande partie des régions, jusque là mystérieuses, de la vie, est devenue un sujet d'étude strictement scientifique. Cette notion a permis d'établir les lois qui régissent la multitude des réactions de l'organisme animal aux manifestations de son propre milieu interne et à celles du milieu environnant.

Le moment est venu, Messieurs, d'ajouter quelque chose à l'ancienne notion du réflexe et de reconnaître, qu'à côté de la fonction élémentaire du système nerveux consistant

en une reproduction des réflexes déjà existants, il est une autre fonction élémentaire, la formation de nouveaux réflexes dans le cours de la vie individuelle. Puisque les machines construites par la main de l'homme sont capables de coordonner d'elles-mêmes leurs différentes parties, pourquoi refuser cette propriété au système nerveux, ce régulateur des plus parfaits, et dont la structure est si complexe. Il ne s'agit ni de faits, ni de formules, qui existent, les uns et les autres, depuis longtemps ; il s'agit d'admettre et d'appliquer systématiquement ces formules dans l'étude des régions supérieures du système nerveux. Tout être vivant, et cette propriété fondamentale est universellement admise, tend constamment à s'adapter ou, mieux, à se mettre en équilibre avec le monde environnant ; en d'autres termes, pour rester dans notre théorie, l'être vivant possède la propriété d'entrer en relation avec des conditions nouvelles, c'est-à-dire de répondre, par une réaction déterminée, à des agents jusque là indifférents. Cette formation de liens nouveaux entre l'organisme et certains phénomènes extérieurs est surtout nette chez les animaux supérieurs. Leur vie individuelle n'est qu'un perpétuel établissement et un emploi incessant de ces liens nouveaux. Les phénomènes de la nature les plus infimes, n'ayant jusque là aucune action sur l'activité de l'organisme, deviennent, en très peu de temps, des excitants intenses des fonctions vitales les plus importantes. Mes collaborateurs et moi, en faisant agir un facteur extérieur quelconque sur un animal, tout en lui donnant à manger, ou en lui versant une solution acide dans la bouche, nous avons toujours, sans exception, et quel que soit l'agent utilisé, obtenu que ces agents, agissant seuls par la suite, provoquent la salivation, réaction sécrétoire qui, avec la réaction motrice, constitue le réflexe alimentaire, dans le cas d'un aliment, ou le réflexe de défense, dans le cas de l'acide. Il s'agit là, incontestablement, d'une réponse au phénomène extérieur, réponse transmise par l'intermédiaire du système nerveux. C'est donc un réflexe, non un réflexe stéréotypé, mais un réflexe qui s'est formé sous nos yeux, un réflexe nouveau. Si l'on admet que le « réflexe » n'est pas seulement une réaction transmise par le système nerveux, mais que cette réaction obéit strictement à certaines

lois, il suffit, pour que ce mot « réflexe » soit ici à sa place, que la réaction qui s'est produite sous nos yeux, c'est-à-dire la liaison d'un agent extérieur avec une activité physiologique déterminée, ne soit pas due au hasard mais obéisse à des lois rigoureuses.

Et quelle objection pourrait-on faire contre l'application de la formule purement physiologique aux réflexes nouvellement formés ?

La seule difficulté me paraît être la suivante : par une analogie, voulue ou involontaire, avec notre monde intérieur, nous admettons difficilement que cette réaction soit élémentaire et, par conséquent, doutons du déterminisme étroit qui préside à la formation de ces nouveaux réflexes. Jugeant d'après nous-mêmes, nous pensons qu'il doit y avoir là un processus extrêmement complexe, et même l'intervention de forces spéciales. Mais avons-nous le droit de penser qu'il en est ainsi dans le cas particulier ? Il existe, chez les animaux, aussi bien inférieurs que supérieurs, de nombreux exemples qui montrent clairement que les nouveaux excitants des réflexes agissent aussi directement que les anciens. Nos expériences portant sur la formation de nouveaux réflexes à la nourriture et à l'acide, on remarque souvent, dans les cas d'excitations optiques, la même réaction motrice que s'il s'agissait réellement de nourriture ou d'une solution acide. En tout cas, la supposée et incontrôlable complexité particulière des nouveaux réflexes n'est absolument pas démontrée. Tout au contraire, il faut conclure, du fait que ces réflexes se forment toujours, dans certaines conditions, que cette formation est un processus élémentaire, facile à déceler. La question des relations permanentes du réflexe nouvellement formé est une tout autre affaire. Ce réflexe est soumis, continuellement, à l'action d'un très grand nombre d'excitations ; sa complexité ne tient donc pas à son mécanisme générateur, mais à sa grande dépendance des influences tant du milieu intérieur de l'organisme que du milieu environnant.

Passons maintenant au second mécanisme fondamental des centres nerveux supérieurs.

Un être vivant ne réagit qu'à certains phénomènes du milieu intérieur ou extérieur, il décompose donc ce milieu

et n'en retient que quelques phénomènes particuliers. Plus l'animal est à un niveau élevé de l'échelle zoologique, plus le monde présente pour lui de particularités, plus est grand le nombre de phénomènes distincts qui conditionnent son activité générale. L'animal inférieur est, en entier, un analyseur, et un analyseur relativement simple. Chez les animaux évolués, dont le système nerveux est plus développé, c'est la partie essentielle de ce système qui joue le rôle d'analyseurs spéciaux, analogues à nos analyseurs physiques et chimiques. Une analyse fine et précise est la fonction essentielle du système nerveux supérieur. En m'appuyant sur les résultats expérimentaux, j'ai proposé et propose encore de caractériser les analyseurs comme des appareils particuliers du système nerveux, comprenant chacun une extrémité périphérique d'un des organes des sens, un nerf centripète qui lui fait suite et la terminaison de ce nerf dans les neurones corticaux. Une telle association paraît d'autant plus justifiée que nous ne savons pas encore exactement quelle est la partie du travail de l'analyseur qui revient à sa portion périphérique, ni celle qui revient à sa portion centrale. D'autre part, l'activité de l'analyseur est étroitement liée au mécanisme formateur de nouveaux réflexes. Ce dernier mécanisme, en effet, ne peut mettre en relation avec le fonctionnement d'un organe qu'un facteur préalablement isolé par l'analyseur. Inversement, on doit forcément admettre que tout phénomène, le plus insignifiant fût-il, s'il a été isolé par un analyseur d'un animal, peut et doit, tôt ou tard, devenir, dans certaines conditions, un excitant spécial d'une fonction quelconque de cet animal. Ainsi, le mécanisme de formation des nouveaux réflexes permet d'étudier, d'une façon précise, l'activité des analyseurs. Chez les animaux supérieurs cette activité est aussi continue que la formation des nouveaux réflexes. Connaissant si mal encore cette activité, on peut difficilement se représenter l'importance qu'elle peut atteindre dans la vie de l'animal, et nous sommes certainement bien souvent amenés à voir des processus très complexes là où il n'y a, en réalité, qu'une analyse extrêmement fine et précise. Il est de la plus haute importance d'étudier systématiquement l'activité des analyseurs. Il faut avant tout déterminer ce que, chez un ani-

mal donné, les analyseurs sont capables de distinguer, d'isoler. J'entends par là toutes les qualités des excitants, leur intensité, leurs limites et leurs combinaisons. En même temps, on doit étudier les lois fondamentales qui régissent l'analyse. La destruction partielle des extrémités périphérique ou centrale des analyseurs fera connaître, peu à peu, les détails des analyseurs. Et ce n'est qu'en combinant ensuite les fonctions de ces différentes parties que l'on arrivera enfin à se représenter nettement le travail discriminatif dont est capable un animal donné.

C'est sur ces deux mécanismes que, depuis douze ans, ont porté nos recherches : mécanisme formateur de nouveaux réflexes et mécanisme des analyseurs. Je me décide aujourd'hui, en m'appuyant surtout sur nos derniers résultats, à faire devant vous un nouvel essai de systématisation des faits que nous avons obtenus.

Je me bornerai à donner un aperçu général, n'insistant que sur les faits qui me paraissent les plus saillants.

Avant tout, deux remarques préliminaires : j'ai appelé « conditionnels » les réflexes nouvellement formés, par opposition aux réflexes habituels que j'ai appelés « absolus ». J'ai voulu souligner ainsi le trait objectif caractéristique de ces réflexes, qui est de dépendre étroitement d'une foule de conditions, leur mode de formation en étant la meilleure illustration. En réalité, ce n'est qu'une question de mots, et on peut aussi bien appeler ces différents réflexes : temporaires et constants, acquis et innés, etc.

Mes collaborateurs et moi étudions les réflexes conditionnels presque exclusivement sur les glandes salivaires. La raison en est la suivante : la glande salivaire est un organe en relation presque directe avec le milieu extérieur (aliments pénétrant de l'extérieur dans la bouche) ; elle n'a, en outre, que des relations intérieures insignifiantes et fonctionne d'une façon indépendante, sans entrer dans des combinaisons complexes comme le fait un muscle, par exemple.

Voici, maintenant, notre façon de procéder. Comme nous l'avons vu, la condition essentielle de la formation de réflexes salivaires conditionnels est la coïncidence de l'action de l'excitant indifférent choisi avec un repas de l'animal,

ou la pénétration d'une solution acide dans sa bouche. Après quelques essais, l'excitant indifférent devient capable de provoquer, seul, la salivation. Un nouveau réflexe a ainsi été formé. L'excitant indifférent s'est frayé un chemin vers une région déterminée du système nerveux central. Il s'est produit une concentration de l'influx nerveux en un nouveau point. On peut transformer en excitant conditionnel d'un centre, non seulement un agent indifférent, mais également un agent lié, même solidement, depuis la naissance, à un autre centre.

Les agents destructeurs, ceux qui déterminent ce qu'en psychologie on désigne par excitations douloureuses, en sont un exemple frappant. La réaction, le réflexe qu'ils déterminent normalement est un réflexe de défense, lutte du système musculaire, éloignement ou destruction de l'agent excitant. Mais par la combinaison systématique de l'excitation électrique de la peau avec l'alimentation de l'animal, c'est-à-dire l'excitation de son centre alimentaire (il existe de nombreuses raisons d'admettre l'existence de ce centre, analogue au centre respiratoire) on peut, sans trop de difficultés, arriver à ce que les excitations, même les plus fortes, ne provoquent qu'une réaction alimentaire et aucune réaction de défense. On peut couper, brûler et détruire de toutes façons la peau, et dans tous ces cas on observe des signes objectifs de ce que l'on peut appeler, à en juger par soi-même, un grand appétit. Le chien se tourne vers l'expérimentateur, se lèche les babines, et laisse écouler une grande quantité de salive. Ce fait a été souvent reproduit, devant le grand public comme devant des collègues. Essayons de l'expliquer.

La seule explication valable est d'admettre que l'excitation nerveuse produite par un agent déterminé, qui jusqu'ici allait dans une certaine région du système nerveux, est dirigée, maintenant, vers une autre région. Il y a donc passage de l'influx nerveux d'une voie à une autre, il y a déviation de l'influx nerveux. Ceci montre clairement que l'excitation, arrivée dans la partie supérieure du système nerveux, est dirigée suivant les circonstances, dans une direction ou dans une autre. Il est probable que c'est justement là ce qui constitue la fonction principale des centres nerveux

supérieurs. Il se passe évidemment la même chose dans le cas de la formation des réflexes conditionnels au moyen d'agents indifférents. L'existence d'une condition absolument déterminée (la coïncidence de l'activité dans la zone du réflexe absolu ou dans celle d'un réflexe conditionnel solidement établi) aiguille l'excitation indifférente, qui, sans cela, se serait répandue dans la masse nerveuse, vers un point déterminé du cerveau. Et là se pose la question de savoir ce qui détermine le choix de la voie prise par l'excitation. C'est, d'après nos résultats actuels, avant tout l'importance physiologique relative des différents centres, ou leur degré d'excitabilité. C'est dans ce sens qu'on pourrait interpréter les faits suivants. Nous avons vu qu'on peut, sans difficulté, faire d'un agent destructeur de la peau un excitant conditionnel de la réaction alimentaire. Cependant, lorsqu'une excitation électrique est déterminée en une région de la peau reposant directement sur un os, c'est-à-dire lorsqu'il y a atteint de l'os par l'excitation, on ne peut obtenir de réflexe conditionnel alimentaire net, quelle que soit la persévérance qu'on y apporte. Les essais faits pour obtenir un réflexe conditionnel à l'acide (sol. d'HCl à 1/2 pour 100) au moyen d'excitations destructives de la peau sont, malgré des efforts répétés, également restés sans effet.

On peut dire, schématiquement, que le centre des excitations destructrices des os est physiologiquement plus fort que le centre d'excitation alimentaire, ce dernier étant lui-même plus fort que le centre de l'acide ; on peut donc dire, en définitive, que l'excitation se dirige vers le centre le plus fort.

Il est toute une série d'autres conditions jouant un rôle dans la formation des réflexes conditionnels. Parmi celles-ci il faut mettre au premier plan la précession, même très courte (2 à 3 secondes), du futur excitant conditionnel, par rapport à l'agent du réflexe absolu qui permettra l'établissement du réflexe conditionnel. Si l'on commence l'expérience en donnant à manger à l'animal ou en lui versant une solution acide dans la gueule, et que l'on ne fasse agir qu'ensuite l'agent dont on veut faire un excitant conditionnel, on empêche la formation du réflexe conditionnel, même si l'intervalle a été très court (3 à 5 secondes). C'est que l'exci-

tant absolu provoque, en un point déterminé des hémisphères cérébraux, un foyer d'excitation qui entraîne un affaiblissement marqué de l'excitabilité du reste des hémisphères. Une excitation frappant, à ce moment, ces régions des hémisphères, se trouve au-dessous du seuil d'excitation, ou bien rencontre un obstacle à sa diffusion dans la masse corticale. Ce n'est que lorsque les hémisphères sont dans un état indifférent que les nouvelles excitations peuvent devenir efficaces et entrer en relation avec les régions corticales qui seront fortement excitées par la suite.

L'isolement rigoureux des excitants dont on veut faire un réflexe conditionnel a, naturellement, une très grande importance. Si, en plus de l'agent choisi, d'autres agents coïncident avec le réflexe absolu, le réflexe conditionnel se formera, non pour l'agent choisi, mais pour les agents étrangers dont on aura négligé de tenir compte, si ces agents sont physiologiquement plus forts que l'agent choisi. Nombre de débutants, et quelques expérimentateurs même pendant tous leurs travaux, n'ont réussi, en fait de réflexes conditionnels, qu'à établir des réflexes provoqués par leur personne même, leurs mouvements, ou les bruits précédant ou accompagnant la nourriture ou l'introduction d'acide dans la gueule du chien. C'est afin d'éviter cela, d'ailleurs, que certains travailleurs de mon ancien laboratoire faisaient toutes leurs observations et même intervenaient sur les animaux à distance, opérant d'une pièce voisine. Dans mon nouveau laboratoire spécial, l'isolement parfait de l'animal en expérience a pu être réalisé grâce à l'élimination, non seulement des excitations involontairement provoquées par l'expérimentateur, mais encore de toutes les variations du milieu environnant.

Je ne m'arrêterai pas sur les autres conditions, moins importantes, qui influencent la rapidité de formation des réflexes conditionnels. Je ne parlerai pas non plus, ici, des différentes espèces d'excitants conditionnels, ni de certaines propriétés des réflexes conditionnels, et je passerai immédiatement à une autre partie importante de la physiologie de ces réflexes.

Comme nous l'avons vu, les réflexes conditionnels sont, dans les conditions normales de la vie, sujets à de grandes

variations, et peuvent souvent disparaître complètement. Ce fait me paraît être la meilleure justification de notre manière d'étudier ces phénomènes. Quelque grande que soit la variabilité des réflexes conditionnels, elle est pourtant, aujourd'hui, entièrement soumise à la volonté de l'expérimentateur. Les réflexes conditionnels peuvent varier d'intensité dans les deux sens. Nous avons étudié, avec un soin particulier, les variations négatives. Ces variations se présentent sous la forme d'une inhibition. Les faits observés nous obligent à admettre, pour l'instant, l'existence de trois sortes d'inhibition : inhibition hypnique, inhibition externe, inhibition interne.

L'inhibition hypnique, qui occupe la première place, se manifeste par un affaiblissement des réflexes conditionnels, suivi de leur disparition complète, tandis que l'animal devient somnolent et finit par s'endormir. Je passe sur les détails intéressants observés dans cette forme d'inhibition.

Nous avons appelé inhibition externe la deuxième forme d'inhibition. Elle est absolument analogue à celle que nous connaissons depuis longtemps et observons souvent dans la physiologie de la moelle. Cette inhibition apparaît sous l'influence d'excitations diverses qui déterminent d'autres réflexes ou, d'une façon générale, une autre activité nerveuse.

La troisième forme d'inhibition, particulièrement curieuse et très intéressante, est ce que nous avons appelé l'inhibition interne. Cette inhibition est liée à l'existence des rapports particuliers entre l'excitant conditionnel et l'excitant absolu qui a servi à établir le réflexe conditionnel. Chaque fois que l'excitant conditionnel, devenu nettement efficace, n'est plus, temporairement ou définitivement, accompagné de l'excitant absolu, son action est inhibée ; quand l'action de l'excitant conditionnel est isolée définitivement, l'inhibition n'apparaît que sous certaines conditions. Voici les différents cas d'inhibition que nous avons observés : c'est, premièrement, l'« affaiblissement » (1), qui se produit lorsque le réflexe conditionnel, une fois formé, est répété à intervalles rapprochés (2, 5, 10 minutes) sans être accompagné du réflexe absolu, sans être « renforcé », comme nous avons

(1) Littéralement, « extinction » (N. des T.).

l'habitude de le dire. Le « retard » vient de ce que, au moment de la formation du réflexe conditionnel, l'excitant absolu ne commence à agir que de 1 à 3 minutes après l'excitant conditionnel. L'« inhibition conditionnelle » apparaît lorsque l'excitant conditionnel, devenu efficace, est systématiquement associé à un autre agent, sans qu'intervienne l'excitant absolu. Enfin l'inhibition « de différenciation », qui se traduit par le fait que les agents de la même catégorie que l'excitant conditionnel, efficaces au début, quoique n'ayant jamais coïncidé avec le réflexe absolu, deviennent ensuite inefficaces par leur répétition. La faculté de supprimer instantanément l'inhibition et de rétablir le réflexe conditionnel est, entre autres, une preuve de l'existence, dans tous ces cas, d'un véritable processus d'inhibition.

Cette libération peut être obtenue avec tout agent extérieur d'intensité moyenne, capable de provoquer, chez l'animal, une réaction d'orientation (bruit forçant l'animal à se retourner, à écouter, etc.) ainsi qu'avec quelques autres excitants. Nous avons appelé « désinhibition » (1) des réflexes conditionnels ce phénomène absolument constant et facile à mettre en évidence.

Pour dominer entièrement tous les phénomènes cités, il faut toujours tenir compte des résidus latents des excitations qui persistent après la suppression de l'excitant. Il en découle un certain nombre de problèmes ayant trait à la durée de cette persistance. Il me suffira de signaler ici que, dans nos expériences, faites dans des conditions différentes et avec des excitants variés, mais, cependant, avec une détermination précise de chacun des cas, cette persistance varie de quelques secondes à quelques jours. On peut affirmer catégoriquement qu'étant donné la rigueur de notre méthode, ces questions sont étudiées avec une très grande précision.

Revenons aux mouvements de l'influx nerveux dans les hémisphères cérébraux. Après avoir prouvé que l'excitation, arrivée dans les hémisphères, se dirige dans telle ou telle autre direction, on peut démontrer que le processus nerveux

(1) Nous emploierons indifféremment les termes désinhibition et libération.
(N. des T.)

se répand en tous sens dans les hémisphères. En voici un exemple démonstratif : un chien paraissant être un chien de garde a un réflexe qui consiste à attaquer toutes les personnes étrangères ; de plus, c'est un chien hargneux, facile à exciter. Lorsque l'expérimentateur habituel se trouve dans la pièce, seul avec le chien, celui-ci reste calme et se prête facilement à l'étude des réflexes conditionnels et de l'inhibition. Mais dès qu'une personne étrangère pénètre dans la pièce, le chien se met à aboyer ; si le nouveau venu fait des gestes menaçants, s'il frappe le chien surtout, la réaction agressive de l'animal atteint son paroxysme. Si le nouveau venu prend la place de l'expérimentateur et reste seul pour continuer l'expérience, on observe le curieux phénomène suivant : bien que le chien continue à aboyer avec fureur, le réflexe conditionnel alimentaire antérieurement établi apparaît, non seulement inaltéré, mais, au contraire, beaucoup plus intense que d'habitude, et se traduit par une salivation très abondante et une impulsion énergique vers la nourriture, qu'il arrache des mains de celui à qui il était hostile l'instant d'avant. Si le nouvel expérimentateur se tient absolument immobile et ne fait que répéter, de temps en temps, l'excitation conditionnelle, en alimentant le chien, celui-ci cesse d'aboyer et ne quitte pas l'expérimentateur des yeux. En même temps, et d'une façon imprévue, l'excitant conditionnel perd son action sur la salivation, et c'est à peine si les aliments offerts déclenchent, au bout de 5 à 10 secondes, une réaction motrice chez l'animal, qui les prend lentement et les mange sans entrain. Mais, que le nouvel expérimentateur se lève, qu'il fasse quelques mouvements, aussitôt la réaction agressive du chien réapparaît violente, en même temps que se rétablit énergiquement le réflexe conditionnel à la nourriture.

Voici l'explication que je crois pouvoir donner de ces phénomènes : l'excitation provoquée par les gestes du nouveau venu détermine, par sa violence extrême, en même temps qu'un réflexe dirigé contre l'intrus, une réaction du centre alimentaire réflexe. Lorsque l'intensité du réflexe s'atténue, l'excitation se concentre en un point particulier du système nerveux et abaisse l'excitabilité du centre du réflexe alimentaire. Les expériences que nous venons de

décrire concordent avec d'autres expériences analogues portant sur l'action réciproque des différents réflexes alimentaires, et sur l'action réciproque des réflexes à la chaleur et au froid ; elles concordent également avec le fait connu depuis 1870, d'après lequel l'excitation électrique prolongée des différents points de la zone motrice des hémisphères déclenche un accès de convulsions généralisées. Tous ces faits montrent que l'irradiation de l'excitation, de son point d'origine à toute l'étendue de l'écorce des hémisphères, est un phénomène fondamental et indiscutable de l'activité des hémisphères.

A côté de cette dispersion de l'excitation, notre expérience montre également l'existence du phénomène inverse, le rassemblement, la concentration de l'excitation à son point de départ : seconde phase du processus.

Ce phénomène se manifeste, d'une façon particulièrement démonstrative, au cours du processus nerveux que nous avons appelé l'inhibition interne. Quoique ce fait soit décrit en détail dans mon dernier article, paru en langue française, je me permettrai, pour que mon exposé soit complet, d'en dire encore quelques mots ici. On dispose le long de la patte postérieure d'un chien, à une certaine distance les uns des autres, une série de petits appareils destinés à provoquer une excitation mécanique de la peau, et l'on fait de ces excitations des excitants conditionnels de la réaction alimentaire. L'appareil inférieur a été différencié des autres (simplement en n'accompagnant pas son action de nourriture, ce qui a donné lieu, dans la région corticale correspondante, à un processus d'inhibition interne). En faisant alors fonctionner cet appareil inférieur l'expérimentateur peut, pour ainsi dire, suivre des yeux le processus d'inhibition, qui se répand d'abord, irradie, puis se concentre peu à peu à son point de départ.

Au cours de nos études sur les réflexes conditionnels, la question de l'hypnotisme et du sommeil s'est, d'elle-même, posée devant nous. Le fait suivant, assez inattendu, s'est produit, d'abord sporadiquement, puis systématiquement avec tous les chiens étudiés au point de vue des réflexes conditionnels. Lorsqu'on fait *constamment* agir l'excitant conditionnel 1/2, 1 ou 3 minutes avant de lui associer l'ex-

citant absolu, il se produit ce que nous avons appelé plus haut un « retard » du réflexe conditionnel, autrement dit, l'action de l'excitation conditionnelle se manifeste de plus en plus tard après le début de son application, se rapprochant progressivement du moment où on lui associe l'excitant absolu. La période pendant laquelle l'excitation conditionnelle est latente, est une phase d'inhibition interne. Mais les faits ne s'arrêtent habituellement pas là. L'effet de l'excitation conditionnelle, après avoir été de plus en plus retardé, finit par ne pas se manifester du tout pendant la période où cette excitation agit seule. Cet effet peut, cependant, être rétabli, en retardant l'intervention de l'excitant absolu. Mais ce moyen cesse rapidement d'être efficace, et l'excitation conditionnelle devient alors absolument inactive, en même temps qu'apparaît une sorte d'état cataleptique (le chien, indifférent aux excitations extérieures, est figé en une pose quelconque) ou, plus souvent, un sommeil irrésistible avec relâchement musculaire. La rapidité d'apparition et l'intensité du phénomène décrit dépendent de certaines conditions : intensité absolue et propriétés de l'excitant conditionnel, grandeur de l'intervalle écoulé entre le début de l'application des excitants conditionnel et absolu, nombre de répétitions du réflexe conditionnel aboli. Il existe, d'ailleurs, des différences individuelles très marquées. Le sommeil ou l'état cataleptique cessent lorsque le début de l'application de l'excitant conditionnel ne précède que de 3 à 5 secondes celui de l'excitant absolu. Il est clair que ce phénomène est intimement lié à ceux de l'hypnotisme et du sommeil. Je reviendrai plus tard sur ce sujet, en traitant des expériences portant sur l'ablation partielle des hémisphères.

Je voudrais rappeler, en terminant cette partie de mon exposé sur les réflexes conditionnels, que le temps est un excitant aussi réel que les autres, excitant qui a pu servir à l'étude précise des phénomènes de différenciation, d'inhibition et de désinhibition. C'est dans l'expérimentation précise décrite que réside, j'en suis convaincu, la solution du problème du temps qui, toujours, passionna les philosophes.

Pour être complet, signalons les faits concernant l'activité

des analyseurs, cette partie de notre travail s'étant développée depuis les publications faites, en allemand, sur la question. Nous avons poursuivi l'étude des propriétés et des intensités de nouveaux excitants isolés par les différents analyseurs de l'animal. Nous avons, en outre, réuni un grand nombre de faits confirmant la généralité de la loi de l'analyse. D'après cette loi, au début de l'application de certains excitants conditionnels une plus ou moins grande partie de l'analyseur est intéressée dans cette relation conditionnelle, et ce n'est que plus tard, par la répétition de l'excitation accompagnée de l'excitation absolue, et l'application d'excitations semblables agissant isolément, que l'excitant conditionnel se différencie nettement, c'est-à-dire correspond à une partie infime de l'analyseur. Quant aux recherches concernant les limites et la précision du travail des analyseurs, elles ont, malheureusement, été arrêtées par l'imperfection de l'instrumentation dont nous disposions.

Un soin particulier a présidé à l'étude du processus d'inhibition, par lequel s'effectue la différenciation des excitants de même espèce que l'excitant choisi et qui, presque aussi actif que lui au début, deviennent peu à peu inefficaces, à mesure que se réalise la discrimination. Ce processus d'inhibition différentielle est facilement accessible à l'étude dans les cas d'inhibition résiduelle (inhibition persistant dans le système nerveux après l'action d'excitants différenciés, inefficaces). Plus le degré de différenciation est élevé, plus l'inhibition résiduelle est intense. Une différenciation commençante, nouvellement ébauchée, inhibe plus fort qu'une différenciation déjà établie. Plus la différenciation est solidement établie, plus l'inhibition résiduelle est de courte durée. En appliquant plusieurs fois de suite, au cours d'une même expérience, l'agent inefficace différencié, on peut renforcer l'inhibition résiduelle, par accumulation. La désinhibition peut intéresser l'excitant différencié lui-même, aussi bien que l'inhibition résiduelle, etc.

Maintenant que le travail du système nerveux supérieur nous apparaît comme essentiellement formé de deux mécanismes, le mécanisme des liaisons nouvelles des excitants et le mécanisme de leur analyse, nous avons à étudier l'action, sur ces phénomènes, des destructions partielles ou des lésions

structurales des hémisphères, siège probable de l'activité nerveuse supérieure. Limité par le temps, je me contenterai de citer quelques exemples ayant trait à cette étude.

Les expériences portant sur les réflexes conditionnels de l'analyseur cutané ont été parmi les plus nettes, les plus concluantes. Les voici en quelques mots : lorsque l'on fait de l'excitation mécanique de différents points de la peau un excitant conditionnel de la réaction alimentaire (ce qui est facile car, au début, tout excitant conditionnel est généralisé), et que l'on fait l'ablation de certaines parties des lobes antérieurs (g. g. coronarius et ectosylvius), on constate que les réflexes conditionnels disparaissent dans une zone cutanée bien limitée, tandis qu'ils restent absolument normaux sur le reste de la peau. Il est intéressant de noter que l'excitation mécanique des points de la peau devenus inefficaces détermine une forte inhibition des réflexes conditionnels partant des régions restées normales, en même temps que l'on constate l'apparition rapide de la somnolence et du sommeil, phénomènes que l'animal ne présentait jamais auparavant. Lorsque, avec le temps, les réflexes conditionnels se rétablissent, on observe dans cette région des troubles de la différenciation des excitants, ou bien l'absence totale d'une analyse particulière, ou bien l'existence d'anomalies de la différenciation. Le fait suivant mérite particulièrement d'être retenu, comme étant stationnaire et pouvant durer des années. En certains points de la peau, le réflexe conditionnel ne peut exister que s'il coïncide presque chaque fois avec le réflexe absolu correspondant. Dès que l'adjonction de l'excitant absolu est systématiquement retardé, ne serait-ce que de 10 à 15 secondes, le réflexe conditionnel disparaît rapidement et l'animal devient somnolent, cependant que d'autres régions de la peau, même très voisines, ont des réflexes conditionnels normaux. Ainsi, le phénomène normal que j'ai signalé plus haut et qui, à mon avis, est parent de l'hypnotisme et du sommeil, se trouve nettement renforcé après l'ablation d'une région quelconque de l'écorce. Je suis convaincu que l'analyseur cutané, grâce à ses prérogatives indiscutables, deviendra un des objets d'étude les plus importants pour les recherches sur l'activité des hémisphères cérébraux.

Les réflexes conditionnels peuvent être obtenus au moyen d'excitations portant sur l'appareil moteur, par exemple en provoquant la flexion de la patte au niveau d'une articulation quelconque, lorsque ce mouvement a été nettement différencié de l'excitation concomitante de la peau. L'ablation successive de différentes parties de la région antérieure des hémisphères, en laissant subsister le réflexe à la flexion en l'absence du réflexe cutané, dans un cas, et le réflexe cutané sans le réflexe à la flexion, dans l'autre, prouve, d'une façon définitive, la possibilité d'une telle différenciation.

Allons plus loin. Des expériences ont pu être effectuées sur un chien auquel on avait enlevé la moitié postérieure des deux hémisphères et qui, après cette opération, resta plusieurs années en parfaite santé. Il était facile d'établir, chez cet animal, un réflexe conditionnel pour des intensités différentes d'éclairage de la chambre, mais aucun réflexe ne put être obtenu pour des objets distincts. De même, on a pu obtenir, chez ce chien, sans aucune difficulté, des réflexes conditionnels aux sons avec une différenciation très précise des notes, et cependant il existait une grande différence entre cet analyseur et l'analyseur auditif normal : alors que l'analyseur auditif d'un chien normal est capable de distinguer un groupe de sons d'un autre groupe constitué des mêmes sons, mais combinés différemment, par exemple quelques notes ascendantes des mêmes notes descendantes, cette différenciation ne put être obtenue chez notre chien, malgré une grande persévérance. Il semble que les lésions des hémisphères aient rendu cette différenciation impossible. De ces faits il résulte que les limites des analyseurs visuel et auditif doivent être notablement élargies, et que la destruction partielle, localisée, des extrémités centrales des analyseurs, entraîne une certaine altération de leur activité. Les conditions idéales pour l'étude des hémisphères me semblent devoir être remplies lorsque l'on disposera, chez un animal donné, d'un si grand nombre de différenciations que la moindre lésion des hémisphères se manifestera immédiatement par une déficience nette du système différenciateur.

Pour terminer, je citerai un fait qui me paraît particulièrement intéressant et instructif. Voici un chien auquel on

a enlevé la moitié antérieure des deux hémisphères. Tous les réflexes conditionnels existants ont disparu. Ce chien, chez lequel ont disparu toutes les relations normales avec le monde extérieur, est incapable de saisir les aliments qui se trouvent devant lui, ne reconnaît aucun objet, aucune personne, aucun animal et, lorsqu'il marche, se cogne à tous les obstacles et aboutit à des impasses. Et cependant on peut, chez cet animal, obtenir des relations nerveuses complexes absolument normales. On peut, par exemple, obtenir un « réflexe salivaire conditionnel à l'eau ». Lorsqu'un chien normal boit de l'eau ou qu'on lui verse de l'eau dans la bouche, il n'apparaît, habituellement, aucune salivation ou, tout au plus, une ou deux gouttes de salive. Mais si on introduit, au préalable, dans la bouche du chien, une solution acide, l'eau provoquera ensuite une salivation abondante. Il est probable que les différentes excitations qui composent l'acte de l'introduction forcée d'un liquide dans la bouche du chien et qui accompagnent l'action réflexe de l'acide deviennent des excitants conditionnels de la réaction à l'acide et agissent comme tels lors de l'introduction de l'eau. Ce phénomène de salivation possède toutes les propriétés des réflexes conditionnels. Sans difficulté, chez le chien dont je parle, on pouvait obtenir, à l'aide d'une solution acide, le réflexe conditionnel à l'eau, l'agent conditionnel étant nécessairement, dans ce cas, soit l'action mécanique de l'eau, soit, lorsqu'elle n'était pas distillée, les substances dissoutes neutres.

Ce résultat a été vérifié sur un autre chien ; chez celui-ci, au cours de l'ablation des lobes antérieurs, on avait respecté l'appareil olfactif. Sur ce chien, en tout semblable au précédent, on pouvait, en plus du réflexe conditionnel à l'eau, obtenir des réflexes conditionnels typiques à l'odeur. A l'autopsie on constata que la partie postérieure des hémisphères était elle-même atrophiée chez les deux chiens. Au cours de l'ablation de la partie antérieure, on avait donc détruit les connexions de la partie postérieure. En résumé, nos animaux paraissaient ainsi être, à la fois, en langage psychologique, idiots, à en juger par leur système musculaire, et intelligents, d'après l'activité de leurs glandes salivaires.

Je ne m'arrêterai que sur deux des conclusions qui

découlent de ces dernières expériences. L'avantage de l'emploi de la glande salivaire, comme indicateur des phénomènes nerveux supérieurs, est évident. Si l'on s'était basé sur la seule activité du système musculaire, on aurait ignoré que les processus nerveux complexes continuent d'exister même après ablation de la moitié antérieure des hémisphères. En outre, ces expériences portent un coup sérieux à la classification psychologique des phénomènes subjectifs. Dans ce cas, en effet, il y aurait, du point de vue psychologique, une contradiction irréductible et un enchaînement incompréhensible des phénomènes.

Aucun réflexe conditionnel n'a pu être obtenu par nous, ni par d'autres auteurs, sur l'animal privé complètement de ses hémisphères cérébraux. Les hémisphères apparaissent donc comme l'organe de l'analyse des excitations et de la formation des nouveaux réflexes, des nouveaux liens. Ils constituent l'organe chargé d'assurer de mieux en mieux le parfait équilibre de l'organisme avec le milieu extérieur, l'organe permettant à l'animal de réagir d'une façon adéquate et immédiate aux différentes combinaisons et variations des phénomènes du monde extérieur, bref, l'organe spécialement affecté au développement incessant de l'organisme.

On peut admettre que quelques-uns des réflexes conditionnels nouvellement formés deviennent héréditaires, se transforment en réflexes absolus.

En terminant, je puis affirmer que tous les faits décrits sont très faciles à reproduire. Avec l'aide de mes collaborateurs, à qui j'exprime ici ma profonde gratitude, j'ai reproduit ces expériences, avec plein succès, dans mes deux cours systématiques sur les réflexes conditionnels, lors de présentations faites devant des sociétés savantes et, enfin, dans nos laboratoires, devant un grand nombre de collègues russes et étrangers.

Jamais, au cours de nos travaux sur ce sujet, ne s'est manifesté le besoin de recourir aux notions psychologiques, ni d'utiliser les explications basées sur ces notions.

Je dois reconnaître que lorsque, autrefois, je rencontrais quelque difficulté dans l'explication causale des phénomènes, j'avais recours, moitié par habitude, moitié, peut-

être, par une sorte de lâcheté intellectuelle, aux explications psychologiques considérées comme les plus logiques. Mais bientôt je compris mon erreur : mon embarras venait de ce que je ne voyais pas d'explication naturelle des phénomènes. L'aide de la psychologie est purement verbale : « l'animal s'est souvenu, l'animal a voulu, l'animal a deviné », etc., ce ne sont que des formules du domaine de l'adéterminisme, ne recherchant pas de véritable cause.

Les méthodes d'étude de l'activité nerveuse supérieure des animaux, basées sur des notions psychologiques, pareilles à la recherche de l'issue d'un labyrinthe, permettent, puisqu'elles posent des questions nouvelles, d'acquérir des données utiles à la science ; mais ces faits ne sont pas reliés entre eux, et ne peuvent conduire aux origines, aux éléments de l'activité nerveuse supérieure, ceux-ci demandant, par eux-mêmes, à être analysés et expliqués. Pour que l'étude des fonctions du système nerveux supérieur soit précise et progresse régulièrement, il est indispensable que les notions fondamentales soient exclusivement physiologiques. Celles que nous avons formulées permettent un travail fructueux. L'avenir montrera si ces notions sont exactes, et si elles sont suffisantes.

De la grande variabilité de l'inhibition interne des réflexes conditionnels (1)

L'étude des réflexes conditionnels, à laquelle mes collaborateurs et moi avons déjà consacré plus de dix ans, comporte plusieurs chapitres. Dans celui qui a trait à l'inhibition des réflexes conditionnels, on distingue trois sortes d'inhibition : l'inhibition hypnogène, l'inhibition externe et l'inhibition interne. La présente communication traitera des caractères généraux de l'inhibition interne.

Celle-ci apparaît chaque fois que l'excitant conditionnel d'une fonction quelconque de l'organisme est répété un certain nombre de fois, ou même constamment (mais dans ce dernier cas dans des conditions tout à fait particulières), sans être suivi de l'application de l'excitant absolu qui a servi à l'établir.

On peut décrire plusieurs types d'inhibition interne : « disparition progressive » des réflexes conditionnels, « retard », « inhibition conditionnelle », « inhibition de différenciation ».

Lorsqu'on répète plusieurs fois de suite un excitant conditionnel fortement actif, sans lui associer l'excitant absolu correspondant, il perd rapidement (en quelques minutes) son action habituelle, non par abolition du réflexe conditionnel, mais par inhibition de ce réflexe. Nous avons appelé ce phénomène, qui de tous les genres d'inhibition interne a été le premier observé, affaiblissement des réflexes conditionnels. Lorsque l'excitant absolu n'est systématiquement associé à l'excitant conditionnel qu'au bout de plusieurs secondes ou même minutes et non plus presque immédiatement après, comme au moment de l'établissement du réflexe conditionnel, l'action de l'excitant conditionnel ne se mani-

(1) Article paru dans le *Berliner Klinische Wochenschrift*, 1914, numéro du jubilé de P. Erlich.

teste que de plus en plus tardivement, après une période de latence pouvant durer quelques secondes et même quelques minutes. Ceci constitue également une forme de l'inhibition, que nous avons appelée le retard des réflexes conditionnels. Lorsqu'un excitant conditionnel est combiné avec un agent indifférent quelconque et que cette combinaison n'est jamais accompagnée de l'excitant absolu correspondant, l'excitant conditionnel perd peu à peu dans cette combinaison son pouvoir excitateur ; à ce phénomène, dû, lui aussi, à l'inhibition interne, nous avons donné le nom d'inhibition conditionnelle. Chaque fois que d'un agent quelconque on a fait un nouvel excitant conditionnel, tous les agents de même espèce sont également efficaces. Mais si l'on répète un certain nombre de fois l'agent choisi, devenu excitant conditionnel, les agents voisins perdent leur action d'emprunt. Ce phénomène, qui est encore un phénomène d'inhibition, a reçu le nom d'inhibition de différenciation.

Toutes ces formes d'inhibition peuvent être facilement supprimées, autrement dit, elles peuvent être inhibées à leur tour. Ce fait se produit sous l'influence d'excitations nouvelles surgissant dans le milieu qui entoure l'animal, excitations qui provoquent chez lui une réaction d'orientation, par exemple ; la conséquence de cette action est le rétablissement du réflexe inhibé. C'est ce que nous avons appelé la libération du réflexe (1).

Plus on fait d'expériences sur les réflexes conditionnels et plus on rencontre de faits montrant que ce processus d'inhibition interne est en général beaucoup plus labile que le processus d'excitation conditionnelle, autrement dit, les manifestations de l'inhibition interne sont beaucoup plus sensibles à l'influence d'excitations accidentelles que les manifestations des excitants conditionnels. Ces faits sont d'observation constante. Si je pénètre dans la pièce où mes collaborateurs font leurs expériences sur les réflexes conditionnels, l'inhibition qui peut exister à ce moment chez les animaux, quelle que soit sa forme (affaiblissement, retard, etc.) se trouve profondément troublée. tandis que

(1) Littéralement « désinhibition ». Nous emploierons les deux termes indifféremment. (N. des T.).

l'excitation conditionnelle une fois bien établie ne subit aucune modification, ou presque.

Le processus de disparition progressive s'observe rarement dans de bonnes conditions ; le plus souvent il est interrompu brusquement par une excitation accidentelle, excitation sonore en particulier, qui rend à l'excitant toute son efficacité. Voici maintenant un fait, survenu d'une façon bien imprévue, et qui est particulièrement frappant. J'avais décidé de faire deux conférences sur les réflexes conditionnels devant un public nouveau et nombreux et d'accompagner, d'illustrer ces conférences d'expériences. La première conférence porta sur le mécanisme de la formation des réflexes conditionnels, et les expériences correspondantes réussirent pleinement. La seconde, consacrée à l'activité des analyseurs du système nerveux supérieur, devait comporter des expériences montrant la différenciation des excitants. Le choix avait porté pour cette démonstration sur des excitants différenciés solidement et depuis longtemps ; or, les expériences échouèrent complètement. Les excitants conditionnels, jusque là constamment efficaces, et les agents absolument inefficaces dans les laboratoires avaient exactement le même effet. Il apparut nettement que les excitants qui, dans ce nouveau cadre, agissaient sur l'animal, n'étaient pas assez forts pour inhiber ces réflexes conditionnels, pourtant déjà un peu affaiblis par leur répétition dans la seconde conférence, mais suffisaient à détruire complètement le processus d'inhibition dont dépend la différenciation d'excitants voisins.

L'inhibition interne, sous sa forme de retard, apparaît particulièrement sensible dans les expériences où l'excitant conditionnel de la réaction alimentaire est une forte excitation de la peau par un courant d'induction (expériences de Erofeiev). Dans ces expériences, l'alimentation des animaux, c'est-à-dire l'excitation alimentaire, suivait toujours de 30 secondes le début du passage du courant. Longtemps après la formation de ce réflexe conditionnel, l'effet, mesuré par la quantité de salive émise en ces 30 secondes, était intense et apparaissait rapidement. Puis cet effet devint de moins en moins grand et en même temps le début de la salivation s'éloignait de plus en plus du début de l'action de l'excitant

conditionnel, pour se rapprocher du moment de l'alimentation : il y avait donc retard du réflexe conditionnel. A ce stade de l'expérience l'influence des excitations accidentelles, surtout sonores, bien entendu, sur l'intensité du réflexe conditionnel pendant les 30 secondes qui précédaient l'alimentation, était énorme et abolissait le retard du réflexe conditionnel qui retrouvait presque intégralement sa valeur première.

Il eût été intéressant d'exposer à ce moment un disque de phonographe enregistreur, pour établir un parallélisme exact entre les sons et les phénomènes de désinhibition.

De telles observations ne font que confirmer l'expérimentateur dans sa conviction que nous approchons progressivement de la constatation précise et de l'enregistrement de l'influence constante du milieu extérieur sur l'organisme animal, par l'intermédiaire du système nerveux central, et que nous approchons ainsi de la détermination scientifique de toute l'activité des êtres vivants, y compris celle, supérieure, de l'homme lui-même.

De la « véritable physiologie » du cerveau (1)

J'ai été chargé par le président du Comité d'organisation de ce Congrès de faire, dans la section de psychologie, un rapport sur les recherches effectuées dans mes laboratoires sur le travail du cerveau. C'est avec une grande satisfaction que j'ai accepté cette mission, heureux de pouvoir échanger des idées avec les représentants autorisés de la psychologie sur une question de si grande actualité.

Il y a quelques années, notre vénéré président écrivait les lignes suivantes : « lorsque les physiologistes auront créé, à côté des psychologues, une physiologie du cerveau, j'entends une physiologie véritable, et non des bribes de physiologie présentées sous ce nom, une physiologie capable de parler par elle-même, sans que le psychologue lui dicte mot par mot ce qu'elle a à dire, nous verrons s'il y a avantage à supprimer la psychologie humaine et, partant, la psychologie comparée. Mais nous n'en sommes pas encore là. »

Ces paroles étaient pleinement justifiées à l'époque, et la façon de poser le problème tout à fait logique.

Les travaux de mes très nombreux collaborateurs, les miens propres, ceux enfin de divers autres auteurs me permettent d'affirmer avec une conviction profonde que la physiologie des hémisphères (une « véritable » physiologie telle que l'entend le professeur Claparède) est née et grandit rapidement, physiologie qui n'utilise pour l'étude de l'activité normale et pathologique des hémisphères des animaux que des notions purement physiologiques, n'éprouvant à aucun moment le besoin de recourir aux notions ou aux termes psychologiques. Les travaux de cette nouvelle branche scientifique sont uniquement basés, comme dans toutes les autres branches de la science, sur des faits, et ces faits s'amassent

(1) Rapport préparé pour le Congrès de psychiatrie, neurologie et psychologie, ayant dû avoir lieu en Suisse, en août 1914, et remis à cause de la guerre.

très rapidement, élargissant continuellement l'horizon du nouveau domaine.

Je ne ferai qu'esquisser en quelques traits généraux les notions fondamentales et les principaux faits de cette physiologie du cerveau, pour m'arrêter ensuite plus longuement sur un point intéressant qui me paraît particulièrement à sa place dans cette réunion.

Les fonctions essentielles des centres nerveux supérieurs consistent en la formation de nouveaux liens temporaires entre les phénomènes extérieurs et le travail des organes, d'une part, et la décomposition par l'organisme de la complexité du milieu extérieur en ses éléments, d'autre part.

Ces fonctions permettent des rapports plus étroits et plus affinés entre l'organisme animal et le milieu environnant, autrement dit, un meilleur équilibre de cet ensemble de substance et d'énergie qui constitue l'organisme animal avec les substances et les forces du milieu environnant. Les rapports constants entre le milieu extérieur et le travail des organes, fonction des centres nerveux inférieurs, sont depuis longtemps connus en physiologie sous le nom de réflexes. La fonction des centres nerveux supérieurs consiste en la formation de réflexes nouveaux, temporaires ; de sorte que le système nerveux n'est pas uniquement conducteur mais aussi créateur. La physiologie moderne étudie donc deux sortes de réflexes : les uns permanents, les autres temporaires (innés et acquis, génériques et individuels). Nous avons appelé, d'un point de vue purement pratique, les premiers des réflexes absolus, les seconds des réflexes conditionnels. Il est extrêmement probable (et il en existe déjà quelques exemples) que les réflexes conditionnels deviendront peu à peu absolus, lorsque plusieurs générations se seront succédées dans les mêmes conditions de vie. Ce mécanisme serait ainsi un des facteurs du développement continu de l'organisme animal.

De même, les centres nerveux inférieurs sont chargés de l'analyse inférieure, qui, comme le réflexe inné, est depuis longtemps connue en physiologie. Lorsque, par exemple, une série d'excitations, de nature ou de localisations différentes, atteint la peau d'un animal décapité, et qu'il répond par des réactions physiologiques différentes. c'est grâce à son appa-

reil analyseur inférieur. Les centres nerveux supérieurs comprennent les extrémités centrales des analyseurs les plus fins et les plus variés ; et les éléments les plus infimes du monde extérieur, isolés par ces analyseurs, donnent naissance à des liaisons nouvelles avec l'organisme, formant ainsi des réflexes conditionnels, tandis que, dans les centres nerveux inférieurs, seul un petit nombre d'agents, agents d'ailleurs relativement complexes, font partie des réflexes constants.

Le trajet de l'influx nerveux dans le réflexe, absolu inné est, on le sait, appelé arc réflexe. Cet arc comprend, dans les centres nerveux inférieurs, trois parties : réceptrice, conductrice, effectrice.

Ainsi que de nombreuses observations l'ont depuis longtemps montré, le réflexe conditionnel apparaît forcément lorsqu'un certain nombre, peu élevé, de conditions sont réunies ; il n'y a donc aucune raison de considérer sa formation comme étant un processus particulièrement complexe. Chaque fois qu'un agent indifférent coïncide avec l'action d'un excitant réflexe, cet agent devient, au bout d'une ou deux coïncidences, capable de provoquer lui-même ce même acte réflexe.

Nous avons constamment employé, dans nos expériences, pour former de nouveaux réflexes conditionnels, deux réflexes absolus, le réflexe à l'alimentation et le réflexe à l'introduction d'une solution acide dans la bouche du chien, en mesurant chaque fois la réaction sécrétoire des glandes salivaires et, accessoirement, la réaction motrice qui, positive dans le premier cas, est négative dans le second. Un réflexe conditionnel peut également être formé à l'aide d'un autre réflexe conditionnel établi depuis longtemps. Enfin, un réflexe conditionnel peut être fait avec un excitant déjà lié à un autre centre réflexe, quelquefois même solidement, d'une façon permanente. L'excitation destructive en est un bon exemple. Lorsqu'on excite la peau d'un chien, au moyen d'un courant électrique d'une certaine force, on provoque chez l'animal une réaction de défense. En associant plusieurs fois un repas à cette excitation, on peut arriver à ce que ce même courant, ou même un courant plus fort, ou une destruction mécanique ou thermique de la peau, ne provoque plus aucune réaction

de défense, mais une vive réaction alimentaire (le chien se tournant vers la nourriture et laissant écouler une grande quantité de salive). Un détail de la plus haute importance dans la formation des réflexes conditionnels est que l'excitant conditionnel choisi doit, non pas coïncider exactement avec l'excitant de l'ancien réflexe, mais le précéder toujours de quelques secondes.

Je passe de nombreux détails sur le mode de formation de nouveaux réflexes conditionnels, la classification de ces réflexes, leurs caractéristiques générales.

En ce qui concerne l'activité des analyseurs, on observe qu'au début tous les excitants entrent dans la constitution du nouveau réflexe ; plus tard seulement, ils se spécialisent peu à peu ; autrement dit, lorsqu'on fait un excitant conditionnel d'un certain son, par exemple, tous les autres sons agissent aussi au début, même des coups et des bruits variés ; puis par la répétition de l'excitant conditionnel, l'écart des sons efficaces se rétrécit de plus en plus jusqu'à ce que seuls les sons différant d'un ton, ou même d'une fraction de ton, du son choisi soient efficaces. On détermine ainsi la limite de l'activité des analyseurs, qui atteint, pour certains analyseurs de notre animal, une finesse incroyable et est vraisemblablement encore perfectible. Une plus ou moins grande destruction de l'extrémité cérébrale des analyseurs entraîne une limitation plus ou moins marquée de l'analyse.

L'acte analytique, comme le réflexe conditionnel, présente, pendant toute la vie, de nombreuses oscillations. Outre les modifications chroniques que je laisse de côté, il peut subir également des modifications brusques, dans un sens ou dans l'autre. Nous avons jusqu'à présent étudié surtout les modifications rapides des réflexes conditionnels dans le sens négatif. Nous avons désigné cette modification d'un mot couramment employé en physiologie. l'inhibition, et les faits observés nous conduisent à en distinguer trois aspects : l'inhibition externe, l'inhibition interne et l'inhibition hypnogène.

L'inhibition externe, en tous points analogue à l'inhibition connue depuis longtemps dans la physiologie des centres nerveux inférieurs, apparaît lorsqu'un nouveau réflexe inhibe le réflexe existant. C'est vraisemblablement la mani-

festation d'un antagonisme incessant des différents excitants externes et internes, luttant à chaque instant pour la prédominance de leur action sur l'organisme. L'inhibition externe se présente elle-même sous plusieurs aspects.

L'inhibition interne est déterminée par l'action réciproque du nouveau réflexe et de celui qui a servi à le former, et se manifeste chaque fois que l'excitant conditionnel, d'une façon occasionnelle ou permanente, mais alors dans des circonstances particulières, n'est plus accompagné de l'excitant qui l'a engendré. Nous avons pu distinguer jusqu'ici quatre aspects de cette inhibition. Je n'en décrirai, par économie de temps, qu'un seul, le premier étudié, celui que nous avons appelé l'affaiblissement du réflexe conditionnel. Lorsque l'excitant conditionnel est répété un certain nombre de fois à court intervalle (2, 3, 5 minutes, etc.) sans être accompagné de l'excitant qui a servi à le former, il perd peu à peu son action et finit par devenir complètement inefficace. Le réflexe conditionnel n'est cependant pas détruit, mais seulement momentanément inhibé, car il se rétablit de lui-même au bout de quelque temps. Ce fait mérite particulièrement d'être retenu : j'y reviendrai plus loin.

L'inhibition interne sous toutes ses formes peut être supprimée, inhibée à son tour, autrement dit les réflexes qu'elle inhibait se libèrent, se désinhibent, lorsqu'un agent inhibiteur externe d'intensité moyenne vient agir sur l'animal. C'est pourquoi l'étude de l'inhibition interne demande un laboratoire spécialement aménagé, sans quoi tout agent accidentel (le plus souvent un son), peut à chaque instant entraver l'expérience.

Enfin, un dernier aspect de l'inhibition est l'inhibition hypnogène, qui règle les échanges chimiques de l'organisme en général et ceux du système nerveux en particulier. Elle se présente sous la forme du sommeil habituel ou sous celle du sommeil hypnotique.

En décrivant l'activité du système nerveux, on est obligé de tenir continuellement compte de l'intensité absolue et relative des différents excitants et du degré de persistance latente des excitations. Ces deux grandeurs sont mises en évidence dans les expériences et peuvent être étudiées et

mesurées sans difficulté particulière. Il est même étonnant de voir l'importance qu'ont ici les notions d'intensité et de mesure, et l'on comprend alors que les Mathématiques, science des chiffres et de leurs rapports, soient tout entières une conception du cerveau humain.

Nos expériences montrent nettement les caractéristiques individuelles des systèmes nerveux des différents animaux d'expériences, chacun d'eux pouvant être souvent désigné avec précision par un chiffre, comme nous le verrons plus loin dans un exemple.

En étudiant les deux fonctions principales du cerveau, nous avons peu à peu découvert les propriétés fondamentales de la substance nerveuse. Une de ces propriétés est le mouvement propre des processus nerveux dans cette masse cérébrale. Déjà, en se basant sur nos derniers travaux, on peut formuler la loi fondamentale de l'activité nerveuse supérieure : cette loi est celle de l'irradiation du processus nerveux et de sa concentration consécutive. Elle s'applique à l'excitation comme à l'inhibition, nous l'avons étudiée avec une attention particulière à propos de l'inhibition interne. Ce sont ces expériences dont j'ai maintenant à vous parler.

Voici un chien, chez lequel l'excitation mécanique de plus de vingt points de la peau est devenue un excitant conditionnel de la réaction à l'acide, c'est-à-dire qu'à chaque excitation mécanique de ces régions, à l'aide d'un dispositif spécial, on observe une salivation abondante et une réaction motrice concomitante. L'effet est identique quel que soit le point touché. Voyons, maintenant, l'expérience elle-même.

On excite mécaniquement un point quelconque de la peau pendant un temps déterminé, soit trente secondes. On obtient un réflexe salivaire, que l'on mesure exactement. On n'associe pas, dans cette expérience, l'excitant absolu (l'introduction de la solution acide dans la bouche du chien) à l'excitant conditionnel. On obtient un effet réflexe moindre. On répète ainsi l'excitation jusqu'à ce que le réflexe conditionnel devienne nul. C'est ce que nous avons appelé la disparition progressive du réflexe conditionnel, une des formes de l'inhibition interne. On a créé ainsi un processus d'inhibition en un point donné de l'extrémité cérébrale de l'analyseur cutané, c'est-à-dire de la région des hémisphères qui

est reliée à la peau. Suivons maintenant l'évolution de ce processus. Aussitôt que l'excitation est devenue inefficace (première disparition du réflexe), on essaie d'exciter une autre région de la peau, distante de 20 ou 30 centimètres de la première, le chien étant de taille moyenne ; on obtient l'effet habituel, soit 30 divisions d'un tube gradué dans lequel on reçoit la salive. On répète la même expérience le lendemain ou le surlendemain, mais en excitant la nouvelle région, non plus immédiatement après la disparition de la réaction au niveau de la première région, mais 5 secondes après. L'effet sécrétoire est dans ce cas diminué : on ne recueille que 20 divisions de salive (second affaiblissement). La même expérience est répétée une troisième fois avec un intervalle de 15 secondes entre les deux excitations, et la salive émise ne remplit que 5 divisions du tube. Avec un intervalle de 20 secondes, la salivation devient nulle. Si l'on pousse l'expérience plus loin, on observe qu'avec un intervalle de 30 secondes, l'effet sécrétoire réapparaît, donnant 3-5 divisions. Pour un intervalle de 40 secondes, la salivation atteint 15-20 divisions, pour un intervalle de 50 secondes, 20-25 divisions et pour un intervalle de 60 secondes l'effet normal est complètement rétabli. Pendant tout ce dernier intervalle (60 secondes) et même beaucoup plus tard, l'excitation de la première région reste inefficace. On obtient exactement les mêmes résultats, quels que soient les deux points de la peau choisis, pourvu que la distance entre les deux points soit celle indiquée dans l'expérience décrite. Si cette distance est moindre, la diminution de l'effet et sa disparition apparaîtront plus rapidement, dureront plus longtemps et le retour à la normale sera plus tardif. Ces expériences, certaines précautions étant prises, se font avec une grande précision. Deux expérimentateurs les ont pratiquées devant moi et l'identité des résultats a été si absolue que pendant longtemps je n'ai pu en croire mes yeux.

Après avoir rapproché ces faits d'autres faits semblables et éliminé différentes hypothèses, on arrive à la conclusion suivante, qui paraît la plus logique et la plus simple : la peau étant considérée comme la projection d'une certaine région du cerveau, il faut admettre que le processus d'inhibition

interne qui naît dans cette région du cerveau commence par s'étendre, irradie à toute cette région, puis se concentre de nouveau à son point d'origine. Il est intéressant de noter la lenteur avec laquelle s'effectue ce double mouvement. D'autre part, la vitesse de ce processus varie avec l'animal (du simple au quintuple et davantage) mais, pour un animal donné, elle est constante, immuable.

Comme on le voit, l'importance de cette loi de l'irradiation et de la concentration du processus nerveux est très grande. Elle s'applique à des phénomènes très différents en apparence, tels que la généralisation d'un excitant au moment où il devient excitant conditionnel, le mécanisme de l'inhibition extérieure et même le fait de la formation des réflexes conditionnels que l'on peut interpréter comme un phénomène de concentration de l'excitation. Je n'entrerai pas ici dans des explications détaillées de cette loi, et me contenterai d'utiliser, dans un but spécial, l'expérience décrite à propos de cette loi.

Depuis treize ans que durent nos recherches sur les réflexes conditionnels, j'ai toujours eu l'impression que les notions psychologiques et la systématisation par les psychologues des phénomènes subjectifs doivent profondément différer des notions physiologiques et de la classification physiologique des manifestations de l'activité nerveuse supérieure. La projection des processus nerveux dans le monde subjectif est très particulière, sujette à caution ; elle est, pour ainsi dire, réfractée un très grand nombre de fois, de sorte que, dans l'ensemble, l'interprétation psychologique de l'activité nerveuse est purement conventionnelle et très approximative. C'est à ce point de vue que le fait décrit plus haut mérite surtout d'attirer l'attention. Lorsque nous avons commencé à réaliser l'affaiblissement du réflexe conditionnel, personne n'en a saisi l'importance. Cela paraissait tout simple : le chien, remarquant que le signal ne correspondait plus à la réalité, réagissait de moins en moins à cet excitant, jusqu'à n'y plus réagir du tout. Je suppose que beaucoup d'entre vous, partisans des lois zoopsychologiques, seront du même avis. Soit. Mais dans ce cas, Messieurs, vous devez pouvoir expliquer également d'un point de vue psychologique l'expérience que je viens de décrire avec tous ses stades successifs.

J'ai souvent soumis ce problème à des personnes intelligentes, possédant une instruction soit scientifique, soit littéraire. Le résultat a été très net. Chacun expliquait le phénomène à sa façon, prêtant à l'animal des états d'âme successifs, et le plus souvent il était impossible de concilier ces diverses opinions. Les zoopsychologues parlaient du pouvoir de distinction de la mémoire, du pouvoir de conclure, de confusion, de désillusion, variant ces facultés à l'infini.

En réalité, la masse nerveuse est simplement le siège de l'irradiation et de la concentration consécutive d'un processus d'inhibition ; la connaissance de ce fait nous permet de prévoir avec une précision absolue, numérique, la succession des phénomènes. Qu'en pensez-vous, Messieurs ? J'attends votre réponse avec une grande impatience.

J'ai terminé l'exposé des faits, mais permettez-moi d'ajouter quelques mots encore. Notre étude sur les réflexes conditionnels embrasse peu à peu tous les domaines de l'activité nerveuse supérieure de l'animal ; on peut s'en rendre compte en comparant, même d'une façon grossière, les faits enregistrés par nous aux phénomènes subjectifs de la classification psychologique : conscience, pensée, volonté, sentiments, etc. Le sens d'une partie de ces phénomènes nous a été dévoilé par l'étude objective des animaux porteurs de lésions des hémisphères. Peu à peu se dessinent les conditions générales de l'activité et du repos de l'encéphale.

Tous les faits observés ont, jusqu'à présent, toujours cadré avec la notion des deux fonctions principales du cerveau, à savoir la formation de liens nouveaux et le mécanisme des analyseurs. Cette notion est-elle suffisante ? C'est ce que montrera l'avenir, qui, naturellement, élargira et approfondira notre représentation générale du cerveau et de son activité.

L'horizon de l'étude objective de l'activité nerveuse supérieure s'élargit continuellement. Quel intérêt le physiologiste aurait-il à pénétrer dans le monde intérieur supposé de l'animal ? Pendant dix-huit ans je n'ai pas eu une seule fois utilement recours aux notions psychologiques. La physiologie du cerveau des animaux ne doit à aucun instant quitter le terrain scientifique pur, qui donne constamment de nouvelles preuves de sa grande valeur et de son inépuisable

fécondité. La physiologie du cerveau de l'animal conduira à des découvertes fondamentales, qui permettront de dominer entièrement l'activité du système nerveux supérieur, découvertes qui ne céderont en rien à celles des autres branches de la science.

Je m'incline devant les travaux des anciens et des nouveaux psychologues ; mais, d'autre part, il me semble que ces travaux sont d'un mauvais rendement et je reste convaincu que la physiologie pure du cerveau de l'animal allégera, je dirai même, fécondera l'immense travail de ceux qui se consacrent à l'étude des états subjectifs de l'homme.

XXIV

De la physiologie du sommeil

(En collaboration avec le D^r L. N. Voskressenski) (1)

Au cours de l'étude des réflexes conditionnels on a très souvent eu affaire au sommeil. Ce phénomène, gênant énormément la marche des expériences, nous avons été amenés, en fin de compte, à nous en occuper tout particulièrement. En dehors de faits rassemblés çà et là, deux de nos collaborateurs, Nicolas Rojanski et Marie Petrova, ont systématiquement étudié cette question. N. A. Rojanski a surtout étudié l'état de somnolence qui se manifeste sous l'influence d'excitants de faible intensité, monotones et répétés, et que l'on observe très nettement lorsqu'on installe le chien sur la table à expérience, dans la pièce isolée spécialement aménagée. Dès que l'animal est maintenu sur cette table, il tombe peu à peu dans un état de somnolence, puis de sommeil profond. Le sommeil se produit aussi sous l'influence de certains excitants actifs, dont on a fait des excitants conditionnels intenses. Sous l'action de ces excitants, tous les chiens, mais quelques-uns d'une façon particulièrement nette, sont envahis par un sommeil hypnotique profond. Dans les dernières années, l'un d'entre nous (L. N. Voskressenski) a pu observer cet état de sommeil dans un cas imprévu. Le chien en question avait déjà servi à de nombreuses expériences du D^r A. M. Pavlova, sans présenter de sommeil net. Mais pendant nos expériences le chien fut pris par le sommeil, et nos expériences sur les réflexes conditionnels constamment interrompues : les manifestations habituelles manquaient complètement ou bien étaient très déformées. Au début, ces modifications des phénomènes furent attribuées par nous à des causes autres que le sommeil. Mais une observation attentive des

(1) Communication à la Société de Biologie de Petrograd, 1915.

animaux et différentes épreuves nous firent admettre qu'il s'agissait bien, chez ce chien, d'un sommeil véritable. Quelle en était la cause ? L'étude détaillée des expériences nous permet de conclure aujourd'hui que le sommeil est provoqué de la façon suivante : jusque là nous avons toujours commencé l'expérience aussitôt après avoir fixé le chien sur la table ; soumis de suite à l'action d'excitants conditionnels spéciaux, il recevait en même temps, à titre d'excitant absolu, de la nourriture. Dans ces conditions, le sommeil n'apparaissait pas. Or, il s'est trouvé que dans les expériences en question, le chien fixé sur la table a eu à attendre, relativement longtemps, le début de l'expérience. C'est l'influence monotone, prolongée, des conditions dans lesquelles le chien se trouvait, qui a déterminé le sommeil. Cette interprétation des faits s'est montrée entièrement justifiée. Les détails de cet état de somnolence étant particulièrement intéressants, nous avons décidé d'étudier la question avec le plus grand soin.

En premier lieu, on a constaté que les conditions extérieures agissent quantitativement d'une façon extrêmement précise : si l'on commence l'expérience dès que les préparatifs (mise en place et réglage des appareils) sont terminés, aucune manifestation de sommeil ne se produit. Mais il suffit d'un intervalle d'une minute entre la fin des préparatifs et le commencement de l'expérience pour voir apparaître le premier degré du sommeil. Si on laisse s'écouler dix minutes, on a un degré de plus, etc. On peut donc graduer l'influence hypnogène des conditions ambiantes. On a ainsi un moyen facile d'étudier les différentes phases du sommeil qui apparaît dans ces conditions. Et voici ce que l'on constate : habituellement, au cours de l'expérience, l'animal manifeste, d'une part une réaction sécrétoire (salivation), d'autre part une réaction motrice, le chien se déplaçant pour prendre la nourriture qu'on lui donne ; en d'autres termes, il présente deux réflexes, moteur et sécrétoire. L'expérience représentée par le tableau ci-dessous montre que la succession de ces phénomènes dépend strictement d'une loi quantitative de l'influence hypnogène.

A l'état de veille les réflexes sécrétoire et moteur sont présents tous deux. La salivation apparaît dès que l'exci-

tant conditionnel commence à agir, et, dès que le chien voit les aliments, il les saisit. Les deux réflexes sont donc normaux. On laisse ensuite le chien sous l'influence du milieu pendant deux minutes au moins, autrement dit, on ne

État du chien	Phases du sommeil	RÉFLEXES		Remarques
		Sécrétoire	Moteur	
Veille	—	—	—	
		+	+	
Sommeil	I	—	+	Sommeil profond
	II	+	—	
	III	—	—	
	II	+	—	
Veille		—	+	
		+	+	

commence à appliquer l'excitant conditionnel que deux minutes après l'achèvement des préparatifs de l'expérience. On observe alors la *première phase du sommeil*. Cette phase est caractérisée par : la disparition du réflexe sécrétoire (inefficacité de l'excitant conditionnel), la persistance du réflexe moteur (le chien saisit immédiatement la nourriture qu'on lui présente). On augmente ensuite l'influence du milieu en laissant, par exemple, le chien pendant dix minutes dans l'attente de l'expérience : le sommeil devient plus profond, c'est la *seconde phase du sommeil* ; mais ici, chose surprenante, les phénomènes sont inversés. Le chien salive, mais ne prend plus les aliments dont il se détourne même. Ainsi, la réaction salivaire qui avait disparu dans la première phase reparaît, tandis que la réaction motrice disparaît et même se transforme en une réaction négative : le chien non seulement refuse la nourriture, mais s'en détourne. Si on laisse le chien dans le milieu hypnogène pendant une demi-heure, une heure, avant de commencer l'expérience, le sommeil devient complet, profond, avec abolition des deux réflexes. Essayons, maintenant, de faire sortir le chien de ce sommeil profond. On peut y arriver instantanément, et pour cela le meilleur moyen consiste dans l'emploi d'une forte excitation acoustique. Nous avons, à cet effet, dans notre laboratoire une forte crécelle. A l'aide de cette crécelle

(1) Le signe + indique la présence, le signe — l'absence du réflexe.

on peut réveiller le chien instantanément. Le chien entre aussitôt dans un état de veille absolument normal. On peut aussi employer des procédés moins brutaux. Un des procédés le plus souvent employé pour dissiper progressivement le sommeil consiste à alimenter l'animal à intervalles déterminés. On retrouve, dans ce cas, mais en sens inverse, les mêmes phases que celles décrites plus haut. Au profond sommeil fait suite un état avec présence du réflexe salivaire et refus de la nourriture. Puis, après un repas nouveau, la sécrétion salivaire disparaît, mais le chien prend les aliments. Enfin, après plusieurs repas, les deux réflexes réapparaissent.

Je puis, à ce propos, vous donner quelques chiffres : voici un chien qu'on vient d'attacher et qu'on commence immédiatement à exciter avec divers excitants conditionnels ; on obtient une certaine quantité de salive, soit 37 divisions de notre récipient. Cela indique une réaction normale. Ajoutons que, pour donner une plus grande précision à l'expérience, les précautions suivantes sont prises : le chien, de caractère très vif, étant pris de somnolence dès le seuil de la salle d'expérimentation, et cet état ne faisant naturellement que s'accroître lorsqu'on fixe l'animal sur la table, pour retarder l'apparition du sommeil, on appelle le chien par son nom, on le caresse, le flatte, pendant la durée des préparatifs. Lorsque tout est prêt, on sort rapidement de la salle et on commence immédiatement l'expérience. C'est de cette façon que nous avons obtenu la sécrétion salivaire normale de 37 divisions mentionnée plus haut. Le réflexe moteur était présent également. Dans l'expérience suivante on laisse les conditions ambiantes agir pendant deux minutes. On obtient un réflexe sécrétoire nul, cependant que le chien prend sans hésiter les aliments offerts. Dans l'expérience suivante on laisse le milieu agir pendant quatre minutes. On obtient 20 divisions de salive et le chien ne prend les aliments qu'au bout de 45 secondes et seulement si on les met au contact de sa bouche. Enfin, si le chien reste dans ce milieu une demi-heure ou une heure, tous les réflexes disparaissent. Nous avons, bien entendu, varié ces expériences, et avons obtenu, au cours d'une même expérience, l'une et l'autre phase. Ainsi, le chien étant, par exemple, laissé dans la salle pendant 1'15", on obtient un réflexe

sécrétoire nul, tandis que les aliments sont immédiatement saisis. Puis, après un intervalle d'une heure entière, on constate que l'excitation produite par le repas a, jusqu'à un certain point, neutralisé l'action hypnogène du milieu, et l'on n'observe que la seconde phase : 22 divisions de salive, et, au bout de quelques dizaines de secondes, préhension des aliments mis au contact de la bouche du chien.

Voici un autre fait concret montrant la façon dont se dissipe le sommeil. Le chien est profondément endormi. Pour le tirer de ce sommeil, nous entrons dans la pièce ; le bruit, ou peut-être l'odeur, sont des excitants faibles qui réveillent légèrement le chien. L'essai d'excitants conditionnels donne à ce moment 24 divisions de salive, cependant que le chien n'accepte les aliments qu'au bout de 50 secondes et seulement si on les lui met dans la bouche. Si on donne alors à manger au chien, une ou deux fois, l'excitation déterminée par les aliments dissipe le sommeil, et l'on observe le passage à la phase suivante : l'effet sécrétoire diminue, on n'obtient que 10 divisions de salive, et le chien prend les aliments au bout de 20 secondes. Dans le premier cas, il ne les prenait qu'au bout de 50 secondes et quand on les lui présentait, tandis qu'ici il les prend lui-même au bout de 20 secondes. Une nouvelle excitation provoquée au bout de 20 minutes ne détermine aucune salivation, et le chien prend les aliments presque de suite. Enfin, après l'excitation conditionnelle suivante, la salivation atteint 35 divisions, et le chien prend immédiatement les aliments. Il y a de nouveau un état parfait de veille.

Il faut donc admettre comme exact le fait que l'envahissement par le sommeil et le réveil se répercutent sur nos deux réflexes d'une façon strictement déterminée. Il s'agit là d'un fait intéressant, et surtout important pour nous au point de vue pratique, puisqu'il nous donne plein pouvoir sur l'animal en supprimant les influences qui auraient pu gêner notre expérience.

Il suffit de donner à manger au chien deux ou trois fois ou d'empêcher l'action du milieu, avant le début de l'expérience, pour être maître de la situation, pour que le sommeil ne vienne plus interrompre nos expériences sur les réflexes conditionnels.

L'interprétation de ces faits est une question difficile, et on ne peut faire actuellement, à ce sujet, que des conjectures. Nos collaborateurs, N. A. Rojanski et M. K. Pavlova, concluent, d'après leurs expériences personnelles, que les deux formes du sommeil représentent un processus inhibiteur, processus qui, dans un cas (cas de Rojanski), irradie de plusieurs points des hémisphères, et dans un autre cas (cas de Pavlova) d'un seul point déterminé des hémisphères. Le fait que nous avons observé semble confirmer cette manière de voir : nos expériences montrent la localisation et même le déplacement du processus hypnique dans les hémisphères.

Quel est le meilleur moyen d'étudier ce déplacement de l'inhibition hypnogène dans le cerveau ? Cette question a déjà été posée et même étudiée avec succès à propos d'une autre sorte d'inhibition, l'inhibition interne. L'un d'entre nous a eu déjà l'occasion d'en parler, ici-même, il y a quelques mois. Cette étude nous permet d'espérer qu'on pourra peut-être obtenir le même résultat avec l'inhibition hypnique.

Le plus simple semble d'étudier le déplacement de l'inhibition hypnogène dans une partie déterminée des hémisphères, car nos expériences nous ont montré que, dans l'irradiation de l'inhibition à la *totalité des hémisphères*, interviennent des facteurs qui compliquent grandement l'étude du phénomène (couches limitrophes de régions différentes des hémisphères, différences d'intensité des excitations, etc.). Des essais sont précisément faits, en ce moment, dans cette voie dans notre laboratoire. Le déplacement de l'inhibition hypnogène le plus facile à étudier est celui de la région des hémisphères qui correspond à la peau, dont elle semble être la projection dans le cerveau. On constate, en outre, que l'excitation conditionnelle de la peau détermine justement le sommeil. Si l'on admet que le sommeil apparaît précisément au point excité, on peut espérer voir le mode de propagation de ce processus à toute la région cutanée des hémisphères et déterminer la distance du déplacement et la vitesse du processus. Mais cela n'est encore, pour le moment, qu'un simple espoir.

Analyse de quelques réflexes complexes du chien De la force relative des centres et de leur charge

(En collaboration avec le Dr M. K. Pavlova) (1)

Parmi les nombreux chiens qui, dans nos laboratoires, servent à nos expériences sur les réflexes conditionnels, deux surtout se distinguent nettement des autres. Tandis que l'entrée d'une personne étrangère dans la salle d'expérimentation ou se trouvent l'expérimentateur et ses animaux, ne provoque chez ces derniers aucune réaction autre que la réaction d'orientation, les deux chiens en question accueillent toute personne étrangère avec des marques d'hostilité. Non seulement on ne peut les toucher sans danger, mais une poignée de main donnée à l'expérimentateur suffit à déclencher un mouvement violemment agressif. On s'est rendu compte, au bout de peu de temps, de l'existence chez ces chiens d'une réaction de garde particulière. Étant donné la netteté de la réaction, et aussi parce que cette réaction était très gênante dans un laboratoire, nous avons décidé de soumettre cette question à une étude approfondie.

La réaction de garde, lorsqu'elle est complète, se manifeste par des mouvements agressifs et des aboiements contre toute personne étrangère pénétrant dans la salle, avec exacerbation de ces phénomènes lorsque la personne s'approche de l'expérimentateur et surtout lorsqu'elle le touche. Il n'y a d'exception pour personne : ni pour les employés qui, tous les jours, amènent les chiens du chenil et les y ramènent, ni même pour un ancien collaborateur qui, quelques mois auparavant avait terminé sur l'un de ces chiens une étude ayant duré deux ans. La réaction de garde comprend, en outre, un état de soumission à l'expérimenta-

(1) (Extrait du Recueil dédié à K. A. Timiriazev, 1916).

teur actuel, le chien lui laissant faire tout ce qu'il désire, lui permettant, en particulier, de disposer différents appareils sur son corps et dans sa bouche, et même de le gronder et de le corriger. Il fallait, en premier lieu, déterminer les conditions et les excitations extérieures qui provoquaient cette réaction de garde. Ce fut facile. Les facteurs principaux de cette réaction sautaient aux yeux. Le facteur qui, avant tout, déterminait cet état chez le chien, était le fait d'être enfermé avec son maître dans un espace clos et surtout isolé ! Dès que le chien sortait de cet espace, il changeait complètement, tant envers les étrangers qu'envers son maître. Il ne restait pas trace de la réaction agressive ; au contraire, le chien s'approchait volontiers des étrangers d'une manière caressante, en même temps qu'il manifestait pour son maître la plus complète indifférence. On pouvait s'approcher de son maître et même faire semblant de le frapper, sans que le chien réagisse le moins du monde. La seconde cause de cette humeur agressive était l'entrave à la liberté des mouvements, les liens de toutes sortes. Tant que l'animal était en liberté, même dans la salle de travail, il supportait les étrangers. Dès qu'il était mis sur la table et attaché, il devenait agressif envers tous les assistants, sauf envers son maître. Enfin, la troisième cause était constituée par les mouvements variés, décidés, autoritaires, actifs ou passifs, du maître devant l'animal. Un chien a servi pendant deux ans de sujet à un expérimentateur très posé dans ses mouvements et la réaction de garde, qui existait cependant chez ce chien, n'a jamais atteint, même au bout de deux ans, une grande intensité. L'employé pouvait amener le chien dans la chambre à expériences et même le mettre sur la table ; les étrangers pouvaient pénétrer dans la pièce, à condition cependant de rester éloignés du chien et en évitant tout mouvement brusque ou ample. Mais lorsque ce chien a passé chez l'un d'entre nous (M. K. P.), la troisième cause de la réaction de garde a subi une modification nette, en partie involontaire, due à la différence de caractères des expérimentateurs, ancien et nouveau, et en partie provoquée dans le but de renforcer cet élément. La réaction de garde a, ainsi, considérablement gagné en intensité. On a été obligé, au bout de quelque temps, de remettre le chien

à l'expérimentateur en dehors de la chambre à expérience, l'apparition de toute personne étrangère, même dans l'encadrement de la porte, mettant l'animal en fureur.

Il faut remarquer, pour terminer, que l'alimentation du chien, utilisée dans l'étude des réflexes conditionnels, ne joue aucun rôle dans le développement de la réaction de garde, cette réaction restant la même quel que soit l'excitant absolu employé, repas ou contact d'une solution acide.

Ainsi, trois facteurs prennent part à la formation et au développement de la réaction de garde. Lorsque cette réaction est encore faible, les trois facteurs doivent coexister pour que la réaction se manifeste : si l'expérimentateur est absent, il n'y a pas de réaction agressive contre les personnes étrangères, quoique le chien soit attaché sur la table ; si le chien est mis à terre, aucune réaction agressive, même en présence de l'expérimentateur, etc. A mesure que la réaction de garde devient plus intense, la coïncidence de deux conditions suffit à la provoquer. Mais, même dans ses formes les plus intenses, les gestes et les paroles de l'expérimentateur ne suffisent pas, seuls, à la provoquer. Enfin, dans une autre chambre, en dehors de l'établi, l'expérimentateur n'a à prendre aucune précaution.

La réaction que nous venons de décrire est donc toujours le résultat, précis et constant, quoique complexe, de l'action combinée d'un nombre déterminé d'excitants extérieurs.

Cette réaction est habituellement appelée instinct de garde. Nous lui préférons le mot de réflexe. Du point de vue physiologique, il n'existe aucune différence essentielle entre ce que l'on appelle l'instinct et le réflexe. La complexité de l'acte ne peut suffire à cette distinction. Il existe de nombreux réflexes aussi complexes, par exemple le réflexe émetissant, ou certains réflexes locomoteurs, comme l'ont montré des travaux récents. Le caractère d'enchaînement des processus, dans lequel une manifestation complexe est composée d'une succession d'autres, plus simples, la fin de l'un provoquant l'apparition du suivant, s'observe aussi bien dans les réflexes que dans l'instinct, et nous en avons de nombreux exemples tant dans l'innervation vasomotrice que dans l'innervation locomotrice. Le fait que l'instinct dépend d'un état particulier de l'organisme, de certaines conditions,

ne constitue pas non plus une différence caractéristique avec le réflexe. Les réflexes eux-mêmes ne sont pas tout à fait absolus dans leur apparition, et dépendent aussi de nombreuses conditions, en particulier des autres réflexes simultanés. Si l'on admet qu'un réflexe donné dépend, non seulement des autres réflexes externes existant simultanément, mais aussi d'une quantité de réflexes internes, ainsi que de toutes sortes d'excitants : chimiques, thermiques, etc., agissant tant sur les différentes régions du système nerveux central, que directement sur les différents organes, cette interprétation des faits engloberait toute la complexité des phénomènes réflexes, et il ne resterait rien qui permit de conserver un groupe particulier des instincts.

Ainsi, les chiens dont nous venons de parler présentaient un réflexe de garde. Il est impossible de dire, si l'on ne connaît pas toute la vie de ces animaux depuis leur naissance, si ce réflexe est un réflexe inné (absolu) ou acquis (conditionnel). Mais l'intensité et la persistance de ce réflexe, qui peut rester sans aucune modification pendant des années, font pencher vers la première hypothèse, d'autant plus que l'un des chiens est certainement, de par sa race, un chien de garde. L'origine de ce réflexe inné explique, sans trop de difficulté, les différentes particularités de ce réflexe. Pour que le chien remplisse son rôle de gardien, il doit se trouver dans un endroit déterminé. Et, pour cela, l'animal étant au début encore sauvage, on devait le mettre à l'attache. La condition essentielle était, bien entendu, le pouvoir d'un homme fort qui saisissait et matait l'animal, l'attachait, le nourrissait et le battait, déterminant, au moyen de ces réflexes absolus, une réaction positive de l'animal envers lui, et négative envers toutes les autres personnes. La composition définitive des excitants conditionnant le réflexe de garde comprenait, en plus de cet élément fondamental, les deux autres qui, en réalité, l'accompagnent toujours.

Étant donné la grande intensité et la stéréotypie absolue du réflexe de garde, nous avons décidé, pour élucider quelques points particuliers, de lui comparer le réflexe alimentaire.

Dans ce but, tandis que l'un de nous (M. K. P.) continuait ses expériences sur les réflexes conditionnels et entretenait et renforçait en même temps le réflexe de garde, l'autre

(I. P. P.), essayait d'établir chez ce chien un réflexe alimentaire complexe. Ce travail dura deux mois entiers. L'observateur alimentait le chien, dans la chambre commune, avec des morceaux de saucisson, tout en répétant constamment ces deux mots « saucisson. Oussatch » (Oussatch étant le nom du chien). Le saucisson était souvent tenu à la main, afin que l'odeur de la personne entrât dans la composition des excitants du réflexe. Souvent I. P. P. se plaçait parmi d'autres personnes, pour que le chien s'habitât à distinguer sa forme et son aspect ; de même, il passait souvent dans une chambre voisine d'où il criait, avec des intensités différentes, les mots habituels : « saucisson, Oussatch », afin de renforcer la partie sonore de l'excitant du réflexe. Les morceaux de saucissons se trouvaient habituellement dans un petit bocal de verre, tenu dans la poche. En prononçant les mots : « saucisson, Oussatch », l'expérimentateur portait la main à la poche, en sortait le bocal et restait ainsi quelques instants devant le chien, auquel il donnait ensuite les tranches de saucisson, soit directement à la main, soit en les jetant à terre, où le chien les ramassait.

La même tentative fut faite avec un autre chien « Calme », mais, avant d'obtenir le saucisson, le chien devait s'asseoir par terre et donner la patte : « assis ! la patte ! »

Ce réflexe alimentaire, renforcé pendant si longtemps et avec une telle persévérance, finit par donner à I. P. P. un très grand pouvoir sur les animaux. Lorsque le réflexe alimentaire complexe nous parut avoir atteint sa plus grande intensité, nous appliquâmes les deux réflexes simultanément. Pour essayer de provoquer son réflexe, I. P. P. entra dans la pièce où M. K. P. se trouvait avec l'animal. Or, le résultat fut celui provoqué par l'entrée de toute personne étrangère c'est-à-dire une réaction agressive intense. Il faut avouer que ce résultat nous a beaucoup étonnés au début. Comment comprendre qu'un réflexe alimentaire aussi puissant, d'un intérêt fondamental pour l'organisme, soit vaincu par un réflexe d'un intérêt certainement secondaire, et acquis d'une façon artificielle ?

La suite des expériences nous en donna l'explication.

Dès le début des expériences, notre attention fut attirée par une différence entre les deux chiens. Tandis que Calme deve-

nait agressif dès l'apparition de I. P. P., Oussatch le regardait fixement, mais n'aboyait pas, et ce n'est que lorsqu'il approchait, que le chien devenait agressif et aboyait. Il semblait que le réflexe de garde d'Oussatch eût été quelque peu inhibé. La fois suivante, I. P. P. ajouta à sa forme, à son aspect et peut-être à son odeur, les mots « assis, la patte » pour Calme, et « saucisson, Oussatch » pour Oussatch. L'effet fut immédiat : Calme cessa d'aboyer et Oussatch se laissa approcher sans aboyer. Mais lorsque I. P. P. fut près des chiens, les mots devinrent insuffisants, et il fallut porter la main à la poche pour faire cesser la réaction agressive. De même la sortie du bocal, vide, de la poche permit d'approcher encore d'un pas. Mais en approchant de M. K. P. et en la touchant, la réaction agressive reparut. On refit une seconde fois l'expérience, avec la même succession des phénomènes, mais le bocal contenant cette fois du saucisson ; I. P. P. réussit à approcher de M. K. P. et même, en donnant d'une main du saucisson au chien, put menacer de l'autre M. K. P. et même la battre légèrement, sans qu'aucune protestation vint de la part du chien. Le réflexe alimentaire triomphait complètement du réflexe de garde. L'expérience fut reproduite plusieurs fois avec exactement le même résultat. Il est frappant de constater combien, dans ces expériences, les réflexes s'équilibrent longtemps les uns les autres. Deux réflexes sont absolument comparables aux deux plateaux d'une balance. Il suffit d'augmenter la quantité d'excitants d'un des réflexes, comme on ajoute des poids sur l'un des plateaux de la balance, et ce réflexe triomphe de l'autre. Réciproquement, en ajoutant des excitants à cet autre réflexe, on le voit l'emporter à son tour sur le premier.

Ainsi, dans l'équilibre des deux réflexes, les éléments de l'excitant complexe du réflexe alimentaire sont : la forme, l'aspect et l'odeur de I. P. P., les mots « saucissons, Oussatch » ou « assis, la patte », le mouvement de la main vers le bocal, la vue du bocal, la vue et l'odeur de la viande et enfin la viande elle-même. Pour le réflexe de garde, se sont : le fait de s'approcher du chien ou de M. K. P., le geste de toucher cette dernière. Tandis que la forme et la vue de I. P. P. n'ont aucune action sur Calme, ce même excitant

inhibe déjà un peu le réflexe de garde de Oussatch, lorsque ce réflexe est peu intense, c'est-à-dire lorsqu'il y a une assez grande distance entre ce chien et la personne étrangère.

Cette influence de l'accroissement du nombre des excitants sur la prédominance d'un réflexe sur l'autre, comme en général l'importance primordiale du nombre et de l'intensité, est un des faits le plus fréquemment rencontrés dans l'étude objective de l'activité nerveuse supérieure des animaux, et il n'est pas douteux que plus tard, une unité d'intensité étant déterminée, ce fait, étudié dans tous ses détails, deviendra la base de l'étude scientifique de cette activité.

Quelle explication physiologique peut-on donner des faits qui viennent d'être exposés ?

Ici encore on peut s'en tenir à l'hypothèse de l'existence de centres particuliers. Il suffit pour cela d'ajouter, à la représentation exclusivement anatomique, la notion physiologique d'association fonctionnelle de différentes régions des centres nerveux pour l'accomplissement de certains actes réflexes. Si l'on admet cette hypothèse, le résultat des expériences citées se ramène à la formule suivante : les puissances respectives du centre alimentaire et du centre de garde du chien sont très différentes : le centre alimentaire est infiniment plus fort. Mais pour que cette force se manifeste pleinement et qu'on puisse comparer réellement l'intensité des réflexes, il faut que les centres soient chargés à saturation. S'ils ne le sont pas, les résultats peuvent être des plus variables. En effet, si le centre le plus fort est peu chargé, tandis que le plus faible l'est fortement, ce dernier l'emportera nettement sur l'autre.

Lorsqu'on observe des faits tels que ceux décrits dans cet article, on ne peut pas ne pas être surpris de l'erreur grossière de tous ceux qui parlent sérieusement des chevaux et des chiens soi-disant pensants.

Il est incompréhensible qu'un journal de psychologie sérieux (*Archives de Psychologie*, t. XIII, Genève, 1913) consacre de nombreuses pages (312-376) à raconter comment un chien qui se trouvait dans une chambre où étudiaient des enfants, était devenu si fort en arithmétique qu'il résolvait constamment les problèmes écrits, trop difficiles pour eux, et que sa connaissance de l'histoire sainte étonna

des prêtres venus pour le voir, etc., etc. N'est-ce pas là une preuve éclatante de la profonde insuffisance de la psychologie actuelle, incapable de fournir un critérium sérieux pour différencier la réalité de la fable la plus puérole.

Nous sommes heureux de pouvoir, ne serait-ce que par ce modeste travail, exprimer notre profond respect à Clément Arkadievitich Timiriazev, cet éminent savant et ce travailleur qui lutta inlassablement pour l'analyse vraiment scientifique en biologie, encore si souvent déviée de sa voie véritable.

**La physiologie et la psychologie dans l'étude
de l'activité nerveuse supérieure des animaux (1)**

Tout d'abord, je considère de mon devoir de remercier la Société de Philosophie, et son président, d'avoir bien voulu accueillir ma communication. Il m'était difficile de savoir à quel point celle-ci pourrait intéresser les membres de la Société. Pour ma part, j'ai un but particulier, dont je parlerai à la fin de cette communication.

J'ai à vous entretenir des résultats d'un long travail, ayant duré plusieurs années, et dans lequel j'ai constamment été aidé par une dizaine de collaborateurs intelligents et actifs. Si ces collaborateurs n'avaient pas existé, le travail fait n'aurait été que le dixième de ce qu'il est. Chaque fois que j'emploierai le mot « je » il ne s'agira pas de l'auteur, mais du directeur. J'ai, en effet, surtout dirigé et coordonné l'ensemble des travaux.

Je passe, maintenant, au sujet même de ma communication.

Soit un animal supérieur quelconque, un chien par exemple. S'il n'est pas l'animal le plus élevé (le singe est, en effet, plus élevé dans l'échelle zoologique), le chien est, en tout cas, l'animal le plus proche de l'homme, son compagnon depuis les temps préhistoriques. J'ai entendu le zoologiste Modeste Bogdanow, étudiant l'homme préhistorique et ses compagnons, s'exprimer sur le chien dans les termes suivants : « L'équité exige qu'on déclare que le chien a, des humains, fait des hommes. » Voilà la valeur qu'il lui attribuait. C'est donc un animal exceptionnel. Représentez-vous un chien de garde, un chien de chasse, un chien de salon, etc. Nous avons sous nos yeux toute leur activité, toutes leurs manifestations supérieures, ce qu'en un mot les Américains appellent leur « comportement ».

(1) Communication faite à la Société de Philosophie de Petrograd, le 24 novembre 1916 (extrait du *Journal de Psychiatrie*).

Si l'on désire étudier cette activité supérieure du chien, c'est-à-dire systématiser les manifestations de cette vie et en découvrir les lois et les règles, quelle voie doit-on suivre ? D'une façon générale, deux voies s'ouvrent à l'observateur : la voie habituelle, suivie par tout le monde, et qui consiste à reporter son propre monde intérieur sur l'animal, c'est-à-dire admettre que l'animal pense, sent, désire, etc. à peu près comme nous (on peut ainsi tâcher de deviner ce qui se passe à l'intérieur du chien et en déduire sa conduite), ou alors, une voie tout à fait différente, strictement scientifique, où les faits ne sont envisagés qu'à un point de vue extérieur, et où, dans le cas particulier, on aurait concentré toute son attention à rechercher les agents extérieurs qui agissent, et la réaction visible produite, en guise de réponse, par l'animal. La question est donc de savoir quelle est la voie à suivre, quelle est celle qui conduira le plus rapidement au but poursuivi. Permettez-moi de donner ma réponse à cette question, sous la forme d'un exposé historique.

Il y a quelques dizaines d'années, on étudiait dans mon laboratoire la digestion, et, plus particulièrement, l'activité des glandes digestives. Notre travail consistait en l'analyse de toutes les conditions qui président au travail de ces glandes. Une grande part des recherches porta sur les premières de ces glandes, les glandes salivaires. L'étude détaillée, systématique de ces glandes a montré que leur activité est extrêmement précise et exactement adaptée à ce qui pénètre dans la bouche ; en effet, la quantité de salive et sa qualité varient énormément en fonction de l'objet qui provoque la salivation. Si c'est un aliment sec, la salivation est très abondante, car cet aliment demande à être imbibé ; si c'est, au contraire, un aliment riche en eau, la salivation est moins abondante. S'il s'agit d'aliments qui doivent passer dans l'estomac, la salive qui s'écoule est riche en mucine, elle enrobe ces aliments qui deviennent ainsi faciles à avaler ; si la substance doit être rejetée, la salive sécrétée est, au contraire, très claire, aqueuse, simplement destinée à débarrasser la bouche de cette substance et à la rincer. Voilà toute une série de faits qui montrent les rapports précis entre le travail de la glande et l'usage auquel est destinée la salive. La question se pose, maintenant, de savoir

sur quoi est basée la finesse de ces rapports et quel en est le mécanisme ? Les physiologistes ont, sur cette question, et je suis un physiologiste spécialiste, une réponse toute prête. Ce sont les propriétés des aliments qui, agissant sur les terminaisons des nerfs, les excitent. Ces excitations arrivent aux centres nerveux, en des points déterminés, d'où elles gagnent les nerfs qui se rendent aux glandes salivaires. On a, ainsi, un lien évident entre ce qui pénètre dans la bouche et le travail des glandes salivaires. Le détail de ces relations s'explique par le fait que la terminaison buccale des nerfs reçoit séparément les excitations acides, douces, dures, molles, chaudes, froides, etc., et que, par conséquent, ces excitations empruntent tantôt le trajet d'un nerf, tantôt celui d'un autre. Arrivées dans le système nerveux central, ces excitations gagnent les glandes salivaires par différents nerfs, les uns provoquent une certaine activité, les autres une activité différente. Les différentes qualités des aliments excitent donc des nerfs différents, et les centres transmettent ces excitations aux nerfs correspondants qui provoquent un travail déterminé des glandes salivaires.

Pour que l'étude de ces phénomènes fût complète, il nous fallait envisager toutes les conditions possibles, en plus de celles que j'ai citées. Les substances qui pénètrent dans la bouche agissent sur les glandes salivaires. Mais que se passe-t-il lorsque les aliments sont placés devant le chien ? Autrement dit, y a-t-il action à distance ? Tout le monde sait que, lorsqu'on a faim, la vue des aliments provoque la salivation. De là l'expression, « avoir l'eau à la bouche ». Notre étude devait envisager ce cas, également. Comment expliquer ce phénomène ? Il n'y a pourtant, dans ce cas, aucun contact. La physiologie expliquait ce fait en disant qu'à côté de l'excitation habituelle, il existe une excitation psychique des glandes salivaires. Soit. Mais que signifie ce terme et comment devons-nous, nous physiologistes, aborder l'étude de ce phénomène ? Nous ne pouvons pas nous désintéresser de la question, car elle fait partie de notre sujet. Examinons d'abord le fait même de l'excitation psychique. Cette excitation, c'est-à-dire l'action d'une substance à distance, s'est trouvée être exactement la même que si la substance avait pénétré dans la bouche.

L'excitation psychique donne lieu exactement aux mêmes phénomènes, mais à une échelle plus faible.

Mais comment étudier ces phénomènes ?

Il est naturel qu'en regardant manger un chien qui happe rapidement les aliments et les mâche longuement, on ait pensé que ce chien a très faim et qu'il a très grande envie de manger.

Une autre fois, ce même chien prenant lentement les aliments, on a pensé qu'il n'a pas très envie de manger.

Lorsque le chien mange, on ne voit que le travail de ses muscles. Tout concourt à la préhension, à la mastication et à la progression des aliments. A en juger par l'ensemble, cela paraît lui être très agréable. Lorsqu'une substance non comestible pénètre dans la bouche du chien, qu'il la rejette, la repousse de la langue hors de la bouche et qu'il secoue la tête, il semble bien avoir une sensation désagréable.

Lorsque nous avons décidé d'étudier, d'analyser cette question, nous avons commencé par adopter ce point de vue commun et avons pris en considération les sentiments, les désirs, les représentations, etc., de notre animal. Le résultat en a été tout à fait inattendu, extraordinaire : mon collaborateur et moi ne pouvions plus nous mettre d'accord.

Jusque là, pendant plusieurs dizaines d'années, nous avons toujours réussi à nous mettre d'accord d'une façon ou d'une autre sur toutes les questions, mais là le désaccord était plus grave, ce qui nous donna beaucoup à réfléchir. Il était probable que nous n'avions pas suivi la bonne voie. Plus nous y réfléchissions, plus il nous paraissait évident qu'il fallait choisir une autre voie d'investigation. Et quoique cela me fût très difficile au début, je suis arrivé, au prix d'un effort prolongé et d'une attention soutenue, à devenir un observateur purement objectif. Il fut absolument interdit (des amendes étaient même affichées dans le laboratoire) d'employer des expressions psychologiques telles que : le chien a deviné, a voulu, a désiré, etc. Et alors tous les phénomènes dont nous nous occupions nous sont apparus sous un jour tout à fait différent.

Qu'était-ce donc que les physiologistes appelaient excitation psychique des glandes salivaires ?

Il était naturel de s'arrêter à l'idée que c'était peut-être là une forme de l'activité nerveuse connue depuis longtemps

en physiologie, à laquelle les physiologistes sont habitués, c'est-à-dire des réflexes ? Qu'est-ce qu'un réflexe en physiologie ? Un réflexe comprend trois éléments :

L'agent extérieur, indispensable, qui provoque l'excitation, une voie nerveuse déterminée par laquelle l'excitation extérieure arrive à l'organe actif, enfin, des lois régissant la réaction : certaines conditions étant réalisées, la réaction se produit inévitablement. Il ne faut pas croire, cependant, qu'il n'existe pas de conditions pouvant empêcher l'agent d'agir. Il existe, au contraire, naturellement, des conditions dans lesquelles cette action est masquée. De même, d'après la loi de la pesanteur, tous les objets doivent tomber, mais l'interposition d'un support peut les en empêcher.

Revenons au sujet qui nous occupe. Qu'est-ce que l'excitation psychique de la glande salivaire ? Lorsque les aliments sont devant le chien, ils agissent évidemment sur lui, sur ses yeux, ses oreilles, son nez. Il n'existe aucune différence essentielle entre cette action et l'action des aliments sur la muqueuse buccale.

Il existe des réflexes ayant pour point de départ l'œil ou l'oreille. L'homme sursaute par voie réflexe lorsqu'éclate un bruit soudain. Sous l'influence d'un éclairage intense la pupille se contracte par voie réflexe. Ces faits permettent d'admettre que ce que l'on appelle excitation psychique est en réalité un réflexe. Le second élément du réflexe, c'est-à-dire la voie nerveuse, existe également ici car, lorsque le chien aperçoit les aliments, la voie nerveuse prend son origine non plus dans les nerfs de la bouche, mais dans ceux de l'œil ; de là, l'excitation est conduite au système nerveux central qui provoque l'excitation de la glande salivaire. Là non plus il n'existe aucune différence essentielle et rien n'empêche de penser qu'il s'agit d'un réflexe.

Voyons, maintenant, le troisième élément, les lois qui régissent les réflexes. Cet élément est moins constant, moins apparent que lorsque la substance agit directement sur la cavité buccale. Cependant, on peut arriver à si bien connaître la question, à tellement se familiariser avec elle que l'on arrive à posséder entre les mains tous les éléments qui conditionnent l'action à distance d'une substance.

Mais dans l'excitation « psychique » il y a encore autre chose. Lorsqu'on examine ces phénomènes de très près, on constate que les agents qui agissent à distance se distinguent des autres en ce qu'il peut en apparaître parmi eux de nouveaux, qui n'existaient pas auparavant. En voici un exemple. Un employé entre pour la première fois, avec des aliments, dans la chambre où se trouve un chien. Les aliments n'ont commencé à agir que lorsqu'ils ont été tout près du chien. Si cet employé vient ainsi tous les jours, apportant des aliments, au bout de quelque temps il suffit qu'il entr'ouvre la porte et passe la tête, pour que l'action se manifeste. Un nouvel agent est apparu.

Si l'on prolonge l'expérience, le bruit des pas de l'employé devient suffisant pour provoquer la salivation. Il y a donc formation d'excitants qui n'existaient pas auparavant. Il semble qu'il y ait là une différence fondamentale : alors que les excitants physiologiques sont constants, ici ils sont variables. Cependant, ce point de vue aussi peut-être envisagé autrement ; si ce nouvel excitant n'apparaît que dans certaines conditions déterminées, connues, c'est-à-dire, si l'ensemble des phénomènes obéit à des lois, l'objection ne tient plus. Ces excitants sont nouveaux, mais leur apparition est strictement déterminée, il n'y a aucun caractère accidentel, ces phénomènes obéissent à des lois.

On peut dire que, si dans le premier cas le réflexe est caractérisé par l'existence réelle d'un excitant qui parcourt certain chemin et provoque, dans certaines conditions, l'apparition du phénomène, il en est de même ici où le phénomène se produit dans des conditions tout à fait déterminées. Le fond même de la notion du réflexe est exactement le même.

Tous les objets du monde extérieur peuvent devenir des excitants des glandes salivaires. Tous les sons, toutes les odeurs, etc., peuvent devenir des excitants ayant sur les glandes salivaires exactement la même action que les aliments à distance. La netteté du fait est très grande ; il suffit de prévoir les conditions dont dépend l'existence de ce fait. Quelles sont donc ces conditions qui peuvent transformer n'importe quoi en excitant des glandes salivaires ? La condition essentielle est la coïncidence dans le temps. Voici, à

titre d'exemple, une expérience : soit un son quelconque ne présentant aucun rapport avec la glande salivaire. On fait agir ce son, puis on donne à manger au chien, ou bien on lui introduit une solution acide dans la bouche. Au bout de quelques essais, le son agit seul sur la glande salivaire. Il existe en tout quatre, cinq, peut-être six conditions dans lesquelles un agent extérieur quelconque deviendra excitant des glandes salivaires. Une fois devenu tel, il agira toujours avec la même constance que la nourriture ou une substance désagréable versée de force dans la bouche du chien.

Si tout agent du monde extérieur devient obligatoirement, dans certaines conditions, un excitant des glandes salivaires, et qu'une fois devenu tel, il agit toujours, quelle raison a-t-on de dire qu'il est question ici d'autre chose que d'un réflexe ? C'est une réaction de l'organisme au monde extérieur qui obéit à des lois précises et qui, réalisée, se manifeste par l'intermédiaire d'une région déterminée du système nerveux.

Le réflexe habituel se produit, ainsi que je l'ai dit, en empruntant une voie nerveuse déterminée, qui transmet l'excitation de la terminaison périphérique de cette voie jusqu'à l'organe qui, dans le cas particulier, est la glande salivaire. C'est ce que nous appellerons la voie conductrice, que l'on peut comparer à un fil de fer vivant. Voyons maintenant ce qui se passe dans ce nouveau cas ? Il faut dire, à ce propos, que le système nerveux n'est pas uniquement, comme on le pense souvent, un appareil de conduction, mais également un appareil créateur de contact. Il n'y a là rien de paradoxal. Puisque, dans la vie courante, nous nous servons si souvent de ces appareils de contact, grâce auxquels nous nous éclairons, téléphonons, etc., il serait curieux que la machine la plus parfaite de la terre n'eût que des appareils de transmission et pas d'appareils de contact. Il est donc tout à fait naturel que le système nerveux possède à la fois des propriétés de transmission et un appareil créateur de nouvelles relations.

L'analyse a montré que l'excitation habituelle des glandes salivaires par des aliments à distance, ce fait, que tout le monde connaît, représente, lui aussi, la formation d'une nouvelle voie nerveuse due à la création d'un contact.

Le docteur Tsitovitch a, dans le laboratoire du professeur Vartanov, fait l'expérience suivante : il a pris un chien nouveau-né qu'il a, pendant plusieurs mois, nourri exclusivement de lait. Ce chien ignorait donc tout autre aliment. Il pratiqua ensuite, sur ce chien, une opération permettant de suivre le travail des glandes salivaires et lui montra différents aliments autres que le lait. Aucun aliment n'eût d'action à distance sur les glandes salivaires. Ainsi, lorsque les aliments agissent à distance, c'est qu'il existe un réflexe formé pour la première fois au début de la vie. Le fait se présente de la façon suivante : lorsqu'un petit chien de quelques mois voit, pour la première fois, un morceau de viande, la glande salivaire ne réagit nullement, ni à la vue ni à l'odeur de cette viande. Il faut que celle-ci ait pénétré au moins une fois dans la bouche, qu'il y ait eu un réflexe simple, pour que le nouveau réflexe, optique et olfactif, puisse se manifester ultérieurement. Il faut donc admettre l'existence de deux sortes de réflexes : des réflexes innés, existant à la naissance de l'animal, réflexes de conduction pure, et d'autres réflexes qui se forment sans cesse pendant la durée de la vie individuelle, et qui, comme les premiers, obéissent à des lois, mais sont basés sur une autre propriété du système nerveux, la mise en contact. Ces réflexes peuvent-être désignés : les premiers sous le nom de réflexes innés ou spécifiques, les seconds, sous celui de réflexes acquis ou individuels. Nous avons appelé réflexe absolu le réflexe inné, permanent, stéréotypé, spécifique et réflexe conditionnel celui qui dépend d'une quantité de conditions, caractérisant ainsi les réflexes d'un point de vue pratique pour les recherches de laboratoire.

Le réflexe conditionnel est également fatal dans son apparition, et c'est pourquoi il est tout entier du ressort de la physiologie. La physiologie englobe, de ce fait, une énorme masse de phénomènes nouveaux, car les réflexes conditionnels sont infiniment nombreux.

Notre vie se compose d'une grande quantité de réflexes innés. Lorsqu'on dit que ces réflexes sont au nombre de trois : réflexe de défense, alimentaire et procréateur, c'est évidemment un schéma à l'usage des écoles. En réalité, il y en a une infinité que l'on doit séparer en plusieurs groupes.

Il y a donc un grand nombre de réflexes simples, innés et, en plus, une quantité infinie de réflexes conditionnels. Devant la physiologie s'ouvre donc, grâce à cette notion nouvelle des réflexes conditionnels, un vaste champ d'investigation, je veux parler de l'activité supérieure, liée aux centres supérieurs du système nerveux, les réflexes innés répondant à la partie inférieure du système nerveux central. Après l'ablation des hémisphères, les réflexes simples persistent, les nouveaux, les réflexes d'établissement de contact disparaissent. Ces réflexes conditionnels soulèvent, naturellement, un très grand nombre de questions, lorsque l'on considère toutes les conditions dans lesquelles ils apparaissent, persistent, sont masqués, momentanément affaiblis, etc. Tout ceci constitue une partie de l'activité nerveuse supérieure, telle qu'elle apparaît au physiologiste actuel. Voici maintenant l'autre partie de cette activité.

Le système nerveux des animaux se compose d'un ensemble d'analyseurs qui décomposent la nature en ses divers éléments. Tout le monde connaît l'analyseur physique, le prisme, qui décompose la lumière blanche en ses couleurs constituantes. Les résonateurs, qui décomposent les sons complexes en leurs éléments. Le système nerveux représente une série de tels analyseurs. La rétine, par exemple, isole de la nature les vibrations lumineuses, la région acoustique de l'oreille isole les vibrations sonores de l'air, etc. Chacun de ces analyseurs continue ensuite pour sa part cette division à l'infini. L'analyseur auditif divise les sons suivant leur longueur d'onde, leur amplitude, leur timbre. La deuxième fonction du système nerveux est donc l'analyse du monde environnant, la décomposition de sa complexité en ses éléments. Cette analyse se fait également dans les régions inférieures du système nerveux central. Lorsque l'on décapite un animal, en ne lui laissant que la moelle, l'analyse se fait quand même. L'action mécanique, chimique ou thermique provoque, dans chaque cas, un mouvement différent. Aux régions supérieures du système nerveux, aux hémisphères, correspond une analyse particulièrement fine, qui peut être atteinte et par l'animal et par l'homme. Cette question est également du ressort de la physiologie pure.

Je n'ai eu besoin, moi, physiologiste, de recourir, dans

cette étude, à aucune notion étrangère à la physiologie. L'étude des analyseurs des hémisphères éclaire des points très importants. Par exemple, lorsque l'on a obtenu qu'un son donné provoque un nouveau réflexe, le nouvel excitant se présente, au début, sous une forme généralisée, c'est-à-dire que si le son employé est un son de 1.000 vibrations à la seconde et qu'on essaie d'autres sons de 5.000, 500 ou 50 vibrations à la seconde, on constate que ces sons sont également efficaces.

Au début, l'analyseur participe donc au réflexe dans sa plus grande partie, ce n'est que plus tard que la localisation se fait peu à peu, par la répétition de ce nouveau réflexe. C'est là, une des lois principales de l'analyse.

Le pouvoir limite d'un analyseur est de même facile à établir. On a constaté, par exemple, que l'analyseur d'un chien est capable de distinguer deux notes différant de $\frac{1}{8}$ de ton. L'excitabilité de l'oreille par les sons est beaucoup plus étendue chez les chiens que chez nous. Tandis que notre oreille n'enregistre les excitations que jusqu'à 50.000 vibrations à la seconde, le chien perçoit encore des vibrations de 100.000 à la seconde. Je citerai, à ce propos, le fait suivant. Une lésion de la région des hémisphères correspondant à la terminaison des analyseurs optique, auditif, etc., entraîne l'apparition de certains troubles. Lorsqu'on lèse, par exemple, l'extrémité de l'analyseur optique d'un chien, celui-ci ne reconnaît plus son maître, mais évite très bien une chaise et évite son maître de la même façon. On a coutume de dire, dans ce cas, que le chien voit mais ne reconnaît pas. En réalité, lorsqu'on approfondit cette phrase, son sens devient obscur.

Lorsqu'on dit que le chien voit mais ne reconnaît pas, c'est que l'analyseur est lésé à un point tel que son pouvoir d'analyse est réduit au minimum. L'œil ne distingue plus que les plages claires des plages obscures, et est incapable de distinguer une forme ou une couleur.

En résumé, l'activité supérieure des animaux comprend : d'une part, la formation de liaisons nouvelles avec le monde extérieur et, d'autre part, l'analyse supérieure.

Ces deux activités étant connues, on voit qu'elles englobent une grande quantité de faits et qu'il est même difficile de se représenter des faits qui n'y seraient point compris :

Seule une étude détaillée pourra le déterminer. Dressage, éducation, habitude, orientation dans l'espace, orientation parmi les événements, la nature, les hommes, tout se ramène à la formation de nouveaux liens, ou à une analyse des plus fines. En tout cas, une grande quantité de faits se ramènent à ces deux activités. Il y a là matière à un travail sans fin ; mais nous, physiologistes, n'avons jamais recours, pour cela, à des notions étrangères.

L'étude de ces fonctions a montré que la propriété essentielle de la masse nerveuse supérieure est le déplacement des processus nerveux à l'intérieur de cette masse. Je n'en dirai rien pour le moment, car ce point fait le sujet d'une expérience que je décrirai plus loin en détail. Il est une autre propriété, extrêmement importante, de ces fonctions : lorsqu'un élément quelconque des hémisphères, fonctionnellement isolé, est constamment excité par un même agent, cet élément entre tôt ou tard dans un état d'inaction, état de sommeil normal ou hypnotique. Une propriété capitale de l'élément nerveux supérieur est sa grande puissance de réaction, mais par contre, lorsqu'il reste ainsi quelque temps isolé, et que l'excitation au lieu de se répandre, se concentre exclusivement sur ce point, cet élément passe à un état hypnique.

Beaucoup de faits sont expliqués par ces relations entre les cellules nerveuses et les excitants. Ce dernier fait peut être compris comme une sorte de défense de la substance précieuse des hémisphères, substance [qui, à chaque instant, doit répondre à toutes sortes d'excitations du milieu extérieur ; il a, en outre, un sens biologique : si l'excitant est variable, il doit y avoir en réponse une certaine] activité de l'organisme, mais lorsque cet excitant ne change plus et n'est suivi d'aucun phénomène important, l'organisme a le droit de se reposer en attendant de nouvelles dépenses.

J'approche de la fin de mon exposé. Voici une expérience qui illustre une partie des faits dont j'ai parlé, et à propos de laquelle j'aimerais entendre les appréciations qu'elle pourrait provoquer de votre part. Mais, avant tout, une prière : si quelque point de mon exposé paraît obscur, je vous serai reconnaissant de m'interrompre immédiatement, afin que vous puissiez vous représenter cette expérience aussi clairement que si vous y assistiez réellement.

Voici, dessiné, l'animal. Il présente deux points noirs, l'un sur la patte antérieure, l'autre sur la patte postérieure, au niveau de la cuisse ; les points indiquent l'endroit où nous avons fixé les petits appareils destinés à exciter mécaniquement la peau. Chaque fois que l'on faisait agir un de ces appareils, c'est-à-dire chaque fois que l'on excitait mécaniquement la peau de l'animal, on lui versait simultanément dans la bouche une solution acide qui, par un réflexe simple, inné, provoque toujours un certain écoulement de salive ; cette expérience a été répétée plusieurs jours de suite, et enfin, au bout de quelques jours, dès qu'on commençait à pratiquer l'excitation mécanique de la peau, une forte salivation apparaissait, comme si on avait versé la solution acide dans la bouche du chien, alors qu'il n'en était rien.

Je vais, maintenant, essayer d'expliquer ce fait physiologique, ou peut-être psychologique, d'un point de vue zoopsychologique. Je ne garantis pas l'exactitude des phrases, car j'ai déjà perdu l'habitude des expressions dont se servent les psychologues, cependant je reproduirai approximativement ce que je leur ai entendu dire. Voici en quoi consiste le fait : on excite mécaniquement la peau, et immédiatement après, on verse une solution acide dans la bouche du chien. Un réflexe simple provoque l'apparition de la salive. Après quelques répétitions, l'excitation mécanique seule suffit à provoquer la salivation. Nous vous avons expliqué ce fait en disant qu'il s'est formé un nouveau réflexe, qu'il s'est établi une nouvelle voie nerveuse entre la peau et la glande salivaire. Le zoopsychologue, qui veut pénétrer dans l'âme des animaux, prétend que le chien s'est souvenu qu'immédiatement après avoir senti l'excitation de la peau, il doit recevoir dans la bouche une solution acide, et c'est pourquoi, lorsque cette excitation a eu lieu, le chien s'est imaginé recevoir l'acide et, réagissant d'une façon adaptée au fait, a présenté l'écoulement de salive, etc. Soit ! Mais voyons la suite : recommençons l'expérience : un réflexe est obtenu qui fonctionne parfaitement à chaque essai. Chaque fois que l'on détermine une excitation mécanique, on obtient une réaction motrice et sécrétoire complète, sans avoir à verser aucune solution acide dans la bouche du chien. Après un intervalle d'une minute ou deux, on répète l'expé-

rience. La réaction est déjà moins forte, les mouvements sont moins vifs et la quantité de salive moindre. On ne verse toujours pas d'acide, on laisse passer 2 à 3 minutes, et on excite à nouveau mécaniquement la peau. La réaction est encore moins forte. Lorsqu'on aura répété cette expérience 5 fois, la réaction disparaîtra complètement, il n'y aura plus aucun mouvement et la salivation sera nulle. Ce fait est des plus nets.

Et voici, maintenant, l'interprétation qu'en donnent le physiologiste et le psychologue. Pour moi, il s'agit là du phénomène bien connu de l'inhibition, et je l'affirme, car, après un intervalle de 2 heures, l'excitation mécanique de la peau redevient efficace.

En tant que physiologiste, ces faits me paraissent très clairs. On sait en effet que tout processus nerveux s'efface avec le temps lorsque la cause a cessé d'agir. De son côté, le zoopsychologue n'aura aucune difficulté à expliquer ce fait, en disant que le chien, ayant remarqué que l'excitation mécanique n'est suivie d'aucune introduction d'acide, cesse de réagir à cette excitation. Jusqu'ici nos explications se valent, l'une et l'autre peuvent être admises. Mais essayons de compliquer encore l'expérience dans le but de départager les deux théories.

Tous les faits doivent pouvoir être expliqués sans qu'on ait à changer de point de vue. De plus, et c'est là l'essentiel, il faut pouvoir prévoir les phénomènes que l'on explique. Celui qui aura prédit un fait aura un énorme avantage sur celui qui ne pourra rien prédire. Ce sera déjà le commencement de la défaite de ce dernier.

Provoquons chez le chien le réflexe mécanique en plusieurs points de la peau, en trois points par exemple. Après l'excitation de chacun de ces points, on obtient une « réaction à l'acide » d'une certaine valeur, que l'on mesure par la quantité de salive émise. Ce moyen est de beaucoup le plus simple; il serait, en effet, beaucoup plus difficile de mesurer la réaction motrice, et les réactions motrice et sécrétoire varient parallèlement: ce sont les deux constituants du même réflexe. Nous avons donc obtenu un certain nombre de réflexes cutanés, égaux, donnant exactement la même quantité de salive, soit 30 divisions d'une éprouvette graduée,

pour une excitation d'une demi-minute. On excite plusieurs fois de suite le point antérieur sans accompagner cette excitation de la solution acide, et à la cinquième ou sixième fois, par exemple, la réaction devient nulle. Le réflexe est donc inhibé. On excite alors le point postérieur, et on observe le phénomène suivant : si on pratique cette excitation immédiatement après avoir abandonné l'excitation du point antérieur, de façon qu'il n'y ait aucun intervalle entre ces deux excitations, l'excitation du nouveau point se montre pleinement efficace, donnant 30 divisions de salive, et le chien se comporte comme si cette excitation était appliquée pour la première fois. La salivation est abondante, la réaction motrice intense, le chien rejette de la bouche la solution acide inexistante. Si, dans l'expérience suivante, on répète l'excitation inefficace du point antérieur (sans introduction d'acide) et qu'on excite ensuite le point postérieur, non plus aussitôt après, mais au bout de cinq secondes, au lieu de 30 divisions on n'en obtient que 20. Le réflexe s'est donc affaibli. Dans l'expérience suivante, on laisse un intervalle de 15 secondes, et l'effet obtenu est très faible : 5 divisions. Enfin, lorsque l'intervalle est de 20 secondes, on n'obtient plus aucun effet. Si l'on poursuit l'expérience et qu'on laisse un intervalle de 30 secondes, l'action réapparaît ; avec un intervalle de 50 secondes, l'effet obtenu atteint 20 divisions et, enfin, avec un intervalle de 60 secondes, l'effet est entièrement rétabli. Cependant, si, après être arrivé à une inefficacité totale de l'excitation du premier point, on l'excite à nouveau, au bout de 5, 10, même 15 minutes, l'effet est toujours nul. Passons à l'interprétation de ces faits.

J'invite messieurs les zoopsychologues à donner leur avis. Je dois dire que j'ai plusieurs fois réuni des personnes intellectuelles, des scientifiques, des médecins, etc. ; et après leur avoir raconté ce qui précède, leur ai demandé de l'expliquer.

La plupart de ces naïfs zoopsychologues tentèrent une explication différente et ils ne purent se mettre d'accord. Le résultat fut piteux. Tout fut envisagé, mais il fut impossible de coordonner les avis. Comment expliquer que lorsque l'excitation du premier point est devenue inefficace, elle persiste telle, tandis qu'au niveau du nouveau point la réaction varie suivant l'intervalle de temps écoulé entre

les deux excitations, étant tantôt intégralement présente, tantôt absente. C'est sur cette question que j'attends la réponse des zoopsychologues.

Je vais vous dire, maintenant, notre explication purement physiologique, purement matérielle, concrète. La peau peut être considérée comme la projection de la masse cérébrale. Chaque point de la peau correspond à un point de l'écorce cérébrale. Lorsque, par l'intermédiaire d'un point cutané, on provoque, au point correspondant de l'écorce, un processus nerveux déterminé, ce processus ne reste pas cantonné au point primitif, mais subit un certain déplacement. Il commence par irradier dans la masse nerveuse, puis revient se concentrer à son point d'origine. Chacun de ces mouvements demande, naturellement, un certain temps. Lorsqu'immédiatement après avoir déterminé un processus d'inhibition dans la région du cerveau correspondant au premier point excité (l'épaule), on a essayé d'exciter un autre point (la cuisse), l'inhibition n'y était pas encore établie. Le processus a mis 20 secondes à atteindre ce point et à y déterminer une inhibition complète. La concentration a demandé 40 secondes, et une minute après la fin de l'excitation inefficace du premier point le réflexe est entièrement rétabli au deuxième point, tandis que ce réflexe est toujours absent au niveau du premier point au bout de 5, 10 et même 15 minutes. Voici mon explication, l'explication d'un physiologiste. Je n'ai eu aucune difficulté à expliquer ce fait qui, pour moi, concorde parfaitement avec les autres faits de la physiologie du mouvement des processus nerveux.

Il s'agit maintenant, Messieurs, de prouver le bien-fondé de cette explication. Cette preuve, je puis la donner. Si ce déplacement existe réellement, on doit pouvoir prédire, pour chaque point intermédiaire, la grandeur de l'effet, sachant que ce déplacement se fait dans les deux sens. Je me contenterai de considérer le point situé à égale distance des deux autres. Quels phénomènes doit-on s'attendre à voir en ce point intermédiaire ? Étant plus près du point où naît l'inhibition, il doit être inhibé plus vite. Donc l'effet doit apparaître plus tôt, y persister plus longtemps, jusqu'à ce que l'inhibition se soit étendue plus loin et soit

revenue. Le retour de l'excitation normale se fera donc plus tard. Et c'est en effet ce qui a pu être observé. L'excitation de ce point intermédiaire, immédiatement après l'excitation inefficace du premier point, n'a donné que 20 divisions. L'effet nul, inhibition complète, a été constaté au bout de 10 secondes et a duré longtemps, tout le temps mis par l'inhibition à se répandre plus loin et à régresser. On comprend facilement que, tandis qu'au niveau de la cuisse l'effet normal a mis une minute à revenir, il ait mis deux minutes à revenir au point intermédiaire. C'est là un des faits les plus extraordinaires que j'aie observés dans mon laboratoire : un certain processus se produit au sein de la masse nerveuse et on peut prédire avec une exactitude mathématique le déplacement.

Voilà, Messieurs, comment nous avons pu compliquer notre expérience, et qu'elle est, à ce sujet, l'explication des physiologistes. Je ne sais quelle sera la réponse des zoopsychologues et comment ils expliqueront ces faits, mais ils doivent les expliquer. S'ils refusent de le faire, je pourrai dire, avec raison, que leur point de vue n'est pas scientifique et est incapable de servir utilement de base à une étude scientifique.

Le réflexe de but (1)

Il y a déjà de nombreuses années que mes collaborateurs et moi avons commencé l'étude de l'activité nerveuse supérieure du chien d'un point de vue physiologique, c'est-à-dire strictement objectif. Parmi les problèmes que nous cherchons à résoudre, un, entre autres, concerne l'étude et la systématisation de l'activité élémentaire et fondamentale du système nerveux, activité innée et à laquelle vient peu à peu s'ajouter, au cours de la vie individuelle, une autre activité plus complexe. Les fonctions fondamentales, innées, représentent des réactions constantes, déterminées de l'organisme à certaines excitations extérieures et intérieures. On a appelé ces réactions réflexes et instincts. La majorité des physiologistes, ne voyant aucune différence essentielle entre les instincts et les réflexes, préfère désigner l'ensemble de ces phénomènes sous le nom de « réflexes », qui indique mieux l'idée de déterminisme, montre mieux la relation entre l'excitant et la réaction, entre la cause et l'effet. J'emploierai, également, de préférence le terme de « réflexe », laissant chacun libre de le remplacer à volonté par celui d'« instinct ».

L'analyse de l'activité des animaux et des hommes m'amène à admettre l'existence, parmi tant d'autres réflexes, du réflexe de but, qui est la tendance à posséder l'objet excitant, les mots possession et objet étant pris dans leur sens le plus large.

En ce qui concerne les animaux, le sujet est encore à l'étude en vue des expériences à venir, mais je me permettrai de vous exposer aujourd'hui quelques faits de la vie humaine qui se rapportent, à mon avis, à ce réflexe.

La vie des hommes consiste en la poursuite de buts variés, plus ou moins élevés, plus ou moins importants, et ce,

(1) Communication faite au III^e Congrès de pédagogie expérimentale à Petrograd, le 2 janvier 1916.

au moyen des divers aspects de l'énergie humaine. L'énergie dépensée n'est aucunement proportionnée à l'importance du but poursuivi ; on voit, à chaque instant, une grande dépense d'énergie faite dans un but insignifiant, et inversement. Cela peut s'observer sur une même personne, déployant la même énergie quel que soit le but poursuivi, fût-il important ou futile. Ceci conduit à penser qu'il faut distinguer l'acte même, de l'importance du but poursuivi, que seul l'effet importe, le but n'ayant qu'une importance secondaire.

La forme la plus pure, la plus typique de ce réflexe de but, et en même temps la plus fréquemment observée, et, par conséquent, la plus facile à étudier est, sans contredit, la passion de collectionner, la tendance à rassembler les parties d'un tout qui, le plus souvent, reste inaccessible.

La passion de collectionner existe aussi, on le sait, chez les animaux. Elle s'observe le plus souvent chez les enfants, à l'âge où les manifestations nerveuses fondamentales sont plus nettes, les vicissitudes de la vie masquant ces manifestations à l'âge adulte. On ne peut pas ne pas être frappé par cette passion mise à collectionner des objets absolument insignifiants, dont l'unique valeur est d'être un prétexte à collection. On connaît, d'autre part, à côté de cette insignifiance du but, l'énergie déployée par le collectionneur à la poursuite de ce but et qui peut aller jusqu'au sacrifice. Le collectionneur peut, pour satisfaire sa passion, braver la moquerie, devenir un criminel, dominer ses besoins les plus urgents. Ne voyons-nous pas tous les jours, dans les journaux, l'histoire d'un avare, ce collectionneur d'argent, mourant dans l'abandon, la misère, le froid et la faim, détesté et méprisé de ses voisins et même de ses proches ?

Tous ces faits montrent qu'il s'agit là d'un élan irrésistible, d'un instinct primitif ou d'un réflexe. Tout collectionneur entraîné dans le tourbillon garde cependant conscience de son état et reconnaît qu'il est attiré vers le numéro suivant de sa collection aussi irrésistiblement qu'un être est attiré, après un certain intervalle, vers le repas suivant.

Comment est né ce réflexe et quelles sont ses relations avec les autres réflexes ?

Question difficile à résoudre, comme d'ailleurs tout ce qui se rapporte aux origines.

Voici quelques considérations qui me paraissent avoir une certaine valeur.

Toute la vie tend à réaliser un certain but, qui est la sauvegarde de cette vie elle-même, l'emploi de ce que l'on appelle l'instinct vital. Cet instinct général, ou réflexe vital, se compose d'une infinité de réflexes distincts. La majorité de ces réflexes sont des réflexes moteurs-positifs, dirigés vers les conditions favorables à la vie, tendant à se rendre maître de ces conditions, ce sont des réflexes de préhension.

Je m'arrêterai sur deux de ces réflexes, les plus fréquemment observés, en même temps que les plus forts, inhérents à la vie de l'homme et de l'animal, depuis leur naissance jusqu'à leur dernier jour, ce sont les réflexes alimentaire et d'orientation.

Chaque jour, attirés vers certaines substances indispensables à l'équilibre chimique de notre organisme, nous les introduisons en nous et sommes calmés pour un certain temps ; puis, quelques heures après, nous sommes repris du désir de ces mêmes substances alimentaires. En même temps, tout nouvel excitant, qui à chaque instant nous atteint, provoque de notre part un mouvement destiné à mieux nous renseigner sur la nature de cet excitant. Nous fixons une image nouvellement apparue, prêtons l'oreille à un son nouveau, aspirons avec force les odeurs nouvelles, et si l'objet nouveau se trouve à proximité de la main, nous cherchons à le prendre, en un mot, nous tâchons toujours de saisir les phénomènes nouveaux par l'intermédiaire des surfaces réceptrices que sont nos organes des sens. Le nombre de barrières et de défenses nécessaires, dans une exposition, pour protéger de la curiosité les objets, même lorsque le public est cultivé, montre à quel point est forte la sensation qui nous entraîne à toucher ce qui nous intéresse.

L'application journalière et constante de ces réflexes de préhension, et de beaucoup d'autres analogues, a pu former par hérédité un réflexe général de préhension dirigé vers tout objet ayant une fois arrêté l'attention de l'homme. Cette généralisation a pu se faire de plusieurs façons. Deux mécanismes, en particulier, sont faciles à imaginer. En premier lieu, l'irradiation de l'excitation partant de l'un de ces réflexes de préhension, lorsque l'excitation y atteint une

grande intensité. Lorsque les enfants, et même les grandes personnes, ont très faim, c'est-à-dire lorsque leur réflexe alimentaire est en état de grande activité, ils portent souvent à leur bouche et mâchent, à défaut d'aliments, des substances non comestibles et, dans ses premières années, l'enfant porte à la bouche tout objet qui l'attire.

Il doit y avoir, en outre, dans de nombreux cas, grâce à une coïncidence dans le temps, association entre toutes sortes d'objets et différents réflexes de préhension. La parenté qui existe entre le réflexe de but et sa forme typique du collectionnisme, d'une part, et le réflexe de nutrition, forme principale du réflexe de préhension, d'autre part, se manifeste nettement par l'identité des traits caractéristiques de ces deux réflexes. Dans les deux cas, en effet, le trait principal est la tendance à saisir l'objet. Dès la possession de l'objet, l'apaisement et l'indifférence apparaissent. Un autre trait caractéristique de ces réflexes, est leur périodicité. Chacun sait, par expérience, que l'activité du système nerveux tend à suivre un certain rythme, et combien il est difficile de modifier ce rythme dans la conversation, dans la marche, etc. On est obligé de tenir constamment compte de cette tendance du système nerveux, dans les expériences portant sur les réflexes conditionnels, sous peine d'erreurs grossières. C'est pourquoi l'intensité particulière du réflexe de but, dans sa forme de collectionnisme, doit être recherchée précisément dans cette périodicité qui le rapproche de la périodicité du réflexe alimentaire.

De même qu'un certain temps après avoir mangé on se sent à nouveau attiré par les aliments, de même quelque temps après l'acquisition d'un numéro de la collection, timbre-poste par exemple, on se sent invinciblement attiré par le numéro suivant.

L'importance de la périodicité dans le réflexe de but est encore démontrée par le fait que, lorsqu'on se trouve en présence d'un but important et éloigné, on le subdivise généralement en un certain nombre de parties successives, de façon à créer ainsi une certaine périodicité, ce qui économise une partie de l'énergie et permet d'atteindre plus facilement le but définitif.

Le réflexe de but a une importance capitale, c'est la base

même de notre énergie vitale. Seul a une vie belle et intense celui qui, toute sa vie, poursuit un but accessible, mais jamais atteint, ou celui qui passe, avec la même fougue, d'un but à un autre. Tout progrès, toute culture sont fonction de ce réflexe de but, car ils sont dus uniquement aux hommes qui, dans la vie, se sont donné un but particulier. On peut, en effet, collectionner des choses très variées, des objets insignifiants, ou s'attacher au contraire à tout ce qu'il y a de grand et de beau dans la vie : l'amélioration des conditions d'existence (les économistes), les lois utiles (les politiciens), la connaissance (les personnes instruites), les découvertes scientifiques (les savants), la bienfaisance (les philanthropes), etc.

Et, au contraire, la vie cesse d'être attrayante dès qu'elle n'a plus de but. On voit, en effet, souvent, des suicidés qui mettent fin à leurs jours parce qu'ils ne trouvent aucun sens à la vie. Les buts de la vie humaine sont, naturellement, innombrables et inépuisables. La tragédie du suicidé consiste justement en ce qu'il passe par des phases d'inhibition, le plus souvent momentanée, et quelquefois plus prolongée, de ce que nous, physiologistes, appelons le réflexe de but.

Le réflexe de but n'est, en effet, pas immuable ; il subit, suivant les conditions, comme toute activité organique, des oscillations et des variations, soit dans le sens du développement, soit dans celui de l'affaiblissement, pouvant même disparaître presque complètement. Ici encore il y a analogie évidente avec le réflexe de nutrition. Un régime normal par la quantité des aliments et la périodicité des repas provoque un bon appétit suivi d'un réflexe normal et d'une nutrition parfaite. Et inversement, voici un cas fréquemment observé : le nom des aliments et, d'autant plus, leur vue, provoque facilement chez l'enfant le réflexe de nutrition avant l'heure fixée pour le repas. L'enfant demande à manger, quelquefois même en pleurant, et si la mère, plus sensible que raisonnable, cède, l'enfant, mangeant à intervalles irréguliers, finit par n'avoir plus faim au moment normal du repas ; à table, il mange sans appétit, prend, dans l'ensemble, des rations inférieures à celles qu'il devrait prendre, et, si cet état de choses persiste, compromet sa digestion et sa nutri-

tion. Enfin, comme conséquence, l'appétit, c'est-à-dire le réflexe alimentaire, diminue ou même disparaît.

Donc, pour que le réflexe de but puisse se manifester normalement, pleinement, efficacement, il faut qu'il présente un certain degré d'intensité. L'Anglo-Saxon, personnification même de ce réflexe, le sait très bien, et c'est pourquoi à la question : quelles sont les meilleures conditions pour la réalisation d'un but ? il répond, à la grande stupéfaction du Russe : « L'existence d'obstacles. » Cela revient à dire : « Plus mon réflexe de but sera intense en raison même de l'existence d'obstacles, plus je serai sûr d'atteindre ce but, quelles que soient les difficultés accumulées. » Il est intéressant de noter que cette réponse ignore complètement la possibilité d'insuccès. Combien cette conception est éloignée de la nôtre, les « circonstances » excusant et justifiant tout chez nous. C'est dire à quel point nous ignorons l'application pratique de ce facteur vital qu'est le réflexe de but. Et cette connaissance serait cependant si utile, dans tous les domaines, et d'abord dans le plus important de tous, je veux parler de l'éducation.

Le réflexe de but peut être affaibli, et même complètement étouffé, par le mécanisme inverse.

Revenons au réflexe alimentaire. Seuls les premiers jours de jeûne sont, on le sait, durs, intolérables, puis la faim diminue notablement. De même, après une insuffisance alimentaire prolongée, l'organisme s'étiole, s'affaiblit, les forces tombent et les besoins normaux s'affaiblissent, ainsi qu'on le voit chez les jeûneurs systématiques. Une restriction prolongée des besoins essentiels de l'organisme, une limitation constante des réflexes fondamentaux entraîne l'abolition de l'instinct vital, de l'attachement à la vie. On sait avec quelle indifférence les indigents attendent la mort. On peut même, si je ne me trompe, s'acheter en Chine un remplaçant pour la peine de mort. Lorsque les traits négatifs du caractère russe, paresse, apathie, indifférence, négligence même, attirent mon attention, je me dis : « Non, ce ne sont pas là nos traits originels, c'est l'héritage maudit du temps de servage. »

Le servage a fait du maître un parasite en lui permettant de se libérer, aux dépens du travail des autres, de l'obliga-

tion normale de gagner son pain et celui de ses proches, d'avoir toute prête une situation, laissant ainsi son réflexe de but inemployé pour ce qui a trait à la lutte quotidienne. Le servage a fait du serf un être passif, n'ayant aucun désir, ses aspirations les plus légitimes étant continuellement entravées par les volontés et les caprices des seigneurs.

Mais, de même qu'un appétit déficient, une nutrition insuffisante peuvent être corrigés par des soins constants et une hygiène appropriée, de même on peut, on doit lutter en Russie contre cette disparition du réflexe de but. Si chacun de nous entretenait avec soin son propre réflexe de but, s'il le tenait pour la partie la plus précieuse de son être, si tous les parents et tous les éducateurs avaient pour but essentiel le développement de ce réflexe chez l'enfant, si le gouvernement et différentes institutions créaient le moyen d'appliquer ce réflexe, nous deviendrions ce que nous devrions être, à en juger par certains épisodes de notre histoire, et certains élans de notre génie créateur.

XXVIII

Le réflexe de liberté

(En collaboration avec le Dr M. M. Goubergritz) (1)

A côté de la forme fondamentale élémentaire de l'activité nerveuse, connue et admise depuis longtemps, qui est le réflexe inné, la physiologie du système nerveux a enfin établi l'existence d'une autre forme de cette activité, également fondamentale, quoique plus complexe, le réflexe acquis. Voici quel doit être, aujourd'hui, le plan d'étude de cette question. Il faut, en premier lieu, identifier et classer tous ces réflexes innés, base immuable sur laquelle reposera l'édifice immense des réflexes acquis, constituant la morphologie propre de l'activité nerveuse réflexe. D'autre part, il faut étudier les lois et le mécanisme de l'activité réflexe, tant innée qu'acquise. L'étude des réflexes innés se poursuit depuis longtemps et sera continuée; quant à l'étude des réflexes acquis, elle ne fait encore que commencer et doit attirer davantage l'attention, car elle promet des résultats rapides et importants.

Notre exposé d'aujourd'hui a trait à la systématisation des réflexes, et en particulier des réflexes innés. Il est tout à fait évident que la classification actuelle de ces réflexes en réflexes de nutrition, de défense et de procréation est à la fois trop générale et inexacte (2). Pour être exact, il faut distinguer le réflexe de défense individuelle de celui de la conservation de l'espèce, le réflexe de nutrition étant, lui aussi, un réflexe de défense. Mais cette distinction est, elle-même, arbitraire, la conservation de l'espèce sous-entendant, naturellement, la défense de l'individu. La systématisation ne

(1) Rapport à la Société de Biologie de Pétersbourg, annoncé en novembre 1916, mais remis par suite d'une grave maladie d'un des auteurs et lu seulement en mai 1917. Extrait du journal *Rousski Vrach*.

(2) Une analyse très complète des réflexes, d'une part, et de ce qu'on entend par instincts, de l'autre, a montré qu'il n'existe aucune différence fondamentale entre ces deux phénomènes.

présente donc, à ce point de vue, aucun intérêt particulier. Par contre, il est indispensable d'avoir une classification précise, une distinction détaillée et une énumération complète de tous les réflexes, chacun des réflexes généraux, connus actuellement, étant en réalité composé d'un grand nombre d'autres réflexes.

Seule la connaissance de chacun de ces réflexes en particulier permettra de se reconnaître peu à peu dans le chaos des manifestations supérieures de la vie animale, mise enfin à la portée d'une analyse.

Notre laboratoire ne s'occupant pas spécialement de cette question, se contente d'enregistrer les faits de ce genre qui peuvent se présenter au cours des expériences et de les étudier plus à fond lorsqu'il en est de particulièrement saillants.

L'un des chiens servant à l'étude des réflexes salivaires acquis (conditionnels, d'après la terminologie de notre laboratoire) a présenté, l'année dernière, des phénomènes tout à fait particuliers. Employé pour la première fois par l'un de nos collaborateurs, ce chien a présenté ensuite, pendant tout un mois, contrairement à tous les autres chiens, une salivation spontanée, continue, qui l'a rendu inutilisable. Cette salivation dépend, nous le savions par des observations antérieures, d'une excitation générale, et accompagne habituellement l'essoufflement de l'animal, analogie évidente avec notre émotion, la transpiration étant remplacée chez le chien par la salivation. Une courte période de cette excitation est fréquemment observée chez les chiens au début des expériences, et en particulier chez les chiens peu apprivoisés, celui-ci était, au contraire, très doux et rapidement ami avec chacun de nous ; il n'en était que plus étonnant de voir que, pendant plus d'un mois, l'excitation n'a pas cédé, même sur la table d'expériences. Nous entreprîmes alors d'étudier de plus près cette particularité. Et pendant deux semaines, le chien étant fixé sur la table dans une chambre isolée, le même état persista. Le réflexe conditionnel étudié se formait lentement, restait peu intense et subissait constamment des oscillations. La salivation spontanée persistait et même augmentait peu à peu, à mesure que se prolongeait la séance expérimentale. En même temps l'animal était très agité, se débattant dans l'établi, qu'il grat-

tait, mordait, etc. Le chien était essoufflé et cet essoufflement s'accroissait vers la fin de l'expérience. Au début de la séance, lors des premières excitations conditionnelles, le chien prenait immédiatement la nourriture qu'on lui présentait, mais, par la suite, il ne la prenait qu'après un intervalle de plus en plus prolongé, ou même ne mangeait que si, pour commencer, on lui introduisait de force les aliments dans la bouche.

Nous nous sommes attachés, avant tout, à découvrir ce qui déterminait la réaction motrice et sécrétoire, ce qui, dans les conditions données, pouvait ainsi exciter le chien.

Un grand nombre de chiens sont excités par leur position élevée sur la table et il suffit, pour les calmer, de poser à terre l'appareil de contention. Dans notre cas, ce procédé est resté inefficace. D'autres chiens ne supportent pas l'isolement : tant que l'expérimentateur se trouve dans la chambre, l'animal est calme, mais dès qu'il est seul, le chien se met à crier et à se débattre, manifestant une grande agitation. Dans notre cas, encore, ce fait n'entraîne pas en ligne de compte. Détaché et laissé en liberté, le chien se couchait le plus souvent aux pieds de l'expérimentateur. Était-il excité par les liens trop serrés qui le cernaient ? Mais les liens relâchés au maximum, l'état de choses ne changeait pas, tandis qu'en liberté, une corde, même serrée, mise autour du cou ne gênait nullement l'animal. Nous avons varié à l'infini les conditions. Une seule hypothèse restait, le chien ne supportait pas l'entrave de ses mouvements. Nous avons devant nous une réaction physiologique du chien nettement soulignée et bien isolée, le réflexe de liberté. L'un de nous a eu l'occasion d'observer une autre fois ce réflexe sous une forme aussi pure, et aussi intense, parmi les quelques centaines de chiens qu'il avait observés, mais n'a pu apprécier suffisamment sa chance à sa juste valeur, ayant à ce moment des idées fausses sur la question. Il est vraisemblable que la rare intensité du réflexe, dans ces deux cas, est due au fait que plusieurs générations d'ascendants de ce chien, tant mâles que femelles, avaient joui de leur pleine liberté.

Le réflexe de liberté est, bien entendu, une réaction générale des animaux, un des réflexes innés les plus importants. Sans lui, le moindre obstacle rencontré par l'animal suffi-

rait à modifier complètement le cours de sa vie. On sait comment les animaux privés de leur liberté cherchent à s'échapper, surtout les animaux sauvages, capturés depuis peu. Ce fait, connu depuis longtemps, n'avait jamais été convenablement expliqué et n'entraît pas dans la nomenclature des réflexes innés.

Afin de mieux souligner le caractère de réflexe inné de cette réaction, nous en avons poussé plus loin l'étude. Quoique le réflexe conditionnel étudié sur ce chien fût, ainsi qu'il a été dit, un réflexe de nutrition (le chien, à jeun depuis 24 heures, était alimenté sur sa table à chaque excitation conditionnelle), cela n'a cependant pas suffi à inhiber, à vaincre le réflexe de liberté. Ce fait était d'autant plus étonnant que nous connaissions déjà l'existence des réflexes alimentaires conditionnels destructeurs (une destruction importante de la peau par un courant électrique, qui habituellement provoque une forte réaction de défense, provoque peu à peu la seule réaction alimentaire, à l'exclusion de la réaction de défense, si cette destruction est constamment accompagnée de nourriture).

Le réflexe alimentaire serait-il donc plus faible que le réflexe de liberté ? Sinon pourquoi le réflexe alimentaire ne triomphe-t-il pas ici du réflexe de liberté ? Il y a cependant une différence entre les expériences portant sur le réflexe conditionnel destructeur et nos expériences actuelles : dans le premier cas, en effet, les réflexes alimentaires et destructeurs coïncidaient presque exactement ; ici, au contraire, l'excitation alimentaire est courte et se reproduit à long intervalle, tandis que le réflexe de liberté existe pendant toute l'expérience et avec une intensité d'autant plus grande que l'animal demeure plus longtemps sur la table. Et c'est pourquoi nous décidâmes, pour continuer nos expériences sur les réflexes conditionnels, de ne donner à l'animal sa ration alimentaire entière que lorsqu'il se trouve attaché sur la table. Pendant les dix premiers jours le chien mangea peu et maigrit sensiblement, puis il mangea de plus en plus et finit par prendre toute sa ration. Il a fallu cependant trois mois environ pour étouffer pendant ces expériences le réflexe de liberté. Les différents éléments de ce réflexe disparaissaient peu à peu. Il faut croire qu'une trace de ce

réflexe persistait cependant puisque le réflexe conditionnel, qui avait toutes les raisons d'être fort, restait faible et oscillant, partiellement inhibé, vraisemblablement par un reste du réflexe de liberté. Il est intéressant de noter qu'au bout d'un certain temps le chien montait spontanément sur la table à expérience. Mais nous ne nous en sommes pas tenus à ce résultat. Ayant cessé de donner la majeure partie de la ration pendant l'expérience, au bout d'un mois et demi le réflexe de liberté recommençait à se manifester dans les expériences sur le réflexe conditionnel, pour atteindre en définitive son intensité initiale.

Le retour de ce réflexe, qui montre sa force et témoigne de sa nature de réflexe inné, élimine en même temps toute autre interprétation de la réaction que nous venons de décrire.

Ce n'est qu'au bout de quatre mois et demi d'emprisonnement continu dans une cage où on lui donnait à manger, que le chien devint utilisable pour les expériences, le réflexe de liberté étant définitivement vaincu.

Pour terminer, nous insisterons encore une fois sur l'importance de la description et de l'énumération des réflexes innés élémentaires, afin de pouvoir peu à peu arriver à comprendre le comportement des animaux. Car, en restant dans le domaine des notions courantes, mais peu instructives, et des expressions telles que : « l'animal s'est habitué, s'est déshabitué, il s'est souvenu, il a oublié », etc., jamais nous n'avancerons dans l'étude scientifique de l'activité complexe des animaux. Il est hors de doute que l'étude systématique des réactions innées de l'animal nous aidera à nous comprendre nous-mêmes, et à nous diriger. J'entends par là qu'il existe, évidemment, à côté du réflexe de liberté, un réflexe de servilité. On sait, par exemple, que les petits chiens, en présence des grands, se mettent sur le dos. C'est la soumission du plus faible devant le plus fort, analogue à l'agenouillement et à la prosternation de l'homme, le réflexe d'esclavage que l'on peut observer dans la vie. L'attitude soumise de l'être faible fait cesser la réaction agressive de l'être fort, tandis qu'une résistance, même légère, n'aurait fait qu'accentuer cette réaction.

Combien, en Russie, le réflexe d'esclavage est souvent mani-

feste et offre des aspects variés, et comme il est utile d'en avoir conscience ! En voici un exemple tiré de la littérature. Kouprine, dans son récit « La rivière de la vie » décrit le suicide d'un étudiant torturé par le remords d'avoir dénoncé ses camarades à la police. La lettre laissée par cet étudiant montre clairement qu'il a été victime du réflexe d'esclavage, hérité de sa mère qui avait toujours vécu de charité.

S'il avait compris cela, il aurait pu mieux se juger, d'une part, et, d'autre part, tenter d'étouffer ce réflexe.

La psychiatrie auxiliaire de la physiologie des hémisphères (1)

Mes travaux antérieurs sur la circulation et sur la digestion m'ont convaincu de l'aide précieuse que peut apporter à la physiologie l'étude clinique des innombrables variations et combinaisons pathologiques des fonctions de l'organisme. C'est pourquoi, étudiant depuis de nombreuses années la physiologie des hémisphères, j'ai, plus d'une fois, songé à me servir des manifestations psycho-pathologiques dans l'analyse des faits qui m'occupaient. En réalité, au lieu d'une méthode, relativement grossière par rapport à la finesse et à la complexité du mécanisme étudié, méthode ayant, comme moyen d'analyse, la destruction partielle des hémisphères, on pouvait espérer avoir une décomposition plus nette et plus fine de la complexité du travail cérébral, une séparation pathologique des diverses fonctions du cerveau, pouvant atteindre dans certains cas un très haut degré de différenciation.

J'ai enfin eu, en été 1918, l'occasion d'étudier quelques dizaines de mentaux. Mon espoir n'a pas été déçu. J'ai pu ainsi assister, d'une part, à la démonstration de phénomènes déjà plus ou moins connus en physiologie, d'autre part, observer de nouveaux aspects de l'activité du cerveau, aspects qui faisaient naître de nouveaux problèmes à résoudre.

Ma manière de considérer les phénomènes psycho-pathologiques différait cependant nettement de celle des spécialistes. Ayant depuis de nombreuses années l'habitude de diriger ma pensée toujours dans le même sens, j'ai persisté dans mon point de vue purement physiologique et ai appliqué, à l'activité psychique des malades, des termes et des notions physiologiques. Je n'ai eu aucune difficulté parti-

(1) Communication à la Société de Psychiatrie de Petrograd. *Journal russe de Physiologie*, 1919.

culière à le faire, mon attention n'étant pas attirée par des états subjectifs, mais seulement par les symptômes les plus apparents de l'état du malade. L'exposé qui suit donnera une idée de la méthode employée.

Le premier malade est une jeune fille intelligente, instruite, âgée de 22 à 23 ans. Elle est allongée sur un lit dans le jardin de l'asile, immobile, les yeux à peine entr'ouverts. Notre arrivée ne la fait pas parler. Le médecin qui m'accompagne dit que c'est là son état habituel. Elle refuse de s'alimenter et est gâteuse. Lorsqu'on l'interroge sur ses parents, elle comprend tout et répond correctement, mais avec un retard notable et un effort visible. Elle présente un état cataleptique très marqué. Cet état dure déjà depuis plusieurs années avec des alternances de guérisons et de rechutes, présentant différents aspects cliniques.

Le second malade est un homme de 60 ans. Interné depuis 22 ans, c'est un véritable cadavre vivant, ne faisant aucun mouvement volontaire, ne prononçant pas une parole, nourri à la sonde et gâteux. Depuis quelques années, il s'est mis à faire des mouvements volontaires et, actuellement, il se lève, va seul au lavabo, parle beaucoup et raisonnablement et mange seul. En parlant de sa maladie, il dit qu'il comprenait tout ce qui se passait autour de lui, mais qu'il ressentait une lassitude musculaire insurmontable, l'empêchant presque de respirer. Et c'est pourquoi il ne bougeait, ne mangeait ni ne parlait. Notons que la maladie a commencé à l'âge de 35 ans, et qu'au cours des examens on a constaté de l'exagération des réflexes.

Comment pourrait-on caractériser, du point de vue physiologique, l'état de ces deux malades ?

Pour répondre à cette question, arrêtons notre attention sur le symptôme moteur de chacun des deux cas : la catalepsie du premier malade et l'exagération des réflexes du second. Dans quels cas observe-t-on ces phénomènes chez les animaux ? Schiff avait déjà noté un état de catalepsie chez un lapin auquel on avait enlevé les deux hémisphères. Depuis Sherington, la décérébration est couramment employée pour obtenir des réflexes toniques chez le chat. L'intoxication par certains produits narcotiques, l'uréthane par exemple, provoque également des phénomènes de catalepsie.

Dans tous ces cas il y a suppression fonctionnelle des hémisphères, avec intégrité des centres nerveux inférieurs ; cette intégrité est due, dans les deux premiers cas, aux propriétés mêmes du tissu nerveux de ces animaux et à la date récente de l'opération, les phénomènes de réaction n'ayant pas encore eu le temps de se produire. Dans le cas de l'uréthane cette intégrité est due à la présence de corps du groupe ammoniacque qui ont un effet excitateur sur les centres moteurs inférieurs.

Cette exclusion isolée des hémisphères permet d'étudier l'activité normale des centres moteurs inférieurs. La fonction principale de ces centres est de maintenir l'équilibre entre l'organisme et le milieu ambiant, réflexe d'équilibration, toujours en activité, mais toujours masqué par les mouvements volontaires. La catalepsie est donc un réflexe normal et constant, mais qui ne se manifeste ouvertement qu'après la suppression de l'influence des hémisphères. Quant à l'exagération des réflexes, ce n'est qu'un élément de ce réflexe complexe.

Il faut donc admettre chez nos deux malades l'abolition du travail des hémisphères. Mais il est évident que cette abolition ne porte, chez ces malades, que sur la partie motrice des hémisphères, car, incapables de faire le moindre mouvement volontaire, ou ayant une extrême difficulté à les faire, ces malades comprennent parfaitement tout ce qu'on leur dit, ont une mémoire intacte et une entière conscience de leur état, autrement dit, les autres régions des hémisphères ont une activité normale.

L'inhibition isolée des régions motrices de l'écorce cérébrale s'observe dans d'autres cas encore, tant chez l'homme que chez les animaux. Un sujet en état d'hypnose poussée à un degré déterminé, comprend parfaitement ce qu'on lui dit, en garde le souvenir et ne peut cependant faire aucun mouvement volontaire, gardant la pose qu'on lui donne, même si elle est inconfortable. Il s'agit évidemment là d'une inhibition isolée de la région motrice de l'écorce cérébrale, inhibition ne s'étendant ni aux autres régions de l'écorce ni aux régions nerveuses sous-jacentes. J'ai, d'autre part, eu souvent l'occasion d'observer un des faits analogues sur des chiens dans mon laboratoire au cours de mes recherches

sur les réflexes conditionnels. Un de ces cas a été étudié, avec une précision particulière, par le Dr Voskressenski et moi. Nous avons, à de nombreuses et longues reprises, laissé un chien seul dans une pièce, attaché sur la table, mais sans aucune intervention expérimentale et, au bout de quelques mois, la chambre entière était devenue un agent hypnogène pour ce chien ; dès son entrée dans cette chambre, son attitude se modifiait. En dosant exactement l'influence de cet agent par la durée du séjour dans la chambre, on a pu étudier les différentes phases du développement du sommeil. Ce chien avait un réflexe alimentaire conditionnel solidement établi pour un son, c'est-à-dire qu'un son donné provoquait la réaction alimentaire : apparition de la salivation et de mouvements correspondants : le chien se passait la langue sur les babines, se tournait du côté d'où on lui apportait la nourriture, et se jetait sur celle-ci dès qu'il l'apercevait. A la première manifestation de sommeil le réflexe salivaire au son disparaissait, mais le réflexe moteur persistait et le chien se jetait sur les aliments dès qu'on les apportait. A cette première phase en succédait une seconde, aussi intéressante qu'inattendue. Le réflexe salivaire (au son) réapparaissait, et était même intensifié par l'addition d'excitants conditionnels naturels de l'aliment, mais la réaction motrice avait complètement disparu, le chien refusait de prendre les aliments, détournait la tête et s'opposait à l'introduction forcée de ces aliments dans sa bouche. Dans la phase suivante, celle du sommeil complet, toute réaction avait naturellement disparu. Lorsqu'on réveillait l'animal (par une forte excitation), on observait la succession des mêmes phases, mais en sens inverse. On ne peut expliquer la seconde phase qu'en admettant que la zone motrice des hémisphères était déjà envahie par l'inhibition hypnique, tandis que les autres régions des hémisphères fonctionnaient encore d'une façon satisfaisante et manifestaient leur activité sur un organe absolument indépendant de la zone motrice, la glande salivaire. Il y a analogie parfaite entre ce fait et celui d'un homme qui a demandé qu'on le réveille et qui, lorsqu'on l'a fait, ne peut triompher du sommeil, grogne et devient parfois agressif si l'on persiste à vouloir le réveiller, et cela tout en reconnaissant qu'il l'avait demandé lui-même.

La première phase et son passage à la seconde peuvent être expliqués de la façon suivante : l'agent hypnogène étant constitué, dans notre cas, par l'ensemble de la chambre, c'est-à-dire par l'ensemble des excitations parvenant à l'œil, l'oreille et le nez, les régions des hémisphères, correspondantes à ces excitations, sont les premières atteintes par l'inhibition hypnique, encore faible, mais suffisante pour faire disparaître l'excitation conditionnelle de ces régions, alors qu'elle est encore insuffisante pour inhiber la zone motrice, plus forte. Mais quand à l'action de la chambre viennent s'ajouter des excitations cutanées et motrices uniformes, les mouvements étant très limités par l'appareil de contention, la zone motrice est, à son tour, envahie par l'inhibition hypnique. Et, d'après la loi de concentration du processus nerveux, cette zone, étant la plus forte, attire à elle toute l'inhibition hypnique, libérant ainsi momentanément les autres régions, jusqu'à ce que, le sommeil gagnant de plus en plus, l'inhibition ait envahi avec une force égale et suffisante toutes les régions des hémisphères.

On peut donc penser avec raison que la cause morbide a développé chez les deux malades dont il est question une inhibition isolée, localisée à la région motrice des hémisphères.

Voyons, maintenant, les objections formulées par les psychiatres à propos de notre interprétation des symptômes de ces malades. Les uns ont voulu voir dans les faits que nous avons rapportés un état d'engourdissement, survenant sous l'action de certaines influences. Mais cette explication vise la cause des symptômes observés, et non le mécanisme de leur production. Il peut évidemment exister des cas d'engourdissement ou de catalepsie sous l'influence d'excitations particulièrement violentes, sous particulièrement intenses, images extraordinaires, etc., en d'autres termes, une très forte excitation d'une région quelconque des hémisphères peut entraîner l'inhibition des zones motrices de ces régions et favoriser ainsi la manifestation des réflexes d'équilibration. D'ailleurs, rien ne permet de penser à l'existence, chez nos deux malades, d'excitations particulièrement intenses, et l'un d'eux se plaint uniquement d'une impossibilité presque absolue à accomplir le moindre mouvement volontaire.

On a également objecté que dans la paralysie progressive les lésions des hémisphères sont évidentes, contrôlées anatomiquement, et qu'il n'y a cependant pas de catalepsie. Mais dans ce cas il n'y a pas suppression absolue de l'activité motrice des hémisphères : les malades font un certain nombre de mouvements volontaires ; c'est la coordination qui se fait mal et, de plus, ces malades présentent souvent une excitabilité corticale exagérée, se traduisant par des convulsions. Donc, dans ce cas, les conditions nécessaires à la manifestation du réflexe d'équilibration ne sont pas remplies.

On a cité, également, les cas de thrombose et d'hémorragie cérébrales, qui entraînent la paralysie et non la catalepsie. Mais, là encore, ce ne sont pas du tout les conditions dans lesquelles apparaît la catalepsie. Ces états s'accompagnent d'abolition des réflexes médullaires. Il est donc évident que l'inhibition due à ces lésions s'est étendue jusqu'à la moelle. Cette inhibition doit, par conséquent, être d'autant plus manifeste dans les centres nerveux plus voisins des hémisphères.

Il n'y a, ainsi, aucune contradiction entre les faits observés en clinique et notre interprétation de l'état des deux malades. Il faut donc admettre notre mécanisme de l'activité pathologique des hémisphères comme parfaitement exact dans certains cas. Cette interprétation paraît particulièrement fondée dans le second cas, le retour à la normale, après plus de vingt ans, constituant une preuve de plus de la justesse de cette interprétation. Cet état était donc purement fonctionnel et ne relevait d'aucune lésion organique, anatomo-pathologique.

L'étude de ces deux malades présente un autre point d'un intérêt fondamental. Quoique les éléments corticaux des différents mouvements (centres moteurs des membres, du langage, des yeux, etc.) soient, d'après les dernières données de la physiologie, dispersés dans différentes régions des hémisphères, ils sont cependant, chez nos malades, atteints par le même processus d'inhibition, à l'exclusion de tous les autres éléments des hémisphères. Ceci conduit à penser que tous les éléments moteurs présentent entre eux un état constitutionnel ou chimique commun, ou les deux à la fois, ce qui

explique leur réaction identique à la cause unique de ces symptômes morbides, et les distingue ainsi des autres éléments de l'écorce, éléments visuels, auditifs, etc. Cette distinction de la nature des éléments de l'écorce les uns des autres se manifeste également dans les différentes phases du sommeil, hypnotique ou normal, lorsque, sous l'influence d'une même cause, les éléments réagissent de façon différente (1).

Voyons, maintenant, comment on pourrait se représenter de plus près la cause déterminante de ce tableau symptomatique. Différentes hypothèses sont en présence. Il s'agit peut-être d'une action toxique particulière, localisée à certaines cellules corticales en raison de leurs caractères individuels. Il peut s'agir également d'un état d'épuisement des cellules corticales, soit par épuisement général de l'organisme, soit consécutivement à une tension cérébrale particulièrement intense. Dans ce dernier cas, la localisation de l'épuisement de certains éléments corticaux est due, soit à la participation de ces éléments au travail épuisant, soit à leur constitution même. Il faut enfin admettre la possibilité d'influences réflexes nocives, soit directes, soit par l'intermédiaire de modifications dans la circulation ou dans la nutrition, et toujours électives pour certains éléments corticaux. Donc, un certain nombre de tableaux symptomatiques, reconnaissant un mécanisme analogue, ou même identique, peuvent être dus à des causes différentes.

Essayons d'expliquer, pour terminer, le cas du second malade, celui qui a vu rétrocéder, après plus de vingt ans, l'inhibition de la zone motrice des hémisphères. Ce fait ne peut être expliqué que par son âge. A mesure qu'il approchait de 60 ans, âge auquel se manifeste généralement l'affaiblissement de l'organisme, le malade revenait peu à peu à la normale. S'il s'était agi, dans le cas particulier, d'un effet toxique, il aurait fort bien pu se faire que l'affaiblisse-

(1) Cette différenciation des éléments cellulaires de l'écorce les uns des autres doit d'autant plus être considérée comme indiscutable, que la physiologie des nerfs périphériques montre constamment une individualité nette des filets nerveux des différentes fonctions et de leurs terminaisons (individualité quant à l'excitabilité, à la force relative, etc.). Cette individualité sert à différencier les filets d'un même tronc nerveux, par exemple les filets vaso-constricteurs des filets vaso-dilatateurs.

ment général de l'organisme ait entraîné une modification, un affaiblissement de l'agent toxique ; si la cause de la maladie était, au contraire, un épuisement chronique de la masse nerveuse, les modifications du cerveau dues à l'âge (moindre excitabilité, moindre destruction fonctionnelle du cerveau, se traduisant par un affaiblissement de la mémoire de fixation) peuvent en atténuer l'effet.

Si l'on admet que le sommeil et l'hypnose sont une sorte particulière d'inhibition, le second malade offre un exemple de sommeil ou d'hypnose chroniques partiels.

L'approche de la vieillesse affaiblit probablement relativement davantage les processus d'inhibition, à en juger par la loquacité des vieillards, et leur affaiblissement mental dans les cas extrêmes. La guérison de ce malade devrait donc être attribuée à l'affaiblissement sénile du processus d'inhibition.

Quoi qu'il en soit, l'analyse physiologique des malades, rapportée ci-dessus, enrichit la physiologie du cerveau d'un matériel nouveau, accessible aux recherches de laboratoire.

De l'hypnose chez les animaux (1)

On entend par hypnose chez les animaux (*experimentum mirabile de Kircher*) un état déterminé par une excitation violente pendant laquelle toute opposition de la part de l'animal est annihilée ; l'animal prend une position anormale (*décubitus dorsal*) et la conserve un certain temps, généralement court, puis, après qu'on a cessé toute action sur l'animal, celui-ci reste immobile quelques dizaines de minutes ou même quelques heures. Différents auteurs, ayant souligné chacun un détail différent, ont donné de ce fait des explications variées. Grâce à une étude systématique de l'activité normale du cerveau, je suis à même d'indiquer, actuellement, le sens de ce fait d'un point de vue biologique et d'en préciser le mécanisme physiologique, réunissant ainsi tous les faits étudiés par les divers auteurs. Il s'agit d'un réflexe de défense à forme d'inhibition. En présence d'une force immense, à laquelle l'animal ne peut échapper ni par la lutte ni par la fuite, sa seule chance de salut réside dans l'immobilité, immobilité qui, ou bien permet à l'animal de passer inaperçu, étant donné que ce sont surtout les objets animés qui attirent l'attention, ou bien lui permet d'éviter, de la part de cette force redoutable, une réaction agressive que des mouvements désordonnés pourraient déclencher. Voici le mécanisme qui détermine cette immobilité : les excitations extérieures d'une intensité extrême, ou de nature extraordinaire, déterminent l'apparition d'une inhibition réflexe rapide de la zone motrice des hémisphères, zone qui préside à ce que l'on nomme les mouvements volontaires : suivant l'intensité et la durée de l'excitation, cette inhibition se localise exclusivement à la zone motrice, ou bien s'étend aux autres régions des hémisphères et même au cerveau moyen. Dans le premier cas,

(1) Supplément aux comptes rendus des séances de la section des sciences physiques et mathématiques de l'Académie des Sciences russes 9 décembre 1921.

il y a persistance des réflexes de la musculature extrinsèque de l'œil (l'animal suit l'expérimentateur du regard), des réflexes glandulaires (la vue des aliments provoque la salivation, mais aucun mouvement vers la nourriture), et enfin des réflexes toniques, action du cerveau moyen sur le système musculaire, destinés à maintenir immuable la pose prise par l'animal (catalepsie). Dans le second cas, tous ces réflexes disparaissent peu à peu, l'animal devient absolument passif et passe à l'état de sommeil, avec relâchement musculaire. Cette succession des phénomènes confirme une fois de plus les conclusions auxquelles je suis arrivé dans une communication antérieure, à savoir que ce que l'on appelle inhibition est un état de sommeil, mais sommeil partiel, localisé. Il est évident que notre immobilité, notre aspect figé, lors d'une grande peur, est une réaction identique au réflexe qui vient d'être décrit.

P.-S. — J'ai pu constater, au printemps 1922, à Helsingfors (il m'avait été impossible de me procurer plus tôt les publications physiologiques), que quelques auteurs sont arrivés, sur ce sujet, aux mêmes conclusions que moi.

Activité normale et constitution générale des hémisphères cérébraux (1)

Avant d'analyser le travail d'un organe quelconque, il est indispensable de bien connaître les conditions normales de son fonctionnement. Cela est vrai aussi pour les hémisphères. J'ai consacré, avec mes collaborateurs, ces 20 dernières années à l'étude de cette activité normale chez le chien.

Afin d'embrasser toute l'activité nerveuse sans exception, tout le comportement des animaux supérieurs, il faut considérer six ordres de phénomènes : 1^o l'excitation ; 2^o l'inhibition ; 3^o le déplacement de l'excitation et de l'inhibition ; 4^o l'induction réciproque de l'excitation sur l'inhibition (phase négative) ou de l'inhibition sur l'excitation (phase positive) ; 5^o les phénomènes de formation et de destruction des voies reliant entre elles les différentes régions du système nerveux ; 6^o enfin, des phénomènes d'analyse, décomposant le monde extérieur et intérieur en ses éléments.

Je ne donnerai, ici, qu'un aperçu rapide, en partie dogmatique, de cette activité, afin de m'étendre ensuite un peu plus longuement sur la description d'expériences montrant la constitution générale des hémisphères.

La base de l'activité nerveuse normale est constituée par un grand nombre de réflexes, c'est-à-dire de liens constants et innés, existant entre les excitations extérieures et intérieures et le fonctionnement des divers organes. Les instincts, une étude détaillée le montre, sont des réflexes analogues aux autres, mais, cependant, généralement plus complexes. L'énumération complète, la description exacte et la classification naturelle de tous ces réflexes constitue un des problèmes les plus importants de la physiologie du système nerveux.

(1) Communication faite en langue allemande à la Société des médecins finlandais, à Helsingfors, en avril 1922.

Le premier degré de l'activité nerveuse est représenté par ce que l'on appelle les associations ou les habitudes, c'est-à-dire les liaisons nerveuses qui se forment au cours de la vie individuelle grâce à la propriété qu'a le système nerveux de créer des associations. La formation d'associations est basée sur le principe de la signalisation. Lorsqu'un agent indifférent quelconque accompagne, une ou plusieurs fois, un excitant provoquant un réflexe inné déterminé, cet agent provoque à son tour l'effet habituel de cet excitant. Certaines conditions, peu nombreuses d'ailleurs, étant réalisées, les associations doivent se produire fatalement, suivant certaines règles. Nous avons donc le droit de considérer ces associations comme de véritables réflexes, mais acquis, et de les étudier d'un point de vue physiologique pur. Nous avons appelé absolus les anciens réflexes, et conditionnels les nouveaux, ainsi que les agents qui les déterminent.

Il est évident que les réflexes conditionnels contribuent grandement à la conservation et à l'intégrité de l'organisme. C'est de cette façon que se réalisent les différentes excitations complexes, et que se forment les centres fonctionnels de combinaisons, c'est ainsi que se fait, en un mot, toute la synthèse des excitants. Le siège de cette propriété d'association est vraisemblablement la zone de contact des nerfs et d'une certaine région de l'écorce cérébrale, car l'ablation des hémisphères entraîne la disparition des réflexes conditionnels existants et rend impossible la formation de réflexes conditionnels nouveaux. Le degré suivant de l'activité nerveuse consiste en la correction des réflexes conditionnels, lesquels sont, par essence, des avertisseurs. Lorsqu'un réflexe conditionnel ne répond plus à la réalité, autrement dit, lorsqu'à l'excitant conditionnel ne fait pas suite l'excitant absolu, le réflexe conditionnel est inhibé et ne se manifeste plus temporairement (ou définitivement si les conditions persistent les mêmes indéfiniment). Quelques exemples feront mieux comprendre ces relations. Soit un son, primitivement indifférent, dont, par le procédé habituel, on a fait un excitant conditionnel du réflexe alimentaire, le plus important des réflexes absolus. Cela veut dire que ce son provoque, à lui seul, la même réaction que les aliments : l'animal fait les mouvements appropriés et présente une sécrétion salivaire et gastrique. Le

moyen le plus simple, et le plus exact, de mesurer cette réaction, consiste à enregistrer la quantité de salive qui s'écoule. On fait agir l'excitant conditionnel (le son), on obtient un certain effet, mais, contrairement à l'habitude, on ne donne pas ensuite à manger au chien. Après un intervalle de quelques minutes, une nouvelle application de cet excitant produit un effet déjà moindre, et ainsi de suite, jusqu'à action nulle de l'excitant conditionnel. Il s'agit ici d'inhibition. Cette inhibition disparaît d'elle-même peu à peu, suivant certaines lois, lorsqu'on laisse l'animal quelque temps au repos. Nous avons donné à ce phénomène le nom de disparition progressive du réflexe conditionnel. Voici un autre cas. On établit ce que l'on peut appeler un réflexe conditionnel presque synchrone, ce qui veut dire que l'excitant absolu (la nourriture, dans notre cas) est appliqué très rapidement après le début de l'action de l'excitant conditionnel (3 à 5 secondes). Dans ce cas, lorsqu'on applique ensuite l'excitant conditionnel seul, il agit avec la même rapidité. Si on modifie un peu l'expérience, en ne donnant par exemple à manger au chien que trois minutes après le début de l'action de l'excitant conditionnel, on observe d'abord, pendant un certain temps, la perte de l'action de l'excitant conditionnel, puis sa réapparition, mais seulement deux ou trois minutes après le début de son application. L'excitant conditionnel n'est donc efficace, dans ce cas, que vers la fin de son application, et non dès le début. C'est ce que nous avons appelé le « retard » du réflexe conditionnel. Il est évident qu'il s'agit là d'un phénomène d'inhibition. Voici encore un autre cas. On associe à un excitant conditionnel efficace (par exemple un son) un agent indifférent (par exemple l'excitation mécanique de la peau), sans jamais accompagner cette combinaison d'un repas. Peu à peu l'excitant conditionnel perd, dans cette combinaison, toute son action. Il s'agit ici également d'un phénomène d'inhibition, auquel nous avons donné le nom d'« inhibition conditionnelle ». Voici, enfin, un dernier cas. L'excitation mécanique d'une région de la peau est devenue excitant conditionnel. Dès que cet excitant conditionnel est obtenu, l'excitation des autres régions de la peau provoque la même action, mais d'autant moins prononcée

que le point excité est plus éloigné du point ayant servi à l'établissement du réflexe conditionnel. Cette généralisation spontanée de l'excitation a un sens biologique et répond à une irradiation primitive de l'excitation dans les hémisphères. En répétant l'excitation de ce premier point, tout en donnant à manger à l'animal, tandis que l'excitation répétée des autres points n'est pas accompagnée de repas, on voit peu à peu disparaître l'action excitante en ces derniers points. C'est encore un phénomène d'inhibition, que nous avons appelé « inhibition différentielle ».

Nous rencontrons ici une nouvelle fonction importante du système nerveux, la fonction d'analyse, qui permet l'établissement de rapports précis entre l'organisme et les milieux intérieur et extérieur.

La base de l'analyse est, naturellement, fournie par les appareils périphériques des différents nerfs centripètes, appareils transformant en un même processus nerveux une forme d'énergie particulière pour chacun d'eux. Ce processus nerveux gagne, par des nerfs distincts, un point donné des centres, d'où il se dirige vers la périphérie pour y déterminer une certaine activité de l'organisme (par exemple, d'après notre terminologie, le réflexe d'orientation). Dans d'autres cas, il commence par irradier sur une plus ou moins grande étendue, et n'atteint qu'ensuite, peu à peu, par un processus d'inhibition, sa localisation définitive.

L'inhibition différentielle répond encore à un autre but : elle sépare, décompose les excitants les plus complexes, formés antérieurement grâce à la propriété créatrice d'associations des hémisphères.

Tous ces cas d'inhibition constituent le groupe dit de l'inhibition interne.

Tout comme l'excitation, l'inhibition irradie d'abord dans la masse des hémisphères, puis, peu à peu se concentre.

Cette concentration, tant pour l'excitation que pour l'inhibition, est produite et favorisée par le phénomène de l'induction réciproque, qui trace des limites précises à ces phénomènes, en fonction du temps et des circonstances.

Actuellement, après avoir observé un grand nombre de cas, et après plusieurs hypothèses successives, nous pouvons conclure que l'inhibition interne et le sommeil sont, en

réalité, un seul et même processus, nettement localisé dans le premier cas, répandu, disséminé, dans le second. Le manque de temps m'empêche, malheureusement, de m'étendre davantage sur ce sujet. Je ne ferai que citer un fait de la plus haute importance : toute excitation prolongée d'un point quelconque des hémisphères, quelle que soit son importance vitale, lorsqu'elle n'est pas accompagnée d'une excitation simultanée d'autres points des hémisphères, conduit invariablement, tôt ou tard, à l'inhibition de ce point, puis au sommeil général.

Il existe une autre sorte d'inhibition, différente de l'inhibition interne, ne se développant pas progressivement comme celle-ci, mais se manifestant instantanément. Nous avons appelé cette inhibition « inhibition externe ». Elle se produit à chaque nouvelle activité des hémisphères, provoquée par une excitation automatique ou réflexe, et présente une analogie parfaite avec l'inhibition connue depuis longtemps sur les autres points du système nerveux central. Nous étudions actuellement les rapports qui existent entre l'inhibition interne et l'externe. Elles ne constituent, vraisemblablement, qu'un seul et même processus.

Les hémisphères sont donc un organe d'une extrême complexité, difficile à décrire en détails dans l'état actuel de nos connaissances, organe dans lequel (à l'état de veille), à côté des déplacements étendus des processus d'excitation et d'inhibition, existent, pour les excitations se répétant fréquemment, des limites plus ou moins bien tracées entre les différents points alternativement excités ou inhibés. Ces limites s'effacent rapidement, mais momentanément, par extension de l'inhibition générale, c'est-à-dire du sommeil, d'où l'absurdité de certains rêves, le résidu d'excitations antérieures entrant dans les combinaisons les plus inattendues.

L'état de veille est maintenu, d'une part, par les nombreuses excitations atteignant les hémisphères et venant en grande partie du milieu extérieur, et d'autre part, par les déplacements de ces excitations, tant sous l'influence des liens déjà formés entre les résidus d'innombrables excitations antérieures, que sous celle des liens nouveaux qui s'établissent entre les nouvelles excitations et les anciennes. Le sommeil normal, périodique, apparaît par suite de la prédominance de plus en plus marquée du processus d'inhibition.

lié à un état d'épuisement progressif de l'organe à la suite de sa période d'activité. Il faut ajouter que, tout comme Verworn qui, lors de l'établissement de sa théorie, suivant laquelle l'inhibition est un épuisement, avait amassé un grand nombre de faits montrant la parenté de ces deux processus, de même, pour appuyer nos conclusions sur l'identité de l'inhibition et du sommeil, nous avons réuni un certain nombre de faits où coïncidaient l'inhibition et l'épuisement.

L'activité des hémisphères étant ainsi définie, l'horizon des recherches physiologiques se trouve considérablement élargi, et une infinité de questions surgissent qui toutes peuvent être résolues par les méthodes de physiologie pure.

Étudions, maintenant, la constitution générale des hémisphères.

Avant tout, une question se pose : que doit-on penser de la zone motrice des hémisphères ; son rôle est-il purement de réception, ou bien a-t-elle une action effective ? Nous avons tenté de résoudre la question de la façon suivante : après avoir établi, chez un certain nombre d'animaux, un réflexe conditionnel au moyen d'un acte moteur, tel que la flexion de la patte au niveau d'une articulation donnée, en même temps que des réflexes pour des excitations mécaniques de certaines zones cutanées, on a fait l'ablation du gyrus sigmoïdeus (zone motrice) sur un chien, et celle des gg. coronarius et ectosylvius sur un autre (zone cutanée, d'après nos expériences). Le premier animal a conservé le réflexe conditionnel cutané, tandis qu'était aboli le réflexe déterminé par l'acte moteur ; le second animal a, au contraire, conservé le réflexe provoqué par la flexion de l'articulation, tandis que le réflexe cutané était aboli. Ces faits, et d'autres analogues, recueillis par d'autres expérimentateurs, permettent de conclure que la zone motrice est une zone réceptrice, analogue au globe oculaire, et que l'effet moteur de l'excitation corticale est de nature réflexe.

Ainsi se trouve établie l'unité de toute la substance corticale des hémisphères. L'écorce cérébrale n'est donc qu'un appareil récepteur ayant pour fonction l'analyse et la synthèse de toutes les excitations qu'il reçoit, et qu'il transmet ensuite, par l'intermédiaire de filets nerveux d'associations, aux appareils exécuteurs.

Passons, maintenant, à l'importante question des localisations cérébrales. Depuis les expériences de G. Munk, on sait l'existence, dans le lobe occipital, de la projection de la rétine. Minkovski, par ses travaux récents dans le laboratoire de Monakov, a confirmé cette hypothèse. Nous-mêmes l'avons vérifiée sur de nombreux animaux. G. Munk a supposé l'existence des mêmes relations, pour l'oreille, dans le lobe temporal. Mais, d'autre part, l'école de Lutziani défend, depuis longtemps également, une opinion différente, d'après laquelle ces centres occuperaient une surface bien plus étendue. Récemment Kalischer a montré, par la méthode des réflexes conditionnels (qu'il appelle méthode de dressage) qu'on peut obtenir des réflexes auditifs et optiques après ablation des zones auditive et optique. Les cliniciens, enfin, possèdent un grand nombre de faits qui ne s'accordent pas avec la théorie de centres très localisés. Nous avons tenté de résoudre cette question au moyen d'expériences dans lesquelles les excitants conditionnels choisis étaient tantôt des excitants élémentaires, tantôt des combinaisons variées de ces excitants. Dans les expériences portant sur l'oreille, l'excitant était, une fois, une série de quatre sons ascendants, une autre fois un accord composé des 2 sons extrêmes et d'un son moyen, d'un registre de 3 octaves. Le premier excitant complexe était très nettement différencié, par les chiens normaux, de la série des mêmes sons disposés en sens inverse, c'est-à-dire descendants. Une fois le second excitant complexe devenu efficace, les sons de cet accord agissaient également isolément, quoique plus faiblement. Après ablation d'une moitié de la zone auditive de Munk, le son final de l'accord n'agissait plus, son essai isolé demeurait inefficace, bien qu'on pût, sans difficulté, obtenir un nouveau réflexe conditionnel avec ce même son. Dans une autre expérience on supprima, chez un animal ayant un réflexe conditionnel pour une succession de sons, la moitié postérieure des hémisphères, suivant une ligne passant derrière le g. sigmoïdeus, le sommet de la scissure de Sylvius, puis, le long de cette scissure, jusqu'à son origine. Cette ablation rendit impossible la différenciation des sons ascendants des mêmes sons descendants, alors que l'animal était capable de différen-

cier ces sons, pris individuellement comme excitants conditionnels. Dans les expériences portant sur la vue, après ablation de la moitié postérieure des hémisphères suivant la ligne qui vient d'être indiquée, l'animal peut différencier non seulement les différentes intensités lumineuses, mais également différentes figures géométriques uniformément éclairées, telles qu'un carré ou un rond, mais non les figures plus complexes. C'est encore manifestement dans cette catégorie qu'on doit ranger les faits suivants, connus depuis longtemps, à savoir que, après l'extirpation des lobes temporaux et occipitaux, les chiens perdent à jamais les réactions conditionnelles aux objets et aux paroles, ceux-ci étant des excitants optiques et auditifs complexes.

On peut conclure, de tous ces faits, que chaque appareil récepteur périphérique possède dans la substance corticale, un territoire central particulier, qui est son point terminal et qui représente sa projection exacte. Grâce à sa structure particulière (peut-être une densité plus grande des cellules, un plus grand nombre de cellules d'association, et l'absence de cellules appartenant aux autres fonctions) ce territoire préside à la formation d'excitations extrêmement complexes (synthèse supérieure) et à leur différenciation précise (analyse supérieure). Mais, d'autre part, ces éléments récepteurs sont également disséminés sur une grande surface, peut-être même à toute l'étendue des hémisphères, et plus ils sont éloignés du centre de leur territoire, moins ces éléments sont favorablement groupés. Les excitations sont, par conséquent, de plus en plus élémentaires, et l'analyse de plus en plus grossière. D'une manière analogue la zone motrice, qui est une zone réceptrice, doit être considérée comme la projection de tout l'appareil moteur, en même temps que quelques éléments récepteurs de ce système peuvent se trouver à une grande distance du territoire central. La physiologie a, devant elle, la tâche immense et féconde d'étudier systématiquement, au moyen d'ablations partielles, la valeur de la synthèse et de l'analyse aux différentes distances du centre correspondant. Cette représentation de l'écorce explique, de la façon la plus naturelle, le mécanisme de la restitution progressive, après l'opération, des fonctions perdues, en excluant naturellement les trou-

bles fonctionnels apportés par les suites opératoires telles que : compression, gêne de la circulation, etc. Permettez-moi, pour terminer, d'attirer votre attention sur les faits suivants : on connaît bien la vicariance dans l'organisme, elle constitue, évidemment, le summum de perfectionnement de la machine vivante. Cette propriété doit donc être particulièrement développée dans le système nerveux, qui dirige et régularise toute activité de l'organisme. L'énergie extérieure la plus fréquemment menaçante est l'énergie mécanique ; le système nerveux doit donc être particulièrement bien adapté à cette forme d'excitation. Je crois, en effet, qu'il faut interpréter la voie contournée des filets nerveux, leurs nombreux croisements, le nombre, paraissant exagéré, des éléments, etc., comme des moyens de compenser plus ou moins les destructions possibles.

Voici, enfin, une dernière question ayant trait à la constitution générale de l'écorce cérébrale : existe-t-il, ou non, à côté des régions réceptrices de l'écorce, des régions ayant une signification encore plus élevée ?

Nous avons eu deux séries de chiens ayant subi l'ablation, suivant la ligne indiquée plus haut, l'une de la moitié antérieure des hémisphères, l'autre de la moitié postérieure, plus grande. La différence entre ces deux groupes d'animaux était énorme, stupéfiante. Les chiens auxquels manquait la moitié postérieure des hémisphères semblaient, à première vue, absolument normaux, s'orientant bien dans l'espace, grâce aux excitations reçues par la peau et la muqueuse pituitaire. Les chiens privés de la moitié antérieure des hémisphères se comportaient tout à fait différemment, ils offraient un aspect des plus misérables, et, livrés à eux-mêmes, n'eussent pas pu vivre. Il fallait les nourrir en introduisant les aliments dans la bouche ou même directement dans l'estomac, il fallait constamment les protéger contre tous les dangers extérieurs. Ils ne présentaient aucun mouvement utile. Rien ne semblait subsister, chez eux, de l'activité normale des hémisphères. Et, cependant, il n'en était rien. Les réflexes salivaires nous ont rendu, en l'occurrence, un immense service. Nous observions, en effet, la réaction de nos animaux aux différentes excitations, non pas d'après les mouvements de l'animal, mais d'après l'acti-

tivité des glandes salivaires. Et, dans ce cas particulier, ces chiens, qui, d'après leur musculature semblaient des invalides, étaient cependant tout à fait capables de présenter une activité nerveuse supérieure se traduisant par le fonctionnement des glandes salivaires. Ces chiens étaient, comme des animaux normaux, à même de former des réflexes conditionnels, et de les adapter correctement, comme je l'ai montré au début de cet exposé. Chez l'un des chiens opérés, on ne pouvait former de réflexes conditionnels qu'à partir de la surface réceptrice buccale, sur laquelle agissaient également les excitants absolus. Chez un autre chien, l'ablation de la moitié antérieure des hémisphères épargna le sens de l'odorat. Dans ce dernier cas, les excitations odorantes provoquaient également l'activité du système nerveux supérieur, activité constatée par la sécrétion salivaire. L'autopsie de ces chiens montra que l'opération avait également sérieusement endommagé les voies nerveuses de la moitié postérieure des hémisphères. Cette moitié postérieure était nettement atrophiée, ce qui explique qu'on n'eût pu obtenir de réflexe conditionnel salivaire à point de départ optique ou auditif. On pouvait, cependant, provoquer facilement, par l'intermédiaire de ces organes, un processus d'inhibition conditionnelle, suivi, au bout de quelques excitations successives, de l'apparition rapide du sommeil. Le même fait a été constamment observé dans les cas de lésions partielles des différentes régions de l'écorce cérébrale. Il devenait impossible, dans ces cas, d'obtenir une action conditionnelle positive quelconque, partant des surfaces réceptrices correspondantes, tandis qu'on obtenait facilement le développement d'une inhibition conditionnelle suivie rapidement d'un véritable sommeil. Ces faits contribuent à montrer l'identité de l'inhibition et du sommeil, phénomènes qui peuvent être rapprochés de celui de l'épuisement.

Il résulte donc de ces expériences qu'après l'ablation de la moitié antérieure des hémisphères et une forte lésion de la moitié postérieure, la zone restée indemne, quoique fort peu étendue, est cependant capable d'assurer une activité nerveuse supérieure. Ceci démontre l'équivalence, au point de vue du mécanisme général, de toutes les régions des hémisphères, point sur lequel insistait déjà G. Munk.

Il est intéressant, pour conclure, de s'arrêter quelque peu sur l'activité musculaire des animaux dont on vient de parler. Du point de vue des mouvements, ces animaux se distinguaient nettement des animaux ayant subi l'ablation totale des hémisphères. Ces derniers, on le sait, peuvent déjà se lever et marcher plusieurs jours après l'opération. Après l'ablation de la moitié antérieure des hémisphères, l'animal reste plusieurs semaines avant de pouvoir se lever, et ne peut marcher qu'au bout d'un mois et même plus ; de plus, ces animaux prennent les poses les plus extraordinaires et, naturellement, tombent très souvent. Ces derniers traits ont persisté tout le temps que les animaux ont passé chez nous. Un fait surtout était frappant : c'est que ces animaux tentaient des mouvements inconciliables avec leur équilibre, autrement dit, ils avaient perdu la faculté normale de combiner leurs mouvements. Comment peut-on comprendre ce fait ? La seule explication me paraît en être la suivante : l'opération a supprimé les régions réceptrices centrales correspondant à la peau et à l'appareil moteur, par l'intermédiaire desquelles s'effectuent, à l'état normal, les différentes combinaisons de mouvements et la synthèse de tout mouvement fait dans un but précis. Les régions restantes des hémisphères ne contiennent que les éléments éloignés de ces centres, éléments qui ne peuvent se combiner utilement entre eux, sous l'influence d'excitations, que d'une façon limitée et très progressive. Chez les animaux privés complètement d'hémisphères on voit rapidement se développer l'activité sans entrave de l'appareil locomoteur inférieur, parfaitement conservé.

Cet exposé est le résumé de plus d'une centaine de notes publiées sur les travaux de 70 de mes collaborateurs.

**« L'inhibition interne » des réflexes conditionnels
et le sommeil sont un seul et même processus (1)**

Presque dès le début de notre étude objective de l'activité nerveuse supérieure des animaux, c'est-à-dire l'étude des réflexes conditionnels, nous avons observé, chez nos animaux, un phénomène gênant pour nos expériences, une tendance à la somnolence et au sommeil. Les animaux (des chiens) étaient habituellement fixés sur un support par des liens limitant leurs mouvements. Le support et le chien étaient dans une pièce spéciale où se trouvait également l'observateur. Par la suite, celui-ci resta hors de la pièce, intervenant et observant à distance. A chaque séance expérimentale, on provoquait chez l'animal, à intervalles de temps déterminés, deux réflexes absolus, le réflexe alimentaire (ingestion d'un aliment plus ou moins sec), et le réflexe de défense (introduction dans la gueule de l'animal d'une solution d'acide chlorhydrique de 0,05 pour 100 à 0,1 pour 100). La réaction étudiée et mesurée était, non le réflexe moteur, mais l'écoulement de salive des glandes sous-maxillaire et parotide. Au moyen de ces réflexes absolus, et par la méthode habituelle (coïncidence dans le temps), des réflexes conditionnels étaient formés, c'est-à-dire que des réactions, tant motrices que salivaires, étaient provoquées par des agents occasionnels, jusque là indifférents et sans aucun rapport avec ces réactions.

Une fois l'excitant conditionnel devenu efficace, il est fréquent de constater que son action isolée, même pendant quelques secondes, entraîne, lorsqu'elle est répétée, l'apparition du sommeil, d'abord uniquement pendant l'action isolée de cet agent, puis pendant toute la durée de l'expé-

(1) Tiré du recueil publié en l'honneur de A. P. Karpinski, président de l'Académie, 1922.

rience. Le sommeil est parfois si profond qu'il faut secouer l'animal pour lui faire accepter la nourriture.

Ce phénomène se produit même lorsque le chien, jeûnant depuis la veille, est affamé et réagit très vivement à l'action de l'acide. A ce sujet, trois faits remarquables ont été notés : le premier c'est que la prédisposition à la somnolence et au sommeil est plus nettement marquée avec certains excitants conditionnels, notamment, et avant tout, les excitants thermiques (chaud ou froid au contact de la peau), et les excitants mécaniques : léger effleurement de la peau, grattage, etc., enfin, tous les excitants faibles en général. Le second fait très saillant est l'importance de la durée de l'action isolée de l'agent conditionnel, avant l'intervention de l'excitant absolu. Supposons que, constamment, 10 secondes après le début de l'excitation conditionnelle, nous donnions à manger au chien, ou lui versions une solution acide dans la gueule, ce que nous appelons « renforcer » le réflexe conditionnel. Pendant la durée de ces 10 secondes nous observons des réactions extrêmement vives, tant motrice que sécrétoire. Un léger changement dans les conditions de l'expérience entraîne souvent une transformation surprenante de la réponse : si l'on ne fait intervenir l'excitant absolu que 30 secondes ou 1 minute après le début de l'action de l'excitant conditionnel, l'animal devient bientôt somnolent pendant l'excitation conditionnelle, les réactions conditionnelles disparaissent, et l'animal qui, jusque là ne dormait jamais sur le support, s'endort maintenant à chaque séance, dès la première application de l'excitant conditionnel. Enfin voici le troisième fait : la facilité d'apparition de la somnolence et du sommeil, dans les conditions qui viennent d'être exposées, varie nettement avec les chiens, suivant le type de leur système nerveux. Il est intéressant de rappeler l'erreur dans laquelle nous sommes tombés au début, en envisageant le phénomène à un point de vue purement pratique, comme une gêne à nos expériences, et en cherchant à le supprimer : désirant travailler sur des chiens chez lesquels le sommeil ne viendrait pas gêner nos expériences, nous avons choisi des animaux très vifs, remuants, réagissant à tout, et le résultat fut contraire à toute attente ! Ces chiens s'endormaient avec une facilité

particulière ; au contraire, les chiens tranquilles, peu remuants, se montrèrent très résistants au sommeil, même dans les conditions les plus favorables à son apparition.

Les conditions expérimentales énumérées, prédisposant particulièrement les animaux au sommeil, finirent par nous amener à l'étude du sommeil lui-même : qu'est-il, et quels sont ses rapports réels avec les particularités et les conditions de nos expériences ? Après 5 ou 6 hypothèses différentes, nous sommes arrivés à cette conclusion, vraisemblablement définitive, que le sommeil et l'inhibition interne que nous avons constatée au cours de notre étude des réflexes conditionnels, sont un seul et même phénomène. Cette conclusion est conforme aux nombreuses observations recueillies au cours de ces vingt années d'étude des réflexes conditionnels, elle est, de plus, confirmée par les expériences nouvelles, entreprises dans le but de la vérifier.

Il est, à ce sujet, un fait général, c'est que toute excitation plus ou moins prolongée d'un point déterminé des hémisphères, quelle qu'en soit l'importance vitale (mais surtout si cette importance n'est pas extrême) et quelque grande qu'en soit l'intensité, si cette excitation ne s'accompagne pas de l'excitation simultanée d'autres points et reste toujours la même, elle détermine, tôt ou tard, la somnolence et le sommeil. Cette loi explique très clairement le fait signalé plus haut, qu'un excitant conditionnel agissant sur un point déterminé des hémisphères, et quoique lié à l'une des fonctions les plus importantes de l'organisme, l'alimentation, conduit cependant au sommeil dès que son action isolée se prolonge un certain temps, parfois quelques secondes seulement, sans être accompagné de l'excitant absolu. Ajoutons qu'il n'y a pas d'exception, même dans le cas où le stimulant conditionnel de la réaction alimentaire est constitué par une très forte excitation électrique cutanée. C'est d'ailleurs un fait universellement connu, bien que non étudié scientifiquement jusqu'ici, que toute excitation monotone et prolongée détermine la somnolence et le sommeil. Est-il besoin de rappeler ici les nombreux cas particuliers observés dans la vie courante ?

Ayant entrepris l'étude de ce sujet, nous l'avons poursuivie dans un cas autre que celui des réflexes conditionnels. Si, dans les conditions extérieures entourant l'animal, intervient

un excitant nouveau quelconque, autrement dit, s'il survient dans ce milieu une modification quelconque, l'animal y répond par une réaction générale consistant à présenter à cet excitant nouveau la surface réceptrice correspondante (œil, oreille, etc.), lorsque, toutefois, le nouvel excitant ne provoque, par lui-même, aucune réaction spéciale. Nous appelons cette réaction générale, le réflexe d'orientation ou d'observation. Si l'on répète cette excitation à intervalles rapprochés et si on la prolonge, le réflexe d'orientation faiblit graduellement, puis disparaît, et si l'on ne fait pas intervenir d'autres excitants, l'animal devient somnolent et finit par s'endormir. La répétition de cette expérience donne constamment le même résultat, avec une régularité comparable à celle de la réaction d'un chien affamé à la vue d'un morceau de viande (exp. de S. I. Tchetchouline et I. S. Rosenthal). Le fait est si évident et si universel qu'on ne peut hésiter à le formuler : l'excitation isolée et prolongée d'un point déterminé des hémisphères entraîne la somnolence et le sommeil. D'après ce que nous savons de la vie des tissus, ce fait paraît être un phénomène d'épuisement, d'autant plus que le sommeil périodique normal résulte indiscutablement de la fatigue. Il semble donc que l'excitation prolongée épuise le point excité, et qu'alors, sous l'influence, pour ainsi dire, de l'épuisement, survient cet état d'inactivité qu'est le sommeil. Je dis « pour ainsi dire » parce qu'il est impossible de comprendre tous les phénomènes sans faire intervenir un état intermédiaire particulier, un chaînon, entre les états chimiques successifs existant au sein d'une cellule donnée. Cet état d'inactivité, qui est le sommeil, ne reste pas localisé à une cellule, mais s'étend de plus en plus loin et finit par envahir non seulement les hémisphères, mais aussi les segments inférieurs de l'encéphale, dont les cellules, bien que n'ayant fourni aucun travail, aucune dépense d'énergie, se trouvent ainsi dans le même état que celles qui ont travaillé et se sont épuisées. C'est là, pour le moment, un point tout à fait obscur de ce phénomène. On doit en venir à admettre l'existence, dans la cellule, d'un processus ou d'une substance particulière, engendrée par l'épuisement et interrompant toute activité cellulaire, afin, semble-t-il, de prévenir une destruction mena-

cante. Et ce processus spécial peut se communiquer aux cellules voisines n'ayant pris aucune part au travail.

Passons, maintenant, aux rapports existant entre le sommeil et l'inhibition interne des réflexes conditionnels.

L'inhibition interne se manifeste chaque fois que l'excitant conditionnel agit un certain temps seul, sans être accompagné de l'excitant absolu. Tels sont l'« affaiblissement du réflexe » le « retard » l'« inhibition conditionnelle » et l'« inhibition de différenciation ». La condition essentielle pour l'apparition de l'inhibition interne est donc la même que pour l'apparition du sommeil. On ne peut méconnaître l'importance capitale de ce fait, en ce qui concerne les rapports existant entre l'inhibition interne et le sommeil, d'autant plus que dans tous les cas observés nous avons vu apparaître la somnolence et le sommeil. Dans le cas du « retard », dans lequel on recule le début de l'excitation absolue par rapport au début de l'excitation conditionnelle, la somnolence et le sommeil entrent en scène, et cela en relation évidente avec la longueur de l'intervalle écoulé. On constate la même chose lorsque, un excitant conditionnel étant nettement établi chez un chien très vif, on fait agir fréquemment les agents voisins de l'excitant conditionnel (efficaces grâce à la généralisation du début) sans leur ajouter l'action de l'excitant conditionnel lui-même, on voit, en effet, apparaître rapidement le sommeil, en même temps que les agents employés deviennent inefficaces. La même chose s'observe encore lorsqu'on étudie l'inhibition conditionnelle. Mais, dans ce cas, les choses se limitent à la somnolence, le plein sommeil n'apparaissant que rarement. Enfin, dans la « disparition progressive » lorsqu'on répète plusieurs fois cette « disparition » dans une même séance, on observe nettement l'apparition de la somnolence et du sommeil. La répétition fréquente des expériences de « disparition progressive » plusieurs jours durant, provoque chez l'animal, jusque là nullement prédisposé au sommeil, un tel état de somnolence qu'il devient difficile de poursuivre les expériences. Il faut ajouter que dans les différents cas d'inhibition interne existent vraisemblablement certaines particularités influant sur la vitesse d'apparition, le degré et le caractère passager ou persistant de la somnolence et du sommeil.

Une dernière question se pose : quels sont, dans les divers cas, les rapports particuliers existant entre l'inhibition et le sommeil ? On observe les plus grandes variations. Il peut y avoir passage de l'inhibition au sommeil ou inversement, ou bien substitution du sommeil à l'inhibition, ou encore coexistence du sommeil et de l'inhibition.

Soit un chien, sur lequel on fait agir l'excitant absolu 30 secondes après le début de l'application de l'excitant conditionnel. Le réflexe conditionnel se forme enfin : la salivation apparaît 5 à 10 secondes après le début de l'application de l'excitant conditionnel. On répète ensuite cette expérience pendant des jours, des semaines, des mois (cette durée variant pour chaque animal), en associant toujours l'excitant absolu à l'excitant conditionnel. On constate alors que la période d'excitation conditionnelle inefficace s'allonge de plus en plus : il s'écoule d'abord de 15 à 20 secondes, puis de 20 à 25 secondes avant l'apparition de la salivation, et enfin celle-ci n'apparaît qu'à la trentième seconde exactement ou à peine 1 ou 2 secondes plus tôt. C'est ce que l'on appelle l'inhibition interne, le « retard », l'adaptation précise à l'action de l'excitant absolu. Puis, l'effet disparaît tout à fait pendant la durée de ces 30 secondes, mais on peut cependant le faire réapparaître encore en prolongeant au delà l'action isolée de l'excitant conditionnel. Il devient ensuite absolument impossible d'obtenir aucun effet, et en même temps on constate que l'animal devient somnolent et finit par s'endormir, ou bien, se fixant dans sa pose active, devient immobile, figé (état cataleptique). Le cas inverse peut également se présenter. On a obtenu le « retard » du réflexe en éloignant de 2 minutes le début de l'excitant absolu par rapport à celui de l'excitant conditionnel ; dans ce cas, la troisième minute d'excitation conditionnelle est divisée en deux phases presque égales entre elles : une première inefficace, et une seconde efficace. On observe fréquemment, au cours de ces expériences, qu'à la première application de l'excitant conditionnel l'animal devient somnolent dès le début de cette application et que, vers la fin de la troisième minute l'effet est tout à fait nul ou bien insignifiant ne se manifestant dans ce cas que tout à fait tardivement. Puis, lorsqu'on répète cette excitation,

l'effet augmente chaque fois, dure plus longtemps et la somnolence disparaît peu à peu. Enfin la somnolence disparaît complètement, et toute la période d'action de l'excitant conditionnel se divise en deux parties, soit égales, soit des deux tiers et du tiers, correspondant, la première à une période inefficace, la seconde à une période efficace, l'effet allant en augmentant jusqu'à la fin de l'application de l'excitant conditionnel.

Il y a donc, dans le premier cas, transformation de l'inhibition en sommeil, et transformation inverse, dans le second cas, le sommeil se muant en inhibition.

Cette transformation de l'inhibition en sommeil s'observe également dans le réflexe d'orientation ou d'observation. On sait que, par la répétition, ce réflexe disparaît de lui-même. Le professeur G. P. Zeliony a fait remarquer un fait intéressant : c'est que le réflexe pour les sons ne disparaît pas, malgré la répétition, chez les chiens privés des hémisphères cérébraux. Ceci laisse supposer que les cellules des hémisphères et celles des régions inférieures du cerveau se comportent différemment par rapport aux excitations. Qu'est-ce qui, chez les animaux normaux, provoque la disparition du réflexe d'orientation ? Les expériences du prof. N. A. Popov ont montré que le processus qui préside à la disparition de ce réflexe est en tous points semblable à celui de la « disparition progressive » des réflexes conditionnels, qui est une forme de l'inhibition. Et cette inhibition, lorsque l'excitation se prolonge, se transforme en sommeil.

Quelquefois, lorsque, par exemple, on éloigne l'excitant conditionnel de l'absolu de 30 secondes, l'animal, jusque là très éveillé, commence à s'endormir dès le début de chaque application isolée de l'excitant conditionnel, il baisse la tête et commence même à ronfler, mais, à la vingt-cinquième seconde de l'excitation il se réveille brusquement et manifeste un effet positif très net. Cet état de choses peut durer, chez le même animal, un temps considérable. Il est évident que, dans ce cas, le sommeil remplace l'inhibition, se comportant, quant à son apparition, et à sa disparition, exactement comme l'inhibition.

Il existe, d'autre part, des faits, et des plus constants, dans lesquels il y a disparition simultanée du sommeil et de l'inhi-

bition interne. Supposons qu'on ait établi un réflexe conditionnel avec retard de 3 minutes, par exemple, ne donnant, chez l'animal éveillé, son effet qu'au bout de 1 minute $1/2$ à 2 minutes. Si l'on fait agir l'excitant conditionnel sur le chien endormi, cette excitation le réveille, et en même temps détruit l'inhibition interne, l'excitant conditionnel produisant, dans ce cas, un effet immédiat, la phase latente étant supprimée.

Voici quelques cas de cumul du sommeil et de l'inhibition. Il s'agit encore d'un réflexe conditionnel retardé de 3 minutes. L'effet ne commence à se faire sentir qu'au bout de 1 minute $1/2$ et n'atteint son maximum qu'à la fin de la troisième minute. On associe à l'excitant conditionnel existant un nouvel excitant indifférent et relativement faible, par exemple un sifflement doux. Dès le premier essai il y a ce que nous appelons désinhibition, c'est-à-dire que l'effet apparaît dès la première phase, jusque là inefficace (il sera question plus loin de la « désinhibition ») en même temps qu'on observe, au début de l'action du sifflement, une réaction d'orientation. Au deuxième essai de l'action combinée des 2 excitants, il n'y a pas de réaction d'orientation, l'effet conditionnel ne s'étend pas sur toute la durée des 3 minutes, et l'animal devient somnolent. Cependant, l'application ultérieure de l'excitant conditionnel seul donne l'effet retardé habituel (exp. du Dr. D. S. Foursikov). L'expérience suivante, un peu modifiée, donna les mêmes résultats. Soit un animal ayant un réflexe retardé de 30 secondes. L'effet commence à se faire sentir au bout de 3 à 5 secondes après le début de l'action de l'excitant conditionnel. Puis on fait agir un nouvel excitant, indifférent, en le répétant jusqu'à ce qu'il ne provoque plus de réaction d'orientation et entraîne même la somnolence. A ce moment on fait agir simultanément l'excitant conditionnel et ce nouvel excitant, et on obtient un plus grand retard du réflexe, l'effet n'apparaissant qu'au bout de 15 à 20 secondes (exp. du Dr S. I. Tchetchouline). Ainsi, dans le premier cas, deux inhibiteurs ont provoqué le sommeil et, dans le deuxième cas, la somnolence due à une excitation a renforcé l'inhibition due à une autre excitation.

Tous ces faits nous ont convaincus, une fois de plus, de

l'identité de nature de l'inhibition interne et du sommeil. Mais comment comprendre la différence qui existe entre eux, à quoi est due cette différence ? A première vue, cette différence paraît, en effet, immense. L'inhibition interne prend constamment part à l'état d'activité de l'animal, particulièrement dans les cas d'adaptation plus fine de cette activité aux conditions extérieures, tandis que le sommeil est l'état d'inactivité, de repos des hémisphères. L'hypothèse suivante donne une explication simple et naturelle à cette question. L'inhibition est un sommeil partiel, fractionné, localisé dans des limites étroites par l'influence d'un processus nerveux inverse, l'excitation ; le sommeil est, au contraire, une inhibition répandue sur une grande étendue, à toute l'étendue des hémisphères, et même au delà, au cerveau moyen. Cette hypothèse explique les faits rapportés plus haut : dans un cas il s'agit de l'extension de l'inhibition, et alors on voit apparaître le sommeil, dans d'autres cas l'inhibition se localise et le sommeil disparaît. Envisageons, par exemple, le cas où, au cours d'une même séance expérimentale, le sommeil s'est peu à peu transformé en une inhibition pure, sous l'influence de la répétition de l'excitation. Il y a évidemment, dans ce cas, limitation progressive de l'inhibition sous l'influence d'excitations répétées, et cette limitation de l'inhibition entraîne la disparition du sommeil, il s'établit donc ainsi, en rapport avec les conditions ambiantes, un équilibre entre l'excitation et l'inhibition.

En partant de ce point de vue, il faut, pour limiter l'inhibition et empêcher sa transformation en sommeil, ou bien pour transformer un sommeil existant en simple inhibition, créer dans les hémisphères des zones d'excitation qui s'opposent à la progression de l'inhibition. Depuis longtemps déjà nous appliquons ce procédé dans nos expériences, mais d'une façon empirique : lorsqu'un réflexe conditionnel, plus ou moins inactivé par l'usage, commençait à provoquer le sommeil, nous formions quelques nouveaux réflexes avec des agents plus forts et avec une coïncidence plus parfaite, c'est-à-dire avec un intervalle moins long entre le début de l'action de l'agent choisi et celui de l'excitant absolu. Ce procédé est très souvent efficace, le sommeil disparaît et

le réflexe, qui n'était plus efficace, le redevient. Dernièrement le D^r M. K. Petrova entreprit les expériences suivantes : deux chiens furent soumis, pour la première fois, à l'élaboration de réflexes conditionnels, l'un des chiens étant incomparablement plus vif que le second. L'excitant absolu n'était retardé, pour le premier, que de 15 secondes, et pour le second, de 3 minutes. Peu après la formation des réflexes conditionnels, les deux chiens devinrent somnolents et finirent par dormir d'un tel sommeil que toute expérience dut être interrompue. Puis on apporta à ces expériences les modifications suivantes : on associa l'excitant absolu 2 à 3 secondes après le début de l'action de l'excitant conditionnel et, de plus, on élaborait simultanément des réflexes avec cinq nouveaux agents en plus du métronome, déjà efficace. Ces cinq agents étaient : une sonnerie, une note de musique, un bruit de glouglou, l'éclairage brusque d'une lampe et l'excitation mécanique de la peau. Les réflexes furent rapidement élaborés et le sommeil disparut complètement. Dans chaque séance les nouveaux excitants n'étaient appliqués, chacun, qu'une seule fois, tandis que dans les séances précédentes l'action du métronome était répétée 6 fois à chaque séance. Puis on transforma progressivement tous ces réflexes coïncidents en réflexes retardés, en reculant chaque jour de 5 secondes l'application du réflexe absolu par rapport à celle de l'excitant conditionnel. L'effet de l'excitant conditionnel était, en conséquence, de plus en plus retardé. Lorsque l'intervalle entre les deux excitants atteignit 3 minutes, on constata de grandes différences entre les chiens. Le chien de type calme présenta un très beau réflexe retardé, pour tous les excitants, qu'il garda même lorsque tous ces excitants, à l'exception du métronome, cessèrent d'agir et que, pour ce dernier, l'écart atteignit 5 minutes. Il en fut tout autrement avec le chien vif et éveillé. Lorsque l'intervalle atteignit 3 minutes, ce chien devint très agité, l'agitation atteignant son paroxysme au moment de l'application des excitants : c'étaient des aboiements, des mouvements violents ; la salivation, à ce moment, était devenue continue, persistant même entre les applications, ainsi que cela se voit chez les chiens qui sont dans un état de grande agitation. On supprima alors tous les excitants, à l'exception, cependant,

du métronome, qui resta retardé. L'animal se calma peu à peu, mais en même temps le sommeil revint et le réflexe disparut. Il fallut recourir à nouveau aux autres excitants et les faire coïncidents, pour arriver à chasser le sommeil. On recommença alors à retarder les excitations absolues. Cette fois-ci le retard du réflexe s'établit sans provoquer d'agitation, et le réflexe au métronome étant de nouveau resté seul, garda son caractère de « retard » sans entraîner le sommeil. Cette expérience est intéressante sous beaucoup de rapports ; il en sera question plus loin. Je me contenterai, pour l'instant, de faire remarquer que l'application de nombreuses excitations en différents points de la peau, sans répétition de l'excitation plusieurs fois au niveau du même point dans une même séance, a entraîné la disparition du sommeil et la limitation de l'inhibition. L'expérience suivante, due au D^r Foursikov, amène aux mêmes conclusions : une excitation mécanique de la peau, en un point donné, avec écart de 3 minutes, donna un réflexe conditionnel retardé ; puis le sommeil apparut et le réflexe disparut ; on élaborait alors, au niveau d'un point de la peau très éloigné du premier, un réflexe à excitation également mécanique, mais un réflexe presque immédiat. Le réflexe disparu se rétablit, conservant son caractère de « retard ». L'excitation d'un nouveau point de la zone cutanée de l'écorce entraîna donc la limitation de l'inhibition, issue du premier point, et la disparition du sommeil.

On observe des faits analogues dans chaque cas de différenciation. Lorsqu'on répète plusieurs fois de suite l'application d'un agent voisin de l'agent conditionnel, sans l'accompagner de l'action de l'excitant absolu, son efficacité d'emprunt, due à l'irradiation du début de l'excitation conditionnelle, faiblit peu à peu et fait bientôt place au sommeil. Mais si, poursuivant l'expérience, on intercale à cet agent l'agent conditionnel, celui-ci étant renforcé chaque fois par l'agent absolu, peu à peu le sommeil disparaît et l'agent différencié redevient tout à fait inefficace. L'excitation d'un point donné limite donc l'irradiation du processus d'inhibition des points voisins, le concentre et supprime ainsi le sommeil.

Ce que l'on observe dans la différenciation s'observe égale-

ment dans l' « inhibition conditionnelle », lorsque l'on fait alterner constamment la combinaison que l'on se propose d'inhiber et l'excitant positif.

Enfin, la même chose peut encore s'observer dans la « disparition progressive » des réflexes conditionnels. Si cette « disparition progressive » est provoquée plusieurs fois par jour et, dans chaque séance à plusieurs reprises, on voit rapidement apparaître la somnolence et le sommeil. Si, au contraire, les expériences ne sont faites qu'une ou deux fois par séance, et qu'il y a moins de séances dans une journée, la « disparition » se produit rapidement, souvent dès la première fois, et le sommeil n'apparaît pas. La répétition fréquente d'excitations renforcées ne permet donc pas à l'inhibition de s'étendre.

Toutes ces conclusions supposent que l'inhibition et le sommeil sont des processus qui se déplacent dans la substance cérébrale. Et c'est en effet ce qui se passe. De nombreux travaux faits dans mon laboratoire ont montré avec évidence que l'inhibition interne, produite à un moment donné, persiste un certain temps dans le système nerveux et ne commence à se concentrer dans le temps qu'après disparition de l'agent qui l'a provoquée. La même chose s'observe pour la concentration dans l'espace. On peut même, sur la peau, suivre avec précision la vitesse et la distance de l'irradiation, puis de sa concentration au point d'origine. C'est encore ce qui s'observe, tous les jours, à propos du sommeil. L'assoupissement, comme le réveil, c'est-à-dire l'envahissement du cerveau, comme sa libération, se font plus ou moins progressivement. J'ai pu observer la même chose avec le Dr Voskressenski sur un chien que l'aspect même de la chambre à expérience assoupissait. On a pu suivre, sur ce chien, les stades successifs du sommeil envahissant successivement les différentes régions du cerveau. Il est intéressant de noter que la vitesse d'irradiation du sommeil et de l'inhibition sont des grandeurs de même ordre. L'un et l'autre de ces processus se mesurent par des minutes, quelquefois nombreuses. Cette analogie s'étend encore plus loin. On sait que les individus différent grandement les uns des autres quant à leur vitesse d'assoupissement et de réveil. Les uns s'endorment et se réveillent rapidement, les

autres, au contraire, très lentement. Il en est de même pour la vitesse de progression du processus d'inhibition. Parmi les chiens que nous avons observés à ce point de vue (il n'y en a encore que trois) on constate déjà des différences allant du simple au décuple. Le mouvement aller et retour de l'inhibition (irradiation et concentration) se fit en 1 minute $1/2$ chez un des chiens et 15 minutes chez un autre.

Du point de vue de la plus ou moins grande extension du processus d'inhibition, on peut décrire les deux cas suivants, dont l'un comprend la grande majorité des animaux, et l'autre quelques exceptions seulement. Dans le premier cas, l'irradiation très étendue de l'inhibition détermine un sommeil complet, avec relâchement musculaire, autrement dit, l'inhibition atteint les régions du cerveau sous-jacentes aux hémisphères, régions réglant l'équilibre du corps dans l'espace. Chez quelques rares animaux, l'inhibition se cantonne, au contraire, aux hémisphères et à leur zone motrice, de sorte que l'animal s'immobilise simplement, conservant une pose active.

Ainsi que l'a montré l'expérience du Dr M. K. Petrova, rapportée plus haut, l'habitude de provoquer souvent la localisation de l'inhibition et son développement progressif a fait que l'irradiation de l'inhibition jusqu'au stade de sommeil est devenue exceptionnelle, et que seule l'inhibition pure persiste, c'est-à-dire un sommeil nettement localisé. Étant donné que certaines formes de l'inhibition interne, telles que l'inhibition de différenciation et l'inhibition conditionnelle, ne s'accompagnent que d'une courte période de sommeil, c'est-à-dire que, dans ces cas, la localisation de l'inhibition se fait plus vite et plus facilement que dans les autres formes d'inhibition, nous avons pris l'habitude de provoquer sur nos chiens, au début de nos expériences, en plus de quelques réflexes, une inhibition différentielle ou conditionnelle. Et je crois ce procédé efficace.

En accord avec ce qui vient d'être dit, à savoir qu'un agent qui provoque l'inhibition interne agit, par la répétition, de plus en plus rapidement et sûrement, de même le sommeil provoqué par un agent indifférent quelconque, ou un excitant conditionnel, se produit de plus en plus facilement et

rapidement à mesure que l'on répète l'application de cet agent.

À ce propos, je rappellerai ici un fait particulier qui nous a frappés au cours d'une expérience. Ce fait est encore à vérifier. Un phénomène de différenciation ayant été complètement élaboré, le sommeil, qui avait apparu au début de l'expérience puis presque complètement disparu, s'est de nouveau manifesté lorsqu'on a commencé à détruire la différenciation, par addition de l'excitant absolu (exp. du Dr Stroganoff) c'est-à-dire qu'il semblait y avoir eu, dans ce cas, un phénomène de libération momentanée du sommeil, ce qui n'est pas facile à comprendre.

Le fait suivant, que nous rencontrons fréquemment et depuis fort longtemps, montre, une fois de plus, l'identité du sommeil et de l'inhibition. Il s'agit de l'excitation générale de l'animal dans certains cas d'inhibition. On élabore, par exemple, une inhibition conditionnelle et, lorsqu'elle commence à se manifester, on remarque que le chien devient extrêmement agité : il a des mouvements violents, aboie et présente de la polypnée. Ce phénomène ne dure que peu de temps chez certains chiens, mais chez d'autres il peut persister assez longtemps. Nous avons déjà parlé de ce phénomène à propos d'un chien du Dr Petrova, lequel manifesta une très forte agitation lors de l'élaboration d'un retard sur six excitants simultanés, cette agitation n'ayant cessé qu'avec l'abandon de cinq de ces excitants. Un état d'agitation analogue s'observe, chez quelques chiens, lors de l'action répétée d'un agent indifférent, conduisant au sommeil. Dans ce cas, ces chiens présentent, avant de s'endormir, des mouvements violents, aboient et se grattent, ce qu'ils ne faisaient pas auparavant (exp. du Dr O. S. Rosenthal). Les chiens chez lesquels l'inhibition, qui apparaît dans la phase inactive des réflexes conditionnels retardés, se manifeste sous la forme de sommeil, présentent la succession suivante de phénomènes : dès que l'excitant conditionnel commence à agir, le chien, jusque là bien éveillé mais très calme, fait quelques mouvements désordonnés, puis redevient calme et est envahi par le sommeil (pose passive, tête baissée, yeux fermés). Puis, à l'approche de la phase active, l'animal se réveille, refait quelques mouvements

désordonnés et manifeste enfin la réaction alimentaire spécifique.

Ainsi la transformation de l'excitation en inhibition, et celle de l'état de veille en sommeil, s'accompagnent, l'une et l'autre, d'une agitation générale momentanée de l'animal. Il s'agit vraisemblablement là d'un phénomène d'induction (phase positive), autrement dit, l'inhibition commençante détermine, à distance, la formation d'un processus d'excitation, cependant vaincu par l'augmentation de l'inhibition ou du sommeil.

La conception que nous avons admise de l'identité de l'inhibition et du sommeil nous a rendu clairs un grand nombre de faits restés jusque là incompréhensibles. Voici le plus important de ces faits : après ablation d'une région des hémisphères correspondant à un organe sensoriel quelconque, on ne peut plus, pendant longtemps, des semaines et des mois, faire d'une excitation de cet organe un excitant conditionnel, tandis qu'il est facile d'en faire un inhibiteur conditionnel. Dans ces expériences spéciales on n'a pas eu recours à l'inhibition externe. A une date plus éloignée de l'opération il devenait possible d'obtenir un excitant conditionnel, mais uniquement lorsque le réflexe conditionnel était presque coïncidant, c'est-à-dire lorsque l'excitant absolu suivait presque immédiatement le début de l'action de l'excitant conditionnel (3 à 5 secondes). Dès que l'intervalle était un peu plus grand, le réflexe disparaissait. L'expérience est particulièrement démonstrative lorsque l'extirpation porte sur la région correspondant à une surface cutanée. Dans ce cas, deux réflexes distants de 30 secondes restent normaux et le chien bien éveillé, lorsqu'il s'agit de certaines régions de la peau, tandis qu'ils s'affaiblissent rapidement et que le chien s'endort, lorsqu'il s'agit d'autres régions. De plus, l'excitation, peu de temps après l'opération, des régions de la peau qui ont perdu leur action conditionnelle positive, inhibe dès la première fois les excitations conditionnelles produites simultanément sur les régions non intéressées par l'opération et, de plus, l'excitation des régions inefficaces ne provoque pas de réflexe d'orientation. Enfin, l'excitation, même courte, de ces régions, provoque la somnolence puis un profond sommeil chez des chiens qui n'avaient,

jusque là, jamais dormi sur la table à expérience. Tous ces faits sont, maintenant, faciles à comprendre. Après l'opération l'excitation des régions correspondantes de l'appareil sensoriel atteint soit des cellules affaiblies par l'intervention, soit des cellules qui, déjà avant l'opération, n'étaient pas excitables ou qui n'étaient excitables qu'en même temps que les cellules enlevées, cellules qui se fatiguent très rapidement sous l'influence de ces excitations, même dès la période latente, et déterminent immédiatement l'apparition de l'inhibition et du sommeil.

Il est intéressant de rappeler ici un fait observé dans notre laboratoire dans les années 1918-1919 ; les expériences se faisaient alors sur des chiens épuisés et affamés. Les réflexes, même peu retardés, disparaissaient rapidement et le sommeil venait empêcher la poursuite des expériences. L'épuisement général avait, évidemment, un grand retentissement sur les cellules corticales.

On pourrait expliquer d'une façon analogue le fait que les chiens particulièrement vifs en liberté sont, lorsqu'on commence à expérimenter sur eux, plus facilement et plus rapidement envahis par le sommeil. On peut admettre que l'agitation, l'extrême mobilité de ces chiens, proviennent de ce qu'en raison de leur facile excitabilité il y a épuisement rapide du point excité, et partant, inhibition de ce point, inhibition qui induit l'excitation générale. Cette excitation, en obligeant l'animal à bouger, fait présenter ainsi aux nouveaux excitants de nouvelles cellules, d'où la limitation du développement et de l'irradiation de l'inhibition et du sommeil lorsque l'animal est en liberté. Ces mouvements étant impossibles lorsque l'animal est sur la table à expérience, sous l'influence d'excitations monotones tant intérieures qu'extérieures, le sommeil apparaît très rapidement étant donné la faiblesse du système nerveux de ces chiens.

Il faut, vraisemblablement, interpréter dans le même sens l'excitation prémonitoire qui apparaît chez un animal soumis, pendant l'état de veille, à des excitations hypnogènes, état d'excitation destiné à écarter un sommeil indésirable en plaçant l'animal au milieu de nouvelles excitations extérieures, ou en créant, par les mouvements mêmes, certaines excitations intérieures.

Étant donné que lorsque dans un réflexe conditionnel retardé l'excitant conditionnel agit sur l'animal endormi et le réveille, il donne un effet immédiat, avec suppression de la phase latente, inefficace, nous sommes obligés de modifier notre point de vue sur la désinhibition des réflexes conditionnels. La désinhibition est, il est vrai, un fait évident et extrêmement important lorsque, sous l'influence d'un excitant extérieur quelconque, une inhibition interne, solidement établie, disparaît intantanément. Mais l'interprétation de la disparition de l'inhibition sous l'influence d'un agent extérieur par analogie avec l'inhibition d'une excitation conditionnelle (inhibition externe), c'est-à-dire la notion d'inhibition de l'inhibition, compliquerait inutilement les rapports nerveux, déjà suffisamment complexes. Ce phénomène peut actuellement être expliqué plus simplement. Tout comme dans le cas qui vient d'être cité, où l'inhibition disparaît avec le sommeil, on peut admettre que la nouvelle excitation, par son irradiation, supprime l'inhibition comme elle dissipe le sommeil, l'inhibition n'étant pour nous qu'une manifestation partielle du sommeil.

Pour terminer, voici une conclusion générale, basée sur l'ensemble des faits cités. Si l'on admet que le sommeil et l'inhibition interne ne sont qu'un seul et même processus, on doit conclure avec nous que le fait que les manifestations supérieures de la vie (adaptation précise de l'organisme, modifications constantes des liens temporaires et régulation incessante de l'équilibre de l'organisme avec le milieu ambiant) ont pour base même l'état d'inactivité des cellules les plus précieuses de l'organisme, c'est-à-dire les neurones corticaux, est une illustration frappante du principe de l'économie de l'organisme.

**Caractéristique de la substance corticale
des hémisphères du point de vue de la modification
de l'excitabilité dans ses différents points (1)**

Le physiologiste a devant lui la tâche immense d'expliquer le fonctionnement de l'écorce cérébrale. On ne peut actuellement faire encore que des essais dans ce sens, essais basés uniquement sur des faits d'observation.

C'est un essai de ce genre que je vais vous présenter dans cet exposé, essai qui repose sur de nombreux travaux, passés et en cours, faits par moi et mes collaborateurs.

Depuis de longues années nous étudions des réflexes appelés par nous « réflexes conditionnels ». Leur formation est liée à la présence des hémisphères, ils constituent donc une fonction particulière de ces hémisphères. L'étude de ces réflexes permet ainsi d'amasser des documents qui serviront à caractériser le fonctionnement de l'écorce cérébrale.

Tout agent du monde extérieur, capable de se transformer à l'aide des appareils récepteurs spéciaux de l'animal en un processus nerveux venant exciter un point déterminé de l'écorce, peut provoquer l'activité d'un organe donné s'il est amené par des voies de conduction aux éléments nerveux qui commandent l'activité de ces organes. Il faut et il suffit pour cela qu'il y ait coïncidence de l'action sur l'organisme de cet agent, et d'un excitant provoquant soit un réflexe inné absolu (y compris ce que l'on appelle habituellement « instincts »), soit un réflexe conditionnel déjà solidement établi. En voici un exemple. Tous les agents n'ayant, jusque là, aucun rapport avec la nourriture deviennent capables, lorsqu'ils ont coïncidé une ou plusieurs fois avec l'alimentation de l'animal, de provoquer seuls la même réaction alimentaire, c'est-à-dire une série

(1) Article paru dans le tome XIII du *Schweizer Archiv für Neurologie und psychiatrie*, 1923.

déterminée de mouvements et la réaction sécrétoire. Les excitants conditionnels ainsi formés peuvent donc être liés à des régions strictement déterminées de l'écorce, ce qui permet de suivre exactement les modifications subies par ces régions au cours du travail des hémisphères. J'entendrai par modifications, dans cet exposé, les modifications de l'excitabilité de ces régions.

Lorsqu'un nouvel excitant conditionnel, devenu efficace, est répété pendant un certain temps sans qu'on lui associe l'excitant absolu qui a servi à le former, il perd rapidement (quelques minutes) son pouvoir excitateur et se transforme même en un agent d'inhibition. Donc, le point de l'écorce qui lui correspond perd son excitabilité première et en acquiert une autre. Il est permis de s'exprimer ainsi, car maintenant cet agent inhibiteur peut, les conditions dans lesquelles il s'est formé restant les mêmes, manifester son action, c'est-à-dire provoquer instantanément un état d'inhibition, exactement comme l'excitant à action positive provoque un état d'excitation et conditionne les différents degrés d'inhibition (inhibition interne dans notre terminologie), suivant la durée de son action. On est amené ainsi à parler d'excitabilité positive et négative. Depuis longtemps nous employions les termes de : réflexes positifs et négatifs (travail du Dr C. V. Folbort). L'avantage de cette formule est le suivant : les différents états successifs de l'élément nerveux, sous l'influence des différents excitants et des différentes conditions, se présentent sous l'aspect d'un seul processus ininterrompu, ce qui, d'ailleurs, répond parfaitement aux faits observés.

Étant donné que les conditions sous l'influence desquelles certains points de l'écorce sont inhibés s'observent aussi fréquemment que les conditions déterminant l'action positive de ces points, toute l'écorce représente donc un immense complexus de points à excitabilité positive ou négative. Ces points, plus ou moins fixes, subissent des modifications de leur excitabilité sous l'influence des variations du milieu intérieur et extérieur de l'animal, modifications qui se présentent sous les aspects variés suivants.

Voici un fait simple, fréquemment observé. Dès qu'un nouvel excitant intérieur ou extérieur provoque une nouvelle

activité nerveuse d'un organe donné, l'excitant conditionnel antérieur perd plus ou moins sa force et peut même devenir tout à fait inefficace ; autrement dit, sous l'influence des nouveaux foyers d'excitation apparus dans la substance corticale, l'excitabilité positive de la région correspondant à l'excitant conditionnel diminue considérablement ou même s'annule (c'est ce que nous appelons l'inhibition externe, phénomène évidemment analogue à ce que l'on observe dans les régions inférieures du système nerveux central).

Ce qui précède n'est valable que pour des excitations de force moyenne. Si l'excitation est, au contraire, très intense et détermine chez l'animal une réaction très vive, non seulement l'action de l'excitant particulier ne diminue pas, mais, au contraire, est fortement augmentée, autrement dit, l'excitabilité positive du point sur lequel il agit devient beaucoup plus élevée. En voici un exemple : on établit chez un chien un réflexe alimentaire conditionnel, produisant un effet d'une certaine grandeur. Ce chien présente, en outre, un réflexe de garde manifeste. Tant qu'il est dans la salle d'expérience avec son expérimentateur habituel, il reste tranquillement sur la table et se laisse manier sans protester. Mais dès qu'une autre personne vient remplacer l'expérimentateur habituel, l'animal manifeste immédiatement une forte réaction hostile contre cette personne, et si, à ce moment, cette nouvelle personne applique l'excitant alimentaire conditionnel, on observe un effet considérablement augmenté. Mais il suffit que la personne étrangère devienne absolument immobile, pour que la réaction hostile disparaisse et que le chien se contente de suivre cette personne du regard. L'excitant conditionnel, appliqué à ce moment, ne donne plus qu'un effet très diminué (par rapport à la normale). Cette expérience peut être répétée plusieurs fois avec le même résultat (exp. du D^r M. I. Bezbojy).

Si pendant ces fortes excitations extérieures l'expérimentateur tente d'exciter conditionnellement les régions inhibées, l'inhibition disparaît et ces régions redeviennent actives (c'est ce que nous avons appelé la « désinhibition »).

Lorsque les excitations extérieures sont très faibles, que les points à excitabilité positive ne semblent pas impressionnés, seuls les points inhibés subissent des modifications, ils

commencent à donner un effet positif (désinhibition), autrement dit, leur excitabilité négative se transforme en une excitabilité positive.

Les modifications dont on vient de parler se produisent instantanément, et ne demandent aucune préparation. Au contraire, les modifications dont il va être question maintenant apparaissent progressivement.

Je m'arrêterai surtout, à ce propos, sur les expériences portant sur les excitants mécaniques cutanés-conditionnels, la peau étant une surface réceptrice étendue et d'un abord facile, rendant ainsi particulièrement nets tous les phénomènes qui nous intéressent. On élabore, en différents points de la peau, des réflexes conditionnels à une excitation mécanique uniforme, et on rend ces réflexes identiques. Si l'on dispose sur le corps de l'animal une série de petits appareils destinés à exciter mécaniquement la peau et que l'on fasse de leur excitation des excitants conditionnels, puis que l'on différencie l'action de l'un des appareils extrêmes en ne l'accompagnant pas de l'excitant absolu, ce qui lui donne un pouvoir inhibiteur, l'inhibition produite par l'excitation de ce point irradie d'abord du point correspondant de l'écorce aux points à action positive, puis revient se concentrer au point initial. Ce fait est connu depuis longtemps et a été décrit par de nombreux auteurs (D^{rs} Krasnogorski, Kogan, Anrep). Un des auteurs (D^r Kogan) avait noté le fait suivant : immédiatement après la fin de l'excitation inhibitrice on constatait une augmentation de l'excitabilité, en particulier au niveau des points les plus éloignés du point inhibiteur, autrement dit, l'excitant conditionnel déterminait un effet supérieur à celui qu'il provoquait auparavant. Ce phénomène a été particulièrement étudié, ces derniers temps, par plusieurs de nos auteurs, sur différents cas d'inhibition interne. Le fait constaté a été net et constant. Arrêtons-nous, pour commencer, sur l'inhibition déterminée par l'excitant que l'on veut différencier. Plus on répète souvent l'agent à différencier, sans lui associer l'excitant absolu, plus son action inhibitrice apparaît rapidement et devient importante, pour finir par une action inhibitrice pure, sans le moindre effet positif. En même temps cette inhibition, qui avait irradié au début, se concentre de plus en plus sous l'influence de l'excitation

des points à action positive. C'est alors qu'apparaît un phénomène nouveau. Dans un délai très court (quelques secondes ou quelques minutes) après la fin de l'action de l'agent inhibiteur, on observe dans les points à action positive une exagération de l'excitabilité. Au niveau des points les plus rapprochés du point inhibé ce phénomène a une allure cyclique, l'exagération faisant suite à une diminution de l'excitabilité qui revient ensuite à la normale. Au niveau des points les plus éloignés on n'observe, au contraire, qu'une exagération de l'excitabilité, qui revient ensuite directement à la normale (exp. du D^r K. M. Bykov). Sur les autres chiens, l'exagération de l'excitabilité est suivie, en général, d'une irradiation de l'inhibition à tous les points considérés. (D^r D. S. Foursikov et étudiant E. M. Kreps.) Ces variations sont, vraisemblablement, déterminées par le degré et la vitesse tant de l'irradiation du processus d'inhibition que de sa concentration, et par la force des points à action positive. A l'exemple de Sherrington, nous appliquons au phénomène décrit le terme d'« induction ». Cette induction de l'excitation par le processus d'inhibition ne se produit pas, dans notre cas, dans l'élément où existait l'inhibition, mais dans les éléments voisins (1). C'est l'induction à distance.

Il était intéressant d'étudier l'état de l'excitabilité des différents points, voisins et éloignés, au moment de l'action de l'agent inhibiteur. Cette étude a été faite par le D^r N. A. Podkopaïeff, mais à propos d'une autre forme d'inhibition interne. Lorsqu'un excitant conditionnel positif est répété un certain nombre de fois, à de courts intervalles (quelques minutes), sans être accompagné de l'excitant absolu, il perd rapidement son pouvoir excitateur, et le réflexe décroît jusqu'au zéro. Ce phénomène est dû au développement, au point d'excitation, d'un processus d'inhibition. Comme dans le cas de l'inhibition de différenciation, ce processus irradie lorsque l'excitation cesse. Le D^r Podkopaïeff a constaté que lorsqu'en un point l'inhibition progressive s'est annulée, et reste nulle par le fait de la répétition de l'excitation, l'excitation des autres points donne des réactions particulières. Cette réaction est positive au niveau de

(1) On connaît actuellement des cas d'induction dans l'élément même.

tous les points, les plus proches comme les plus éloignés, mais avec certaines particularités par rapport à la réaction normale. La période latente est brusquement et constamment diminuée, passant de 4-5 secondes à 1-3 secondes, cependant que l'effet total est inférieur à la normale. L'explication la plus simple de ce fait nous paraît être la suivante : la diminution brusque de la période latente décele une augmentation de l'excitabilité de ces points, mais comme, d'autre part, les autres excitateurs reçoivent à la fois des impulsions inhibitrices et positives, l'effet final est la somme algébrique de ces impulsions.

On a quelques raisons de croire que le phénomène inverse existe également, c'est-à-dire qu'il y a induction, renforcement de l'inhibition par un processus d'excitation. Cette conclusion ressort des expériences suivantes : le D^r K. N. Krjichkovski a vu, il y a déjà quelques années, que la destruction d'un inhibiteur conditionnel, c'est-à-dire sa transformation en un excitant positif par son association à un excitant absolu, se fait avec une vitesse différente suivant que cette destruction est tentée seule, ou qu'elle alterne avec l'application d'un excitant conditionnel positif, accompagné chaque fois de son excitant absolu. Dans le premier cas, la destruction est obtenue dès la première ou deuxième tentative, dans le second cas, elle n'apparaît que beaucoup plus tard. On peut expliquer ce phénomène par une induction du processus inhibiteur par l'excitant positif, qui s'oppose ainsi à sa disparition. L'expérience du D^r Krjichkovski a été reprise dernièrement, avec plus de précision, par le D^r V. V. Stroganov, à propos de l'inhibition différentielle. On a fait d'une certaine fréquence de battements d'un métronome un excitant conditionnel et, en même temps, on a différencié une autre fréquence de ces battements, qui est devenue ainsi agent inhibiteur. Puis on a procédé à la destruction de cette différenciation, en accompagnant également cette deuxième fréquence de l'excitant absolu, comme on le faisait pour la première.

Lorsque l'on alternait rigoureusement l'application de ces deux fréquences, la destruction du processus inhibiteur et la formation d'un excitant positif de la seconde fréquence de battements du métronome étaient très longs à se produire.

Au contraire, lorsque l'on procédait uniquement à la destruction de l'inhibition, celle-ci était obtenue dès la première ou la deuxième fois.

Il existe donc une phase négative de l'induction : un processus d'excitation déterminant un processus d'inhibition.

L'induction apparaît, dans nos expériences, sous l'influence prolongée des excitants correspondants, et non d'elle-même, spontanément. Il faut donc, pour que se forment dans l'écorce des foyers isolés d'excitation et d'inhibition, l'existence de certains excitants, et lorsque ces foyers existent enfin, l'induction apparaît, destinée à entretenir ces foyers.

Dans nos expériences actuelles sur les réflexes conditionnels, l'induction apparaît presque exclusivement sur les régions voisines de l'écorce, et non au niveau du siège des processus initiaux.

Ce dernier cas s'est manifesté, sous une forme tout à fait différente, dans les expériences suivantes. Voici la plus caractéristique de ces expériences. Il s'agit d'un chien ayant un réflexe de soumission très développé (ce chien a été soigneusement observé et décrit par le Dr I. P. Florov). Ce chien est porteur d'un petit estomac isolé, destiné à l'étude des glandes à pepsine. Installé sur la table, il reste parfaitement éveillé, et garde cependant l'immobilité la plus absolue, ne changeant même pas la position de ses pattes. Lorsqu'au bout d'un certain temps on libère ce chien, il entre dans un état d'excitation extrême, aboyant et se débattant avec force. Il est impossible, à ce moment, de l'obliger à remonter sur la table, ce qu'il fait toujours spontanément lorsqu'on l'amène du chenil. Mais il suffit de le faire sortir quelques instants dans la cour pour qu'en rentrant il saute de lui-même sur la table à expérience. Il est facile de se représenter le mécanisme de ce phénomène. Le chien étant particulièrement docile, la table et les liens inhibent fortement son système moteur, si grands que soient le besoin de changer de position et la fatigue des membres. C'est pourquoi, lorsque le chien commence à être libéré de ces agents inhibiteurs, la région motrice des hémisphères longtemps inhibée entre, grâce à l'induction, dans un état de grande excitation. Ce phénomène est souvent observé sur d'autres chiens, bien qu'à un degré moindre.

Ainsi qu'il a été dit, l'existence de phases positive et négative de l'induction contribue à la finesse et à la précision de la limitation mutuelle des points à excitabilité positive et négative formés dans l'écorce pendant la vie individuelle, et c'est à quoi, dans l'intérêt de l'organisme en tant que système isolé au sein du milieu extérieur, tend l'activité constante des hémisphères.

Voilà les faits. Quant à leur interprétation, à la représentation de leur mécanisme intérieur, il n'y a encore actuellement rien de sûr, si ce n'est qu'il s'agit là de propriétés corticales, sans que l'on puisse encore préciser de quels éléments en particulier. Il faut, évidemment, continuer à accumuler des faits. L'irradiation du processus d'inhibition, l'apparition de l'induction réciproque, beaucoup d'autres phénomènes décrits plus haut, et surtout la transformation de l'excitabilité positive en négative et inversement, sont tous phénomènes encore bien obscurs.

De l'un des problèmes actuellement à l'étude de la physiologie des hémisphères (1)

Une des questions d'un intérêt actuel dans l'étude objective de la physiologie des hémisphères est la question de la parité de ces hémisphères. Que signifie cette parité ? Comment se représenter l'activité simultanée des deux hémisphères ? Quelle est la part de suppléance et quels sont les avantages d'une activité constamment réunie des deux hémisphères ? On sait actuellement, d'après des données scientifiques, qu'il existe une certaine répartition de l'activité entre les deux hémisphères. Mais on sait également, d'autre part, que l'absence d'un des hémisphères (extirpation chez les animaux) est, avec le temps, partiellement, ou même complètement compensée par le travail de l'autre. Il existe déjà, dans la physiologie des réflexes conditionnels, un certain nombre de faits qui ont trait à la question de la parité de l'activité des hémisphères. Ce sont ces expériences, encore peu nombreuses, que je me permets de citer dans ce court exposé.

Notre collaborateur, le D^r N. I. Krasnogorski, a, dans sa thèse remarquable « sur l'inhibition et la localisation des analyseurs cutané et moteur dans l'écorce des hémisphères du chien » (Saint Pétersbourg 1911) observé pour la première fois, puis utilisé le fait que les réflexes conditionnels positifs, tout comme l'inhibition (réflexe conditionnel négatif), élaborés sur la peau d'une moitié de l'animal, sont reproduits exactement, sans la moindre préparation, sur les points symétriques de l'autre moitié du corps. C'est un fait absolument précis et constant. Il a été reproduit, avec certains détails supplémentaires, par un autre de nos collaborateurs, le D^r G. V. Anrep. Cet auteur a, le premier, mis en évidence

(1) Article paru dans les *Travaux de l'Institut de médecine de Moscou*, t. I, v. 1. Neurologie et Psychiatrie, 1923.

ce que l'on appelle l'irradiation stationnaire de l'excitation conditionnelle. Voici quel était ce fait : lorsqu'on fait un excitant conditionnel d'une excitation mécanique de la peau en un point situé à une extrémité du corps de l'animal, l'excitation mécanique des autres points de la peau est également efficace, efficacité d'autant plus faible que l'on s'éloigne du point au niveau duquel a été élaboré le réflexe conditionnel. On observe exactement les mêmes phénomènes sur l'autre moitié du corps.

Les faits décrits par Krasnogorski et Anrep ont été entièrement confirmés par d'autres de nos collaborateurs (I. S. Rosenthal et D. S. Foursikov).

Le Dr Bykov a signalé dernièrement, à ce propos, un fait des plus intéressants. Il n'a pu réussir, malgré sa persévérance, à différencier l'un de l'autre deux points symétriques de la peau. Alors que dans nos laboratoires on différenciait depuis longtemps, avec facilité, les différents points situés d'un même côté de l'animal, avec des excitants mécaniques ou thermiques, et sous la forme de réflexes conditionnels positifs ou négatifs, le Dr Bykov n'a pu obtenir aucune différenciation entre deux points symétriques. Il a formé sur différents points de la peau d'un côté de l'animal, par action mécanique, des réflexes conditionnels positifs, puis a différencié un des points extrêmes, c'est-à-dire que l'effet de son excitation, positif au début par irradiation, a été transformé en effet négatif (inhibition) par la répétition systématique de l'excitation de ce point sans adjonction de l'excitant absolu (dans notre cas, la nourriture). Ces relations se sont établies d'elles-mêmes sur l'autre moitié du corps. Il a ensuite commencé à différencier, sur cet autre côté, un des points actifs, c'est-à-dire qu'il l'a systématiquement excité sans faire intervenir l'excitant absolu. Lorsque par la répétition fréquente de l'excitant conditionnel sur le second côté, sans addition de l'excitant absolu, l'inhibition a commencé à se manifester, on a constaté une diminution parallèle de l'excitation sur le premier côté. Si l'excitation redevenait normale d'un côté, par addition de l'excitant absolu, elle le redevenait également de l'autre. Cet état de choses persistait malgré l'application, 100 fois répétée, de l'excitant conditionnel sur le point symétrique, sans addition de

l'excitant absolu. Il n'y avait pas trace de différenciation. Il était évidemment inutile d'insister. La même chose était observée pour le point inhibé du premier côté, il était impossible d'en différencier le point symétrique, et de le rendre efficace. Quelle interprétation donner à ce résultat vraiment curieux ? Nous savons tous combien il est facile de différencier, sur nous-mêmes comme sur les animaux, deux points symétriques situés dans les deux moitiés du corps. Nous réfléchissons à ce problème et avons déjà fait quelques hypothèses, et projeté quelques expériences.

Il est vraisemblable que ces expériences, portant sur les réflexes conditionnels après destruction des commissures unissant les hémisphères entre eux, donneront des renseignements précieux sur cette question. Ces expériences sont actuellement en cours.

**Derniers résultats de l'étude objective
de l'activité nerveuse supérieure des animaux (1)**

Si étrange que cela paraisse, il n'y a que peu de temps que la physiologie est entrée en possession complète de l'organisme animal. C'est que, une des parties les plus importantes et les plus complexes de cet organisme, les hémisphères cérébraux, restait, malgré son intérêt particulier, au-dessus de la compétence de la physiologie, et cela parce que l'étude de cet organe était disputée à la physiologie par une autre discipline, qui ne fait d'ailleurs probablement pas partie des sciences naturelles, la psychologie.

Il est évident que la psychologie, lorsqu'elle s'occupe du monde subjectif de l'homme, a droit à l'existence, puisque notre monde subjectif est la première réalité qui nous frappe. Mais si le droit à l'existence de la psychologie humaine n'est pas discutable, il n'en est pas de même en ce qui concerne la psychologie animale, ou zoopsychologie. Quels sont, en effet, les moyens dont nous disposons pour pénétrer dans le monde subjectif des animaux ? Sur quelles données pouvons-nous nous appuyer pour parler de leurs sentiments ? Voilà pourquoi je considère que le terme et la notion de zoopsychologie résultent d'un malentendu. Ceci peut être démontré, par exemple, par le fait suivant : il existe un livre de 300 pages, d'un auteur américain, dans lequel un certain nombre d'animaux sont passés en revue, et dans lequel il est établi un parallèle entre le monde subjectif supposé des animaux et celui de l'homme. D'autre part on rencontre à chaque instant, dans ce livre, la phrase : « Si toutefois ils sont conscients. » Quelle est donc cette méthode scientifique ? Mais s' « ils » (les animaux) ne sont pas conscients, tout ce livre est inutile.

(1) Rapport fait à la séance du jubilé de l'Institut scientifique P. F. Lesghaft, le 12 décembre 1923.

Mais il est évident que si la zoopsychologie mérite d'être condamnée, il ne faut pas, pour cela, rejeter les faits amassés par les zoopsychologues. Ces faits étudient l'influence du milieu extérieur sur les animaux, et, en tant que faits d'observation, ils ont une certaine valeur et seront utilisés ultérieurement. Quant à la zoopsychologie, elle n'a, en tant que science, je le répète, aucun droit à l'existence, puisque nous ne pouvons rien connaître du monde subjectif des animaux. Ce problème doit passer en entier dans le domaine de la physiologie des centres nerveux supérieurs ; mais cette partie de la physiologie, ainsi que je l'ai déjà dit, n'existe que depuis peu de temps. Il n'y a guère que 20 à 25 ans qu'un certain nombre d'observateurs, en Amérique et en Europe, ont commencé à entreprendre cette étude dans sa voie actuelle. Quoique la physiologie du cerveau sembla devoir se développer énergiquement dès 1870, elle resta pourtant presque stationnaire jusqu'à ces dernières années. Les faits observés ne présentaient presque aucun rapport avec les manifestations supérieures de l'activité nerveuse des animaux. On obtenait, par exemple, par l'excitation de certaines régions de l'écorce cérébrale des mouvements localisés à certains muscles ; mais en quoi ces faits aidaient-ils à comprendre l'activité nerveuse supérieure des animaux, c'est-à-dire leur comportement ?

Il n'y a que 20 à 25 ans qu'est apparue, enfin, la véritable physiologie des hémisphères, envisageant, d'une part, le problème du point de vue des sciences naturelles pures, et embrassant, d'autre part, les traits fondamentaux de la conduite des animaux. Malgré son origine récente, cette partie de la physiologie permet déjà de comprendre, en grande partie, le mécanisme du comportement général des animaux.

La notion fondamentale de cette physiologie des hémisphères est ce que l'on appelle le réflexe conditionnel, temporaire ou individuel. Voici en quoi consiste le réflexe conditionnel :

La base de l'activité nerveuse supérieure des animaux est constituée des relations innées de l'animal avec le milieu environnant. Toute excitation nocive provoque une réaction de défense. La nourriture détermine une réaction positive : l'animal prend les aliments, les mâche, etc. D'une façon

générale, le groupe des relations innées de l'animal comprend toutes les réactions appelées habituellement réflexes, ou, lorsqu'elles sont plus complexes, instincts.

Ces réflexes appartiennent aux centres nerveux inférieurs. Aux hémisphères revient une fonction particulière, l'élaboration des réflexes conditionnels, réflexes temporaires, c'est-à-dire la fonction de relier à une activité physiologique donnée des agents jusque là indifférents. Tous ces liens nouveaux se font à l'aide des liens innés. Ainsi, lorsqu'un agent quelconque agit sur le chien en provoquant constamment, par un lien inné, une certaine réaction, et qu'en même temps on fait agir un nouvel agent, après quelques applications simultanées le second agent devient capable de provoquer, seul, la même réaction que le premier. La nourriture, par exemple, est pour le chien un agent inné. Le chien tend à se rapprocher de la nourriture, la prend, la mâche, etc. De plus, on constate dans ce cas une réaction glandulaire, salivation, etc. Et si, en même temps que cet agent absolu, la nourriture, intervient un autre agent tel qu'une image quelconque, un son, une odeur, cet agent devient ensuite, par lui-même, capable de provoquer la réaction alimentaire. La même chose s'observe en ce qui concerne les autres liens innés : réaction de défense ; réflexe procréateur, etc. Grâce à ce phénomène fondamental de l'activité nerveuse supérieure, on peut étudier toute l'activité des hémisphères, c'est-à-dire toute la synthèse et toute l'analyse des milieux intérieur et extérieur, dont est capable l'animal donné. Or cette analyse et cette synthèse déterminent le comportement de l'animal. Pour être en équilibre avec le milieu ambiant il faut, d'une part, en faire l'analyse et la synthèse, car ce milieu n'agit pas seulement sous la forme d'agents simples, mais également sous celle de combinaisons très complexes de ces agents et, d'autre part, faire l'analyse et la synthèse des réactions correspondantes de l'organisme.

Les processus fondamentaux sur lesquels sont basées cette analyse et cette synthèse sont, en premier lieu, le processus d'excitation et, en second lieu, le processus d'inhibition, processus en quelque sorte inverse de celui d'excitation. Je dis « en quelque sorte », car nous ne savons, actuellement, rien de plus ni sur le processus d'excitation, ni sur celui

d'inhibition. On ne fait encore que des hypothèses qui n'ont, jusqu'à présent, donné aucun résultat précis. La formation des réflexes conditionnels est basée sur le processus d'excitation, mais ce n'est pas là tout. Pour que les relations entre l'organisme et le milieu extérieur soient correctes, il faut, en plus de la formation des liens temporaires, une correction rapide et constante de ces liens, lorsque, les conditions s'étant modifiées, ils ne répondent plus à la réalité. Ces liens doivent dans ce cas être défaits, et c'est là le rôle de l'inhibition.

Ainsi, les deux processus d'excitation et d'inhibition contribuent à maintenir l'équilibre de l'organisme dans le milieu extérieur. Et un grand nombre de réactions des animaux deviennent compréhensibles lorsque l'on connaît les propriétés fondamentales de ces deux processus.

Ces processus, nés tous deux sous l'influence de certaines excitations, subissent dans la masse nerveuse un certain déplacement, dont la durée se mesure par des secondes et même des minutes. On ne connaît pas encore le rapport de la vitesse de déplacement de ces deux processus. Le processus d'inhibition se déplace, peut-être, un peu plus lentement.

On sait, de plus, que le mouvement se fait dans les deux sens. Au début, chacun de ces processus se répand dans la masse des hémisphères, irradie ; puis il se concentre en un point déterminé.

Ces processus d'excitation et d'inhibition conditionnent toute l'activité des hémisphères. Le phénomène capital, la formation des liens temporaires, est basé sur le pouvoir de concentration du processus d'excitation. Le mécanisme de la formation des réflexes conditionnels, mécanisme des associations, se présente de la façon suivante : lorsqu'il existe une forte excitation, comme celle produite, par exemple, par la nourriture, toute autre excitation frappant, à ce moment, un autre point des hémisphères, est attirée par cette première excitation, plus forte, et concentrée à son point d'application. L'inhibition se concentre de la même façon dans la formation des réflexes conditionnels inhibiteurs.

De même, l'irradiation se fait sentir dans une manifestation importante de l'activité nerveuse supérieure. Soit une forte excitation ; elle irradie largement dans les hémisphères,

ce qui se manifeste par une stimulation d'un grand nombre de fonctions de l'animal, comme par exemple dans l'émotion. J'ai souvenir d'un chien qui avait un réflexe agressif très développé contre les personnes étrangères. Il ne reconnaissait pour maître qu'un seul expérimentateur, qu'il protégeait, mais dès qu'une autre personne pénétrait dans la chambre à expérience, le chien se mettait à aboyer avec fureur. Lorsque je remplaçais l'expérimentateur et que j'essayais les réflexes conditionnels alimentaires, je constatais non une diminution, mais, au contraire, une forte exagération de ces réflexes. Le chien prenait goulûment la nourriture que je lui présentais. L'excitation du centre agressif avait donc irradié et renforcé l'excitation du centre alimentaire.

Voici, d'autre part, un fait frappant de l'irradiation de l'inhibition. L'observation attentive a montré que l'inhibition qui existe à côté de l'excitation, qu'elle corrige à chaque instant, est essentiellement le même processus que le sommeil. Le sommeil n'est, en somme, qu'une irradiation, poussée à l'extrême, du processus d'inhibition. Pour éviter le sommeil, il faut limiter l'irradiation de l'inhibition par des excitations contraires. Lorsque, par contre, le processus d'inhibition ne rencontre pas d'opposition de la part du processus d'excitation, il se répand dans les hémisphères et gagne les régions inférieures du cerveau, déterminant un état passif de l'animal, le sommeil.

De cette façon, la limitation réciproque des deux processus nerveux fait que les hémisphères représentent, à l'état de veille, une immense mosaïque comprenant, d'une part, des points excités et, de l'autre, des points inhibés, c'est-à-dire à l'état de sommeil chronique. C'est la présence de ces points étroitement entremêlés, les uns excitable, les autres endormis, qui règle tout le comportement de l'animal. L'animal répond à certaines excitations par une activité, à d'autres par un processus d'inhibition.

A ces deux processus il faut en ajouter un troisième, le processus de l'induction réciproque. Une excitation née en un point déterminé provoque, autour d'elle et au niveau même de son point d'origine, un processus d'inhibition qui en limite l'irradiation. D'autre part, le processus d'inhibition induit le processus d'excitation, ce qui limite, à son

tour, l'inhibition. Ainsi se trouve renforcée, dans toute l'étendue des hémisphères, la séparation entre les zones excitables et les zones inhibées.

Voici terminé l'aperçu rapide sur nos travaux passés. Avant de passer aux travaux plus récents, je tiens à dire qu'ils sont dus, en grande partie, à mes collaborateurs. Les expériences réalisées par eux sont le résultat d'une collaboration étroite de tous les instants.

De ce qui précède il ressort que toute la façon de se comporter de l'animal dépend de l'équilibration des processus d'excitation et d'inhibition. Mais ce résultat n'est pas toujours obtenu sans peine pour l'animal, ainsi que nous avons pu le voir sur nos animaux de laboratoire.

Lorsque l'on a provoqué un processus d'excitation et que l'on veut ensuite le limiter par un processus d'inhibition, l'animal manifeste un certain malaise : il gémit, aboie, se débat sur la table, etc. Et cela parce que l'on établit un équilibre difficile entre l'excitation et l'inhibition. Si chacun de nous fait un retour sur sa vie, il y trouvera un certain nombre d'exemples semblables. Lorsque, par exemple, je suis occupé à quelque chose, qu'un processus d'excitation me dirige, et que l'on me dit à ce moment : « Fais cela », cela m'est désagréable, ce qui signifie, simplement, qu'il me faut inhiber le processus d'excitation intense qui m'occupait et passer ensuite à un autre. Les enfants dits capricieux sont un exemple classique de ce que j'avance. On leur commande de faire quelque chose, autrement dit, on exige d'un enfant qu'il inhibe un processus d'excitation et qu'il en déclenche un autre. Fréquemment tout se termine par une scène, l'enfant se jette par terre, trépigne, etc.

De plus, cette lutte pénible a une répercussion morbide sur le cerveau du chien, après cet effort on constate en effet, nettement, que l'activité normale du cerveau, est troublée. Ce cas nous explique la genèse des maladies que l'on observe fréquemment dans la vie, à la suite de processus intenses d'excitation et d'inhibition. On est, par exemple, d'une part sous l'influence d'un processus d'excitation intense et, d'autre part, les exigences de la vie obligent à inhiber ce processus. Il est fréquent de voir, après cela, un trouble de l'activité normale du système nerveux.

Nous sommes, actuellement, en train d'étudier ce phénomène. Ces modifications morbides des fonctions normales du cerveau peuvent se présenter sous deux aspects : chez certains animaux c'est le processus d'excitation qui est troublé ; chez d'autres c'est, au contraire, le processus d'inhibition. Le trouble se manifeste nettement lorsqu'il porte sur le processus d'inhibition ; dans ce cas, en effet, l'animal, qui était auparavant tranquille, devient très nerveux, agité, etc. Et si l'on s'en sert pour des expériences, on constate que les processus d'inhibition ont disparu, l'animal semble complètement privé de la fonction d'inhibition. C'est le processus d'excitation qui a triomphé. Il a fallu laisser certains chiens 3 à 4 mois sans entreprendre aucune expérience sur eux pour voir revenir enfin une activité normale, et pouvoir rétablir peu à peu le processus d'inhibition.

Ainsi, un des troubles de l'activité normale consiste en la prédominance du processus d'excitation. Dans d'autres cas il y a, au contraire, prédominance du processus d'inhibition. On observe alors une limitation de l'activité positive de l'animal, une tendance au sommeil, une inhibition irrésistible.

Si, en possession de ces données, on se tourne vers la pathologie humaine, on peut y trouver certaines analogies. Il existe, d'une part, des neurasthéniques, qui inhibent mal, et, d'autre part, les différentes formes de l'hystérie, où prédomine l'inhibition sous la forme d'anesthésies, de paralysies, de suggestibilité exagérée, etc. Et il semble que ces différents états pathologiques correspondent aux troubles que nous avons observés sur nos animaux.

En étudiant les troubles portant sur la prédominance de l'inhibition, l'affaiblissement du processus d'excitation, nous avons pu vérifier l'exactitude des observations faites par l'éminent physiologiste N. E. Vvedenski.

Vvedenski a fait faire de grands progrès à la physiologie nerveuse ; il a eu la chance d'observer des faits importants, mais il ne fut pas apprécié à sa valeur par la presse étrangère. On lui doit, entre autres, l'ouvrage intitulé *Excitation, inhibition et narcose*, dans lequel il étudie les modifications des filets nerveux sous l'influence des fortes excitations, et il distingue, à ces modifications, plusieurs phases. Nous

venons de constater que ces différentes phases se reproduisent intégralement dans les cellules nerveuses, lorsqu'il y a lutte intense entre les processus d'excitation et d'inhibition. Je ne doute pas qu'après une telle confirmation les travaux de Vvedenski ne soient appréciés à leur juste valeur.

En plus des faits exposés, quelques observations intéressantes ont été réunies ces derniers temps à propos des modifications du cerveau suivant l'âge et sous l'influence de troubles du métabolisme normal de l'organisme. Ces expériences ont été faites chez nous simultanément par deux observateurs, d'une part sur un très vieux chien et, d'autre part, sur un chien privé de la glande thyroïde. On sait que l'ablation totale de cette glande, chez l'homme, entraîne un affaiblissement des fonctions des hémisphères et le développement progressif du crétinisme.

Nous nous servons habituellement, pour la formation des réflexes conditionnels, du réflexe alimentaire ; or, dans ce cas, aucun lien temporaire ne put être établi nettement à l'aide de ce réflexe absolu. Les essais durèrent des mois, sans donner plus de résultat. Il n'y eut aucune trace de réflexe conditionnel chez le vieux chien, et il ne fut qu'à peine marqué, et seulement vers la fin de chaque séance expérimentale, chez le chien thyroïdectomisé, tout étant à recommencer le lendemain. Il y avait donc une grande déficience de l'activité des hémisphères.

A quelles modifications du cerveau cette déficience était-elle liée ? Pour nous, il s'agissait, dans les deux cas, d'une forte diminution de l'excitabilité des hémisphères. Nous tous, gens âgés, savons qu'avec les années la mémoire de fixation baisse fortement, et que, pour pouvoir retenir quelque chose, il nous faut maintenir plus longtemps notre attention sur cet objet, afin que l'excitation du cerveau soit suffisamment forte. En nous basant sur ce fait, nous avons supposé qu'on pouvait rendre aux hémisphères de nos chiens leur activité normale en exagérant, par un moyen quelconque, l'excitabilité générale du cerveau. Nous avons remplacé, à cet effet, l'excitant alimentaire par un excitant plus fort. Il faut dire que pendant les expériences nous ne donnons aux chiens la nourriture que par petites portions, et qu'ils ne reçoivent la plus grosse part de leur ration qu'une fois

l'expérience terminée. L'alimentation au cours de l'expérience n'était donc pas, dans ce cas, un excitant suffisant. Nous avons remplacé le réflexe alimentaire par le réflexe de défense contre l'introduction forcée d'une solution acide dans la bouche. A en juger par la réaction motrice, l'excitation du cerveau était beaucoup plus forte dans ce cas. Notre hypothèse a été confirmée. Une fois l'excitabilité du cerveau exagérée par ce moyen, on a pu obtenir facilement le réflexe conditionnel à l'acide. Nous avons donc établi là un fait important, à savoir que l'excitabilité du cerveau étant amoindrie, l'activité des hémisphères est déficiente, et qu'il suffit d'augmenter cette excitabilité pour rétablir l'activité normale.

Nous ne nous en sommes pas tenus là. Après avoir obtenu le réflexe conditionnel à l'acide, nous avons décidé d'étudier l'état du processus d'inhibition. Nous avons essayé d'obtenir une différenciation, qui est, on le sait, basée sur l'inhibition.

Notre réflexe conditionnel étant élaboré pour cent battements du métronome à la minute, nous avons voulu en différencier une fréquence de 50. Chez un autre chien, l'excitant conditionnel était un son, et l'octave de ce son, l'excitant à différencier. Les deux tentatives échouèrent. Chez l'un de ces chiens (le thyroïdectomisé), l'agent à différencier a été répété jusqu'à 600 fois, sans aucun résultat. A ce moment le « vieux chien » mourut ; le « crétin » survécut. Nous dûmes reconnaître que ces animaux n'étaient pas aptes à la différenciation, c'est-à-dire à l'inhibition, alors que ces mêmes différenciations se font sans aucune difficulté par les chiens normaux.

Pensant que le processus d'inhibition dépendait peut-être, d'une façon quelconque, du processus d'excitation, et que l'excitabilité, le tonus des hémisphères n'était peut-être pas encore suffisamment élevé pour lui, nous avons substitué alors à l'excitant absolu acide un excitant plus fort, à savoir, l'application en un point de la peau d'un courant électrique, déterminant une forte réaction durant un peu au delà de l'application même du courant. Le même son que celui employé antérieurement fut rapidement transformé en un excitant conditionnel destructeur. Dès que le chien entendait ce son, il commençait à s'agiter, gémir, etc.

Et à ce moment la différenciation se fit très facilement. Lorsqu'au lieu de ce son, on produisait le son plus élevé d'une octave, sans l'accompagner de l'excitant absolu, le chien distinguait parfaitement ce son de l'autre ; il présentait une réaction de défense nette pour le premier, et absolument aucune réaction pour le second.

Nous avons donc, avec le courant électrique, augmenté l'excitabilité du cerveau à un degré encore supérieur, et l'animal a pu faire ce qu'il était incapable de faire auparavant. Le processus d'excitation a donc une importance capitale pour l'existence du processus d'inhibition : lorsque le processus d'excitation diminue, celui d'inhibition faiblit ou même disparaît complètement.

Ces relations expliquent également des faits tels que la loquacité et la faiblesse d'esprit des vieillards. Lorsque l'homme dispose d'une activité cérébrale normale, il ne parle que lorsqu'il a quelque chose à dire. Mais s'il parle beaucoup et sans suite, c'est que manifestement il ne peut pas se limiter, bref, qu'il est incapable d'inhiber. La faiblesse d'esprit observée chez les gens séniles, dans laquelle l'enchaînement des idées ne correspond pas à la réalité, est un phénomène du même genre. Normalement, tout ce qui ne répond pas à la réalité est rejeté. Mais lorsque le processus d'inhibition est détruit, tout s'enchaîne au petit bonheur, sans aucune élection. Ces expériences m'ont permis de comprendre un cas de psychiatrie que j'ai eu l'occasion d'observer, il y a cinq ans, dans un asile d'aliénés. C'était le cas d'un vieillard qui, pendant 20 ans, de 40 à 60 ans, était resté à l'état de véritable cadavre vivant, sans faire le moindre mouvement, sans prononcer la moindre parole. A partir de 60 ans, il a commencé peu à peu à bouger, à parler, à se lever, etc. Maintenant il peut raconter que, pendant toute la durée de cet état, il avait sa conscience entière, entendant, voyant et comprenant tout, mais qu'il ne pouvait ni bouger, ni parler. Il y a donc eu, pendant tout ce temps, un processus d'inhibition localisé surtout sur les régions motrices des hémisphères, et ce n'est qu'avec la vieillesse, lorsque les processus d'inhibition faiblissent, que cette inhibition a, peu à peu, disparu.

On voit donc combien de faits importants de l'activité

normale et pathologique de l'homme deviennent compréhensibles, lorsqu'on les envisage du point de vue de la véritable physiologie du système nerveux supérieur. En voici encore un exemple instructif : notre activité intellectuelle est basée, en grande partie, sur de longues chaînes d'excitations, les associations. Étudiant la question, nous nous sommes demandés s'il était possible de former un réflexe conditionnel, non plus à l'aide d'un réflexe absolu (nous employions habituellement dans ce but la nourriture), mais à l'aide d'un réflexe conditionnel déjà solidement établi. Après avoir obtenu un réflexe conditionnel pour 100 battements du métronome, ces battements deviennent un excitant constant et important de la réaction alimentaire. Nous avons tenté d'obtenir, à l'aide de ce réflexe conditionnel, un réflexe conditionnel du second degré, sans recourir à la nourriture. On a constaté qu'après avoir associé quelque temps ce réflexe conditionnel, déjà établi, et une excitation telle que le grattage de la peau, ce grattage devient capable de provoquer, à son tour, la réaction alimentaire. Mais il a été impossible d'établir un réflexe conditionnel alimentaire du troisième degré, l'expérience n'allant jamais plus loin que le deuxième. La cause de cet échec ? L'expérience montra qu'il suffisait d'augmenter l'excitabilité générale du cerveau pour pouvoir obtenir un réflexe conditionnel du troisième degré. Lorsqu'en effet, nous avons remplacé l'excitant absolu alimentaire par un excitant plus fort, le courant électrique (excitant absolu destructeur), il fut facile d'obtenir un réflexe conditionnel du troisième degré.

Voici terminé ce court exposé de nos derniers travaux qui, je l'espère, vous convaincra de la façon dont le physiologiste doit embrasser, analyser et interpréter l'activité supérieure de l'homme. Je crois que cette voie conduira à des résultats de grande valeur. J'espère avoir, malgré mon âge, la satisfaction de voir quelques-uns de ces résultats, mais, en tout cas, la majorité de mes jeunes auditeurs sera témoin de conquêtes remarquables.

Telles seront les conséquences de l'application des méthodes des sciences naturelles au domaine complexe qui, jusqu'ici, n'avait été abordé que par le côté subjectif.

Rapport entre l'excitation et l'inhibition
Délimitation entre l'excitation et l'inhibition
et névroses expérimentales chez le chien (1)

Tous les faits exposés dans cet article se rapportent au travail des hémisphères et ont été obtenus par la méthode des réflexes conditionnels, c'est-à-dire des réflexes formés pendant la vie individuelle de l'animal. La notion des réflexes conditionnels n'étant pas encore universellement connue, ni admise par tous les physiologistes, et pour ne pas me répéter, je prie le lecteur de se reporter au préalable à mes articles antérieurs, parus dans ce même journal (1923).

Nous avons dû distinguer, dans le travail des hémisphères, deux sortes d'inhibitions, que nous avons appelées externe et interne. La première se manifeste immédiatement au cours de l'étude des réflexes conditionnels, la seconde apparaît, au contraire, progressivement.

La première est la répétition exacte de l'inhibition connue depuis longtemps dans la physiologie des régions inférieures du système nerveux central, et apparaissant lors de l'existence simultanée d'excitations dépendant de centres différents et provoquant des activités nerveuses différentes ; la seconde est, peut-être, particulière aux hémisphères. Il est probable, cependant, que la différence entre ces deux sortes d'inhibitions réside uniquement dans les conditions de leur apparition, et non dans l'essence même de leurs processus. Nos recherches se poursuivent sur ce point. Il ne sera question, dans cet article, que de l'inhibition interne que j'appellerai inhibition tout court, « interne » sera sous-entendu.

Il existe deux conditions ou, mieux, une seule condition dont la présence ou l'absence fait que l'impulsion, venue du dehors aux cellules corticales, déterminera dans ces éléments

(1) Article destiné à la *Scandin. Archiv. f. Physiol.*, fondée par le Prof. R. Tiegertschedt.

un processus chronique d'excitation ou d'inhibition. Autrement dit, l'excitation produite sera positive dans un cas, négative dans l'autre. Cette condition fondamentale est la suivante : si l'excitation qui arrive aux cellules corticales coïncide avec une autre excitation intense des hémisphères ou des régions sous-jacentes de l'encéphale, elle persistera chroniquement à l'état d'excitation positive ; dans le cas contraire, cette excitation deviendra, tôt ou tard, négative, inhibitrice. Bien que le mécanisme causal en soit encore obscur, ce phénomène constitue la première relation fondamentale entre l'excitation et l'inhibition.

Les physiologistes connaissaient depuis longtemps la propagation du processus d'excitation. L'étude de l'activité nerveuse supérieure nous a montré que cette propagation existe aussi pour le processus d'inhibition. Les faits qui ont motivé cette conclusion sont simples et évidents. S'il y a propagation simultanée des processus d'excitation et d'inhibition, ces deux processus se délimitent mutuellement, et se localisent à des régions déterminées. On peut, de cette façon, atteindre à une délimitation fonctionnelle très nette des différentes régions des hémisphères.

Il faut donc admettre l'existence d'un certain antagonisme entre les deux processus opposés, d'une lutte aboutissant normalement à un équilibre. Cette lutte et cet équilibre ne se font pas sans peine pour le système nerveux. Nous le pouvons constater chaque jour, chez nos animaux, à leurs mouvements inquiets, à leur essoufflement. Mais, dans la majorité des cas, l'équilibre finit par s'établir et l'animal calmé met en jeu, suivant les excitations qu'il reçoit, soit son processus d'excitation, soit celui d'inhibition.

Ce n'est que dans certaines conditions particulières que cette lutte se termine par un trouble de l'activité nerveuse normale et un état pathologique qui peut durer des jours, des semaines, des mois, et peut-être des années, pouvant, dans certains cas, revenir progressivement à la normale après cessation des expériences, ou nécessitant, dans d'autres cas, un traitement approprié.

Au début, ces troubles apparaissaient accidentellement, d'une façon tout à fait inattendue. Plus tard nous les avons reproduits volontairement, afin de les étudier.

Voici ces faits dans leur ordre chronologique. Le premier fait de ce genre a été observé, il y a longtemps, par le Dr M. N. Erofeïev. On élaborait, chez un chien, un réflexe conditionnel alimentaire pour une excitation destructive de la peau, déterminant un réflexe de défense. Pour cela on excitait la peau du chien par un courant électrique, tout en donnant à manger à l'animal. Le courant, d'intensité faible au début, atteignait vers la fin une intensité considérable. A la fin de l'expérience on avait obtenu que le courant électrique, tout comme une brûlure ou une destruction mécanique de la peau, ne déterminait plus que la réaction alimentaire, sans la moindre ébauche de réaction de défense. Ce résultat était évidemment dû à l'atteinte du centre alimentaire par l'excitation extérieure, avec inhibition concomitante du centre de défense.

Ce réflexe conditionnel un peu particulier persista, sous cette forme, plusieurs mois et aurait certainement pu durer plus longtemps si nous n'avions commencé à changer systématiquement le point d'application cutanée du courant électrique. Lorsqu'un grand nombre de points furent ainsi successivement excités, on observa un changement brusque : l'excitation de chaque point, même très légère, déterminait maintenant une réaction de défense nette, et pas la moindre trace de réaction alimentaire.

Il fut impossible de revenir, malgré de nombreux efforts, au résultat antérieur, et le chien qui, auparavant était calme, devint très agité. Le même résultat fut observé sur un autre animal. Après un repos de plusieurs mois on put, sur l'un de ces chiens, obtenir à nouveau, avec de grandes précautions, le réflexe alimentaire pour l'excitation destructive.

Un cas du même genre fut observé peu de temps après par le Dr N. R. Shenger-Krestovnikova. Un réflexe conditionnel alimentaire pour un cercle lumineux projeté sur un écran fut établi chez un chien. Puis on différençia ce cercle d'une ellipse de même grandeur et de même intensité lumineuse ; à cet effet, l'apparition du cercle était accompagnée de nourriture et celle de l'ellipse ne l'était pas. La différenciation établie, le cercle provoquait la réaction alimentaire, tandis que l'ellipse restait sans effet, ce qui, on le sait, est dû au développement d'un processus d'inhibition. La première

ellipse projetée différait nettement du cercle (le rapport des axes étant de 2 à 1) ; les ellipses suivantes se rapprochant de plus en plus du cercle par égalisation progressive de leurs axes, la différenciation obtenue était de plus en plus fine. Mais, lorsque les axes furent dans le rapport de 9 à 8, on observa un changement brusque : la nouvelle différenciation obtenue, restant toujours incomplète, persista inchangée pendant 2 à 3 semaines, puis disparut d'elle-même, entraînant toutes les différenciations antérieurement établies, y compris la plus grossière. Le chien très calme jusque là, devint agité. Il fallut reprendre tout depuis le commencement et la différenciation même la plus grossière fut beaucoup plus longue à obtenir que la première fois. Arrivé à la différenciation limite le même fait se reproduisit, toutes les différenciations obtenues disparurent et le chien devint très agité.

Nous avons décidé, alors, d'étudier cette question de plus près, et d'une façon beaucoup plus systématique (exp. du Dr M. K. Petrova).

Ces faits pouvant être dus à un antagonisme particulièrement pénible des processus d'excitation et d'inhibition, on procéda à des expériences portant sur deux chiens, un chien très vif, et l'autre, au contraire, particulièrement calme, en essayant, pour commencer, différentes sortes d'inhibitions isolées ou combinées entre elles. On provoquait un réflexe conditionnel retardé de 3 minutes, c'est-à-dire dans lequel l'excitant absolu n'était associé au conditionnel que 3 minutes après le début de son application, entraînant une première période de 1 ou 2 minutes pendant laquelle l'agent conditionnel était inefficace, inhibé, et on faisait agir en même temps sur l'animal d'autres formes d'inhibition (différentielle, etc.). Cette expérience réussit sur les deux chiens, sans modifier les relations normales. On élaborait alors, chez ces mêmes chiens, un réflexe conditionnel alimentaire pour un agent destructeur. Ce réflexe étant obtenu, il suffisait de le répéter un certain nombre de fois (même au niveau d'un seul point de la peau) pour voir apparaître des manifestations nettement pathologiques. Mais ces manifestations étaient très différentes pour les deux chiens : chez le premier, le chien vif, tous les agents inhibiteurs disparurent et devinrent

tous des agents d'excitation positive ; chez le chien calme on observa, au contraire, l'affaiblissement extrême ou la disparition des réflexes conditionnels salivaires positifs. Cet état, très stable dans les deux cas, dura plusieurs mois sans aucune modification spontanée. Puis on obtint un retour rapide à la normale, chez le chien vif, par l'administration rectale de bromure de calcium. Il est intéressant de noter, à ce propos, que la réapparition du processus d'inhibition n'entraîna nullement la diminution de l'excitabilité conditionnelle positive, qui fut même plutôt exagérée ; il faut donc conclure de cette expérience que le bromure ne diminue pas l'excitabilité des centres nerveux, mais régularise leur activité. Il ne fut jamais possible, malgré tous nos efforts, de rétablir, chez l'autre chien, des réflexes salivaires quelque peu efficaces.

Un fait de même genre, mais plus instructif encore, fut observé peu après sur un autre chien, au cours d'expériences faites dans un tout autre but (exp. du Dr I. P. Razenkov). On avait élaboré, chez un chien, de nombreux réflexes conditionnels positifs, ayant pour point de départ les différents récepteurs ; on avait obtenu, ainsi, plusieurs réflexes pour chaque récepteur, pour des intensités différentes d'un même excitant. Entre autres, un réflexe fut obtenu pour une excitation cutanée mécanique d'une certaine fréquence. Puis on tenta de différencier, au niveau du même point de la peau, une excitation mécanique d'un rythme différent. Cette différenciation fut obtenue sans difficulté particulière, et aucune modification de l'activité nerveuse ne fut notée à ce moment. Mais lorsqu'immédiatement après avoir appliqué la fréquence différenciée de l'excitation cutanée, on appliqua le rythme à action positive, on observa un état pathologique particulier du chien, qui persista 5 semaines et ne revint que progressivement à la normale. Dans les jours qui suivirent le choc de ces processus nerveux, on observa la disparition de tous les réflexes conditionnels positifs. Cet état dura 10 jours, puis les réflexes réapparurent peu à peu, mais sous une forme particulière : en effet, contrairement à la normale, les excitations énergiques restaient sans effet, ou ne donnaient qu'un effet minime, et seules les excitations faibles produisaient des effets considérables. Cette phase dura

14 jours et fut suivie d'une autre, également curieuse : toutes les excitations produisaient une action égale, comparable à celle d'un excitant énergétique à l'état normal. Cela dura 7 jours, puis apparut une phase dans laquelle les excitants moyens donnaient un effet supérieur à la normale, les excitants forts un effet inférieur à la normale et les excitants faibles, aucun effet dutout. Cette phase dura également 7 jours, puis tout rentra dans la normale. En répétant à ce moment le procédé par lequel on avait obtenu la perturbation qui vient d'être décrite, c'est-à-dire en appliquant, sans aucun intervalle, successivement l'action mécanique différenciée puis l'action mécanique positive, le même fait se reproduisit, avec la même succession de phases, mais avec retour beaucoup plus rapide à la normale. En répétant le procédé ainsi plusieurs fois de suite, la perturbation durait de moins en moins longtemps et, pour finir, ne se produisait même plus. L'amélioration de l'état pathologique se manifestait non seulement par la diminution de sa durée mais également par une réduction du nombre de phases successives, les manifestations les plus éloignées de la normale disparaissant les premières.

Dans certains cas de lutte intense entre les processus nerveux on peut donc observer la prépondérance soit du processus d'excitation, soit de celui d'inhibition.

Ce même fait a été observé dans d'autres conditions.

Sous l'influence d'excitations inhibitrices particulièrement fortes agissant directement sur le chien, on observe une prépondérance chronique de l'inhibition, ainsi que nous avons pu le constater sur quelques-uns de nos chiens sauvés à grand'peine de l'inondation de Leningrad du 23 septembre 1924. Les réflexes conditionnels avaient disparu pendant un certain temps et ne se rétablirent que lentement. Mais même rétablis, ces chiens présentèrent pendant longtemps des réactions particulières : toute excitation d'une certaine intensité ou même l'application d'agent déterminant auparavant une inhibition nettement localisée, faisaient réapparaître l'état d'inhibition chronique (exp. A. D. Speranski et V. V. Rickmann). Ce même fait s'observe également, mais à un moindre degré, lorsqu'on change les conditions dans lesquelles se trouve habituellement le chien, lorsqu'on lui donne un nouvel expérimentateur, etc.

D'autre part, une modification, d'apparence insignifiante, apportée au déclenchement d'un réflexe conditionnel positif solidement établi, à savoir, l'application immédiate, sans aucun intervalle, de l'excitant absolu aussitôt après le début de l'action de l'excitant conditionnel, élève à un tel point le tonus de l'excitation, qu'une inhibition élaborée au préalable, et appliquée à ce moment, disparaît complètement ou perd, en tout cas, la régularité de son action. Une application alternative des réflexes positifs et négatifs (inhibiteurs) faite à ce moment, sur des chiens particulièrement vifs, atteint aux degrés extrêmes de ces deux excitations (exp. M. K. Petrova et E. M. Kreps).

Ces faits n'épuisent pas tous les documents rassemblés par nous sur la question des rapports existant entre l'excitation et l'inhibition. Voici d'autres faits ayant trait à cette question.

On a remarqué plus d'une fois, qu'à un certain degré de sommeil, chez les animaux normaux, il y a inversion de l'effet des excitants conditionnels. Les excitants positifs deviennent inefficaces, les excitants négatifs, au contraire, donnent un effet positif (exp. A. A. Chichlo). Ce fait permet de comprendre les cas de salivation, spontanée en apparence, survenant chez les animaux pendant leur sommeil, alors qu'elle ne s'observe jamais à l'état de veille. C'est que, pendant l'élaboration des réflexes conditionnels, de nombreux agents accessoires entrent en relation avec le centre alimentaire, qui sont, par la suite, inhibés par la spécialisation de l'excitant conditionnel choisi. Pendant le sommeil ces agents retrouvent, vraisemblablement, momentanément leur action primitive.

La transformation momentanée d'un agent inhibiteur en un excitant positif s'observe également dans les intervalles des crises convulsives, séquelles des interventions sur les hémisphères. Il est curieux de noter, à ce propos, qu'outre les agents inhibiteurs, seules, dans ce cas, les excitations positives faibles, telles que la lumière par exemple, restent efficaces, les excitations fortes et d'intensité moyenne étant absolument inefficaces (exp. I. P. Razenkov).

C'est à ce phénomène que doit être rattaché le fait souvent observé et reproduit par nous, à savoir que les excitants

extérieurs d'intensité moyenne entraînent, pendant la durée de leur application, la transformation des réflexes conditionnels inhibiteurs en réflexes positifs (fait décrit par nous sous le nom de désinhibition).

Au contraire, dans la destruction de l'écorce, dans l'ablation partielle des hémisphères, les excitants conditionnels positifs appartenant aux régions détruites deviennent inhibiteurs, fait que j'ai déjà signalé dans mon dernier article sur le sommeil. Ce phénomène se manifeste avec une netteté particulière au niveau de la région cutanée de l'écorce (exp. de N. I. Krasnogorski et, plus récentes, de I. P. Razenkov). Si la destruction est peu importante, l'ancien excitant conditionnel cutanéomécanique positif détermine un effet inférieur à la normale et, par la répétition, devient rapidement inhibiteur ; associé à des agents efficaces, il diminue leur action et provoque la somnolence du chien. Si la lésion est plus profonde, l'excitant conditionnel devient inhibiteur dès le premier essai et entraîne immédiatement la disparition de tous les réflexes conditionnels positifs des autres régions des hémisphères.

L'agent devenu inhibiteur peut, dans certaines conditions, exercer de nouveau, dans certaines limites, une action positive. Si l'animal s'est endormi de lui-même, cette inhibition hypnogène spontanée peut, tout comme un agent inhibiteur élaboré, manifester une légère action positive. Cet effet positif peut d'ailleurs être obtenu d'une autre façon : si l'on répète plusieurs fois cet excitant en lui associant l'excitant absolu au bout de 5 secondes (au lieu de 30 secondes habituellement) et si, au bout d'un certain temps on recommence à appliquer l'excitant absolu après les 30 secondes habituelles, on observe un léger effet positif, mais fugitif, de cette excitation. Cet effet positif apparaît très rapidement après le début de l'excitation et disparaît avant la fin de celle-ci. Cette même action positive éphémère s'observe après injection de caféine, par exemple (exp. P. Razenkov). Voici quelques faits un peu particuliers présentant cependant quelques rapports avec notre sujet. Dans les cas d'excitabilité très diminuée de la substance corticale observée chez les vieux animaux (exp. L. A. Andreiev), dans les cas d'ablation de la glande thyroïde (exp. A. V. Valkov) et

dans l'intervalle des crises convulsives chez les animaux porteurs de cicatrices opératoires corticales (exp. I. P. Razenkov), le processus d'inhibition devient impossible à obtenir, ou est très affaibli.

Dans tous ces cas on peut cependant, quelquefois, obtenir un processus d'inhibition générale en renforçant l'excitabilité générale des hémisphères par l'emploi d'excitants absolus plus puissants.

C'est à ces faits que se rattache également le phénomène de l'induction réciproque, dont il a déjà été question (exp. D. S. Foursikov, V. V. Stroganov, E. M. Kreps, M. P. Kalmykov, J. P. Prorokov, etc.). Voici, enfin, un dernier fait de ce genre : lorsque certains points des hémisphères sont renforcés par le procédé habituel pendant un temps particulièrement prolongé, les uns pour des excitations positives, les autres pour des excitations négatives, ils deviennent extrêmement stables, et il est alors très difficile d'obtenir une transformation de leur excitabilité en une excitabilité de nom contraire (exp. B. N. Birmann et J. P. Frolov).

Les faits cités dans cet article permettent de classer dans un ordre déterminé les divers états dans lesquels peut se trouver l'écorce cérébrale.

D'abord, un état d'excitabilité extrême dans lequel le processus d'inhibition est impossible ou très difficile à obtenir. Puis l'état normal de veille, état d'équilibre entre les processus d'excitation et d'inhibition. Vient ensuite une série d'états successifs, amenant progressivement à l'état d'inhibition et dont les plus caractéristiques sont les suivants : l'état d'égalité, tous les excitants, quelle que soit leur intensité, produisent le même effet ; l'état paradoxal, dans lequel seuls les excitants faibles agissent et, enfin, l'état ultra-paradoxal, dans lequel ont une action positive les agents inhibiteurs antérieurement formés, état suivi lui-même de l'état d'inhibition absolue. L'état dans lequel l'excitabilité de l'écorce est tellement faible que l'inhibition devient extrêmement difficile ou même impossible à obtenir, comme dans l'état d'excitabilité exagérée, reste encore obscur.

Nous étudions actuellement, entre autres questions, celles de savoir s'il n'existe pas, dans tous les cas normaux de passage de l'état d'excitation à celui d'inhibition, comme

par exemple dans le passage de l'état de veille à l'état de sommeil, ou dans l'élaboration des réflexes inhibiteurs, les états intermédiaires observés avec une si grande netteté dans les états pathologiques ?

L'élément pathologique ne consisterait, dans ce cas, qu'en un ralentissement de la succession des différentes phases qui, à l'état normal, se succéderaient avec une grande rapidité.

Les faits que nous venons d'étudier aident à comprendre un grand nombre de phénomènes de l'activité nerveuse supérieure, tant normale que pathologique. En voici quelques-uns, à titre d'exemple.

J'ai déjà indiqué, dans des articles antérieurs, que le comportement normal des animaux est basé sur la délimitation précise des différents points de l'écorce à excitation positive et négative, formant, dans leur ensemble, une véritable mosaïque, et que le sommeil est dû à une irradiation étendue de l'inhibition. Nous sommes en mesure d'ajouter, aujourd'hui, quelques nouveaux détails montrant l'influence de la plus ou moins grande extension et intensité de l'inhibition sur les différentes modalités du sommeil normal, ainsi que sur les différents symptômes du sommeil hypnotique.

Tout le monde connaît les cas de sommeil observés pendant la marche ou à cheval. Dans ces cas l'inhibition est donc cantonnée aux hémisphères et ne s'est pas étendue aux centres inférieurs. On connaît les cas de sommeil avec persistance partielle de l'état de veille pour certains excitants, même faibles : le cas du meunier, par exemple, qui se réveille lorsque la meule cesse de tourner ; ou celui de la mère se réveillant au moindre mouvement de son enfant malade, alors que des excitations infiniment plus fortes n'interrompent pas son sommeil. Il s'agit là, semble-t-il, d'un sommeil avec persistance de quelques points de garde facilement excitables. La catalepsie et l'état hypnotique sont, vraisemblablement, des cas d'inhibition localisée uniquement à la zone motrice, et respectant toutes les autres régions de l'écorce et les centres de l'équilibre du corps. La suggestion au cours du sommeil hypnotique peut être interprétée comme une phase d'inhibition dans laquelle les excitants faibles (les paroles) sont plus efficaces que les excitations extérieures plus fortes. Le symptôme décrit par Pierre Janet, à savoir,

la perte du sentiment de la réalité au cours d'un sommeil de plusieurs années, pourrait être expliqué par l'existence d'un processus d'inhibition chronique (inhibition interrompue pendant de courtes périodes et uniquement par des excitants de faible intensité, généralement la nuit) portant surtout sur les régions cutanée et motrice de l'écorce, régions fondamentales en ce qui concerne, d'une part, l'influence du monde extérieur sur l'organisme et, d'autre part, la réaction de l'organisme sur le monde extérieur. La loquacité et la faiblesse d'esprit des vieillards s'expliquent facilement par le grand affaiblissement de l'inhibition par suite de la très faible excitabilité de l'écorce cérébrale. Enfin, les états pathologiques chroniques obtenus par nous chez les chiens, sont de véritables névroses, ce qui éclaire, jusqu'à un certain point, le mécanisme de production de ces névroses. De même, l'influence d'excitations exceptionnellement fortes (cas de l'inondation), sur des chiens à système nerveux faible, c'est-à-dire avec prédominance, à l'état normal, du processus d'inhibition, indique l'étiologie de la névrose traumatique.

Il n'existe pas encore de théorie pouvant expliquer tous les faits cités et leur donner une base commune. Un certain nombre de tentatives ont, cependant, été faites dans ce sens, ayant chacune une part de vérité. Je considère que chacun de nous doit avoir, pour ses expériences, une représentation générale du sujet, lui permettant de systématiser les faits obtenus, et faisant naître de nouveaux problèmes de détails. Pour notre part, nous admettons, dans nos expériences, l'existence de phases successives de l'état des cellules corticales, allant de l'excitabilité exagérée à l'inhibition totale, phases conditionnées par la durée et l'intensité des excitations extérieures et les conditions dans lesquelles elles se produisent. Nous avons été amenés à formuler cette hypothèse en considérant l'analogie évidente des modifications de l'activité nerveuse supérieure des cellules corticales et les modifications observées dans les filets nerveux sous l'influence de fortes excitations et décrites par N. E. Vvedenski dans son travail *Excitation, inhibition et narcose*. Nous ne partageons pas ses idées, mais nous avons des raisons de rapporter, tout comme Vvedenski l'avait fait

pour les filets nerveux, toutes les modifications observées de l'excitation, allant jusqu'à l'inhibition, à un seul et même élément, la cellule nerveuse.

Seule l'étude des processus physico-chimiques siégeant à l'intérieur des tissus nerveux nous donnera l'explication véritable de toutes les manifestations de l'activité nerveuse supérieure, ainsi que de la succession et des rapports des différents phénomènes nerveux.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE
DES TRAVAUX DES COLLABORATEURS
DE L'AUTEUR

- ANDREIEW (L. A.), *Contribution à l'étude des caractéristiques de l'activité fonctionnelle des centres nerveux de l'individu âgé*. Travaux du laboratoire de l'acad. I. P. Pavlov., t. I, fasc. 1, 1924.
- *Etude de la théorie des résonateurs de Helmholtz à la lumière des faits nouveaux concernant l'activité de l'extrémité périphérique de l'analyseur auditif du chien*. Archives des sciences biologiques, tome du jubilé de l'acad. I. P. Pavlov, 1925.
- ANREP (G. V.), *De l'irradiation de l'inhibition conditionnelle*. Journal russe de physiologie, t. I, fasc. 1-2, 1917.
- *Etat statique de l'irradiation de l'excitation*. Archives des sciences biol., t. XX, fasc. 4, 1917.
- *Pitch discrimination on the dog*. Journ. of. Physiology, vol. LIII, n° 6, 1920.
- *Relations entre les processus d'inhibition interne*. Archives des sciences biologiques, t. XX, fasc. 4, 1917.
- ARKHANGELSKI (V. M.), *Des particularités des réflexes conditionnels cutané-mécaniques après destruction partielle de l'analyseur cutané*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Pétersbourg, t. LXXX, 1913.
- *De la physiologie de l'analyseur cutané*. Archives des sciences biologiques, t. XXII, fasc. 1, 1922.
- *De la physiologie de l'analyseur moteur*. Archives des sciences biologiques, t. XXII, fasc. 1, 1922.
- *De la force relative des différentes sortes d'inhibition interne*. Travaux du laboratoire de l'académicien I. P. Pavlov, t. I, fasc. 1, 1924.
- BABKINE (B. P.), *Essai d'étude systématique des manifestations nerveuses-complexes (psychiques) du chien*. Thèse, Saint-Pétersbourg, 1904.
- *Contribution à l'étude de la physiologie des lobes frontaux des hémisphères cérébraux du chien*. Bulletin de l'Académie de médecine militaire, sept.-oct. 1909.
- *Des caractéristiques de l'analyseur auditif du chien*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Pétersbourg, t. LXXVII, 1910.
- *De la force relative des excitants conditionnels*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Pétersbourg, t. LXXVIII, 1911.
- *Recherches récentes sur l'analyseur auditif, normal ou altéré, du chien*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Pétersbourg, t. LXXVIII, 1911.
- *Traits fondamentaux de l'activité de l'analyseur auditif du chien, après ablation des lobes occipitaux*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Pétersbourg, t. LXXIX, 1912.

- BABKINE (B. P.), *La « surdité psychique » étudiée du point de vue de l'analyse des manifestations nerveuses complexes.* « Rousski Vratch », n° 51, 1914.
- BELIAKOV (V. V.), *Contribution à l'étude de la physiologie de la différenciation des excitants extérieurs.* Thèse, Saint-Petersbourg, 1911.
- BELITZ (M. F.), *Des réflexes conditionnels résiduels.* Thèse, Petrograd, 1917.
- BEZBOKAIA (M. J.), *Contribution à l'étude de la physiologie des réflexes conditionnels.* Thèse, Saint-Petersbourg, 1913.
- BIRMANN (B. N.), *Etude expérimentale du problème de l'hypnose.* Rapport au II^e Congrès de psycho-neurologie, janvier 1924.
- BOLDYREV (V. N.), *De l'élaboration des réflexes conditionnels artificiels (psychiques) et de leurs propriétés.* Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXII, 1905.
- *De l'élaboration des réflexes conditionnels artificiels (psychiques) et de leurs propriétés.* Deuxième communication. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXIII, 1906.
- *Des réflexes conditionnels et de leurs propriétés d'exagération et d'affaiblissement.* Journal de Médecine de Kharkov, 1907.
- BOURMAKINE (V. A.), *Du processus d'irradiation du réflexe conditionnel auditif chez le chien.* Thèse, Saint-Petersbourg, 1909.
- BYKOV (K. M.), *Relations entre les processus d'excitation et d'inhibition siégeant dans l'écorce cérébrale.* Communication au LVIII^e Congrès de physiologie de Petrograd, janvier 1925.
- *De la parité du travail des hémisphères cérébraux.* Archives des sciences biologiques, tome du jubilé de I. P. Pavlov.
- BYKOV (K. M.) et SPERANSKI (A. D.), *Section du corps calleux chez le chien.* Travaux du laboratoire de physiologie de I. P. Pavlov, t. I, fasc. 1, 1924.
- *Propriétés des éléments d'un excitant complexe (synthétique).* Travaux du laboratoire de I. P. Pavlov, t. I, fasc. 2-3, 1925.
- *Versuche an Hunden mit Durchschneiden des corpus callosum.* Zentralblatt f. d. Gesam.-Neurologie und-psychiatrie, Bd. XXXIX, 1925.
- BYLINA (A. Z.), *Inhibition simple des réflexes conditionnels.* Thèse, Saint-Petersbourg, 1910.
- *Inhibition simple des réflexes conditionnels.* Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXVIII, 1911.
- CHICHLO, *Des centres thermiques de l'écorce des hémisphères.* Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXVII, 1910.
- *Des centres thermiques dans l'écorce des hémisphères et des réflexes hypnogènes.* Thèse, Saint-Petersbourg, 1910.
- DEGTIAREVA (V. A.), *Contribution à l'étude de l'inhibition interne.* Thèse, Saint-Petersbourg, 1914.
- DEMIDOV (V. A.), *Les réflexes conditionnels (salivaires) chez le chien, après ablation de la moitié antérieure des hémisphères.* Thèse, Saint-Petersbourg, 1909.
- DERIABINE (V. S.), *Contribution à l'étude du temps en tant qu'excitant conditionnel des glandes salivaires.* Thèse, Petrograd, 1916.
- DOBROVOLSKY (V. M.), *Des réflexes alimentaires résiduels.* Thèse, Saint-Petersbourg, 1911.
- EGOROV (J. E.), *De l'action mutuelle des divers réflexes alimentaires.* Thèse, Saint-Petersbourg, 1911.
- ELIASSON (M. M.), *Contribution à l'étude du rétablissement d'un réflexe conditionnel disparu, par l'intervention du réflexe absolu.* Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXIV, 1907.

- ELIASSON (M. M.), *Etude de la capacité auditive du chien à l'état normal et après ablation partielle, bilatérale, du centre auditif cortical*. Thèse, Saint-Petersbourg, 1908.
- EROFEEVA (M. N.), *De l'excitation cutanée par le courant faradique, en tant qu'excitant conditionnel des glandes salivaires*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXIX, 1912.
- *De l'excitation électrique de la peau du chien en tant qu'excitant conditionnel des glandes salivaires*. Thèse, Saint-Petersbourg, 1912.
- *Contribution à l'étude des réflexes conditionnels destructeurs*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXX, 1913.
- *Notions complémentaires sur les réflexes conditionnels destructeurs*. Bulletin de l'Institut scientifique « Lesgaft » de Petrograd, t. III, 1921.
- FOLBORT (J. V.), *Contribution à l'étude des réflexes conditionnels*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXV, 1908.
- *Des réflexes conditionnels négatifs*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXVII, 1910.
- *Des réflexes conditionnels inhibiteurs*. Thèse, Saint-Petersbourg, 1912.
- FOURSIKOFF (D. S.), *De la différenciation des excitants sonores intermittents du système nerveux central du chien*. Bulletin de l'Institut scientifique « Lesgaft » de Petrograd, t. II, 1920.
- *Des rapports existant entre les processus d'excitation et d'inhibition conditionnelles*. Journal russe de physiologie, t. III, fasc. 1-5, 1921.
- *De l'influence de la gestation sur les réflexes conditionnels*. Archives des sciences biologiques, t. XXI, fasc. 3-5, 1922.
- *L'eau, en tant qu'excitant*. Journal russe de physiologie, t. IV, fasc. 1-5, 1921.
- *De l'influence de la réaction d'orientation sur l'élaboration de l'inhibition conditionnelle et la différenciation*. Journal russe de physiologie, t. IV, 1922.
- *Contribution à l'étude des rapports des processus d'excitation et d'inhibition*. Journal russe de physiologie, t. IV, 1922.
- *De l'enchaînement des réflexes conditionnels*. Journal russe de physiologie, t. IV, 1922.
- *De l'influence de l'inhibition externe sur l'élaboration de la différenciation et de l'inhibition conditionnelle*. Journal russe de physiologie, t. IV, 1922.
- *De l'irradiation statique de l'inhibition*. Journal russe de physiologie, t. IV, 1922.
- *De l'irradiation statique de l'inhibition*. Archives des sciences biologiques, t. XXIII, fasc. 1-3, 1923.
- *On the phenomenon of reciprocal Induction in the cerebral Hemispheres*. Physiological Abstracts, vol. VIII, n° 5, 1923.
- *Du phénomène d'induction réciproque dans l'écorce cérébrale*. Archives des sciences biologiques, t. XXIII, fasc. 1-3, 1923.
- *De l'enchaînement des réflexes conditionnels et de la pathologie de l'activité nerveuse supérieure*. Communication au II^e Congrès de psycho-neurologie, janvier 1924.
- *L'eau, en tant qu'excitant*. Archives des sciences biologiques, tome du jubilé de I. P. Pavlov, 1925.
- *Des relations existant entre les processus d'excitation et d'inhibition*. Travaux du laboratoire de I. P. Pavlov, t. I, fasc. 1, 1924.

- FRIEDEMANN (S. S.), *Contribution à l'étude de la différenciation des excitants extérieurs*. Thèse, Saint-Petersbourg, 1912.
- FROLOV (J. P.), *Etat actuel de l'étude des instincts, du point de vue de la physiologie des réflexes conditionnels*. Bulletin de l'Acad. de médecine militaire, t. XXVI, 1913.
- *Contribution à l'étude de la physiologie de la vue. Des réactions du système nerveux central aux modifications de l'intensité lumineuse*. Travaux de la Soc. de biologie expérimentale de Petrograd, t. LXIX, fasc. 1, 1918.
 - *De l'influence d'un changement brusque dans la composition de la nourriture sur certaines parties de l'activité nerveuse complexe de l'animal*. Archives des sciences biologiques, t. XXI, fasc. 3-5, 1921.
 - *Essai de différenciation des excitants conditionnels résiduels et des inhibiteurs conditionnels résiduels*. Journal russe de physiologie, t. VI, fasc. 4-6, 1924.
 - *Des réflexes conditionnels vocaux du chien*. Communication à la 47^e conférence de physiologie de Petrograd, mai 1923.
 - *De l'analyse scientifique des instincts, et de leur action réciproque*. Communication au 1^{er} Congrès russe des zoologistes, anatomistes et histologistes, janvier 1923.
 - *Des réflexes conditionnels moteurs chez les poissons d'eau douce*. Communication à la 50^e conférence de physiologie de Petrograd, juin 1923.
 - *Contribution à l'étude du « sens du temps »*. Communication au 1^{er} Congrès de psycho-neurologie, janvier 1924.
 - *Du réflexe passif de défense et de ses conséquences*. Archives des sciences biologiques, tome du jubilé de I. P. Pavlov, 1925.
 - *De la transformation des excitants conditionnels résiduels et des inhibiteurs conditionnels résiduels en excitants conditionnels effectifs*. Travaux du laboratoire de I. P. Pavlov, t. I, fasc. 2-3, 1925.
- FROLOV (J. P.) et WIENDELBAND (O. A.), *Un cas particulier d'inhibition d'un réflexe conditionnel artificiel*. Communication à la 38^e conférence de physiologie de Petrograd, 1923.
- GOUBERGRIITZ (M. M.), *Du procédé le plus pratique de différenciation des excitations extérieures*. Thèse, Petrograd, 1917.
- GROSSMANN (F. S.), *De la physiologie des réflexes conditionnels résiduels*. Thèse, Saint-Petersbourg, 1909.
- *Contribution à l'étude des réflexes conditionnels résiduels*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXVII, 1910.
- GUANIKE (E. A.), *Contribution à l'étude de la construction de chambres à parois imperméables aux sons*. Bulletin de l'Institut scientifique « Lesgaft » de Petrograd, t. V, 1922.
- HANSEN (S. B.), *De la relation entre la grandeur des réflexes salivaires absolu et conditionnel*. Thèse, Saint-Petersbourg, 1908.
- HORN (E. L.), *Contribution à l'étude de la physiologie de l'inhibition interne des réflexes conditionnels*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXIX, 1912.
- *Contribution à l'étude de la physiologie de l'inhibition interne des réflexes conditionnels*. Thèse, Saint-Petersbourg, 1912.
- IVANOV-SMOLENSKI (A. G.), *De la projection auditive de l'écorce cérébrale*. Archives des sciences biologiques, tome du jubilé de I. P. Pavlov, 1925.
- *De l'irradiation de l'inhibition « progressive » au niveau de l'analyseur auditif du chien*. Travaux du laboratoire de I. P. Pavlov, t. I, fasc. 2-3, 1925.

- KACHERININOVA (N. A.), *D'un nouvel excitant conditionnel artificiel des glandes salivaires*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Pétersbourg, t. LXXIII, 1906.
- *De l'excitation mécanique, en tant qu'excitant des glandes salivaires*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Pétersbourg, t. LXXIII, 1906.
- *Contribution à l'étude des réflexes conditionnels salivaires du chien, provoqués par l'excitation mécanique de la peau*. Thèse, Saint-Pétersbourg, 1908.
- KALMYKOV (M. P.), *De la phase positive de l'induction réciproque, observée au niveau des mêmes éléments nerveux de l'écorce cérébrale*. Travaux du laboratoire de I. P. Pavlov, t. I, fasc. 2-3, 1925.
- KOGAN (B. A.), *De l'irradiation et de la concentration de l'inhibition « progressive »*. Thèse, Saint-Pétersbourg, 1914.
- KOUDRINE (A. N.), *Les réflexes conditionnels, après ablation de la moitié postérieure des hémisphères chez le chien*. Thèse, Saint-Pétersbourg, 1910.
- KOUPALOV (P. S.), *De la généralisation du début et de la spécialisation secondaire des excitants conditionnels cutanés*. Archives des sciences biologiques, t. XIX, fasc. 1, 1915.
- KOURAIEV (S. P.), *Etude des effets tardifs de l'ablation des lobes antérieurs des hémisphères chez un chien*. Thèse, Saint-Pétersbourg, 1912.
- KRASNOGORSKY (N. I.), *Du processus d'inhibition et de localisation des analyseurs cutané et moteur dans l'écorce des hémisphères du chien*. Thèse, Saint-Pétersbourg, 1911.
- KREPS (E. M.), *Des suites de la différenciation*. Communication au 36^e Congrès de physiologie de Petrograd, 1923.
- *De l'influence du rut sur l'activité nerveuse supérieure*. Communication au 36^e Congrès de physiologie de Petrograd, 1923.
- *On the Influence of rute upon the higher Nervous system*. Physiological Abstracts, vol. VIII, n^o 5, 1923.
- *Essai de caractéristique individuelle des animaux d'expérience*. Travaux du laboratoire de I. P. Pavlov, t. I, fasc. 1, 1924.
- *De l'induction positive et de l'irradiation de l'inhibition dans l'écorce cérébrale*. Archives des sciences biologiques, tome du jubilé de I. P. Pavlov, 1925.
- KRESTOVNIKOV (A. N.), *Des conditions fondamentales de l'élaboration des réflexes conditionnels*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Pétersbourg, t. LXXX, 1913.
- *Des conditions fondamentales de l'élaboration des réflexes conditionnels*. Bulletin de l'Institut scientifique « Lesgaf », à Petrograd, t. III, 1921.
- KRJYCHKOVSKY (K. N.), *Contribution à l'étude de l'inhibition conditionnelle*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Pétersbourg, t. LXXVI, 1909.
- *Die Veränderung in der Funktion der oberen Abschnitte des Nervensystems bei der Hündin während der Brunst*. Zentralbl. f. physiol., Bd. XXIV, n^o 11, 1909.
- KRYJANOVSKY (J. J.), *Des réflexes conditionnels auditifs chez le chien après ablation des lobes temporaux*. Thèse Saint-Pétersbourg, 1909.
- KRYLOV (V. A.), *De la possibilité d'élaborer un réflexe conditionnel au moyen d'un excitant agissant par l'intermédiaire du sang (excitant automatique)*. Archives des sciences biologiques, tome du jubilé de I. P. Pavlov, 1925.

- LEPORSKI (N. I.), *Contribution à l'étude de l'inhibition interne*. Thèse, Saint-Petersbourg, 1911.
- MAKOVSKI (I. S.), *Contribution à l'étude de la région auditive des hémisphères chez le chien*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXV, 1908.
- *Les réflexes auditifs, après ablation des lobes temporaux chez le chien*. Thèse, Saint-Petersbourg, 1908.
- MICHTOVY (G. V.), *Essai d'inhibition d'un réflexe artificiel (auditif) au moyen de divers excitants*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXIV, 1907.
- *Elaboration de l'inhibition d'un réflexe conditionnel artificiel (auditif) des glandes salivaires*. Thèse, Saint-Petersbourg, 1907.
- NEITZ (E. A.), *Influence des réflexes conditionnels les uns sur les autres*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXV, 1908.
- *Contribution à l'étude de l'influence des réflexes conditionnels les uns sur les autres*. Bulletin de l'Acad. de Méd. militaire, 1908.
- NIKIFOROVSKI (P. M.), *D'une espèce particulière de desinhibition des réflexes conditionnels*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXVI, 1909.
- *De la pharmacologie des réflexes conditionnels, en tant que méthode d'étude de ces réflexes*. Thèse, Saint-Petersbourg, 1910.
- NIKOLAIEV (P. N.), *Contribution à l'analyse des réflexes complexes*. Archives des sciences biologiques, t. XVI, fasc. 5, 1911.
- *Contribution à l'étude de l'inhibition conditionnelle*. Thèse, Saint-Petersbourg, 1910.
- ORBELI (L. A.), *Les réflexes conditionnels optiques chez le chien*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXIV, 1907.
- *Contribution à l'étude de la localisation des réflexes conditionnels dans le système nerveux central*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXV, 1908.
- *Les réflexes conditionnels optiques chez le chien*. Thèse, Saint-Petersbourg, 1908.
- *A propos de la distinction des couleurs par les chiens*. Problèmes médico-scientifiques, t. I, 1913.
- OUSSIEVITCH (M. A.), *Contribution à l'étude de l'analyseur auditif du chien*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXVIII, 1911.
- PALLADINE (A. V.), *Elaboration de réflexes conditionnels artificiels au moyen d'un ensemble d'excitants*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXIII, 1906.
- PARFENOV (N. O.), *Un cas particulier d'activité des glandes salivaires chez le chien*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXIII, 1906.
- PAVLOVA (A. M.), *De la physiologie de l'inhibition conditionnelle*. Thèse, Petrograd, 1915.
- PAVLOVA (V. J.), *Des réflexes conditionnels résiduels*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, 1913-1914.
- PERELZWEIG (I. J.), *Contribution à l'étude des relations existant entre certains centres cérébraux*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXIV, 1907.
- *Contribution à l'étude des réflexes conditionnels*. Thèse, Saint-Petersbourg, 1907.
- PETROVA (M. K.), *De l'irradiation de l'excitation dans l'écorce des*

- hémisphères cérébraux*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Pétersbourg, t. LXXX, 1913.
- PETROVA (M. K.), *Contribution à l'étude de l'irradiation et des processus d'inhibition*. Thèse, Saint-Pétersbourg, 1914.
- *Méthode générale d'application des excitants conditionnels*. Bulletin du laboratoire de biologie de Petrograd, t. XVI, 1917.
 - *Méthode générale d'application des excitants conditionnels*. Archives des sciences biologiques, t. XX, fasc. 1, 1916.
 - *Des différentes espèces d'inhibition interne obtenues dans quelques cas particulièrement difficiles*. Travaux du laboratoire de I. P. Pavlov, t. I, fasc. 1, 1924.
 - *La lutte contre le sommeil. Travail d'équilibration des processus d'excitation et d'inhibition*. Archives des sciences biologiques, tome du jubilé de I. P. Pavlov, 1925.
 - *Déviations pathologiques des processus d'excitation et d'inhibition lors d'un antagonisme pénible de ces processus*. Travaux du laboratoire de I. P. Pavlov, t. I, fasc. 2-3, 1925.
- PIMENOV (P. P.), *De la formation des réflexes conditionnels, l'excitant artificiel précédant ou suivant l'absolu, et non par la coïncidence de ces deux excitants*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Pétersbourg, t. LXXIII, 1906.
- *D'un groupe particulier de réflexes conditionnels*. Thèse, Saint-Pétersbourg, 1907.
- PODKOPAIIEFF (N. A.), *On the moment of the beginning of Irradiation of the Inhibitory process*. Physiological Abstracts, vol. VIII, n° 5, 1923.
- *On The Movement of the Inhibitory Process*. Physiological Abstracts, vol. VIII, n° 5, 1923.
 - *Elaboration d'un réflexe conditionnel pour un excitant automatique*. Travaux du laboratoire de I. P. Pavlov, t. I, fasc. 2-3, 1925.
 - *Du moment du début de l'irradiation du processus d'inhibition*. Archives des sciences biologiques, tome du jubilé de I. P. Pavlov, 1925.
 - *Die Ausarbeitung eines bedingten Reflexes auf automatische Reize*. Zentralblatt, f. d. Gesam. Neurologie und Psychiatrie, Bd. XXXIX, 1925.
- PODKOPAIIEFF (N. A.) et GRIGOROVITCH (L. S.), *De l'élaboration de réflexes conditionnels symétriques positifs et négatifs*. « Vratchebnoïé Diélo », nos 1-2 et 3-4, 1924.
- PONIZOVSKY (N. P.), *De l'inhibition consécutive à la différenciation et à l'inhibition conditionnelle des différentes sortes de réflexes conditionnels*. Thèse, Saint-Pétersbourg, 1913.
- POPOFF (N. A.), « *Disparition progressive* » du réflexe d'orientation chez le chien. Journal russe de physiologie, t. III, 1923.
- POTEKHINN (S. I.), *Des rapports existant entre les différentes sortes d'inhibition interne*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Pétersbourg, t. LXXVIII, 1911.
- *Contribution à l'étude de l'inhibition interne des réflexes conditionnels*. Thèse, Saint-Pétersbourg, 1911.
 - *Contribution à la pharmacologie des réflexes conditionnels*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Pétersbourg, t. LXXVIII, 1911.
- PROROKOFF (I. R.), *D'une réaction motrice particulière et de son abolition chez le chien*. Travaux du laboratoire de I. P. Pavlov, t. I, fasc. 2-3, 1925.

- RASENKOFF (I. P.), *Contribution à l'étude des relations entre les processus d'excitation et d'inhibition, chez le chien, après ablation unilatérale du gyrus coronarius et ectosylvius sin.* Archives des sciences biologiques, t. XXIII, fasc. 4-5, 1924.
- *Modification de l'excitabilité de l'écorce cérébrale du chien dans certaines conditions difficiles.* Travaux du laboratoire de I. P. Pavlov, t. I, fasc. I, 1924.
- *Contribution à l'étude des relations entre les processus d'excitation et d'inhibition chez le chien, après ablation bilatérale du gyrus coronarius et ectosylvius.* Travaux du laboratoire de I. P. Pavlov, t. I, fasc. 2-3, 1925.
- ROJANSKI (N. A.), *Contribution à l'étude de la physiologie du sommeil.* Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXIX, 1912.
- *Contribution à l'étude de la physiologie du sommeil.* Thèse, Saint-Petersbourg, 1913.
- ROSENTHAL (I. S.), *Influence du jeûne sur les réflexes conditionnels.* Archives des sciences biologiques, t. XXI, fasc. 3-5, 1922.
- *Influence de la gestation sur les réflexes conditionnels.* Journal russe de physiologie, t. V, 1922.
- *De l'irradiation stationnaire de l'excitation.* Archives des sciences biologiques, t. XXIII, fasc. 4-5, 1924.
- *Du passage de l'inhibition interne au sommeil au cours de la « disparition progressive » du réflexe d'orientation.* Communication à la Conférence de physiologie de Petrograd, mai 1923.
- *Contribution à l'étude des relations existant entre les processus d'excitation et d'inhibition (nouvel aspect de la différenciation de l'excitant conditionnel cutané-mécanique).* Travaux du laboratoire de I. P. Pavlov, t. I, fasc. 2-3, 1925.
- ROZOVA (L. V.), *Des relations entre les différentes espèces d'inhibition externe des réflexes conditionnels.* Thèse, Saint-Petersbourg, 1914.
- SATOURNOFF (N. M.), *Contribution à l'étude des réflexes conditionnels salivaires chez le chien, après ablation de la moitié antérieure des hémisphères.* Thèse, Saint-Petersbourg, 1911.
- SAVITCH (A. A.), *Contribution à l'étude de l'influence mutuelle des divers réflexes alimentaires.* Thèse, Saint-Petersbourg, 1913.
- SAZONOVA (A.), *Matériaux pour l'étude des réflexes conditionnels.* Thèse, Lausanne, 1909.
- SCHENGUER-KRESTOVNIKOVA (N. R.), *Contribution à l'étude de la différenciation des excitations optiques et des limites de la différenciation dans l'analyseur optique du chien.* Bulletin de l'Institut scientifique « Lesgât » de Petrograd, t. III, 1921.
- SIRIATSKY (V. M.), *Méthode permettant de déceler les traces de l'inhibition après sa concentration.* Rapport à la 48^e conférence de physiologie de Petrograd, 1923.
- *De la mosaïque des points excitateurs et inhibés de l'écorce des hémisphères cérébraux.* Rapport à la 48^e conférence de physiologie de Petrograd, 1923.
- *De la structure en mosaïque de l'écorce des hémisphères cérébraux.* Communication au II^e Congrès de psycho-neurologie, janvier 1924.
- SNEGUIREV (J. V.), *Matériaux destinés à servir à l'étude de I. P. Pavlov sur les réflexes conditionnels. Spécialisation du réflexe conditionnel auditif chez le chien.* Monographies cliniques « Praktitch. Meditsina », Saint-Petersbourg, 1911.

- SOLOMONOV (O. S.), *De l'excitant conditionnel thermique*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXVII, 1910.
- *Des réflexes conditionnels thermiques et hypnogènes du chien à point de départ cutané*. Thèse, Saint-Petersbourg, 1910.
- SOLOMONOV (O. S.) et CHICHLO (A. A.), *Des réflexes hypnogènes*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXVII, 1910.
- STOUDENTSOFF (N. P.), *De l'hérédité de l'apprivoisement chez les souris blanches*. Rapport à la 48^e conférence de physiologie de Petrograd, 1923.
- *De la biologie des souris blanches au point de vue de l'élaboration des réflexes conditionnels*. Rapport à la 52^e conférence de physiologie de Petrograd, 1923.
- STOUKOVA (M. M.), *Contribution à l'étude du temps agissant comme un excitant conditionnel des glandes salivaires*. Thèse, Saint-Petersbourg, 1914.
- STROGANOV (V. V.), *De la formation d'un réflexe conditionnel et de la différenciation, dans le cas d'un excitant synthétique*. Archives des sciences biologiques, tome du jubilé de I. P. Pavlov, 1925.
- *Des phases positive et négative de l'induction réciproque dans l'écorce cérébrale du chien*. Travaux du laboratoire de I. P. Pavlov, t. I, fasc. 2-3, 1925.
- TCHEBOTAREVA (O. M.), *Contribution à l'étude de l'inhibiteur conditionnel*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXX, 1913.
- *Contribution à l'étude de l'inhibition conditionnelle*. Thèse, Saint-Petersbourg, 1912.
- TCHETCHOULINE (S. I.), *Contribution à l'étude de l'inhibition du réflexe d'orientation*. Archives des sciences biologiques, t. XXIII, fasc. 3-5, 1923.
- TEN-KATE (J. J.), *Contribution à l'étude de l'irradiation et de la concentration de l'inhibition « progressive »*. Bulletin de l'Institut scientifique « Lesgaff » de Petrograd, t. III, 1921.
- THÉOKRITOVA (J. P.), *Le temps, excitant conditionnel des glandes salivaires*. Thèse, Saint-Petersbourg, 1912.
- TIKHOMIROV (N. P.), *Essai d'étude strictement objective des fonctions des hémisphères cérébraux du chien*. Thèse, Saint-Petersbourg, 1906.
- *De l'intensité de l'excitant, en tant qu'excitant conditionnel particulier*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXVII, 1910.
- TOLOTCHINOFF (I. F.), *Contribution à l'étude de la physiologie et de la psychologie des glandes salivaires*. Forhändlingar vid Nord. Naturforskare-Och Läkaremötet, 1903.
- TOROPOFF (N. K.), *De la réaction optique des chiens après ablation des lobes occipitaux*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXV, 1908.
- *Des réflexes conditionnels optiques du chien après ablation des lobes occipitaux*. Thèse, Saint-Petersbourg, 1908.
- TSITOVITCH (J. S.), *De l'origine du réflexe conditionnel naturel*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXVII, 1910.
- *De l'origine du réflexe conditionnel naturel*. Thèse, Saint-Petersbourg, 1910.
- VALKOV (A. V.), *Contribution to the question of the Further Fate of the process of Internal Inhibition of Differentiation*. Physiological Abstracts, vol. VIII, n^o 5, 1923.

- VALKOV (A. V.), *Contribution à l'étude de l'avenir de l'inhibition interne de différenciation*. Bulletin de l'Institut agronomique de Leningrad, t. I, 1924.
- *Un cas particulier de l'irradiation de l'inhibition progressive*. Communication à la 60^e Conférence de physiologie de Petrograd, 1924.
 - *Essai d'étude de l'activité nerveuse supérieure chez de jeunes chiens thyroïdectomisés*. Archives des sciences biologiques, tome du jubilé de I. P. Pavlov, 1925.
- VASSILIEV (P. N.), *De l'influence d'un facteur étranger sur un réflexe conditionnel déjà établi*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXIII, 1906.
- *Différenciation des excitants thermiques chez le chien*. Thèse, Saint-Petersbourg, 1912.
- VOSKOBOINIKOVA-GRANSTREM (E. E.), *De la température de 50° C en tant que nouvel excitant conditionnel artificiel des glandes salivaires*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXIII, 1906.
- ZAVADSKY (I. V.), *Essai d'application de la méthode des réflexes conditionnels à la pharmacologie*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXV, 1908.
- *Phénomènes d'inhibition et de libération des réflexes conditionnels*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXV, 1908.
 - *Contribution à l'étude de l'inhibition et de la libération des réflexes conditionnels*. Thèse, Saint-Petersbourg, 1908.
 - *Du gyrus pyriformis et de l'odorat du chien*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXVI, 1909.
 - *Du gyrus pyriformis et de l'odorat du chien*. Archives des sciences biologiques, t. XV, fasc. 3-5, 1910.
- ZELIONY (G. P.), *De l'orientation du chien dans le domaine des sons*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXIII, 1906.
- *Contribution à l'étude des réactions du chien aux excitations sonores*. Thèse, Saint-Petersbourg, 1907.
 - *Du réflexe conditionnel provoqué par l'interruption d'un son*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXIV, 1907.
 - *D'un nouveau réflexe conditionnel (provoqué par l'interruption d'un son)*. Journal de Médecine de Kharkov, 1908.
 - *D'une espèce particulière de réflexes conditionnels*. Archives des sciences biologiques, t. XIV, fasc. 5, 1909.
 - *Du pouvoir du système nerveux du chien de distinguer des excitations sonores de fréquences différentes*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXVII, 1910.
 - *Contribution à l'analyse des excitants complexes des réflexes conditionnels*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXVII, 1910.
 - *Ueber die Reaction der Katze auf Tonreiz*. Zentralblatt f. physiologie, Bd. XXIII, 1909.
 - *Ablation des hémisphères cérébraux chez le chien*. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXIX, 1912.
 - *Ablation des hémisphères cérébraux chez le chien*. Deuxième communication. Travaux de la Soc. des Méd. russes à Saint-Petersbourg, t. LXXIX, 1912.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
I. Psychologie et psychopathologie animale expérimentale	9
II. De la sécrétion psychique des glandes salivaires	26
III. Premiers pas fermes dans la nouvelle voie d'investigations	43
IV. De l'activité dite psychique des animaux supérieurs étudiée par la méthode des sciences naturelles	49
V. Les réflexes conditionnels du chien après destruction partielle de différents points des hémisphères	67
VI. Des centres corticaux du goût du D ^r Gorchkov ..	70
VII. De quelques traits généraux du mécanisme de l'activité supérieure	71
VIII. Suite de l'analyse objective des phénomènes nerveux complexes, comparativement à l'interprétation subjective de ces mêmes phénomènes.	74
IX. Généralités sur les centres des hémisphères.....	88
X. Les sciences naturelles et le cerveau.....	93
XI. Organisation d'un laboratoire moderne destiné à l'étude de l'activité normale des régions supérieures du système nerveux central chez les animaux supérieurs.....	106
XII. Laboratoire destiné à l'étude de l'activité des centres nerveux des animaux supérieurs.....	125
XIII. Du centre alimentaire.....	126
XIV. Des lois fondamentales du travail des hémisphères cérébraux.....	137

XV. Destruction de l'analyseur cutané des hémisphères cérébraux chez le chien.....	149
XVI. Processus de différenciation des excitations dans les hémisphères cérébraux.....	155
XVII. Des lois fondamentales du travail des centres nerveux, telles qu'elles apparaissent dans l'étude des réflexes conditionnels.....	168
XVIII. De l'application de la méthode des réflexes condi- tionnels à l'étude des effets de l'ablation des différentes parties des hémisphères cérébraux.	182
XIX. De l'inhibition interne en tant que fonction des hémisphères.....	196
XX. Étude objective de l'activité nerveuse supérieure des animaux.....	205
XXI. Étude de l'activité nerveuse supérieure.....	218
XXII. De la grande variabilité de l'inhibition interne des réflexes conditionnels.....	238
XXIII. De la « véritable physiologie » du cerveau.....	242
XXIV. De la physiologie du sommeil.....	252
XXV. Analyse de quelques réflexes complexes du chien. De la force relative des centres et de leur charge.	258
XXVI. La physiologie et la psychologie dans l'étude de l'activité nerveuse supérieure des animaux....	266
XXVII. Le réflexe du but.....	282
XXVIII. Le réflexe de liberté.....	289
XXIX. La psychiatrie auxiliaire de la physiologie des hémisphères.....	295
XXX. De l'hypnose chez les animaux.....	303
XXXI. Activité normale et constitution générale des hémisphères cérébraux.....	305
XXXII. « L'inhibition interne » des réflexes conditionnels et le sommeil sont un seul et même processus.	316
XXXIII. Caractéristique de la substance corticale des hémisphères du point de vue de la modification de l'excitabilité dans ses différents points....	333
XXXIV. De l'un des problèmes actuellement à l'étude de la physiologie des hémisphères.....	341

XXXV. Derniers résultats de l'étude objective de l'activité nerveuse supérieure des animaux.....	344
XXXVI. Rapport entre l'excitation et l'inhibition. Délimitation entre l'excitation et l'inhibition et névroses expérimentales chez le chien.....	355
Index bibliographique des travaux des collaborateurs de l'auteur.....	367



LIBRAIRIE FÉL

POLSKA AKADEMIA NAUK
BIBLIOTEKA
Instytut im. M. Nenckiego

14428

TRAITÉ DE PSYCHOLOGIE

OUVRAGE COMPLET EN DEUX VOLUMES

par **Georges DUMAS**

Professeur de Psychologie expérimentale à la Faculté des Lettres
de l'Université de Paris

Avec la collaboration de MM.

L. BARAT, G. BELOT, Ch. BLONDEL, B. BOURDON, F. CHALLAYE,
Ph. CHASLIN, Ed. CLAPARÈDE, J. DAGNAN, G. DAVY, H. DELA-
CROIX, L. DUGAS, P. JANET, A. LALANDE, J.-P. LANGLOIS,
L. LAPICQUE, A. MAYER, I. MEYERSON, H. PIÉRON, G. POYER,
Et. RABAUD, G. REVAULT D'ALLONNES, A. REY, A. TOURNAY,
H. WALLON.

TOME PREMIER, 1 volume de XIV+964 pages.

TOME SECOND, 1 volume in-8 de 1173 pages.

JOURNAL DE PSYCHOLOGIE

Dirigé par les docteurs

Pierre JANET, de l'Institut, et G. DUMAS, professeur à la Sorbonne.

Secrétaire de la Rédaction : I. MEYERSON

(24^e année, 1927).

Paraît tous les mois.

Un an : France et Colonies, 60 fr. ; Pays ayant adhéré à l'accord
de Stockholm, 75 fr. ; Autres pays, 90 fr. — La livraison, 10 fr.

REVUE PHILOSOPHIQUE

Fondée par Th. RIOTOR, de l'Institut,

Dirigée par L. LÉVY-BRUHL, de l'Institut.

(52^e année, 1927).

Paraît tous les deux mois.

Un an : France et Colonies, 60 fr. ; Pays ayant adhéré à l'accord
de Stockholm, 75 fr. ; Autres pays, 90 fr. — La livraison, 12 fr.