

Neurophysiologie

M. Yves LAPORTE, professeur

Les séminaires de cette année ont été consacrés à l'étude des données récentes sur les mécanismes neurophysiologiques de la faim et de la soif.

M. S. Nicolaïdis (C.N.R.S., Collège de France) a présenté les principaux arguments expérimentaux qui l'ont conduit à élaborer l'hypothèse selon laquelle le contrôle de la prise alimentaire se fait par l'intermédiaire de neurones capables de coder le degré d'utilisation de l'ensemble des diverses sources d'énergie (hypothèse « ischymétrique »). Chez le Rat, l'apparition de la faim est toujours précédée par une baisse du métabolisme de fond, c'est-à-dire du métabolisme obtenu en soustrayant du métabolisme global de l'animal la part qui est liée à l'activité locomotrice. En revanche, l'état de satiété s'accompagne d'une valeur élevée du métabolisme de fond. De plus, toute variation expérimentale du métabolisme de fond retentit sur la prise d'aliments : elle diminue si ce métabolisme est augmenté et croît dans le cas contraire.

Les neurones « ischymétriques » sont vraisemblablement situés dans l'hypothalamus antérieur et médian : on trouve dans ces régions des neurones dont la fréquence de décharge augmente de la même manière après application iontophorétique de glucides ou de lipides ; chez le Rat libre de ses mouvements, la microinjection à l'aide d'une microcanule implantée dans ces régions de substances inhibant la formation d'ATP déclenche une forte prise alimentaire.

Les « voies » nerveuses hypothalamiques participant à la régulation de la prise alimentaire sont de plusieurs types, comme les effets de microinjections de neuromédiateurs dans l'hypothalamus le montrent. Les voies dopaminergiques et noradrénergiques activent la prise alimentaire alors que les voies sérotoninergiques sont généralement inhibitrices, d'où l'utilisation thérapeutique d'anorexiques sérotoninergiques.

L'application iontophorétique dans l'hypothalamus antérieur ou dans certaines structures septales de quantités infimes de certains neuropeptides est susceptible, suivant la nature de ces peptides, de déclencher un repas prolongé

ou au contraire d'inhiber toute prise alimentaire. Il est possible que ce soit par l'intermédiaire de ces neuromodulateurs que des facteurs aussi différents que l'environnement, le stress, les cycles nyctéméraux et sexuels ou même l'esthétique gastronomique agissent sur le comportement alimentaire.

M. J.T. Fitzsimons (University of Cambridge), après avoir rappelé les causes de la soif par déshydratation cellulaire et celles de la soif hypovolémique, a insisté sur le fait que le contrôle des liquides du corps se fait grâce à la coordination des mécanismes d'ingestion et d'élimination. C'est le rein qui est l'organe essentiel dans l'homéostasie des liquides corporels, non seulement par sa fonction régulatrice dans l'excrétion de l'eau et des électrolytes mais aussi parce qu'il assure, par l'angiotensine II, un lien essentiel entre le contrôle de l'excrétion et le contrôle du comportement dipsique. L'angiotensine contribue au maintien du volume sanguin par plusieurs mécanismes : mobilisation des liquides interstitiels par son action sur les fibres musculaires lisses des artérioles, diminution du débit urinaire, directement par son action rénale et indirectement par l'intermédiaire de l'aldostérone et de l'ADH, et enfin restauration du volume liquidien corporel par stimulation de la soif et de l'appétit pour le sodium.

M. E. Rolls (Oxford University) a décrit les modifications dans le traitement de l'information sensorielle sur les aliments qu'entraîne à la prise d'aliments.

Chez le Singe, on trouve dans l'hypothalamus latéral et la Substantia innominata une population de neurones qui ne répondent à la vue et/ou au goût de la nourriture que si l'animal a faim. Après ingestion à satiété d'une nourriture donnée, ces neurones ne répondent plus à la vue ou à l'odeur de cette nourriture, mais ils peuvent encore réagir à la présentation d'autres nourritures. Cette observation est à rapprocher du fait que la variété dans l'alimentation s'accompagne, chez l'Homme, d'une augmentation de la quantité d'aliments ingérés.

L'analyse de l'activité de neurones de la voie gustative, chez le Singe, a montré que des neurones du noyau du faisceau solitaire (première étape des voies gustatives) répondent d'une manière relativement peu spécifique aux stimulus gustatifs fondamentaux (sucré, salé, amer et acide) et que ces réponses sont identiques que l'animal soit ou non rassasié. Dans le cortex gustatif primaire, les réponses des neurones sont déjà plus spécifiquement accordées à la qualité du stimulus, mais elles ne sont pas influencées par l'état de faim ou de satiété de l'animal. Par contre, dans l'aire gustative secondaire qui est située dans la partie caudale du cortex orbito-frontal on trouve des neurones présentant des réponses spécifiques et dont l'importance est modulée par l'état de l'animal, ce qui montre que l'état motivationnel de l'animal retentit sur l'information sensorielle.

Les informations fournies à l'hypothalamus permettant d'identifier par la vue la nature alimentaire de certains objets transitent par des structures situées dans le lobe temporal — notamment le cortex visuel inférieur et l'amygdale — cette dernière étant indispensable à l'apprentissage de cette identification.

M. R. Norgren (Pennsylvania State University), après avoir rappelé la conception classique selon laquelle certaines formations hypothalamiques ont un rôle exclusif dans le contrôle du comportement alimentaire, a décrit les observations récentes qui conduisent à réviser cette conception. C'est ainsi que des lésions intéressant les systèmes de fibres catécholaminergiques longues qui, après avoir traversé l'hypothalamus, innervent le système limbique ainsi que les ganglions de la base et le néocortex, entraînent une aphagie semblable à celle que provoque la destruction de l'hypothalamus latéral. Cette aphagie est accompagnée d'une perte de réactions aux stimulus sensoriels. Comme le comportement alimentaire dépend en partie de stimulus gustatifs et buccaux, ces observations suggèrent que des anomalies du comportement alimentaire pourraient résulter du traitement défectueux de l'information sensorielle par des systèmes se ramifiant dans l'ensemble du cerveau antérieur. Il a été démontré que des neurones du goût de 2^e ordre, situés dans le noyau du faisceau solitaire, se projettent dans le noyau pontique parabrachial ipsilatéral et que des neurones de 3^e ordre, situés dans cette structure, se projettent non seulement sur les neurones thalamiques du goût mais aussi sur plusieurs structures, dont les noyaux hypothalamiques qui participent au contrôle de la prise alimentaire.

La notion que l'hypothalamus contrôle certains comportements en facilitant sélectivement des réflexes prenant place dans le cerveau postérieur ou la moelle a conduit à étudier les comportements d'ingestion ou de refus alimentaires. Ces comportements sont construits à partir de sous-unités fixes qui persistent chez le rat « chronique » décérébré. Il semble donc que l'on ne doive plus attribuer à l'hypothalamus un rôle exclusif dans la régulation du comportement alimentaire mais que ce dernier dépendrait de structures nerveuses situées dans de nombreuses régions de l'encéphale. Le comportement qui aboutit à la diminution de la faim, par ingestion d'aliments, serait assuré par des structures situées dans le tronc cérébral.

M. B. Guy-Grand (Hôtel Dieu, Paris) traitant de la physio-pathologie de la prise alimentaire chez l'Homme a insisté sur le fait que le comportement alimentaire de l'Homme est particulièrement difficile à analyser parce qu'il est conditionné par de multiples facteurs, qui ne sont pas seulement énergétiques mais hédoniques et socio-culturels. Tous ces facteurs interagissent au sein d'un ensemble complexe de mécanismes régulateurs. La définition clinique d'un comportement alimentaire « anormal » est souvent difficile ; ainsi, par exemple, une restriction alimentaire déterminée par des impératifs sociaux ou

culturels peut entraîner des réactions d'hyperphagie « incontrôlée » qui par leurs conséquences psychosociales ont valeur d'élément renforçateur.

M. J. Danguir (C.N.R.S., Collège de France) a décrit les relations entre prise alimentaire et sommeil qu'il a mises en évidence sur des rats dont l'électroencéphalogramme était enregistré en permanence pendant plusieurs jours et même plusieurs semaines. Ces relations reposent sur l'observation de plusieurs faits. Chez des animaux normaux, la durée du sommeil qui fait suite à un repas est proportionnelle au volume des aliments ingérés au cours des repas, dans la mesure où leur composition en aliments reste la même. Le facteur qui détermine la durée du sommeil n'est pas, en elle-même, la quantité des nutriments ingérés mais leur utilisation effective par l'organisme. C'est ainsi qu'après ingestion de glucides, la durée du sommeil n'augmente que si cette ingestion entraîne une sécrétion d'insuline. Chez un animal dont l'insuline endogène est inactivée par un anticorps spécifique, l'ingestion de glucides n'a plus d'effet sur le sommeil.

Le retentissement de la prise alimentaire sur le sommeil à ondes lentes et sur le sommeil paradoxal dépend de la nature des aliments ingérés. L'ingestion exclusive de glucides augmente sélectivement la durée du sommeil à ondes lentes, alors qu'un régime protéique augmente sélectivement celle du sommeil paradoxal. L'action des glucides sur le sommeil à ondes lentes est liée à la sécrétion d'insuline. L'administration intraveineuse ou intracérébrale d'insuline a les mêmes effets que l'ingestion de glucides. L'action des protéines sur le sommeil paradoxal est également indirecte ; elle se fait vraisemblablement par l'intermédiaire de la somatostatine car, en l'absence de tout apport protéique, l'administration de somatostatine augmente sélectivement la durée du sommeil paradoxal.

TRAVAUX DU LABORATOIRE

I. — *Unités motrices*

Une étude récente de la composition en unités motrices (lentes résistantes à la fatigue, S., rapides résistantes à la fatigue, F.R., rapides fatigables, F.F.) de plusieurs muscles du membre postérieur du Chat, fondées sur l'observation de plus de 1 300 unités (F. Emonet-Dénand, C. Hunt, J. Petit et B. Pollin) avait montré que la proportion d'unités lentes dans ces muscles était généralement très élevée (30 à 40 %) et que la force développée par la plupart de ces unités, dans des conditions musculaires statiques, était beaucoup plus faible que celle développée par les autres unités.

Sachant que les unités lentes sont les premières à être recrutées au cours du mouvement et qu'elles ont un rôle privilégié dans la posture, nous avons comparé les modifications de certaines propriétés mécaniques du muscle (raideur et résistance à l'étirement) produites par la contraction téτανique de groupes homogènes de 2 à 13 unités motrices (S., F.R. ou F.F.) du muscle long péronier du Chat au cours d'allongements imposés à ce muscle (allongements sinusoïdaux de 10-60Hz, d'amplitude inférieure à 100 μm et allongements en rampe de 0,5 mm appliqués au voisinage de la longueur musculaire pour laquelle la secousse musculaire globale était maximale).

Il a été constaté a) que la raideur du muscle au cours d'étirements sinusoïdaux est nettement plus augmentée par la contraction d'unités lentes que par celle d'unités F.R. et F.F., la comparaison étant faite pour des tensions téτανiques comparables obtenues en activant simultanément un nombre approprié d'unités ; b) que le rapport entre la résistance à l'étirement (définie comme la différence entre les tensions au début et à la fin d'un allongement en rampe) et la tension téτανique développée par les groupes d'unités est beaucoup plus élevé pour les unités lentes que pour les unités F.R. et F.F. Ces observations montrent que les unités motrices lentes résistent proportionnellement mieux aux forces qui tendent à allonger les muscles que les autres unités, propriété qui s'accorde bien avec leur fonction posturale (F. Emonet-Dénand, G.M. Filippi, C.C. Hunt, Y. Laporte et J. Petit).

La tension téτανique développée par la contraction simultanée de plusieurs unités motrices lentes du muscle long péronier du Chat (muscle hétérogène comprenant les trois sortes d'unités motrices S., F.R. et F.F.) est toujours largement supérieure à la somme des tensions téτανiques individuelles. Il n'en est pas de même pour les unités du muscle soléaire qui, chez le Chat, sont toutes du type lent, ce qui suggère que le phénomène observé dans le muscle long péronier n'est pas directement lié à la nature des fibres musculaires activées (F. Emonet-Dénand et Y. Laporte).

II. — *Moelle épinière*

Intégration par les motoneurones spinaux des informations proprioceptives musculaires au cours de la contraction.

L'étude des effets synaptiques qu'exercent sur la membrane des motoneurones spinaux les influx provenant des récepteurs musculaires activés par la contraction a été poursuivie chez le Chat. Sur des préparations anesthésiées au chloralose, les variations du potentiel de membrane de motoneurones lombaires ont été enregistrées, à l'aide de microélectrodes intracellulaires, au cours de contractions musculaires imitant celles qui sont responsables des

mouvements (contractions intéressant plusieurs unités motrices activées à des fréquences variables comprises dans la gamme physiologique). Dans une première série d'expériences, rapportée l'année dernière, les motoneurones des principaux muscles extenseurs du pied avaient été examinés pendant la contraction de l'un d'entre eux, le Gastrocnémien médian (extenseur de la cheville). Il avait été constaté qu'au début de la contraction ainsi que chaque fois que la force contractile augmentait, apparaissaient des potentiels post-synaptiques inhibiteurs, provoqués par la décharge des organes tendineux de Golgi et que ces potentiels décroissaient rapidement lorsque la contraction se maintenait à un niveau constant. Cette réduction graduelle de l'efficacité des effets inhibiteurs des afférences golgiennes sur les motoneurones homonymes et synergistes est due à un mécanisme spinal segmentaire qui reste à élucider.

Les expériences ont été poursuivies cette année pour déterminer si l'influence de ce mécanisme s'étend à des muscles synergistes agissant sur d'autres articulations (genou) et si les effets des afférences mises en jeu par la contraction sur les muscles antagonistes varient également lorsque la contraction se maintient. On a examiné les effets des contractions du muscle Gastrocnémien médian sur le potentiel de membrane de motoneurones de plusieurs muscles de fonctions différentes : Tibial antérieur et Extenseur long des doigts (fléchisseur de la cheville) ; Quadriceps (extenseur du genou) ; Biceps crural postérieur et semi-tendineux (fléchisseurs du genou). Trente à quarante motoneurones ont été étudiés dans chaque noyau moteur ; leur type fonctionnel a été identifié en se fondant sur des critères électrophysiologiques (vitesse de conduction de l'axone, durée de la post-hyperpolarisation et résistance membranaire).

Dans la plupart des motoneurones examinés, les secousses du Gastrocnémien médian produisent des potentiels post-synaptiques inhibiteurs dont la durée et l'amplitude dépendent de la force développée. Lors de stimulations répétitives du muscle poursuivies pendant une ou plusieurs secondes, l'amplitude des potentiels post-synaptiques inhibiteurs (p.p.s.i.) décroît très rapidement quelle que soit leur amplitude initiale ; ces potentiels peuvent même disparaître complètement, bien avant la fin de la contraction. La même évolution est observée chez l'animal spinal. Il est probable que les p.p.s.i. enregistrés dans les motoneurones des muscles antagonistes et synergistes distants résultent de la mise en jeu d'organes tendineux de Golgi mais on ne peut exclure la participation de récepteurs musculaires innervés par des fibres afférentes plus fines.

La disparition rapide des potentiels post-synaptiques enregistrés dans les motoneurones au cours de la contraction musculaire suggère que l'information principale transmise à ces neurones porte sur l'apparition de la force contractile et sur son augmentation (G. Horcholle-Bossavit, L. Jami, J. Lafleur et D. Zytnicki).

III. — *Système visuel*

a) Interactions visuo-proprioceptives

L'étude physiologique des projections sur les aires visuelles corticales des afférences provenant des muscles extraoculaires a été poursuivie, chez le chat adulte et au cours du développement. On a notamment analysé les effets de l'activation visuelle « aléatoire » permanente sur les réponses des neurones consécutives à la stimulation électrique d'une branche nerveuse innervant un muscle extraoculaire. Les interactions visuo-proprioceptives diffèrent suivant les neurones et évoluent au cours du développement : chez les animaux les plus jeunes (3-6 semaines), les effets les plus fréquemment observés sont l'apparition de réponses proprioceptives ou la diminution de la latence de réponses présentes en l'absence de toute activation visuelle ; chez les chatons plus âgés (8-13 semaines), l'amplitude des réponses augmente et leur latence diminue ; chez les animaux adultes, les réponses proprioceptives sont généralement désorganisées. Une relation entre l'orientation codée par un neurone visuel et sa réponse à la stimulation de fibres afférentes d'un muscle donné a été mise en évidence. En effet, parmi les neurones qui répondent à la stimulation du nerf du muscle oblique inférieur de l'œil gauche, on constate que la majorité codent une orientation proche de l'orthogonale de la direction du mouvement de l'œil que produirait la contraction isolée de ce muscle. Cette relation est plus étroite chez l'adulte que chez le chaton. Chez les chatons de 8-13 semaines, l'augmentation d'amplitude des réponses observées lors des interactions visuo-proprioceptives est d'autant plus importante que l'orientation codée par le neurone est orthogonale au plan d'action du muscle dont le nerf est stimulé (C. Milleret, E. Gary-Bobo, H. Lepercq et P. Buisseret).

b) Transfert interhémisphérique des messages visuels

Le transfert de l'information visuelle d'un côté à l'autre du cerveau par le corps calleux a été étudié chez des chats dont le chiasma optique était sectionné. Les caractéristiques fonctionnelles des neurones visuels corticaux recevant cette information controlatérale ont été analysées 6 semaines après la section du chiasma.

Deux groupes de neurones ont été comparés : ceux appartenant à des animaux qui, après chiasmotomie, ont vu avec leurs deux yeux et ceux d'animaux n'ayant vu qu'avec un seul œil. Dans ce cas, les neurones étudiés étaient situés du côté opposé à l'œil resté ouvert et, par conséquent, n'avaient reçu d'information visuelle, au cours des 6 semaines post-opératoires, que par l'intermédiaire du corps calleux. On a constaté que la « surface moyenne » des champs récepteurs de ces neurones était significativement augmentée de 43 à 139deg² sans que soit modifiée leur distribution spatiale dans le champ

visuel qui reste proche du méridien vertical central. Cette observation démontre l'existence d'une certaine plasticité de la voie visuelle trans-calleuse chez l'adulte (C. Milleret et P. Buser).

c) Projection centrale des afférences proprioceptives extraoculaires

Les différents relais nerveux des messages proprioceptifs provenant des récepteurs des muscles extraoculaires étant mal connus, une étude anatomique du premier relai a été entreprise. Les terminaisons centrales des fibres afférentes ont été localisées après injection de peroxydase du Raifort-WGA dans divers muscles extraoculaires et transport de ce marqueur d'abord dans la branche périphérique puis dans la branche centrale des neurones du ganglion de Gasser. Ces terminaisons forment une bande continue rostrocaudale ipsilatérale dans la pars caudalis du noyau trigéminale spinal, entre l'obex et la moelle cervicale haute. La validité de cette observation a été confirmée par le double marquage de certains neurones du ganglion de Gasser après injections dans la région centrale décrite ci-dessus de peroxydase du Raifort ou d'un traceur fluorescent (Diamidino yellow) et dans les muscles extraoculaires d'un complexe protéique-or ou d'un marqueur fluorescent (Fast blue). Au cours de ce travail, la présence, dans la racine mésencéphalique du trijumeau, de corps cellulaires ganglionnaires a été confirmée (H. Lepercq, C. Buisseret-Delmas et P. Buisseret).

IV. — *Etude électrophysiologique de l'action du noyau réticulaire du thalamus dans les interactions entre noyaux thalamiques spécifiques et non spécifiques.*

Les connexions entre le noyau réticulaire du thalamus (nRT), le complexe ventrobasal (VB) et les noyaux intralaminaires (ILN) ont été étudiées. Les activités extracellulaires unitaires de neurones de ces noyaux ont été enregistrées au moyen de micropipettes de verre chez des rats anesthésiés à la kétamine après stimulations électriques appliquées soit à la peau, soit aux noyaux VB et ILN.

Des réponses orthodromiques et antidromiques ont été observées dans le nRT après stimulation du VB ou des ILN. La stimulation du cortex cérébral et du striatum évoque des réponses orthodromiques, suivies par une période d'inhibition de l'activité spontanée des neurones d'une durée de 200ms.

La stimulation du VB évoque une réponse orthodromique à courte latence des neurones des ILN suivie par une inhibition de 200ms de durée. Cette inhibition persiste après décortication mais disparaît après coagulation de la tête du nRT ou après injection systémique de picrotoxine ou de bicuculline (antagonistes du GABA). Les réponses à des stimulations périphériques

évoquées dans les neurones des ILN sont supprimées par la stimulation du VB.

Des résultats similaires sont observés dans le VB après stimulation des ILN. Après de larges coagulations du nRT, une augmentation de l'activité spontanée des neurones des ILN a été observée alors que la stimulation du VB évoque une réponse de longue durée qui remplace l'inhibition observée chez les rats normaux.

Ces observations suggèrent que le noyau réticulaire du thalamus module la transmission thalamo-corticale en agissant sur les cellules des autres noyaux thalamiques. L'activation des neurones du nRT pourrait, par leur action inhibitrice, abaisser l'excitabilité des neurones des autres noyaux thalamiques ; en revanche, leur inhibition pourrait, par désinhibition, augmenter l'excitabilité de ces neurones (P. Césaro, Y. Joulin et B. Pollin).

V. — *Sensibilité oro-faciale*

Les premières expériences faites chez le Rat sur les protoneurones sensitifs innervant la pulpe dentaire avaient porté sur les incisives, dents à croissance continue qui, dans cette espèce, sont innervées uniquement par des fibres amyéliniques. L'étude immuno-cytochimique de ces protoneurones avait montré que ces neurones identifiés dans le ganglion de Gasser après transport axonal de lectine injectée dans la pulpe, ne contenaient ni substance P, ni CGRP (calcitonin-gene related peptide), ni FRAP (fluoride resitant acid phosphatase), malgré le caractère nociceptif de la stimulation pulpaire et le fait que ces diverses substances sont présentes dans des neurones transmettant des informations nociceptives.

Des observations comparables à celles faites chez le Chat, à savoir qu'une fraction des protoneurones innervant les dents contient de la substance P et du CGRP ont été faites sur les protoneurones innervant la pulpe des molaires du Rat. Ces dents sont innervées (comme c'est le cas pour toutes les dents chez le Chat) à la fois par des fibres amyéliniques et par des fibres myélinisées fines du type A δ . Ceci suggère que ce sont les fibres A δ qui renferment ces transmetteurs (J. Azerad, L. Decorte, B. Pollin et D. Thiesson).

VI. — *Innervation sympathique du fuseau neuromusculaire*

Des recherches effectuées au laboratoire il y a quelques années (L. Jami, C.C. Hunt et Y. Laporte) avaient montré que la stimulation de la chaîne sympathique lombaire chez le Chat entraîne seulement une très légère aug-

mentation de la fréquence de décharge de quelques terminaisons fusoriales primaires qu'il faut bien distinguer des effets indirects dus à la réduction du débit sanguin intramusculaire consécutive à la vaso-constriction artériolaire. C'est pourquoi les travaux récents de Grassi et coll., selon qui la stimulation des fibres sympathiques entraîne une forte augmentation de la décharge des terminaisons secondaires fusoriales, ont conduit à rechercher la raison de ces résultats contradictoires. Les conclusions de ces auteurs reposent sur la diminution de l'amplitude du potentiel d'action des fibres A β enregistré dans la partie distale du nerf tibial (nerf non sectionné) observée au cours de la stimulation répétitive du nerf sciatique à 10-20Hz, d'intensité suffisante pour stimuler les fibres C sympathiques. Cette diminution était attribuée à la collision entre influx provenant de terminaisons secondaires fuseaux neuromusculaires et influx A β produits par la stimulation du nerf sciatique. Les observations rapportées ci-dessous montrent que cette interprétation ne peut être retenue :

— la stimulation de la chaîne sympathique lombaire n'entraîne aucune diminution de l'amplitude du potentiel A β enregistré dans le nerf tibial, après stimulation des racines dorsales L7 et S1 ;

— la réduction temporaire du potentiel A β après stimulation répétitive d'intensité C du nerf sciatique s'observe uniquement si cette stimulation porte sur la partie du nerf sciatique proche de son extrémité sectionnée ; elle résulte d'une inexcitabilité transitoire de fibres A β ;

— cette réduction est encore observée après section du nerf tibial au-delà des électrodes d'enregistrement qui interrompt les connexions des fibres afférentes de ce nerf avec les récepteurs sensitifs (G.M. Filippi, Y. Laporte et J. Petit).

PUBLICATIONS

AMSALLEM B., CESARO P., JOULIN Y., NGUYEN LEGROS J. and POLLIN B., *Possible role of the nucleus reticularis thalami (nRT) in the control of interactions between specific and non-specific thalamic nuclei in the anaesthetized rat (J. Physiol., London, 407, 1988).*

AZERAD J., DECORTE L., POLLIN B. and THIESSON D., *Histochemical and immuno-cytochemical study of primary afferent neurones innervating the dental pulp in the rat and in the cat (J. Physiol., London, 407, 1988).*

BUISSERET P., *Cortical projection of proprioception afferents from extraocular muscles : functional roles during development of the visual cortex in the cat (Neuro-ophthalmol. Jpn, 4, 57-61, 1987).*

BUISSERET P., *Développement du système visuel et proprioception d'origine extra-oculaire et cervicale* (Agressol., 28, 913-916, 1987).

EMONET-DENAND F., FILIPPI G.M., HUNT C.C., LAPORTE Y. et PETIT J., *Comparaison de l'augmentation de raideur produite au cours de l'étirement sinusoïdal du muscle long péronier du Chat par la contraction d'unités motrices lentes ou rapides* (C.R. Acad. Sci., Paris, 305, 709-713, 1987).

EMONET-DENAND F., FILIPPI G.M., LAPORTE Y. et PETIT J., *Sommation de tensions téaniques maximales développées par des unités motrices lentes ou rapides du muscle long péronier du chat* (C.R. Acad. Sci., Paris, 305, 417-422, 1987).

EMONET-DENAND F., HUNT C.C. and LAPORTE Y., *How muscle spindles signal changes of muscle length* (NIPS, 3, 105-109, 1988).

EMONET-DENAND F., HUNT C.C., PETIT J. and POLLIN B., *Proportion of fatigue-resistant motor units in hindlimb muscles of cat and their relation to axonal conduction velocity* (J. Physiol., London, 400, 135-158, 1988).

HARRISON P.J., JAMI L. and JANKOWSKA E., *Further evidence for synaptic actions of muscle spindle secondaries in the middle lumbar segments of the cat spinal cord* (J. Physiol., London, sous presse).

HORCHOLLE-BOSSAVIT G., JAMI L., PETIT J. and SCOTT J.J.A., *Activation of cat motor units by paired stimuli at short intervals* (J. Physiol., London, 387, 385-399, 1987).

HORCHOLLE-BOSSAVIT G., JAMI L., PETIT J., VEJSADA R. and ZYTNICKI D., *Encoding of muscle contractile tendon by Golgi tendon organs. (In : Stance and Motion : Facts and Concepts, Gurfinkel V., Ioffe M., Massion J. and Rolls J.-P., eds, New York : Plenum Press, sous presse).*

HORCHOLLE-BOSSAVIT G., JAMI L., PETIT J., VEJSADA R. and ZYTNICKI D., *Discharges of tendon organs during unfused muscle contractions (In : Mechanoreceptors Development, Structure and Function, Hnik P., Soukup T. and Zelena I. eds, New York : Plenum Press, sous presse).*

HORCHOLLE-BOSSAVIT G., JAMI L., PETIT J., VEJSADA R. and ZYTNICKI D., *Effect of muscle shortening on the response of cat tendon organs to unfused contractions* (J. Neurophysiol., 59, 1510-1523, 1988).

HORCHOLLE-BOSSAVIT G., JAMI L., THIESSON D. and ZYTNICKI D., *Motor nuclei of peroneal muscles in the cat spinal cord* (J. Comp. Neurol., sous presse).

JAMI L., *L'innervation motrice des fuseaux neuromusculaires* (Le Courrier du C.N.R.S., 69-70, 24-25, 1987).

JAMI L., VEJSADA R. and ZYTNICKI D., *Observations on static and dynamic responses of muscle stretch receptors in kittens* (Develop. Brain Res., sous presse).

KABLY B., ARMAND J., BUISSERET P. et MOULIN G., *Précession du mouvement des articulations proximales pour atteindre une cible et son rôle compensateur après ablation néonatale unilatérale du cortex sensorimoteur chez le Chat (Recherches en APS, Laurent M. & Therme P. eds, 2, 309-321, 1987).*

MAIRE-LEPOIVRE E., PRZYBYSLAWSKI J. and GARY-BOBO E., *Visual field in dark-reared cats after an extended period of recovery (Behav. Brain Res., 28, 245-251, 1988).*

MILLERET C. et BUSER P., *Réorganisation des connexions interhémisphériques calleuses chez le chat adulte : effets de l'occlusion monoculaire après chiasmotomie (C.R. Acad., Sci., Paris, 305, 325-330, 1987).*

MILLERET C., BUISSERET P. and GARY-BOBO E., *Area centralis position relative to the optic disc projection in kittens as a function of age (Invest. Ophthalmol. Vis. Sci., 29, 99-105, 1988).*

MILLERET C., GARY-BOBO E. and BUISSERET P., *Comparative development of cell properties Area 18 of normal and dark-reared kittens (Exp. Brain Res., 71, 8-20, 1988).*

MILLERET C., GARY-BOBO E. and BUISSERET P., *Réponses des neurones du cortex visuel (aire 18) aux stimulations proprioceptives extraoculaires : évolution chez le Chat normal ou élevé à l'obscurité et interactions avec l'activité visuelle (C.R. Acad. Sci., Paris, 305, 531-536, 1987).*

MILLERET C., *Projections centrales des afférences proprioceptives issues des muscles extraoculaires chez les Vertébrés. Quelques rôles fonctionnels possibles dans le contrôle de l'oculomotricité, la perception visuelle et l'orientation corporelle (Agressol., 28, 917-924, 1987).*

TROTTER Y., FREGNAC Y. and BUISSERET P., *The period of susceptibility of visual cortical binocularity to unilateral proprioceptive deafferentation of extraocular muscles (J. Neurophysiol., 58, 795-812, 1987).*

THÈSE et MÉMOIRE

LAMY F., Effets des afférences proprioceptives musculaires sur les motoneurons du triceps sural et du plantaire au cours de la contraction du muscle gastrocnémien chez le Chat. (Mémoire de D.E.A. de Neurosciences, Université Pierre et Marie Curie, Paris 1987).

MILLERET C., Rôles fonctionnels de la vision, des mouvements oculaires et de la proprioception oculaire au cours du développement du cortex visuel chez le Chat. (Thèse de Doctorat d'Etat ès-Sciences Naturelles, Paris, 1988).