

UNIVERSITE DU QUEBEC

MEMOIRE

PRESENTE A

L'UNIVERSITE DU QUEBEC A TROIS-RIVIERES

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAITRISE EN (PSYCHOLOGIE)

PAR

ANDRE VEILLEUX

EFFETS DE LA LESION BILATERALE
DU PUTAMEN SUR LES CAPACITES
VISUELLES DISCRIMINATIVES DU SINGE

MAI 1982

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

Table des matières







Sommaire.....	v
Introduction.....	2
Chapitre premier - Contexte théorique et expérimental.....	6
Chapitre II - Description de l'expérience.....	18
Sujets.....	18
Méthode chirurgicale.....	18
Appareil d'expérimentation.....	21
Description des stimuli.....	22
Ordre de présentation des stimuli.....	24
Procédure d'expérimentation.....	24
Déroulement de l'expérience.....	28
Etape I	28
Etape II	28
Etape III	28
Chapitre III - Analyse et interprétation des résultats.....	31
Méthode d'analyse.....	31
Résultats individuels.....	32
I - Singe Put. 1	32
II - Singe Put. 2	34
III - Singe Put. 3	36
IV - Singe Put. 4	38

V - Singe Put. 5	40
Analyse de groupe.....	42
I - Groupe contrôle.....	47
II - Groupe pré-opératoire.....	48
III - Groupe post-opératoire.....	49
Interprétation des résultats.....	50
Conclusion.....	55
Appendice A - Illustration de l'appareil d'expérimentation Illustration du distributeur de nourriture Table de hasard de Gellerman.....	58
Appendice B - Exemple d'imprimé de l'ordinateur.....	62
Appendice C - Valeurs des coordonnées stéréotaxiques du putamen lors de l'étape chirurgicale.....	64
Appendice D - Données brutes lors des différentes condi- tions expérimentales pour le sujet Put. 1...	67
Appendice E - Données brutes lors des différentes condi- tions expérimentales pour le sujet Put. 2...	76
Appendice F - Données brutes lors des différentes condi- tions expérimentales pour le sujet Put. 3...	90
Appendice G - Données brutes lors des différentes condi- tions expérimentales pour le sujet Put. 4...	99
Appendice H - Données brutes lors des différentes condi- tions expérimentales pour le sujet Put. 5...	104

Remerciements.....	113
Références.....	115

Sommaire

Le but de cette recherche est de vérifier les capacités de réapprentissage de tâches de discrimination visuelle de formes et de couleurs chez des singes ayant subi la lésion bilatérale du putamen.

Pour ce faire, un groupe de cinq singes (Macaca Irus) a été entraîné à discriminer différentes paires de stimuli visuels (N vs B,  vs  ,  vs  ,  vs ) grâce à un système informatisé (PDP-8). Le critère final d'apprentissage a été fixé à un minimum de 36 bonnes réponses sur une possibilité de 40 essais et ce, durant deux séances d'apprentissage consécutives. Suite à l'apprentissage de ces tâches de discrimination visuelle, deux singes (Put. 1 et Put. 2) subissent la lésion bilatérale du putamen par approche stéréotaxique. Par la suite, ces deux singes sont soumis au réapprentissage de toutes les tâches de discrimination visuelle selon le critère final d'apprentissage mentionné plus haut. A l'aide de courbes d'apprentissage et d'un histogramme de fréquence, les résultats des singes opérés sont comparés à ceux obtenus par le groupe contrôle formé des sujets Put. 3, Put. 4 et Put. 5.

Les résultats individuels et l'analyse de groupe infirment l'hypothèse de travail, à savoir que la lésion décrite antérieurement ne perturbe pas les capacités de réapprentissage des différentes paires de stimuli visuels.

Ces résultats laissent donc supposer que le putamen n'est pas une efférence essentielle du cortex inférotemporal par laquelle il agirait sur le cortex strié.

Introduction

Depuis une vingtaine d'années, un grand nombre de résultats expérimentaux ont permis d'augmenter considérablement nos connaissances sur le fonctionnement du système visuel. Il semble maintenant établi que l'information visuelle, une fois passée la rétine, subit une série de transformations neurales qui résulte en un phénomène perceptuel de la vision.

Bien que de nombreuses études aient démontré le rôle certain du système géniculo-strié, il n'en reste pas moins que les systèmes secondaires (extragéniculostriés) laissent encore de nombreuses interrogations. Ainsi, la découverte d'une région corticale située à la base du lobe temporal et appelée le cortex inférotemporal (Blum et al., 1950; Chow, 1952; Mishkin et Pribram, 1954) a permis de démontrer l'implication de cette structure extrastriée dans l'analyse de l'information visuelle. L'effet obtenu à la suite de lésions bilatérales du cortex inférotemporal concerne surtout des troubles de discrimination visuelle. Plus précisément, des singes ayant subi des lésions bilatérales du cortex inférotemporal sont incapables de retenir et d'apprendre des tâches de discrimination visuelle impliquant des formes, des couleurs ou des intensités lumineuses (voir revue par Pribram, 1967).

Le problème qui fut alors posé était de savoir comment le cortex inférotemporal s'acquittait de son rôle visuel. C'est ainsi que certains auteurs (Gross et al., 1972; Mishkin, 1972) expliquent son rôle visuel par

ses afférences lui provenant du cortex strié par l'intermédiaire de la ceinture circumstriée alors que d'autres (Reitz et Pribram, 1969; Lassonde et al., 1981) l'expliquent par ses efférences vers certaines structures sous-corticales. Or, il semble que l'hypothèse selon laquelle le cortex inférotemporal agirait par ses afférences demeure problématique car des auteurs (Chow, 1951; Pribram et al., 1969) démontrent que des lésions du cortex préstrié ne produisent pas de déficit sévère de la capacité de discrimination visuelle. Par contre, des lésions d'une efférence du cortex inférotemporal, le putamen, produisent une déficience dans le réapprentissage d'une tâche de discrimination visuelle de formes (Buerger et al., 1974). Malheureusement, les résultats de l'étude comportementale de Buerger et ses collaborateurs (1974) semblent douteux à cause de problèmes méthodologiques. Ainsi les lésions sont imprécises en envahissant surtout la capsule interne et très peu le putamen. Toutefois, les résultats d'un ensemble d'études anatomiques (Whithlock et Nauta, 1956; Kemp et Powell, 1970) et électrophysiologiques (Spinelli et Pribram, 1966, 1967; Reitz et Pribram, 1969; Kadobayashi, 1970; Lassonde et al., 1981) semblent démontrer l'existence de connexions entre le cortex inférotemporal et le système visuel par l'intermédiaire du putamen. Il semble donc que le rôle du putamen comme structure efférente du cortex inférotemporal reste à déterminer au niveau comportemental.

La présente recherche se propose ainsi de déterminer le rôle visuel du putamen par l'obtention de lésions plus précises de cette structure. Plus précisément, la présente expérience vise à vérifier les

capacités de réapprentissage de tâches de discrimination visuelle de formes et de couleurs chez des singes ayant subi la lésion bilatérale du putamen. Si des lésions de cette structure entraînent des déficits analogues aux symptômes du syndrome inférotemporal, nous pourrions alors supposer que le putamen est une efférence essentielle de cette région corticale par laquelle il agirait sur le système visuel géniculo-strié.

Chapitre premier

Contexte théorique et expérimental

Dans ce chapitre, nous décrivons différents aspects du cortex inférotemporal tels que son rôle, les effets comportementaux de sa lésion, ses afférences et ses efférences. De plus, nous expliquerons comment le putamen est relié au cortex inférotemporal et de quelle façon ce noyau sous-cortical s'acquitte de son rôle visuel.

La découverte du cortex inférotemporal

A la fin des années 1930, Klüver et Bucy (1937, 1938, 1939) notèrent un ensemble de changements comportementaux chez le singe rhésus suite à l'ablation bilatérale du lobe temporal. Ces changements comportementaux furent ultérieurement appelés le "syndrome de Klüver-Bucy". Il consiste en un accroissement de la docilité, une hypersexualité, une altération des habitudes alimentaires et de la difficulté à reconnaître visuellement des objets combinés à une déficience dans l'apprentissage et la rétention de comportements de discrimination visuelle. Par la suite, des expériences faisant appel à des lésions plus circonscrites au niveau du lobe temporal permirent d'assigner les différentes composantes de ce syndrome aux différentes régions neuro-anatomiques correspondantes.

Au cours des années 1950, certains chercheurs firent ainsi la découverte chez le primate d'une région corticale située à la surface inférieure du cortex temporal responsable de l'apprentissage normal de

discrimination visuelle (Blum et al., 1950; Chow, 1952, 1954a; Mishkin, 1954; Mishkin et Pribram, 1954). Cette découverte donna un essor considérable à la recherche sur les mécanismes extrastriés et leur mode d'analyse de l'information visuelle. En effet, ces chercheurs ont démontré que des lésions bilatérales totales du cortex inférotemporal produisent des déficits visuels spécifiquement cognitifs sans apparition d'autres caractéristiques du syndrome Klüver-Bucy. L'effet obtenu à la suite de ces lésions concerne surtout des troubles de discrimination visuelle impliquant des formes, des couleurs ou des intensités lumineuses (voir revue par Pribram, 1967). Ces déficits sont exclusivement de nature visuelle et les autres modalités sensorielles restent intactes après la lésion. Chez l'homme, des déficits semblables ont été rapportés à la suite de lésions du cortex temporal de l'hémisphère non-dominant lorsque celles-ci incluent le cortex inférotemporal (Milner, 1968). Il semble donc que, chez l'homme et le singe, le cortex inférotemporal soit impliqué dans l'analyse de processus perceptuels et cognitifs responsables de la reconnaissance visuelle.

Les effets comportementaux de la lésion du cortex inférotemporal

Localisation du déficit

La convexité inférieure du lobe temporal, le cortex inférotemporal, constitue donc la région neuro-anatomique cruciale à la capacité visuelle discriminative chez l'homme et le singe. L'emplacement de ce cortex correspond à la région TE décrite par Von Bonin et Bailey (1947) comprenant une grande partie de la fissure moyenne et inférieure du lobe temporal. La lésion

d'autres régions du cortex temporal telles que la circonvolution temporale supérieure, la circonvolution fusiforme, la circonvolution de l'hippocampe ou encore, le lobe temporal, ne produit aucun effet sur la capacité visuelle discriminative (Mishkin, 1954, 1966; Mishkin et Pribram, 1954).

Des lésions bilatérales du cortex inférotemporal sont nécessaires pour obtenir le déficit. Ainsi la lésion unilatérale du cortex inférotemporal produit peu d'effet (voir Ettlinger et Gautrin, 1971) ou aucun effet selon Pribram et Mishkin (1955). Toutefois Butler (1969) démontre que des animaux ayant subi la lésion unilatérale du cortex inférotemporal ainsi que la section du chiasma optique éprouvent de la difficulté dans des tâches de discrimination visuelle lorsqu'ils sont testés avec l'oeil ipsilatéral à la lésion. Ces mêmes animaux démontrent une performance normale lorsqu'ils sont testés avec l'oeil contralatéral à la lésion (Butler, 1969).

Description du déficit

L'ablation bilatérale totale du cortex inférotemporal chez le singe produit un déficit dans l'apprentissage et la rétention de tâches de discrimination visuelle. Le déficit s'applique à des tâches de discrimination visuelle d'objets ou de formes différant sur le plan de la dimension ou de l'orientation ou encore, de la couleur. La sévérité du déficit dans l'apprentissage et la rétention de ces mêmes tâches est proportionnelle à la difficulté du problème en comparaison avec les résultats d'un groupe contrôle ayant subi un entraînement identique (voir Mishkin, 1954; Mishkin et Pribram, 1954). Le déficit est obtenu même en changeant la nature de la

discrimination (e.g. forme versus couleur, Mishkin, 1954), la forme des stimuli (Mishkin et Hall, 1955) ou leur mode de présentation (e.g. simultanée versus successive, Pribram et Mishkin, 1955). Le déficit est limité au domaine de la vision (Gross, 1973b). Ainsi des singes ayant subi la lésion du cortex inférotemporal ne manifestent aucune difficulté dans l'apprentissage de tâches de discrimination auditive (Dewson et al., 1969); tactile (Iversen, 1967); et olfactive (Brown et al., 1963).

Sous plusieurs aspects, le comportement des singes ayant subi la lésion du cortex inférotemporal est identique à celui d'animaux normaux (voir Mishkin, 1966). Ces singes ne manifestent aucun déficit particulier concernant l'orientation ou l'évitement d'obstacles et ils ne présentent pas les symptômes de "cécité psychique" tels que décrits par Klüver et Bucy (1937). Le comportement social de ces singes n'est pas non plus perturbé lorsqu'ils sont insérés parmi de petits groupes de singes normaux (Franzen et Meyers, 1973).

Finalement la lésion du cortex inférotemporal produit des effets différents de ceux entraînés par de larges lésions du cortex strié foveal (Cowey et Gross, 1970). La perte de larges portions du cortex strié foveal diminue l'acuité visuelle sans modifier la capacité d'apprentissage de tâches de discrimination visuelle de formes. Par contre, la lésion du cortex inférotemporal n'a pas d'effet sur l'acuité visuelle alors qu'elle altère la capacité d'apprentissage de discrimination visuelle de formes (Gross, 1973a). Ces faits suggèrent que les effets de la lésion du cortex inféro-

temporal ne sont pas le résultat d'une simple perte sensorielle mais, au contraire, reflètent un désordre complexe dans le processus d'intégration de l'information visuelle.

Les afférences du cortex inférotemporal

Le cortex inférotemporal reçoit un grand nombre d'afférences provenant de deux régions visuelles: la ceinture circumstriée et le pulvinar du thalamus.

La ceinture circumstriée reçoit des projections ipsilatérales du cortex strié et elle est considérée comme une étape importante dans la hiérarchie des analyseurs de traits décrits par Hubel et Wiesel (1962, 1965, 1968, 1970). Chacune des ceintures circumstriées projette à la fois sur la ceinture circumstriée contralatérale et sur le cortex inférotemporal contralatéral; de plus, les deux cortex inférotemporaux sont interconnectés (Kuypers et al., 1965). Malgré la complexité de ces connexions, il n'en reste pas moins que la projection de cette ceinture circumstriée sur le cortex inférotemporal fait en sorte que ce dernier peut être considéré comme une étape ultérieure dans cette hiérarchie (Gross et al., 1972; Mishkin, 1972). La présence de cellules hypercomplexes au niveau du cortex inférotemporal témoigne également de la complexité de son fonctionnement et de son niveau avancé dans la hiérarchie des analyseurs de traits (Gross et al., 1972). Ainsi les neurones du cortex inférotemporal ont des champs récepteurs très grands et significativement plus étendus que ceux des neurones des cortex visuels primaires et secondaires. Lorsque les paramètres du stimulus sont

étudiés, les neurones du cortex inférotemporal présentent les caractéristiques suivantes: certains neurones répondent à la lumière (ON), à l'obscurité (OFF), ou aux deux (ON-OFF). D'autres neurones du cortex inférotemporal répondent aussi aux formes géométriques simples (e.g. barres lumineuses), surtout complexes (e.g. main) alors que d'autres sont sensibles à l'orientation du stimulus ainsi qu'à la direction de son mouvement. Finalement, les neurones du cortex inférotemporal montrent une sensibilité aux stimuli colorés.

Quant au pulvinar du thalamus, il aurait une projection directe sur le cortex inférotemporal et la ceinture circumstriée (Chow, 1950). Cette projection lui viendrait à la fois du cortex strié (Myers, 1962) et du colliculus supérieur (Myers, 1962; Mishkin, 1972). Ainsi, le cortex inférotemporal recevrait de l'information visuelle par l'intermédiaire du pulvinar du thalamus, via le système géniculo-strié et le colliculus supérieur. Ce dernier étant impliqué surtout dans des fonctions d'orientation et de localisation (Schneider, 1969; Humphrey, 1970; Goldberg et Wurtz, 1972; Ptito et al., 1976), il est possible que le cortex inférotemporal permette d'intégrer les mécanismes d'orientation du système pulvino-colliculaire avec les mécanismes de détection de traits du système géniculo-strié-circumstrié (Gross et al., 1972). Malheureusement, Gross et ses collaborateurs (1972) déplorent le fait qu'il n'y ait pas d'études systématiques sur l'effet de la lésion du pulvinar ou du cortex inférotemporal sur la capacité d'orientation ou de localisation face aux stimuli visuels. Ainsi les fonctions visuelles de l'afférence sous-corticale (le pulvinar du thalamus) demeurent obscures. Par contre, il semble maintenant établi que l'afférence cortico-corticale du

cortex inférotemporal soit cruciale à la capacité de discrimination visuelle.

Les afférences et le fonctionnement du cortex inférotemporal

Tel que mentionné antérieurement, il apparaît que les afférences du cortex inférotemporal les plus importantes sont transcorticales. L'information visuelle subit ainsi une série de transformations neurales successives au niveau du cortex strié, préstrié et inférotemporal. De toutes ces transformations de l'information visuelle, il en résulterait donc un comportement de discrimination visuelle.

Bien qu'un grand nombre de données expérimentales semblent expliquer le fonctionnement du cortex inférotemporal par les afférences lui provenant du système géniculo-strié-circumstrié, il n'en reste pas moins que des études de lésions des relais afférents n'ont pu appuyer totalement cette hypothèse. Ainsi des lésions du colliculus supérieur ou du pulvinar du thalamus ne produisent pas de déficit dans l'apprentissage de tâches de discrimination visuelle (Chow, 1954b; Anderson et Symmes, 1969; Mishkin, 1972; Cardu et al., 1975). Quant à la lésion du cortex préstrié, il semble que les résultats des recherches soient partagés tant qu'à son effet sur la capacité de discrimination visuelle. Ainsi, certaines études démontrent que des lésions du cortex préstrié ne produisent pas de déficit sévère de la capacité de discrimination visuelle (Chow, 1951; Pribram et al., 1969; Ungerleider et al., 1977). Par contre, d'autres chercheurs affirment qu'une autre région corticale extrastriée est nécessaire à l'apprentissage normal

de tâches de discrimination visuelle (Iwai et Mishkin, 1968, 1969; Mishkin, 1972). Cette région se situe entre la partie ventro-latérale de la ceinture circumstriée et la partie postérieure du lobe temporal. Elle est appelée le "cortex préstrié fovéal" à cause des nombreuses projections qu'elle reçoit des aires 18 et 19 du cortex strié (Gross, 1973a). Selon Iwai et Mishkin (1968, 1969), la lésion du cortex préstrié fovéal produit des effets similaires à ceux du cortex inférotemporal. Plus précisément, des singes ayant subi la lésion du cortex préstrié fovéal démontrent de la lenteur dans l'apprentissage de tâches de discrimination de formes et d'objets mais non de couleurs. Il semble donc que les auteurs ne s'entendent pas sur l'effet de la lésion du cortex préstrié et qu'ainsi, l'hypothèse selon laquelle le cortex inférotemporal agirait par ses afférences demeure problématique bien que Mishkin (1972) insiste sur son importance.

Une alternative au problème du fonctionnement du cortex inférotemporal a été proposée par Pribram et ses collaborateurs (Reitz et Pribram, 1969; Lassonde et al., 1981). Cette hypothèse tente d'expliquer son fonctionnement à partir de ses efférences. Du point de vue anatomique, il a été démontré que le cortex inférotemporal projette des fibres vers certaines structures sous-corticales telles que le colliculus supérieur, le noyau amygdalien, la queue du noyau caudé et la partie caudo-ventrale du putamen (Whithlock et Nauta, 1956; Kemp et Powell, 1970). Au point de vue électrophysiologique, une série de travaux récents ont démontré que le putamen exerce une influence inhibitrice sur les neurones du cortex visuel primaire. En effet, Lassonde et ses collaborateurs (1981) ont montré que la stimulation électrique

du putamen affecte, dans le sens d'une diminution, l'activité spontanée et le niveau de décharge optimale des cellules du cortex visuel primaire du chat. Ces résultats appuient ceux de Kadobayashi (1970) qui montrent une influence semblable du putamen sur les neurones géniculés du chat. D'autre part, les études électrophysiologiques de Spinelli et Pribram (1966, 1967) ont révélé que la stimulation électrique du cortex inférotemporal diminue la grandeur des champs récepteurs des neurones géniculés. De plus, la stimulation électrique du cortex inférotemporal permet l'enregistrement de potentiels évoqués dans le putamen (Reitz et Pribram, 1969). Il est donc permis de conclure que le putamen est une efférence majeure du cortex inférotemporal par laquelle il peut agir sur le système géniculo-strié.

D'autres études utilisant des lésions cérébrales ajoutent à l'importance du putamen comme efférence majeure du cortex inférotemporal. En effet, des lésions massives voire totales des autres structures efférentes du cortex inférotemporal produisent peu ou pas de déficit dans une tâche de discrimination visuelle. Ainsi la lésion du noyau amygdalien ne produit pas d'effets similaires à ceux obtenus à la suite de la lésion du cortex inférotemporal. L'amygdalectomie n'affecte pas la capacité visuelle discriminative indiquant ainsi que le noyau amygdalien n'est pas un relais visuel crucial du cortex inférotemporal (Barrett, 1969). Des lésions stéréotaxiques partielles du colliculus supérieur chez le singe ne produisent pas d'effet sur la capacité visuelle discriminative (Rosvold et al., 1958). Ces résultats sont appuyés par ceux de Ptito et ses collaborateurs (1976) qui ont également démontré que des lésions par approche visuelle directe du colliculus

supérieur n'affectent pas la capacité visuelle discriminative. Il en est de même pour la queue du noyau caudé dont la destruction par approche stéréotaxique n'affecte pas la capacité d'apprentissage de tâches de discrimination visuelle (Divac et al., 1967). Des lésions tentatives du putamen produisent cependant un sérieux déficit dans une tâche de discrimination visuelle (Buerger et al., 1974). Toutefois, les résultats de cette étude sont discutables à cause de problèmes méthodologiques, le plus important résidant dans l'étendue de la lésion chirurgicale. C'est ainsi que l'analyse des coupes de cerveau rapportées par Buerger et ses collaborateurs (1974) montre que la lésion envahit surtout la capsule interne et très peu le putamen. La capsule interne étant une voie de passage importante de fibres appartenant à toutes sortes de systèmes sensori-moteurs, le déficit obtenu peut aussi bien être dû à la lésion de la capsule interne qu'à celle du putamen. Il n'en reste pas moins que devant les résultats électrophysiologiques rapportés antérieurement (Spinelli et Pribram, 1966, 1967; Kadobayashi, 1970; Lassonde et al., 1981), le rôle du putamen comme structure efférente du cortex inférotemporal reste à déterminer au niveau comportemental. Il s'agit donc dans cette étude de vérifier si des lésions massives et pures du putamen peuvent reproduire le syndrome inférotemporal dans différentes tâches de discrimination visuelle chez le primate.

Hypothèse

L'hypothèse proposée est la suivante: l'ablation bilatérale totale du putamen par approche stéréotaxique entraînera un déficit dans le

réapprentissage de tâches de discrimination visuelle en conformité avec les symptômes du syndrome inférotemporal.

Chapitre II

Description de l'expérience

Sujets

Cinq sujets (Put. 1, Put. 2, Put. 3, Put. 4 et Put. 5) sont utilisés dans cette expérience: deux singes mâles et trois singes femelles de même espèce (Macaca Irus). Ils sont âgés d'environ cinq ans et leur poids varie de trois à cinq kilogrammes. De l'ensemble des sujets, seulement deux singes (Put. 1 et Put. 2) sont employés au niveau post-opératoire. Ceci est dû à deux raisons essentielles: le coût élevé de chacun des primates et le risque de leur perte à cause de difficultés chirurgicales. Ils sont installés dans des cages individuelles et reçoivent eau et nourriture, ad libitum. La ration quotidienne de nourriture est contrôlée selon le niveau de motivation de l'animal. Les sujets sont en contact avec un nombre restreint d'individus: deux expérimentateurs et une technicienne préposée aux animaux. Ceci a pour but d'éviter que les animaux ne manifestent des réactions de peur à cause de la présence d'un trop grand nombre de personnes. Le déplacement des singes vers la salle d'expérimentation se fait à l'aide d'une cage de transport. Tout contact physique direct avec les singes est évité. Cette précaution permet d'éliminer les risques de contamination par le virus B dont le singe macaque peut être porteur.

Méthode chirurgicale

L'animal subit d'abord une privation de nourriture le jour précédant

la chirurgie. Cette précaution permet d'éviter l'apparition de vomissements qui pourraient bloquer ses voies respiratoires durant la chirurgie. Afin d'éliminer tout risque de contamination, l'opération se déroule dans des conditions d'asepsie totale.

La première phase chirurgicale débute par une injection sous-cutanée à l'animal d'un mélange de kétamine (0,5 cc/kg) et d'atropine (0,2 mg/kg). L'injection de kétamine a pour effet de tranquilliser l'animal alors que celle de l'atropine provoque une diminution de ses sécrétions bronchiques. L'animal est par la suite transporté de la salle de séjour à la salle de chirurgie où il est branché à un appareil d'anesthésie au gaz. Cet appareil distribue, par voie respiratoire, un flot continu d'un mélange gazéifié de fluothane (de 0,2 cc à 2 cc /minute) et d'oxygène (environ 0,5 litre/minute). Le fluothane a pour effet d'anesthésier profondément l'animal alors que l'oxygène permet la réanimation de ce dernier. La quantité de ces gaz varie tout au long de la chirurgie et ce, dépendamment de l'état anesthésique de l'animal. Au cours de cette même phase chirurgicale, la tête de l'animal est rasée et lavée avec une solution à base d'iode. Par la suite, l'animal est placé dans un appareil stéréotaxique David Kopf (modèle 1404) et sa tête est fixée à l'aide des barres d'oreilles, des barres d'yeux et des barres à incisives. Finalement, un moniteur cardiaque et respiratoire est branché sur l'animal permettant ainsi de surveiller constamment son état physiologique.

La deuxième phase chirurgicale consiste à effectuer la lésion du

putamen par approche stéréotaxique traditionnelle. Une incision médiane de la peau est faite permettant de révéler la suture coronale postérieure et la ligne médiane. Des pinces hémostatiques sont installées de chaque côté du plan cutané afin de permettre un libre accès à la boîte crânienne. Une fois que celle-ci est dégagée de ses fasciae (membranes musculaires recouvrant la paroi crânienne) à l'aide d'une rugine, l'on procède au calcul des coordonnées stéréotaxiques.

Les coordonnées du "0" stéréotaxique sont enregistrées en utilisant les ~~lignes~~ interauriculaire et médiane comme repère anatomique. Celles-ci sont additionnées aux coordonnées du putamen selon les indications de l'atlas stéréotaxique du singe macaque (Winters et al., 1969). Ces coordonnées finales permettent de préciser l'endroit exact des lésions futures pour un singe particulier. Les données de ces mêmes coordonnées sont établies en fonction des axes antéro-postérieur, latéral et dorso-ventral. Les valeurs des coordonnées stéréotaxiques pour toutes les lésions sont présentées en appendice C.

Suite au calcul des coordonnées stéréotaxiques, la calotte crânienne est percée à l'endroit précisé selon les axes antéro-postérieur et latéral. Cette perforation est effectuée à l'aide d'une fraise dentaire et elle est suivie d'une incision de la dure-mère. Une électrode reliée à l'appareil stéréotaxique est ajustée selon ces axes et descendue à la profondeur indiquée par les coordonnées dorso-ventrales. Un courant (20 mA) est alors passé dans l'extrémité de la tige pendant une période de temps

déterminée (20 secondes) via un générateur de lésion (modèle RSL, no 790708). Ceci a pour effet de léser par coagulation le putamen. Par la suite, l'électrode est retirée et le même procédé de lésion est effectué dans la région latérale avoisinante. Afin d'obtenir une destruction massive du putamen, chaque animal subit un total de quatre lésions bilatérales. Ces lésions sont effectuées à différentes distances sur l'axe antéro-postérieur (A20, A16, A12 et A8).


La troisième et dernière phase chirurgicale consiste dans la fermeture du plan cutané et le retrait de l'animal hors de l'appareil stéréotaxique. Un traitement post-opératoire d'antibiotiques (0,5 cc de pénicilline-streptomycine) lui est administré et répété au besoin. Avant que les sessions d'entraînement ne recommencent, une période de récupération de deux semaines est accordée à chacun des singes.

Appareil d'expérimentation

L'appareil utilisé est une chambre métallique insonorisée (longueur: 1,2 m, largeur: 1,2 m, hauteur: 1,5 m) dotée d'un éclairage à intensité constante et d'un système de ventilation. Une illustration de cet appareil est présentée à la figure 9 de l'appendice A. L'intérieur de la chambre comprend un panneau au niveau supérieur (longueur: 30 cm, largeur: 50 cm, hauteur: 50 cm) sur lequel sont montées neuf plaques-stimulus transparentes (5 cm de diamètre). Chacune de ces plaques est rattachée à un projecteur (LEE, modèle no 11935-29-A332-47) qui comprend une série de stimuli visuels de différentes formes et couleurs. L'animal est installé

dans une cage métallique (longueur: 70 cm, hauteur: 90 cm, profondeur: 70 cm) située à l'intérieur de la chambre et surélevée à 30 cm du plancher afin de faire face au panneau de présentation des stimuli. Les barreaux de cette cage sont suffisamment espacés (8 cm) pour permettre à l'animal un libre accès de ses mains aux plaques-stimulus et au réceptacle de nourriture (longueur: 20 cm, hauteur: 10 cm, profondeur: 30 cm) situé sous le panneau. Ce réceptacle est relié à un distributeur de nourriture (DSI, modèle PD 109-A) adossé à la paroi externe de la chambre. Une illustration de cet appareil est présentée à la figure 10 de l'appendice A. Celui-ci permet la distribution manuelle ou automatique d'une particule de renforcement (Pellets Food Co, no 6) dans le réceptacle lorsque l'animal appuie sur la plaque-stimulus positive. L'envoi manuel du renforcement s'effectue à l'aide d'un bouton-poussoir (DSI, modèle 36-C) relié à l'appareil de distribution. Le contrôle manuel du renforcement permet à l'expérimentateur de façonner le comportement de discrimination visuelle de l'animal, observé à travers une fenêtre unidirectionnelle (30 cm²). Lorsque ce comportement est acquis par l'animal, la distribution du renforcement est accomplie automatiquement par l'intermédiaire d'un ordinateur (PDP-8). Celui-ci contrôle également la présentation des stimuli, enregistre les réponses de l'animal et les transcrit sur un terminal (Decwriter II).

Description des stimuli

Le stimulus utilisé pour le pré-entraînement consiste en trois barres verticales rapprochées (). Trois paires de stimuli sont utilisées

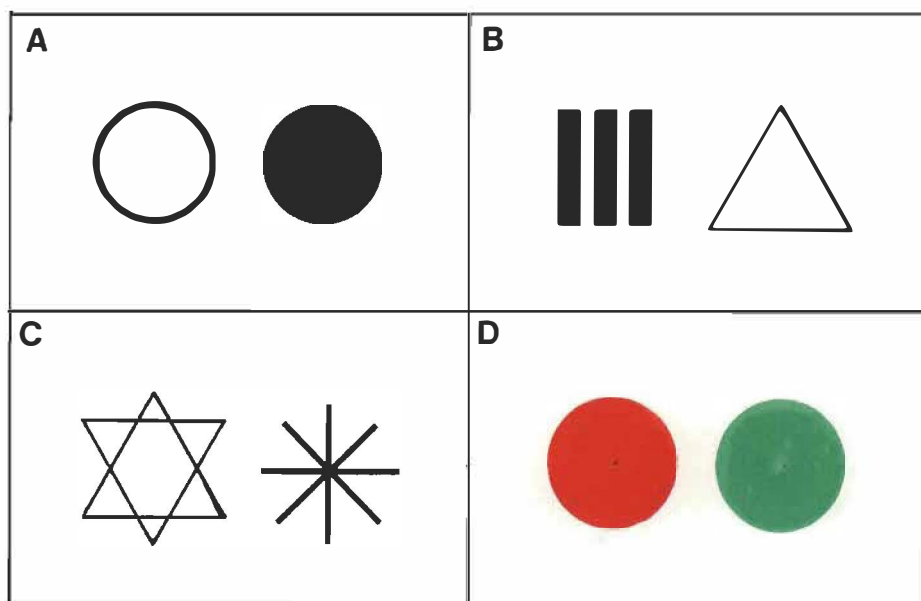


Fig. 1 - Paires de stimuli visuels utilisées lors des différentes conditions expérimentales. A - cercle blanc (○) et cercle noir (●). B - trois barres verticales rapprochées (|||) et triangle (△) C - étoile de David (☆) et étoile simple (✱) D - cercle de couleur rouge (●) et cercle de couleur verte (●).

pour les tâches de discrimination de formes. Il s'agit d'un cercle blanc (○), d'un cercle noir (●), du stimulus du pré-entraînement (|||) et d'un triangle (△) ainsi que d'une étoile de David (☆) et d'une étoile simple (✱). Une paire de stimuli est utilisée pour la tâche discriminative de couleurs. Elle est constituée d'un cercle rouge (●) et d'un cercle vert (●). Ces stimuli sont présentés sur les plaques à l'aide des projecteurs (LEE) et sont constitués de figures blanches ou colorées sur un fond noir; la surface et la luminosité sont identiques pour chaque paire de stimuli.

Pour chacune des quatre tâches de discrimination visuelle, les stimuli positifs sont respectivement le cercle blanc, les trois barres verticales rapprochées, l'étoile de David et le cercle de couleur rouge.

Ordre de présentation des stimuli

L'ordinateur est programmé de telle sorte que les stimuli positifs sont présentés alternativement et de façon aléatoire à gauche ou à droite selon les tables de Gellerman (1933) (tableau 3, appendice A). Chaque séance d'apprentissage comprend 40 essais et le stimulus positif est projeté 20 fois sur la plaque-stimulus de gauche (no 4) et 20 fois sur celle de droite (no 6); il y a aussi un nombre égal de présentations à gauche et à droite pour chaque bloc de dix essais. De plus, la position du stimulus positif pour chaque séance d'apprentissage commence dans une position donnée (no 4 ou no 6) et se termine dans la position contraire. Cette position varie entre les blocs de 40 essais, de sorte que deux séances d'apprentissage consécutives ne débutent jamais dans la même position. Enfin, il est important de noter qu'à l'intérieur d'un bloc de 40 essais, une même position n'est jamais présentée plus de trois fois consécutives.

Procédure d'expérimentation

Le déroulement de l'expérience est identique pour chacun des singes. Tous les animaux sont expérimentalement naïfs. Chacun d'eux subit une lésion bilatérale du putamen telle que décrite précédemment.

Les séances d'apprentissage sont quotidiennes et leur durée

varie de 15 à 20 minutes. Lors de chacune des séances d'apprentissage, le singe est placé dans la cage métallique située à l'intérieur de la chambre insonorisée. Pendant ce temps, l'ordinateur est programmé à l'aide d'une bande magnétique (dectape) sur laquelle sont codifiées toutes les tâches de discrimination visuelle. Lorsque la tâche de discrimination visuelle est prête à fonctionner, la porte de la chambre insonorisée est fermée et le panneau de présentation des stimuli fait face à l'animal (fig.2). Le programme de conditionnement est alors mis en marche et les stimuli sont projetés de telle sorte que la plaque représentant le stimulus positif corresponde aux positions déterminées selon les tables de hasard de Gellerman (1933). Des neuf plaques-stimulus du panneau, seules les plaques-stimulus no 4 et no 6 sont utilisées dans cette expérience. Ceci s'explique par le fait que les tâches de discrimination visuelle font appel à une possibilité de deux choix.

L'animal effectue correctement la discrimination en appuyant sur la plaque représentant le stimulus positif. Cette pression déclenche la mise en marche du distributeur de nourriture qui libère une particule de renforcement. Celle-ci est accessible à l'animal en tombant dans le réceptacle de nourriture situé à 30 centimètres plus bas.

L'animal qui appuie sur la plaque-stimulus négative, c'est-à-dire la plaque sur laquelle est projeté le stimulus négatif, n'obtient pas de renforcement. Toute pression sur les plaques-stimulus autres que celles utilisées dans cette expérience (i.e. les plaques-stimulus no 1, 2, 3, 5,

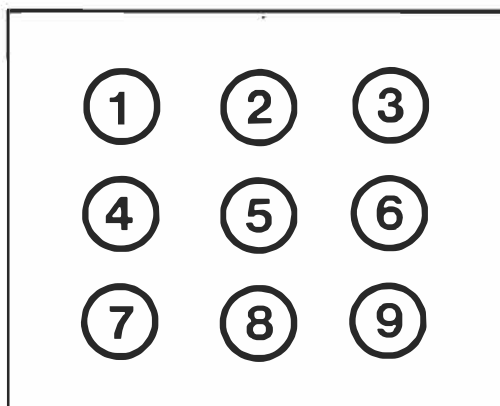


Fig. 2 - Panneau de présentation des stimuli composé des neuf plaques-stimulus.

7, 8 et 9) ne provoque aucun déclenchement de nourriture. De plus, une pression simultanée sur la plaque-stimulus positive et négative entraîne l'enregistrement d'une réponse nulle par l'ordinateur.

La pression sur la plaque-stimulus positive et/ou négative est suivie d'un intervalle de temps de trois secondes pendant lequel aucun stimulus n'est projeté sur les plaques-stimulus. Pendant ce même intervalle de temps, aucune pression sur les plaques-stimulus ne peut déclencher le renforcement. L'intervalle de temps écoulé, un nouvel essai est projeté jusqu'à ce que l'animal appuie sur la plaque-stimulus positive et/ou négative. Pour chaque essai, l'ordinateur indique:

1. Le numéro de l'essai (1 à 40)
2. Une bonne réponse par un signe positif et une mauvaise réponse par un signe négatif
3. Le temps de latence entre la présentation des stimuli et la pression sur la plaque-stimulus positive et/ou négative.

Lorsque les 40 essais sont terminés, l'ordinateur procède à la compilation des résultats. Un exemple d'imprimé de l'ordinateur est présenté en appendice B. Sur le terminal, sont transcrits:

1. Le nombre total d'essais (40)
2. Le nombre de réponses nulles
3. Le nombre de bonnes réponses
4. Le nombre de mauvaises réponses
5. Le nombre de bonnes réponses pour chacune des plaques-stimulus
6. Le nombre de mauvaises réponses pour chacune des plaques-stimulus.

Lorsque l'animal présente une tendance à appuyer sur la plaque-stimulus de gauche (no 4) ou de droite (no 6), l'ordinateur procède à la correction de celle-ci. L'ordinateur transcrit également le temps moyen par bonnes et mauvaises réponses. Toutefois l'information essentielle pour cette expérience est le nombre de bonnes réponses sur un total de 40 essais. Lors de l'apprentissage d'une discrimination, le critère final de réussite est fixé à un minimum de 36 bonnes réponses dans une session de 40 essais (soit 90 pour cent des réponses correctes) et ce, pendant deux séances d'apprentissage consécutives de 40 essais.




Chaque animal effectue quatre apprentissages: c'est-à-dire trois apprentissages de formes et un de couleurs.

Déroulement de l'expérience

Etape I









Pendant cette étape, tous les singes se familiarisent avec le local et l'appareil d'expérimentation pendant 30 minutes et ce, pendant cinq jours consécutifs. Au cours de ces sessions le singe est installé dans la cage métallique de la chambre insonorisée. Toutefois la porte de la chambre demeure toujours ouverte et aucun stimulus n'est présenté à l'animal. Ce dernier peut explorer la chambre de conditionnement sans contraintes expérimentales.

Etape II

Cette étape, appelée le "pré-entraînement", vise un objectif. Il s'agit de façonner chez l'animal une réponse d'appui sur la plaque où est projeté le stimulus des trois barres rapprochées (). Les positions du stimulus (sur la plaque-stimulus no 4 ou no 6) correspondent à celles qui sont déterminées par les tables de hasard de Gellerman (1933). L'animal doit appuyer sur la plaque représentant le stimulus () afin d'obtenir un renforcement. Toute pression sur les plaques-stimulus autres que celle sur laquelle est projeté le stimulus () n'entraîne aucun déclenchement de nourriture et, par surcroît, aucun enregistrement de réponse. Les singes franchissent cette étape après avoir effectué une session de 40 essais par jour et ce, pendant trois jours consécutifs.

Etape III

Lors de cette étape, tous les singes sont soumis à l'apprentis-

sage des tâches de discrimination visuelle. Dans l'ordre, les animaux apprennent à discriminer un cercle blanc () d'un cercle noir (), les trois barres verticales () d'un triangle (), l'étoile de David () d'une étoile simple () et le cercle de couleur rouge () du cercle de couleur verte (). L'apprentissage de chacune des tâches de discrimination se poursuit tant que le critère final décrit antérieurement n'est pas atteint.

Suite à ceci, les singes Put. 1 et Put. 2 subissent la lésion bilatérale du putamen. Après une période de récupération d'environ deux semaines, ces sujets sont testés dans les mêmes tâches de discrimination visuelle selon les mêmes conditions mentionnées antérieurement.

Chapitre III

Analyse et interprétation des résultats

Méthode d'analyse

L'analyse des résultats considère la capacité d'apprentissage pré et post-opératoire de différentes tâches de discrimination visuelle (cf. fig. 1) chez cinq singes dont deux d'entre eux (Put. 1 et Put. 2) subissent la lésion du putamen.

Les résultats bruts sont obtenus lors des séances d'apprentissage de 40 essais. Le critère final d'apprentissage est atteint lorsque l'animal réussit un minimum de 36 bonnes réponses sur une possibilité de 40 essais (90 pour cent des réponses correctes) et ce, pendant deux séances d'apprentissage consécutives.

La méthode d'analyse comprend d'abord des courbes d'apprentissage permettant d'effectuer une analyse individuelle des résultats. Ces courbes d'apprentissage sont obtenues en traçant le graphique du pourcentage des bonnes réponses en fonction du nombre d'essais. Le nombre d'essais est divisé en blocs de 40 essais et le pourcentage des bonnes réponses est calculé pour chaque bloc.

La méthode d'analyse comprend aussi un histogramme de fréquence représentant la moyenne du nombre d'essais nécessaire pour l'apprentissage de chacune des tâches de discrimination visuelle effectuée par le groupe contrôle (Put. 3, Put. 4 et Put. 5) et les groupes pré et post-opératoire à la lésion du putamen (Put. 1 et Put. 2). Cet histogramme de fréquence









permet l'analyse des résultats en groupe.



Résultats individuels

I - Singe Put. 1

La figure 3 présente les performances pour le sujet Put. 1 dans les diverses étapes expérimentales.

Lors de l'apprentissage de la tâche de discrimination visuelle N vs B pour l'animal normal (pré PUT), le critère final d'apprentissage demandé est atteint en 280 essais. Le retest de cette tâche de discrimination (N vs B), suite à la lésion bilatérale du putamen (post PUT) pour le sujet Put. 1, s'effectue en un minimum de 80 essais (fig. 3A).

Les performances du sujet Put. 1 pour l'apprentissage de deux nouvelles discriminations ( vs  ,  vs ) sont présentées à la figure 3B et 3C. L'animal normal (pré PUT) réussit l'apprentissage de la première tâche de discrimination ( vs ) en 640 essais (fig. 3B). Lors du retest post PUT, l'animal atteint le critère final d'apprentissage en trois sessions (120 essais). L'apprentissage de la seconde tâche de discrimination ( vs ) s'effectue en 280 essais pour l'animal normal (fig. 3C). Le retest de cette tâche de discrimination pour l'animal post PUT s'effectue en seulement 80 essais.

Finalement, les performances du sujet Put. 1 pour l'apprentissage d'une discrimination de couleurs ( vs ) sont présentées à la figure 3D. L'animal normal (pré PUT) atteint le critère final d'apprentissage en

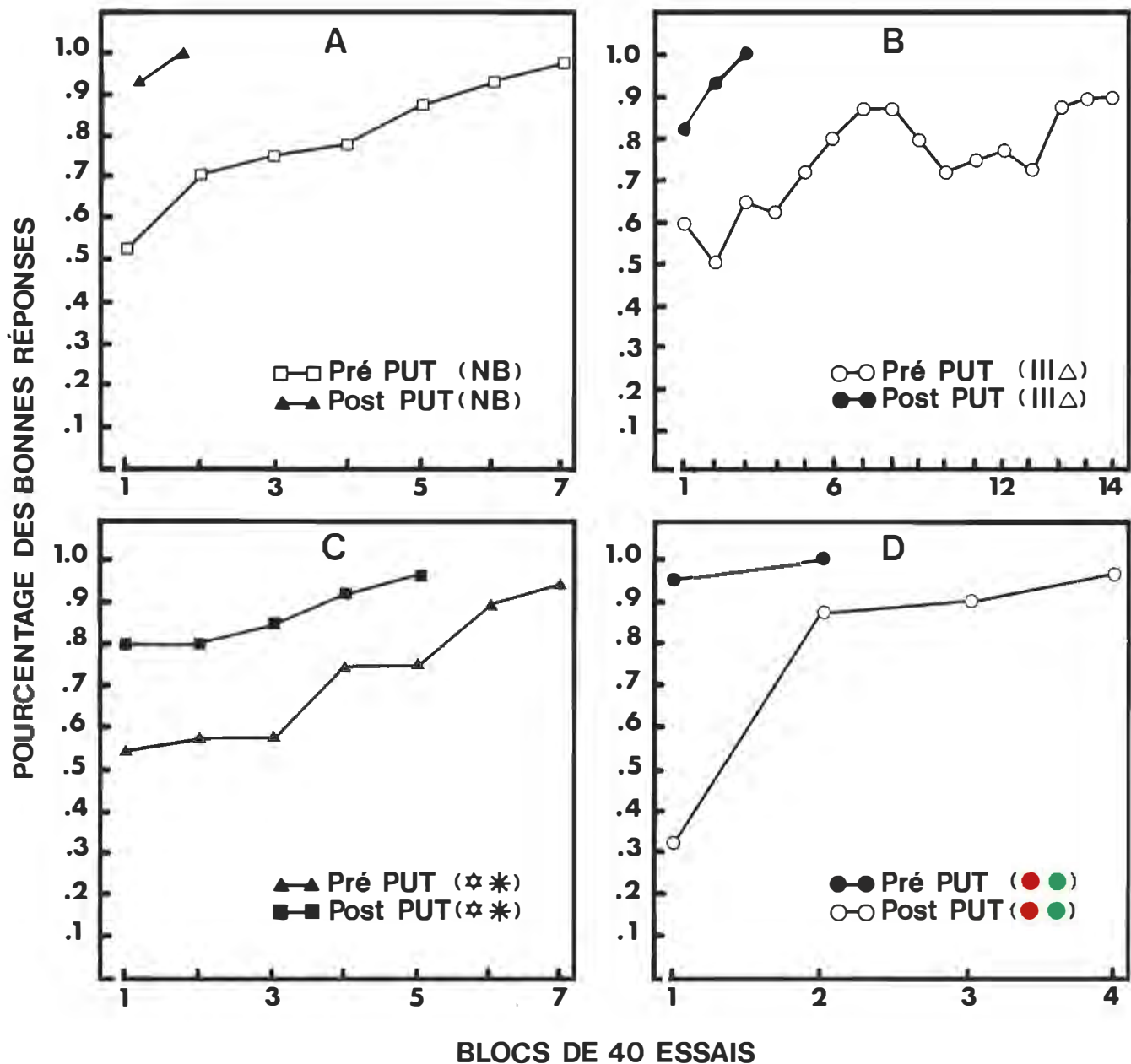








Fig. 3 - Courbes d'apprentissage pour le sujet PUT 1 dans les diverses étapes expérimentales. A - performance de l'animal normal (Pré PUT) pour un apprentissage discriminatif noir (N) versus blanc (B) et retest post lésion du putamen (Post PUT). B - apprentissage de patterns, pré lésion du putamen (Pré PUT) et post lésion du putamen (Post PUT). C - apprentissage d'un nouveau pattern (Pré PUT) et retest post lésion (Post PUT). D - apprentissage de patterns de couleur pré lésion du putamen (Pré PUT) et post lésion du putamen (Post PUT).







160 essais. Suite à la lésion bilatérale du putamen (post PUT), l'animal atteint le même critère en seulement deux séances d'apprentissage (80 essais).

En conclusion, ces résultats montrent que le sujet Put. 1 peut facilement discriminer N vs B, suite à la lésion bilatérale du putamen (post PUT). De plus, cette lésion n'affecte pas sa capacité de réapprentissage de tâches de discrimination plus complexes ( vs  ,  vs ). Il s'avère même possible pour le sujet Put. 1 de réapprendre rapidement une tâche de discrimination visuelle de couleurs ( vs ) suite à la lésion mentionnée plus haut. Ces résultats infirment l'hypothèse de travail.

II - Singe Put. 2

La figure 4 présente les performances pour le sujet Put. 2 dans les diverses étapes expérimentales.

Lors de l'apprentissage de la tâche de discrimination visuelle N vs B pour l'animal normal (pré PUT), le critère final d'apprentissage demandé est atteint en 360 essais. Le retest de cette tâche de discrimination (N vs B), suite à la lésion bilatérale du putamen (post PUT) pour le sujet Put. 2, s'effectue en seulement deux sessions de 40 essais (fig. 4A).

Les performances du sujet Put. 2 pour l'apprentissage de deux nouvelles discriminations ( vs  ,  vs ) sont présentées à la figure 4B et 4C. L'animal réussit l'apprentissage de la première tâche de discrimination ( vs ) en 2400 essais (fig. 4B). Lors du retest post PUT, l'animal atteint le critère final d'apprentissage en seulement deux

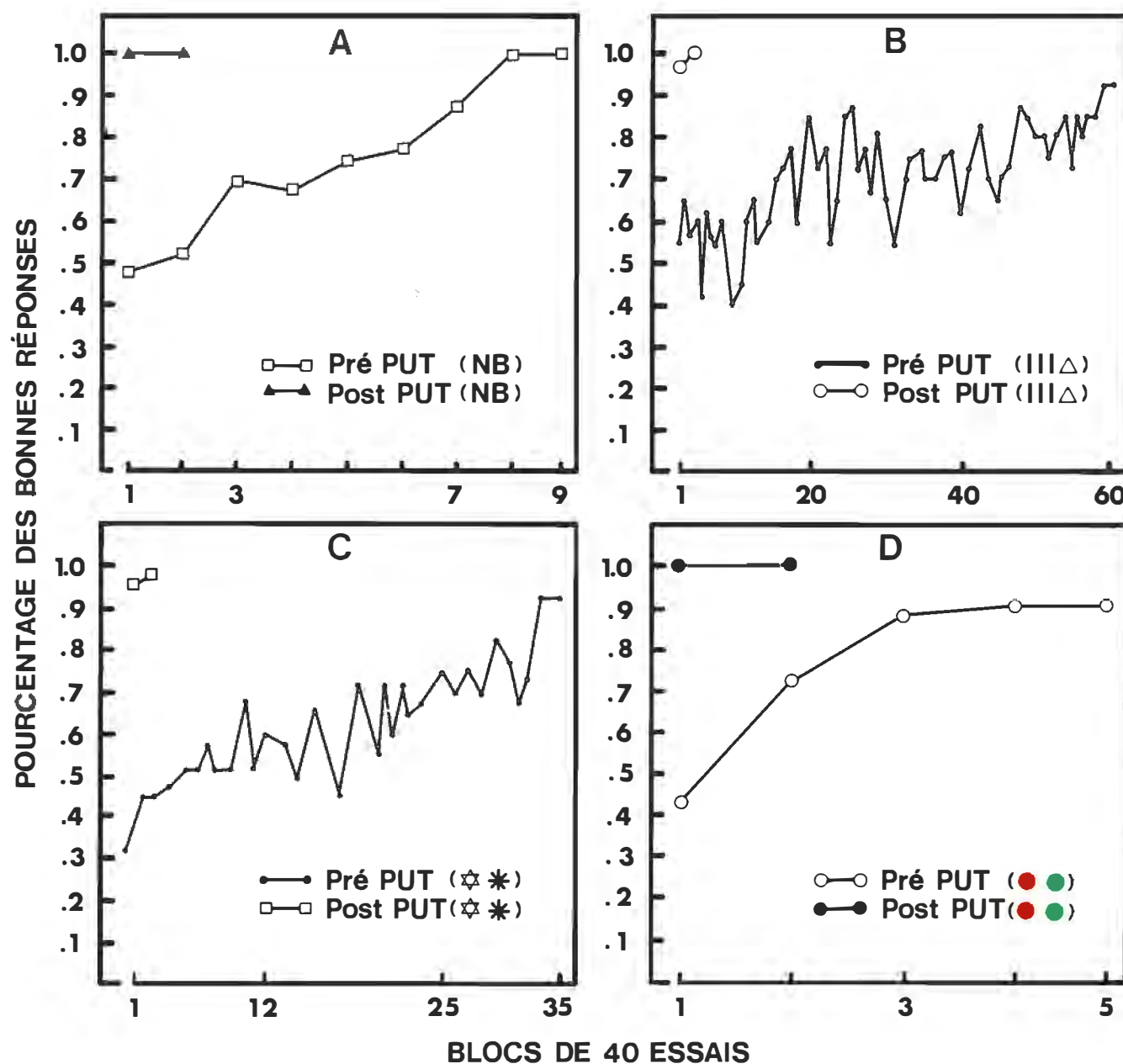












Fig. 4 - Courbes d'apprentissage pour le sujet PUT 2 dans les diverses étapes expérimentales. A - performance de l'animal normal (Pré PUT) pour un apprentissage discriminatif noir (N) versus blanc (B) et retest post lésion du putamen (Post PUT). B - apprentissage de patterns, pré lésion du putamen (Pré PUT) et post lésion du putamen (Post PUT). C - apprentissage d'un nouveau pattern (Pré PUT) et retest post lésion (Post PUT). D - apprentissage de patterns de couleur pré lésion du putamen (Pré PUT) et post lésion du putamen (Post PUT).

sessions (80 essais). L'apprentissage de la seconde tâche de discrimination ( vs ) s'effectue en 1360 essais pour l'animal normal (fig. 4C). Le retest de cette tâche de discrimination pour l'animal post PUT s'effectue en seulement 80 essais.

Finalement, les performances du sujet Put. 2 pour l'apprentissage d'une discrimination de couleurs ( vs ) sont présentées à la figure 4D. L'animal normal (pré PUT) atteint le critère final d'apprentissage en 200 essais. Suite à la lésion bilatérale du putamen (post PUT), l'animal atteint le même critère en seulement deux séances d'apprentissage (80 essais).

En conclusion, ces résultats montrent que le sujet Put. 2 peut facilement discriminer N vs B, suite à la lésion bilatérale du putamen (post PUT). De plus, cette lésion n'affecte pas sa capacité de réapprentissage de tâches de discrimination plus complexes ( vs  ,  vs ). Il s'avère même possible pour le sujet Put. 2 de réapprendre rapidement une tâche de discrimination visuelle de couleurs ( vs ) suite à la lésion mentionnée plus haut. Ces résultats infirment l'hypothèse de travail.

III - Singe Put. 3

La figure 5 présente les performances pour le sujet Put. 3 dans les diverses étapes expérimentales.

Lors de l'apprentissage de la tâche de discrimination visuelle N vs B pour le sujet Put. 3, le critère final d'apprentissage demandé est atteint en 600 essais (fig. 5A). Les performances du sujet Put. 3 pour

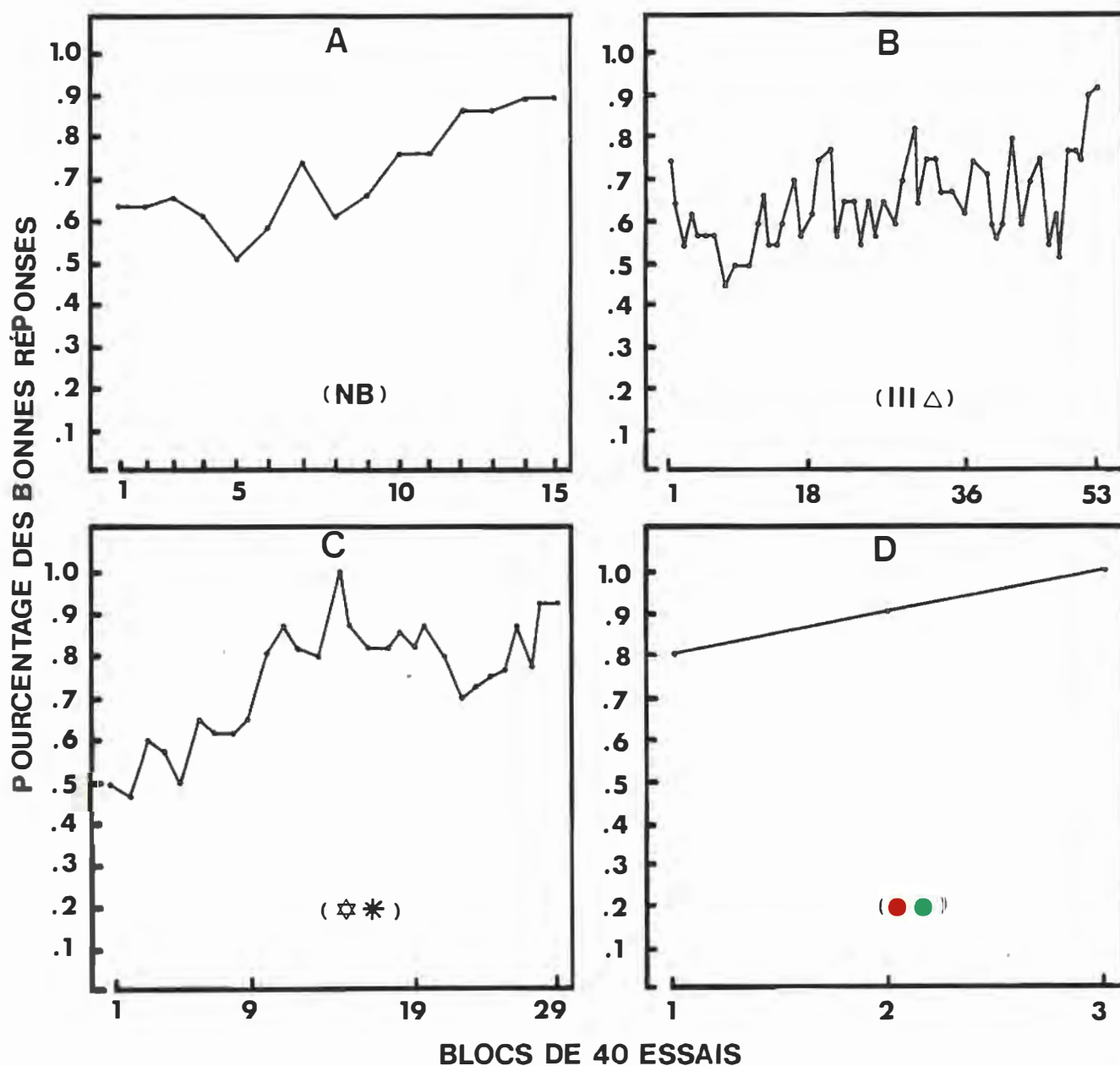






















Fig. 5 - Courbes d'apprentissage pour le sujet PUT 3 dans les diverses étapes expérimentales. A - performance de l'animal pour un apprentissage discriminatif noir (N) versus blanc (B). B - apprentissage de patterns constitués de trois barres verticales rapprochées (III) et d'un triangle (Δ). C - apprentissage d'un nouveau pattern formé de l'étoile de David (☆) et d'une étoile simple (*). D - apprentissage de patterns de couleur constitués d'un cercle rouge (●) et d'un cercle vert (●).

l'apprentissage de deux nouvelles discriminations ( vs  ,  vs ) sont présentées à la figure 5B et 5C. L'animal réussit l'apprentissage de la première tâche de discrimination ( vs ) en 2120 essais (fig. 5B). L'apprentissage de la seconde tâche de discrimination ( vs ) s'effectue en 1160 essais pour le même animal (fig. 5C). Finalement, les performances du sujet Put. 3 pour l'apprentissage d'une discrimination de couleurs ( vs ) sont présentées à la figure 5D. L'animal atteint le critère final d'apprentissage en 120 essais.

En conclusion, ces résultats montrent que le sujet Put. 3 peut discriminer N vs B. De plus, le sujet est en mesure d'apprendre des tâches de discrimination visuelle plus complexes ( vs  ,  vs ). Il s'avère même possible pour le sujet Put. 3 d'apprendre rapidement une tâche de discrimination visuelle de couleurs ( vs ). Les résultats du sujet Put. 3 serviront de contrôle aux groupes pré et post-opératoire à la lésion du putamen.

IV - Singe Put. 4

La figure 6 présente les performances pour le sujet Put. 4 dans les diverses étapes expérimentales.

Lors de l'apprentissage de la tâche de discrimination visuelle N vs B pour le sujet Put. 4, le critère final d'apprentissage demandé est atteint en 240 essais (fig. 6A). Les performances du sujet Put. 4 pour l'apprentissage de deux nouvelles discriminations ( vs  ,  vs ) sont présentées à la figure 6B et 6C. L'animal réussit l'apprentissage de

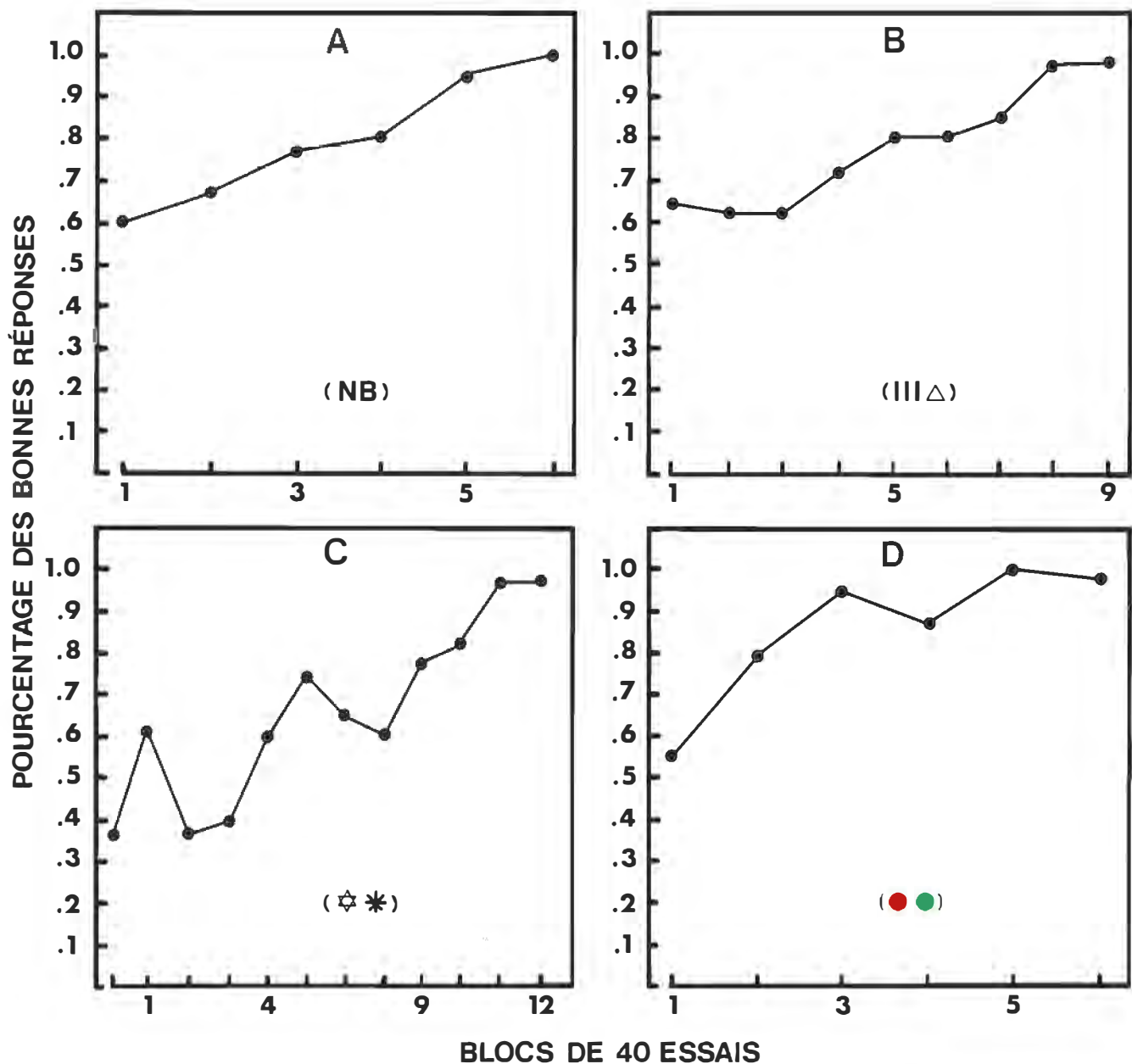






















Fig. 6 - Courbes d'apprentissage pour le sujet PUT 4 dans les diverses étapes expérimentales. A - performance de l'animal pour un apprentissage discriminatif noir (N) versus blanc (B). B - apprentissage de patterns constitués de trois barres verticales rapprochées (|||) et d'un triangle (Δ). C - apprentissage d'un nouveau pattern formé de l'étoile de David (☆) et d'une étoile simple (*). D - apprentissage de patterns de couleur constitués d'un cercle rouge (●) et d'un cercle vert (●).

la première tâche de discrimination ( vs ) en 360 essais (fig. 6B). L'apprentissage de la seconde tâche de discrimination ( vs ) s'effectue en 480 essais pour le même animal (fig. 6C). Finalement, les performances du sujet Put. 4 pour l'apprentissage d'une discrimination de couleurs ( vs ) sont présentées à la figure 6D. L'animal atteint le critère final d'apprentissage en 240 essais.

En conclusion, ces résultats montrent que le sujet Put. 4 peut discriminer N vs B. De plus, le sujet est en mesure d'apprendre des tâches de discrimination visuelle plus complexes ( vs  ,  vs ). Il s'avère même possible pour le sujet Put. 4 d'apprendre une tâche de discrimination visuelle de couleurs ( vs ). Les résultats du sujet Put. 4 serviront de contrôle aux groupes pré et post-opératoire à la lésion du putamen.

V - Singe Put. 5

La figure 7 présente les performances pour le sujet Put. 5 dans les diverses étapes expérimentales.

Lors de l'apprentissage de la tâche de discrimination visuelle N vs B pour le sujet Put. 5, le critère final d'apprentissage demandé est atteint en 560 essais (fig. 7A). Les performances du sujet Put. 5 pour l'apprentissage de deux nouvelles discriminations ( vs  ,  vs ) sont présentées à la figure 7B et 7C. L'animal réussit l'apprentissage de la première tâche de discrimination ( vs ) en 1400 essais (fig. 7B). L'apprentissage de la seconde tâche de discrimination ( vs ) s'effectue

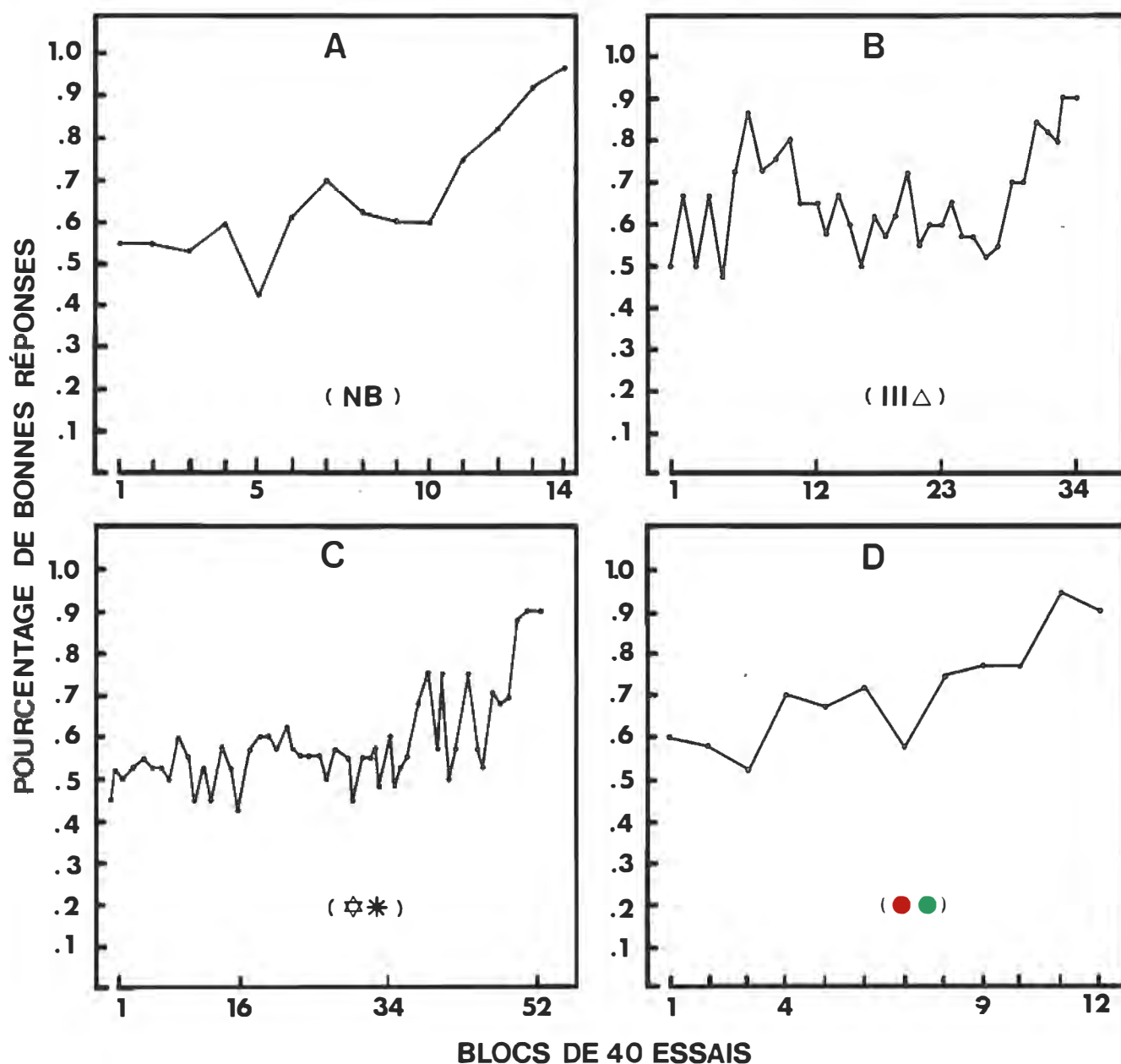


Fig. 7 - Courbes d'apprentissage pour le sujet Put 5 dans les diverses étapes expérimentales. A - performance de l'animal pour un apprentissage discriminatif noir (N) versus blanc (B). B - apprentissage de patterns constitués de trois barres verticales rapprochées (III) et d'un triangle (Δ). C - apprentissage d'un nouveau pattern formé de l'étoile de David (☆) et d'une étoile simple (*). D - apprentissage de patterns de couleur constitués d'un cercle rouge (●) et d'un cercle vert (●).

en 2080 essais pour le même animal (fig. 7C). Finalement, les performances du sujet Put. 5 pour l'apprentissage d'une discrimination de couleurs (● vs ●) sont présentées à la figure 7D. L'animal atteint le critère final d'apprentissage en 480 essais.

En conclusion, ces résultats montrent que le sujet Put. 5 peut discriminer N vs B. De plus, le sujet est en mesure d'apprendre des tâches de discrimination visuelle plus complexes (III vs △ , ☆ vs ✱). Il s'avère même possible pour le sujet Put. 5 d'apprendre une tâche de discrimination visuelle de couleurs (● vs ●). Les résultats du sujet Put. 5 serviront de contrôle aux groupes pré et post-opératoire à la lésion du putamen.

Dans l'ensemble, ces résultats individuels infirment l'hypothèse, à savoir que la lésion bilatérale du putamen n'affecte pas la capacité de réapprentissage de tâches de discrimination visuelle de formes et de couleurs.

Analyse de groupe

L'analyse de groupe réunit les sujets en trois sections distinctes: le groupe contrôle, le groupe pré-opératoire et le groupe post-opératoire à la lésion du putamen. Le groupe contrôle est composé des sujets Put. 3, Put. 4 et Put. 5. Ce groupe est soumis à l'apprentissage de toutes les tâches de discrimination visuelle mais ne subit aucune lésion. Les groupes pré et post-opératoire sont composés des sujets Put. 1 et Put. 2. Ces deux groupes sont

Tableau 1

Résultats individuels lors des différentes tâches de discriminations visuelles pour les sujets normaux

Sujet	Tâche de discrimination visuelle	Nombre d'essais
1	NOIR vs BLANC	280
	III vs △	640
	☆ vs ✱	280
	● vs ●	160
2	NOIR vs BLANC	360
	III vs △	2400
	☆ vs ✱	1360
	● vs ●	200
3	NOIR vs BLANC	600
	III vs △	2120
	☆ vs ✱	1160
	● vs ●	120
4	NOIR vs BLANC	240
	III vs △	360
	☆ vs ✱	480
	● vs ●	240













Tableau 1
(Suite)

Résultats individuels lors des différentes tâches de discriminations visuelles pour les sujets normaux

Sujet	Tâche de discrimination visuelle	Nombre d'essais
5	NOIR vs BLANC	560
	III vs △	1400
	☆ vs ✱	2080
	● vs ●	480

Tableau 2

Résultats individuels lors des différentes tâches de discrimi-
nations visuelles pour les sujets ayant subi la lésion
du putamen

Sujet	Tâche de discrimination visuelle	Nombre d'essais
1	NOIR vs BLANC	80
	 vs 	120
	 vs 	200
	 vs 	80
2	NOIR vs BLANC	80
	 vs 	80
	 vs 	80
	 vs 	80

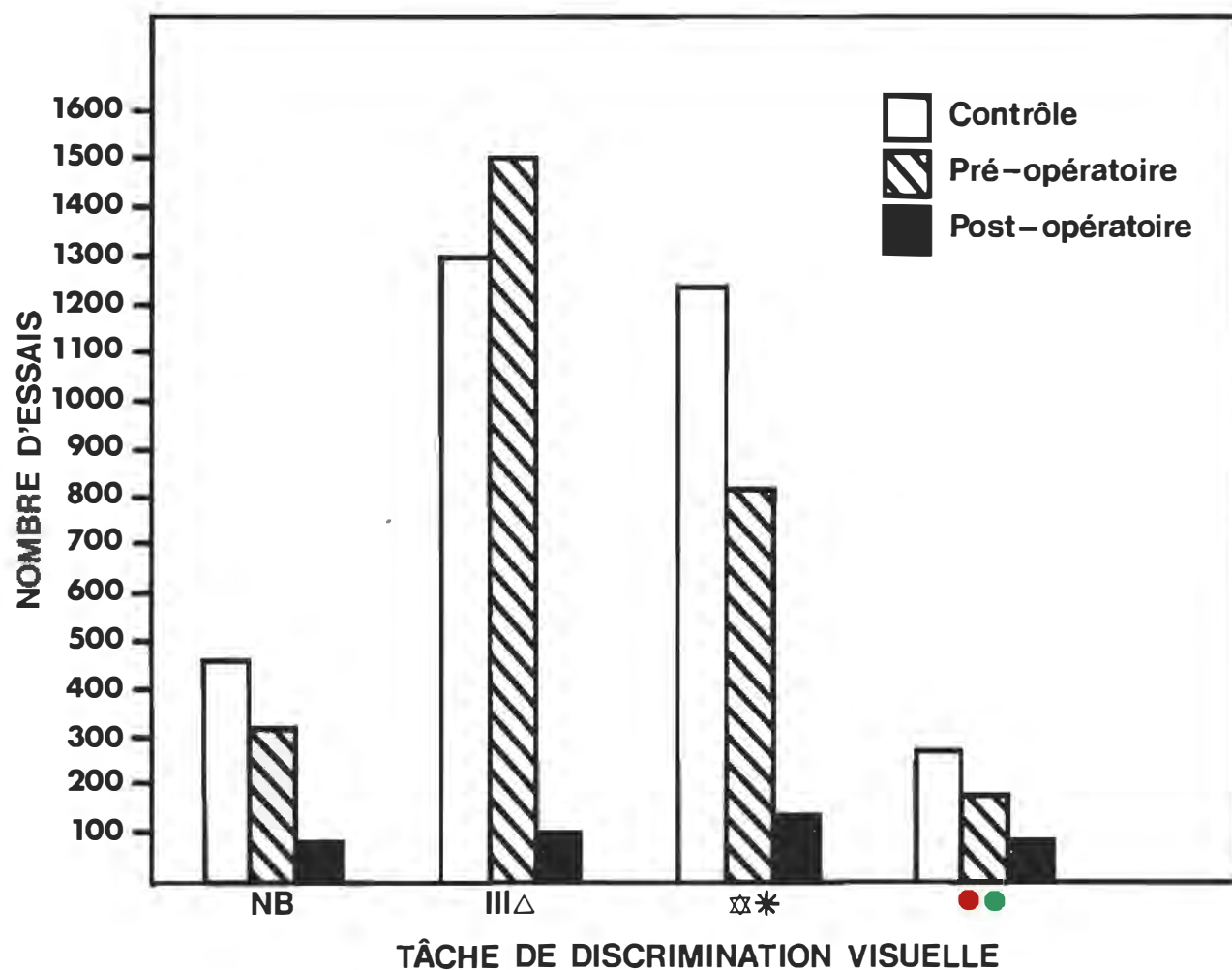






Fig. 8 - Histogramme de fréquence de la moyenne du nombre des essais en fonction de la tâche de discrimination visuelle effectuée par le groupe contrôle (PUT 3, PUT 4 et PUT 5) et le groupe pré et post-opératoire à la lésion du putamen (PUT 1 et PUT 2).



également soumis à l'apprentissage de toutes les tâches de discrimination visuelle. Par la suite, les sujets Put. 1 et Put. 2 subissent la lésion bilatérale du putamen et sont soumis au réapprentissage des mêmes tâches de discrimination visuelle.

L'histogramme de fréquence de la figure 8 présente les performances des trois groupes (contrôle, pré-opératoire et post-opératoire) dans les diverses tâches de discrimination visuelle. Les données de cette figure sont obtenues en effectuant une moyenne pour chaque groupe du nombre d'essais nécessaire à l'apprentissage de chacune des tâches de discrimination visuelle.

I - Groupe contrôle







Lors de l'apprentissage de la discrimination visuelle N vs B, les singes du groupe contrôle ont besoin d'une moyenne de 466 essais pour l'obtention du critère final d'apprentissage. Cette moyenne est supérieure à celle obtenue par le groupe pré-opératoire (320 essais) et le groupe post-opératoire (80 essais).

Le groupe contrôle réussit l'apprentissage de la seconde tâche de discrimination visuelle ( vs ) en une moyenne de 1293 essais. Cette moyenne est inférieure à celle obtenue par le groupe pré-opératoire (1520 essais) mais elle est très supérieure à celle du groupe post-opératoire (100 essais). L'apprentissage de la troisième tâche de discrimination ( vs ) s'effectue en une moyenne de 1240 essais pour le groupe contrôle. La moyenne du groupe contrôle pour cette tâche est supérieure à celle obtenue par le groupe pré-opératoire (820 essais) et elle est très supérieure à celle

du groupe post-opératoire (140 essais). Finalement, le groupe contrôle atteint le critère final d'apprentissage en une moyenne de 280 essais pour la discrimination de couleurs ( vs ). Cette moyenne est supérieure à celle obtenue par le groupe pré-opératoire (180 essais) et le groupe post-opératoire (80 essais).

II - Groupe pré-opératoire







Lors de l'apprentissage de la discrimination visuelle N vs B, les singes du groupe pré-opératoire ont besoin d'une moyenne de 320 essais pour l'obtention du critère final d'apprentissage. Cette moyenne est inférieure à celle obtenue par le groupe contrôle (466 essais) mais elle est supérieure à celle du groupe post-opératoire (80 essais).

Le groupe pré-opératoire réussit l'apprentissage de la seconde tâche de discrimination visuelle ( vs ) en une moyenne de 1520 essais. Cette moyenne est supérieure à celle obtenue par le groupe contrôle (1293 essais) et elle est très supérieure à celle du groupe post-opératoire (100 essais). L'apprentissage de la troisième tâche de discrimination ( vs ) s'effectue en une moyenne de 820 essais pour le groupe pré-opératoire. La moyenne du groupe pré-opératoire pour cette tâche est inférieure à celle obtenue par le groupe contrôle (1240 essais) mais elle est très supérieure à celle du groupe post-opératoire (140 essais). Finalement, le groupe pré-opératoire atteint le critère final d'apprentissage en une moyenne de 180 essais pour la discrimination de couleurs ( vs ). Cette moyenne est inférieure à celle obtenue par le groupe contrôle (280 essais) mais elle est

supérieure a celle du groupe post-opératoire (80 essais).

III - Groupe post-opératoire

Lors de l'apprentissage de la discrimination visuelle N vs B, les singes du groupe post-opératoire ont besoin d'une moyenne de 80 essais pour l'obtention du critère final d'apprentissage. Cette moyenne est inférieure à celle obtenue par le groupe contrôle (466 essais) et le groupe pré-opératoire (320 essais).

Le groupe post-opératoire réussit l'apprentissage de la seconde tâche de discrimination visuelle ( vs ) en une moyenne de 100 essais. Cette moyenne est très inférieure à celle obtenue par le groupe contrôle (1293 essais) et le groupe pré-opératoire (1520 essais). L'apprentissage de la troisième tâche de discrimination ( vs ) s'effectue en une moyenne de 140 essais pour le groupe post-opératoire. La moyenne du groupe post-opératoire pour cette tâche est très inférieure à celle obtenue par le groupe contrôle (1240 essais) et le groupe pré-opératoire (820 essais). Finalement, le groupe post-opératoire atteint le critère final d'apprentissage en une moyenne de 80 essais pour la discrimination de couleurs ( vs ). Cette moyenne est inférieure à celle obtenue par le groupe contrôle (280 essais) et le groupe pré-opératoire (180 essais).

En conclusion, les sujets du groupe contrôle ont besoin d'une moyenne d'essais légèrement supérieure à celle du groupe pré-opératoire pour l'apprentissage des diverses tâches de discrimination visuelle. Par contre, les sujets du groupe post-opératoire nécessitent une moyenne d'essais très inférieure à

celle du groupe contrôle et du groupe pré-opératoire pour l'apprentissage de ces mêmes tâches de discrimination visuelle.

Dans l'ensemble, les singes ayant subi la lésion du putamen (groupe post-opératoire) manifestent une grande rétention des tâches de discrimination visuelle. Cette analyse de groupe infirme l'hypothèse, à savoir que la lésion bilatérale du putamen n'affecte pas la capacité de réapprentissage de tâches de discrimination visuelle de formes et de couleurs.

Interprétation des résultats

Les résultats obtenus montrent que des singes ayant subi la lésion bilatérale du putamen sont capables de réapprendre des tâches de discrimination visuelle de formes et de couleurs.

Nos résultats vont à l'encontre de ceux de Buerger et ses collaborateurs (1974) démontrant que la lésion du putamen produit une déficience dans le réapprentissage d'une tâche de discrimination visuelle de formes chez le singe rhésus. Buerger et ses collaborateurs (1974) concluent alors que le putamen est un élément important d'un circuit neurologique impliquant le cortex inférotemporal. Cette étude comportementale (Buerger et al., 1974) trouve un appui dans les études anatomiques et électrophysiologiques. D'un point de vue anatomique, il a été démontré que le cortex inférotemporal projette des fibres vers la partie caudo-ventrale du putamen (Whithlock et Nauta, 1956; Kemp et Powell, 1970). De plus, l'étude électrophysiologique de Reitz et Pribram (1969) révèle que la stimulation électrique du cortex inférotemporal

permet l'enregistrement de potentiels évoqués dans le putamen. C'est donc dire que le putamen est une efférence importante du cortex inférotemporal. Ses connexions avec cette région corticale impliquée dans l'analyse de processus perceptuels et cognitifs responsables de la reconnaissance visuelle ajoutent à l'importance de son rôle visuel. Par ailleurs, les travaux de Lassonde et ses collaborateurs (1981) démontrent que le putamen exerce une influence inhibitrice sur les neurones du cortex visuel primaire. Ces travaux appuient ceux de Kadobayashi (1970) montrant une influence semblable du putamen sur les neurones géniculés du chat. Il semble donc que le putamen peut influencer les propriétés des neurones composant le système géniculo-strié. D'autre part, les études électrophysiologiques de Spinelli et Pribram (1966, 1967) révèlent que la stimulation électrique du cortex inférotemporal diminue la grandeur des champs récepteurs des neurones géniculés. Il est donc possible que l'influence du cortex inférotemporal sur le système géniculo-strié s'effectue via le putamen et qu'à son tour, le putamen influence le système géniculo-strié.

L'ensemble de ces résultats comportementaux, anatomiques et électrophysiologiques permet donc de conclure que le putamen est une efférence majeure du cortex inférotemporal par laquelle il peut agir sur le système visuel. Comment est-il alors possible de tenir compte des résultats contradictoires obtenus dans notre recherche? On peut d'abord apporter un certain nombre d'objections aux résultats apportés par les différents auteurs appuyant le rôle du putamen comme structure efférente majeure du cortex inférotemporal. Ainsi, l'analyse des coupes de cerveau rapportées par Buerger et ses collabora-







teurs (1974) démontre l'imprécision des lésions stéréotaxiques envahissant surtout la capsule interne et très peu le putamen. Le déficit obtenu dans le réapprentissage d'une tâche de discrimination visuelle de formes peut aussi bien être causé par la lésion de la capsule interne que par celle du putamen. Afin d'éviter cette difficulté chirurgicale, nous avons porté un grand soin au calcul des coordonnées stéréotaxiques du putamen. De plus, un total de quatre lésions bilatérales a été effectué à différentes distances sur l'axe antéro-postérieur pour chacun des singes opérés afin d'obtenir des lésions massives du putamen. Une observation attentive des singes opérés permet d'ailleurs de déceler un syndrome extrapyramidal. Ce syndrome est constitué de tremblements choréiques des membres supérieurs qui disparaissent lors de mouvements volontaires. Finalement, certaines études anatomiques et électrophysiologiques mentionnées dans le premier chapitre semblent démontrer un lien entre le cortex inférotemporal et le système géniculostrié via le putamen (Spinelli et Pribram, 1966, 1967; Reitz et Pribram, 1969; Kadobayashi, 1970; Lassonde et al., 1981). Or, des connexions entre le cortex strié du chat et le putamen n'ont pu être démontrées anatomiquement par la méthode de la peroxydase du Raifort (HRP) et par la méthode de l'utilisation locale cérébrale de glucose (2DG-C14; Miceli et Ptito; Ptito et al., communication personnelle).

L'ensemble de ces données semble donc contredire les résultats selon lesquels le putamen serait le relais majeur des efférences du cortex inférotemporal. Doit-on rejeter alors l'hypothèse selon laquelle le cortex inférotemporal agirait surtout par ses efférences sur le cortex strié? Bien

que ces données ne semblent pas favoriser le putamen, une autre structure faisant partie des noyaux gris centraux pourrait avoir une implication visuelle importante. C'est ainsi qu'une étude électrophysiologique de Ptito et Lassonde (1981) démontre que la stimulation électrique de la partie dorso-caudale du claustrum produit une diminution de l'activité spontanée et du niveau optimal de décharge des cellules du cortex visuel. D'autre part, l'étude anatomique de LeVay et Sherk (1981) révèle que la partie dorso-caudale du claustrum reçoit des projections rétinotopiques des aires 17, 18, 19 et 21a du cortex visuel ainsi que du PMLS (l'aire suprasylvienne postéro-médiane latérale). En retour, la partie dorso-caudale du claustrum projette des fibres aux mêmes aires visuelles dont elle reçoit des projections.

Le claustrum apparaît donc comme étant une structure visuelle telle que démontrée par ces auteurs (LeVay et Sherk, 1981; Ptito et Lassonde, 1981; Lassonde et al., 1981). S'il existe des relations entre le putamen et le claustrum, les inhibitions neuronales observées à la suite de la stimulation électrique du putamen dans le cortex visuel pourraient s'expliquer par une voie putamen-claustrum-cortex visuel. Afin de vérifier l'existence de cette voie extrastriée, il serait intéressant dans une recherche future de léser le claustrum. Ainsi la destruction de ce noyau devrait entraîner des difficultés majeures dans les capacités discriminatives du singe car il y aurait interruption de la voie anatomique reliant le cortex inférotemporal au cortex strié.

Conclusion

Le but de cette recherche est de vérifier les capacités de réapprentissage de tâches de discrimination visuelle de formes et de couleurs chez des singes ayant subi la lésion bilatérale du putamen. Nous avons donc entraîné cinq singes (Macaca Irus) à discriminer différentes paires de stimuli visuels (N vs B,  vs  ,  vs  ,  vs ). Le critère final d'apprentissage a été fixé à un minimum de 36 bonnes réponses sur une possibilité de 40 essais et ce, durant deux séances d'apprentissage consécutives. Suite à l'apprentissage de ces discriminations, deux singes subissent la lésion bilatérale du putamen et sont ensuite soumis aux situations expérimentales préalables.

Les résultats obtenus infirment l'hypothèse de travail, à savoir que la lésion décrite antérieurement ne perturbe pas les capacités de réapprentissage des différentes paires de stimuli visuels.

Ces résultats laissent donc supposer que le putamen n'est pas une référence essentielle du cortex inférotemporal par laquelle il agirait sur le cortex strié.

Dans une recherche future, il serait intéressant de léser le claustrum afin de vérifier les effets de la destruction de cette structure sur les capacités visuelles discriminatives du singe. Les résultats de cette étude de lésions apporteraient de nouvelles données sur l'existence possible d'une

voie extra-géniculo-striée, claustrum-putamen-cortex strié mise en évidence à partir de différentes recherches électrophysiologiques et anatomiques (Pitts et Lassonde, 1981; Lassonde et al., 1981; LeVay et Sherk, 1981).

Appendice A

Illustration de l'appareil d'expérimentation
Illustration du distributeur de nourriture
Table de hasard contrôlé de Gellerman

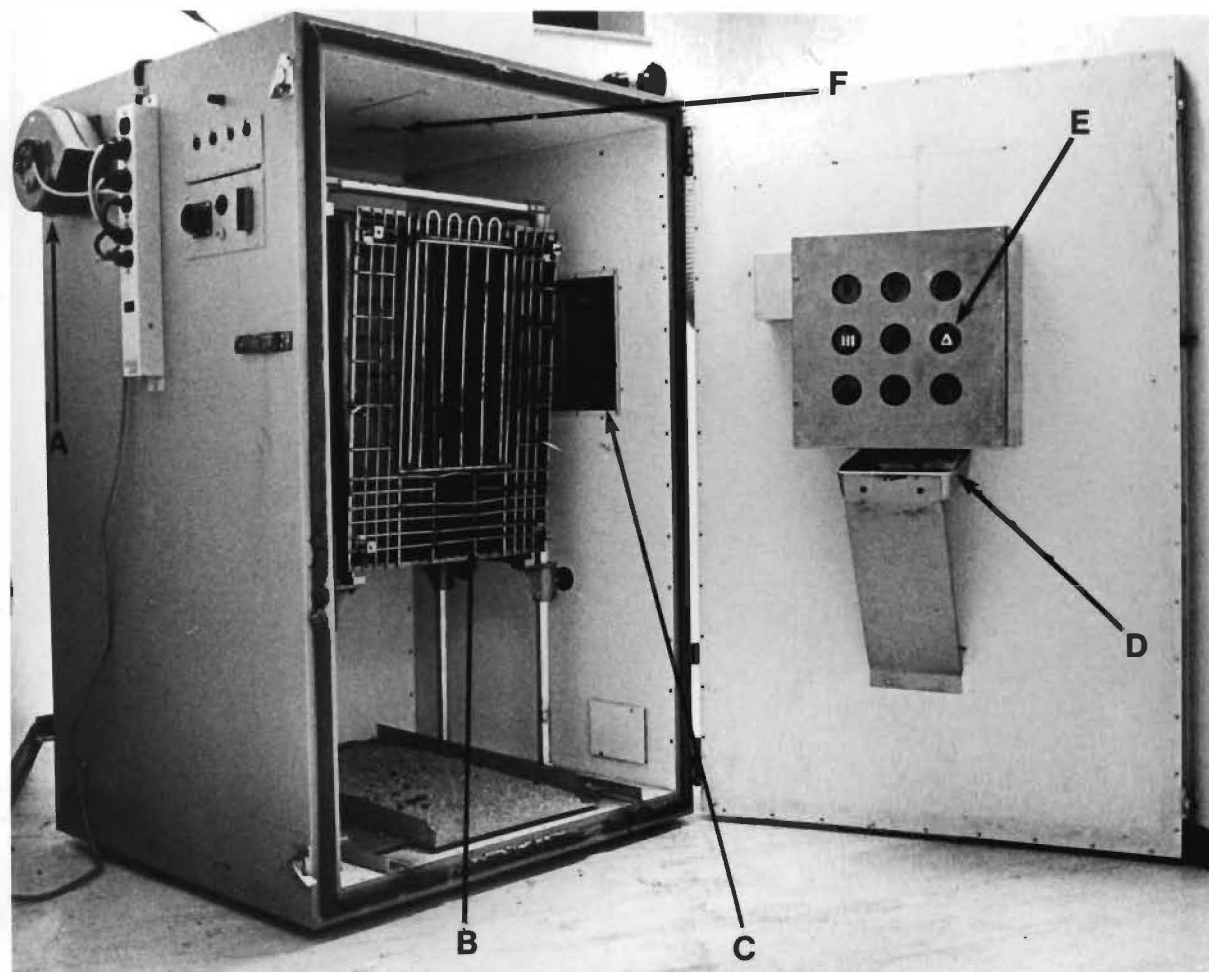


Fig. 9 - Illustration de l'appareil d'expérimentation:
A) système de ventilation. B) cage métallique. C)
fenêtre d'observation unidirectionnelle. D) réceptacle
de nourriture. E) plaque-stimulus. F) système d'éclairage.

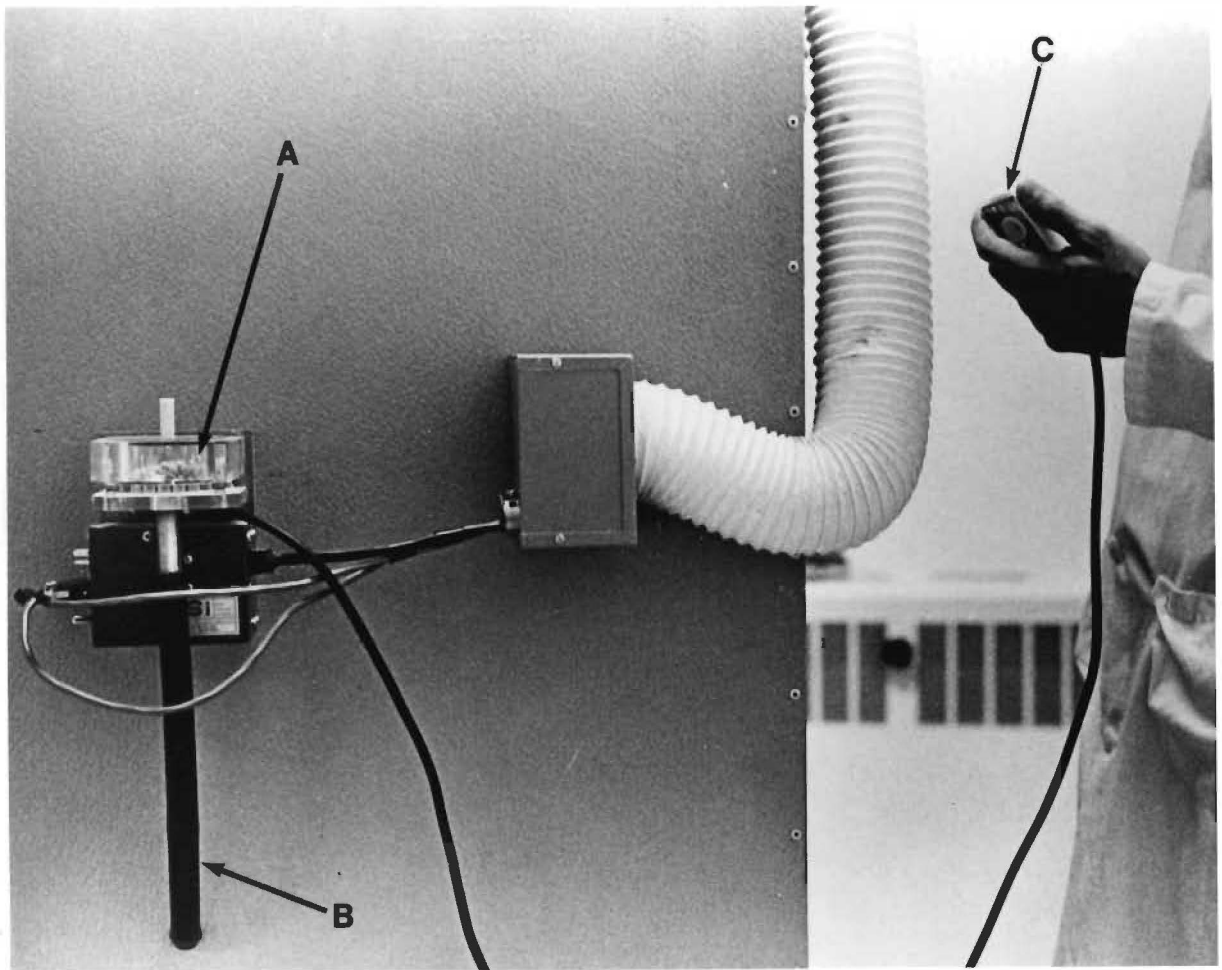


Fig. 10 - Illustration du distributeur de nourriture (vue de la paroi externe de la chambre insonorisée):
A) particules de renforcement. B) conduit permettant le passage de la particule de renforcement au réceptacle de nourriture. C) bouton-poussoir permettant l'envoi manuel du renforcement.

Tableau 3



Table de hasard contrôlé de Gellerman (1933), divisée
par session de 40 essais, et utilisée pour
déterminer la position de la porte
positive pour chaque essai

<u>SUJET:</u>												<u>REMARQUES:</u>	
1	D	D	C	D	C	C	C	D	D	C	Date:	AM-PM	
2	D	D	C	C	D	D	C	D	C	C	N/40:		
3	D	D	C	C	D	D	C	C	D	C	Z:		
4	D	D	C	C	D	C	D	D	C	C			
5	C	D	D	C	C	C	D	C	D	D	Date:	AM-PM	
6	C	D	C	D	D	C	C	C	D	D	N/40:		
7	C	D	C	C	D	D	C	C	D	D	Z:		
8	C	D	C	C	D	D	C	C	D	D			
9	C	C	D	C	D	D	C	C	D	D	Date:	AM-PM	
10	C	C	D	C	D	C	C	D	D	D	N/40:		
11	C	C	C	D	D	C	C	D	C	D	Z:		
12	C	C	C	D	D	C	D	C	D	D			
13	D	C	D	D	C	C	D	D	C	C	Date:	AM-PM	
14	D	C	D	D	C	C	C	D	D	C	N/40:		
15	D	C	D	C	C	D	D	D	C	C	Z:		
16	D	C	C	D	D	D	C	D	C	C			
17	C	D	C	C	D	C	C	D	D	D	Date:	AM-PM	
18	C	C	D	D	D	C	D	C	C	D	N/40:		
19	C	C	D	D	D	C	C	D	C	D	Z:		
20	C	C	D	D	C	D	D	C	C	D			
21	C	C	D	D	C	D	C	C	D	D	Date:	AM-PM	
22	C	C	D	D	C	C	D	D	C	D	N/40:		
23	C	C	D	D	C	C	D	C	D	D	Z:		
24	C	C	D	C	D	D	D	C	C	D			
25	D	D	C	C	D	C	C	D	D	C	Date:	AM-PM	
26	D	D	C	C	C	C	D	D	C	D	N/40:		
27	D	D	C	C	C	C	D	C	D	C	Z:		
28	D	C	D	D	C	D	D	C	C	C			
29	D	D	D	C	C	D	C	D	C	C	Date:	AM-PM	
30	D	D	D	C	C	D	C	C	D	C	N/40:		
31	D	D	C	D	C	D	D	C	C	C	Z:		
32	D	D	C	D	C	C	D	D	C	C			
33	D	C	C	D	D	D	C	C	D	C	Date:	AM-PM	
34	D	C	C	D	D	C	D	D	C	C	N/40:		
35	D	C	C	D	D	C	C	D	D	C	Z:		
36	D	C	C	D	C	D	D	D	C	C			
37	C	D	D	C	D	C	C	C	D	D	Date:	AM-PM	
38	C	D	D	C	C	D	D	C	C	D	N/40:		
39	C	D	D	C	C	D	C	C	D	D	Z:		
40	C	D	D	C	C	C	D	D	C	D			
41	D	C	C	D	C	C	D	D	D	C	Date:	AM-PM	
42	D	C	C	C	D	D	C	D	D	C	N/40:		
43	C	D	D	D	C	D	C	C	C	D	Z:		
44	C	D	D	C	D	D	C	C	C	D			

Appendice B

Exemple d'imprimé de l'ordinateur

Tableau 4

Exemple d'imprimé de l'ordinateur représentant la
performance du sujet PUT 1 dans la tâche
de discrimination visuelle  vs 

```

.R 2CHOIX
PROGRAMME DE DISCRIMINATION 2 CHOIX:SYMBLES 8+9
NOM DU SUJET:PUT.1
DATE:12/02/82
NOMBRE D'ESSAIS:40
CORRECTION? (Y/N):N
INITIALIZE
RUN

```

ESSAI	PANNEAU	REPONSE	LATENCE(SEC)
1	4	+	0:00:20.295
2	6	+	0:00:00.466
3	4	+	0:00:00.597
4	6	+	0:00:00.610
5	6	+	0:00:00.546
6	4	-	0:00:00.799
7	4	+	0:00:00.836
8	4	+	0:00:00.689
9	6	+	0:00:00.590
10	4	+	0:00:00.580
11	6	+	0:00:00.709
12	6	+	0:00:00.994
13	4	+	0:00:00.857
14	6	+	0:00:00.785
15	6	+	0:00:00.746
16	4	+	0:00:02.395
17	6	-	0:00:00.752
18	4	+	0:00:00.866
19	6	+	0:00:00.865
20	4	+	0:00:00.879
21	4	+	0:00:04.619
22	4	+	0:00:00.880
23	6	+	0:00:00.749
24	4	+	0:00:00.892
25	4	-	0:00:01.332
26	6	+	0:00:00.777
27	4	+	0:00:00.793
28	4	+	0:00:00.813
29	6	+	0:00:01.208
30	4	+	0:00:01.563
31	4	+	0:00:00.940
32	6	+	0:00:00.804
33	4	+	0:00:01.395
34	4	-	0:00:00.969
35	6	+	0:00:00.998
36	6	+	0:00:00.623
37	4	+	0:00:00.812
38	4	+	0:00:01.162
39	6	+	0:00:01.84
40	4	+	0:00:00.981

```

SESSION TERMINEE: NOMBRE D'ESSAIS= 40

NOMBRE DE NULS PRESSES= 0
NOMBRE DE BONNES REPONSES= 36
NOMBRE DE MAUVAISES REPONSES= 4
NOMBRE D'ESSAIS CORRIGES= 0

REPONSES NULLES PAR PANNEAU:
0 0 0
0 0 0
0 0 0

BONNES REPONSES PAR PANNEAU:
0 0 0
20 0 16
0 0 0

MAUVAISES REPONSES PAR PANNEAU:
0 0 0
3 0 1
0 0 0

TEMPS MOYEN PAR BONNE REPONSE= 1.536 SECONDES
TEMPS MOYEN PAR MAUVAISE REPONSE= 0.962 SECONDES

```

Appendice C

Valeurs des coordonnées stéréotaxiques du
putamen lors de l'étape chirurgicale

Tableau 5

Valeurs des coordonnées stéréotaxiques du putamen pour le sujet
PUT 1 ayant subi l'étape chirurgicale

Plan	Coordonnées de l'animal (mm)	Coordonnées de l'atlas (mm)	Valeurs corrigées (mm)
Antéro-postérieur	3,5	20	23,5
Latéral droit	29,5	12,5	15
Latéral gauche	29,5	12,5	42
Profondeur	6,8	8	14,8
Antéro-postérieur	3,5	16	19,5
Latéral droit	29,5	14	14,5
Latéral gauche	29,5	14	43,5
Profondeur	6,8	9	15,8
Antéro-postérieur	3,5	12	15,5
Latéral droit	29,5	14,5	15
Latéral gauche	29,5	14,5	44
Profondeur	6,5	7	13,5
Antéro-postérieur	3,5	8	11,5
Latéral droit	29,5	15	14,5
Latéral gauche	29,5	15	44,5
Profondeur	6,3	7,5	13,8

Tableau 6

Valeurs des coordonnées stéréotaxiques du putamen pour le sujet
PUT 2 lors de l'étape chirurgicale

Plan	Coordonnées de l'animal (mm)	Coordonnées de l'atlas (mm)	Valeurs corrigées (mm)
Antéro-postérieur	5,5	20	25,5
Latéral droit	29	12,5	16,5
Latéral gauche	29	12,5	41,5
Profondeur	9,3	8	17,3
Antéro-postérieur	5,5	16	21,5
Latéral droit	29	14	15
Latéral gauche	29	14	43
Profondeur	10,3	9	19,3
Antéro-postérieur	5,5	12	17,5
Latéral droit	29	14,5	14,5
Latéral gauche	29	14,5	43,5
Profondeur	10	7	17
Antéro-postérieur	5,5	8	13,5
Latéral droit	29	15	14
Latéral gauche	29	15	44
Profondeur	9,2	7,5	16,7

Appendice D



Données brutes lors des différentes
conditions expérimentales pour le sujet Put 1

Tableau 7

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle NOIR vs BLANC pour
le sujet PUT 1 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	21	52,5
2	28	70
3	30	75
4	31	77,5
5	35	87,5
6	37	92,5
7	37	97,5

Tableau 8

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle  vs  pour le
sujet PUT 1 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	24	60
2	20	50
3	26	65
4	25	62,5
5	29	72,5
6	32	80
7	35	87,5
8	35	87,5
9	32	80
10	29	72,5
11	30	75
12	31	77,5
13	29	72,5
14	35	87,5
15	36	90
16	36	90

Tableau 9

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle Δ vs $*$ pour le
sujet PUT 1 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	22	55
2	23	57,5
3	23	57,5
4	30	75
5	30	75
6	36	90
7	38	95

Tableau 10

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle ● vs ● pour le
sujet PUT 1 normal



Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	13	32,5
2	35	87,5
3	36	90
4	39	97,5

Tableau 11

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) de réapprentissage
de la discrimination NOIR vs BLANC pour le su-
jet PUT 1 ayant subi la lésion du putamen



Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	37	92,5
2	40	100

Tableau 12

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) de réapprentissage
de la discrimination visuelle  vs  pour
le sujet PUT 1 ayant subi
la lésion du putamen



Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	33	82,5
2	37	92,5
3	40	100

Tableau 13

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) de réapprentissage
de la discrimination visuelle  vs  pour
le sujet PUT 1 ayant subi
la lésion du putamen

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	32	80
2	32	80
3	34	85
4	37	92,5
5	39	97,5

Tableau 14

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) de réapprentissage
de la discrimination visuelle  vs  pour
le sujet PUT 1 ayant subi
la lésion du putamen

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	38	95
2	40	100

Appendice E



Données brutes lors des différentes
conditions expérimentales pour le sujet Put 2

Tableau 15

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle NOIR vs BLANC pour
le sujet PUT 2 normal



Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	19	47,5
2	21	52,5
3	28	70
4	27	67,5
5	30	75
6	31	77,5
7	35	87,5
8	40	100
9	40	100

Tableau 16

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle  vs  pour le
sujet PUT 2 normal



Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	22	55
2	26	65
3	23	57,5
4	24	60
5	17	42,5
6	25	62,5
7	23	57,5
8	22	55
9	24	60
10	16	40
11	18	45
12	24	60
13	26	65
14	22	55
15	24	60
16	28	70

Tableau 16
(Suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle  vs  pour le
sujet PUT 2 normal



Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
17	29	72,5
18	31	77,5
19	24	60
20	34	85
21	29	72,5
22	31	77,5
23	22	55
24	26	65
25	34	85
26	35	87,5
27	29	72,5
28	31	77,5
29	27	67,5
30	32	80
31	26	65

Tableau 16
(Suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle  vs  pour le
sujet PUT 2 normal



Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
32	22	55
33	28	70
34	30	75
35	31	77,5
36	28	70
37	28	70
38	30	75
39	31	77,5
40	25	62,5
41	29	72,5
42	33	82,5
43	28	70
44	26	65
45	28	70
46	29	72,5

Tableau 16
(Suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle  vs  pour le
sujet PUT 2 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
47	35	87,5
48	34	85
49	32	80
50	32	80
51	30	75
52	32	80
53	34	85
54	29	72,5
55	34	85
56	32	80
57	34	85
58	34	85
59	37	92,5
60	37	92,5

Tableau 17

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle  vs  pour le
sujet PUT 2 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	13	32,5
2	18	45
3	18	45
4	19	47,5
5	21	52,5
6	21	52,5
7	23	57,5
8	21	52,5
9	21	52,5
10	27	67,5
11	22	55
12	24	60
13	23	57,5
14	20	50
15	26	65
16	23	57,5

Tableau 17
(Suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle ☆ vs ✱ pour le
sujet PUT 2 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
17	18	45
18	29	72,5
19	22	55
20	29	72,5
21	24	60
22	28	70
23	26	65
24	27	67,5
25	30	75
26	28	70
27	30	75
28	28	70
29	33	82,5
30	31	77,5
31	27	67,5

Tableau 17
(Suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle ☆ vs ✱ pour le
sujet PUT 2 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
32	29	72,5
33	37	92,5
34	37	92,5

Tableau 18

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle ● vs ● pour le
sujet PUT 2 normal



Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	17	42,5
2	29	72,5
3	35	87,5
4	36	90
5	36	90

Tableau 19

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) de réapprentissage
de la discrimination NOIR vs BLANC pour le su-
jet PUT 2 ayant subi la lésion du putamen



Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	40	100
2	40	100

Tableau 20

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) de réapprentissage
de la discrimination visuelle  vs  pour
le sujet PUT 2 ayant subi
la lésion du putamen

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	39	97,5
2	40	100

Tableau 21

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) de réapprentissage
de la discrimination visuelle  vs  pour
le sujet PUT 2 ayant subi
la lésion du putamen

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	38	95
2	39	97,5

Tableau 22

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) de réapprentissage
de la discrimination visuelle ● vs ● pour
le sujet PUT 2 ayant subi
la lésion du putamen

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	40	100
2	40	100

Appendice F



Données brutes lors des différentes
conditions expérimentales pour le sujet Put 3

Tableau 23

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle NOIR vs BLANC pour
le sujet PUT 3 normal



Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	26	65
2	26	65
3	27	67,5
4	25	62,5
5	21	52,5
6	24	60
7	30	75
8	25	62,5
9	27	67,5
10	31	77,5
11	31	77,5
12	35	87,5
13	35	87,5
14	36	90
15	36	90

Tableau 24

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle  vs  pour le
sujet PUT 3 normal



Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	30	75
2	26	65
3	22	55
4	25	62,5
5	23	57,5
6	23	57,5
7	23	57,5
8	18	45
9	20	50
10	20	50
11	24	60
12	27	67,5
13	22	55
14	22	55
15	24	60
16	28	70

Tableau 24
(Suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle  vs  pour le
sujet PUT 3 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
17	23	57,5
18	25	62,5
19	30	75
20	31	77,5
21	23	57,5
22	26	65
23	26	65
24	22	55
25	26	65
26	23	57,5
27	26	65
28	24	60
29	28	70
30	33	82,5
31	26	65

Tableau 24
(Suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle  vs  pour le
sujet PUT 3 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
32	30	75
33	30	75
34	27	67,5
35	27	67,5
36	25	62,5
37	30	75
38	29	72,5
39	24	60
40	23	57,5
41	24	60
42	32	80
43	24	60
44	28	70
45	30	75
46	22	55

Tableau 24
(Suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle III vs \triangle pour le
sujet PUT 3 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
47	25	62,5
48	21	52,5
49	31	77,5
50	31	77,5
51	30	75
52	36	90
53	37	92,5

Tableau 25

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle Δ vs \ast pour le
sujet PUT 3 normal



Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	20	50
2	19	47,5
3	24	60
4	23	57,5
5	20	50
6	26	65
7	25	62,5
8	25	62,5
9	26	65
10	32	80
11	35	87,5
12	33	82,5
13	32	80
14	40	100
15	35	87,5
16	33	82,5

Tableau 25
(Suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle Δ vs \ast pour le
sujet PUT 3 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
17	33	82,5
18	34	85
19	33	82,5
20	35	87,5
21	32	80
22	28	70
23	29	72,5
24	30	75
25	31	77,5
26	35	87,5
27	31	77,5
28	37	92,5
29	37	92,5

Tableau 26

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle  vs  pour le
sujet PUT 3 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	24	80
2	36	90
3	40	100

Appendice G



Données brutes lors des différentes
conditions expérimentales pour le sujet Put 4

Tableau 27

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle NOIR vs BLANC pour
le sujet PUT 4 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	24	60
2	27	67,5
3	31	77,5
4	32	80
5	38	95
6	40	100

Tableau 28

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle  vs  pour le
sujet PUT 4 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	26	65
2	25	62,5
3	25	62,5
4	29	72,5
5	32	80
6	32	80
7	34	85
8	39	97,5
9	39	97,5

Tableau 29

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle Δ vs \ast pour le
sujet PUT 4 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	15	37,5
2	25	62,5
3	15	37,5
4	16	40
5	24	60
6	30	75
7	26	65
8	24	60
9	31	77,5
10	33	82,5
11	39	97,5
12	39	97,5

Tableau 30

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle ● vs ● pour le
sujet PUT 4 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	22	55
2	32	80
3	38	95
4	35	87,5
5	40	100
6	39	97,5

Appendice H

Données brutes lors des différentes
conditions expérimentales pour le sujet Put 5

Tableau 31

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle NOIR vs BLANC pour
le sujet PUT 5 normal



Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	22	55
2	22	55
3	21	52,5
4	24	60
5	17	42,5
6	25	62,5
7	28	70
8	25	62,5
9	24	60
10	24	60
11	30	75
12	33	82,5
13	37	92,5
14	39	97,5

Tableau 32

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle III vs \triangle pour le
sujet PUT 5 normal



Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	20	50
2	27	67,5
3	20	50
4	27	67,5
5	19	47,5
6	29	72,5
7	35	87,5
8	29	72,5
9	30	75
10	32	80
11	26	65
12	26	65
13	23	57,5
14	27	67,5
15	24	60
16	20	50

Tableau 32
(Suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle  vs  pour le
sujet PUT 5 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
17	25	62,5
18	23	57,5
19	25	62,5
20	29	72,5
21	22	55
22	24	60
23	24	60
24	26	65
25	23	57,5
26	23	57,5
27	21	52,5
28	22	55
29	28	70
30	28	70
31	34	85

Tableau 32
(Suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle  vs  pour le
sujet PUT 5 normal



Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
32	33	82,5
33	32	80
34	36	90
35	36	90

Tableau 33

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle ☆ vs ✱ pour le
sujet PUT 5 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	18	45
2	21	52,5
3	20	50
4	21	52,5
5	22	55
6	21	52,5
7	16	52,5
8	20	50
9	24	60
10	22	55
11	18	45
12	21	52,5
13	18	45
14	23	57,5
15	21	52,5
16	17	42,5

Tableau 33
(Suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle  vs  pour le
sujet PUT 5 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
17	23	57,5
18	24	60
19	24	60
20	23	57,5
21	25	62,5
22	23	57,5
23	22	55
24	22	55
25	22	55
26	20	50
27	23	57,5
28	22	55
29	18	45
30	22	55
31	22	55

Tableau 33
(Suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions. (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle ☆ vs ✱ pour le
sujet PUT 5 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
32	23	57,5
33	19	47,5
34	24	60
35	19	47,5
36	21	52,5
37	22	55
38	27	67,5
39	30	75
40	23	57,5
41	30	75
42	20	50
43	23	57,5
44	30	75
45	23	57,5
46	21	52,5

Tableau 33
(Suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle ☆ vs ✱ pour le
sujet PUT 5 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
47	28	70
48	27	67,5
49	28	70
50	35	87,5
51	36	90
52	36	90

Tableau 34

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses lors
de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de
la discrimination visuelle ● vs ● pour le
sujet PUT 5 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	24	60
2	23	57,5
3	21	52,5
4	28	70
5	27	67,5
6	29	72,5
7	23	57,5
8	30	75
9	31	77,5
10	31	77,5
11	38	95
12	36	90

Remerciements

L'auteur tient à témoigner sa reconnaissance a son directeur de thèse, Monsieur Maurice Ptito, Ph.D., professeur agrégé, à qui il est redevable d'une assistance constante et éclairée. L'auteur désire également remercier l'équipe chirurgicale dirigée par Monsieur Maurice Ptito, Ph.D., et composée de Mademoiselle Andrée de la Chevrotière, Madame Rolande Caron Benoit et Monsieur Jean-Paul Descotaux, Md.V. Ses remerciements vont aussi à l'équipe du laboratoire de neuropsychologie expérimentale pour l'aide apportée durant l'expérimentation. Sa gratitude va enfin à Madame Maryse Lassonde, Ph.D., pour ses précieux conseils ainsi qu'à Mademoiselle Johanne Brochu pour avoir dactylographié le texte.

Références

- ANDERSON, K.V., SYMMES, D. (1969). The superior colliculus and higher visual functions in the monkey. Brain research, 13, 37-52.
- BARRETT, T.W. (1969). Studies of the function of the amygdaloid complex in Macaca Mulatta. Neuropsychologia, 7, 1-12.
- BLUM, J.S., CHOW, K.L., PRIBRAM, K.H. (1950). A behavioral analysis of the organization of the parieto-temporo-preoccipital cortex. Journal of comparative neurology, 93, 53-100.
- BROWN, T.S., ROSVOLD, H.E., MISHKIN, M. (1963). Olfactory discrimination after temporal lobe lesions in monkeys. Journal of comparative and physiological psychology, 56, 190-195.
- BUERGER, A.A., GROSS, C.G., ROCHA-MIRANDA, C.E. (1974). Effects of ventral putamen lesions on discrimination learning by monkeys. Journal of comparative physiological psychology, 86, 3, 440-446.
- BUTLER, C.R. (1969). Is there a memory impairment in monkeys after infero-temporal lesions? Brain research, 13, 383-393.
- CARDU, B., PTITO, M., DUMONT, M., LEPORE, F. (1975). Effects of ablations of the superior colliculi on spectral sensitivity in monkeys. Neuropsychologia, 13, 297-306.
- CHOW, K.L. (1950). A retrograde cell degeneration study of the cortical projection field of the pulvinar in the monkey. Journal of comparative neurology, 93, 313-340.
- CHOW, K.L. (1951). Effects of partial extirpations of the posterior association cortex on visually mediated behavior. Comparative psychology monograph, 20, 187-217.
- CHOW, K.L. (1952). Further studies on selective ablation of associative cortex in relation to visually mediated behavior. Journal of comparative and physiological psychology, 45, 109-118.
- CHOW, K.L. (1954a). Effects of temporal neocortical ablation on visual discrimination learning sets in monkeys. Journal of comparative and physiological psychology, 47, 194-198.

- CHOW, K.L. (1954b). Lack of behavioral effects following destruction of some thalamic association nuclei. Archives of neurology and psychiatry, 71, 762-771.
- COWEY, A., GROSS, C.G. (1970). Effects of foveal prestriate and infero-temporal lesions on visual discriminations by rhesus monkeys. Experimental brain research, 11, 128-144.
- DEWSON, J.H., PRIBRAM, K.H., LYNCH, J.C. (1969). Effects of ablations of temporal cortex upon speech sound discrimination in the monkey. Experimental neurology, 24, 579-591.
- DIVAC, I., ROSVOLD, H.E., SZWARCBART, M.K. (1967). Behavioral effects of selective ablations of the caudate nucleus. Journal of comparative physiological psychology, 63, 184-190.
- ETTLINGER, G., GAUTRIN, D. (1971). Visual discrimination performance in the monkey: the effect of unilateral removals of temporal cortex. Cortex, 7, 317-331.
- FRAZEN, E.A., MEYERS, R.E. (1973). Neural control of social behavior: prefrontal and anterior temporal neocortex. Neuropsychologia, 11, 141-157.
- GELLERMAN, L.W. (1933). Chance orders of alternating stimuli in visual discrimination experiments. Journal of genetic psychology, 42, 206-208.
- GOLBERG, M.E., WURTZ, R.H. (1972). Activity of superior colliculus in behaving monkey: II. Effect of attention on neuronal responses. Journal of neurophysiology, 35, 560-574.
- GROSS, C.G. (1973a). Inferotemporal cortex and vision. In E. Stellar and J.M. Sprague (Eds.), Progress in physiological psychology, vol.5, New-York: Academic Press.
- GROSS, C.G. (1973b). Visual functions of inferotemporal cortex. In R. Jung (Ed.), Handbook of sensory physiology: central processing of visual information, vol. 7, Pt. 3B.
- GROSS, C.G., ROCHA-MIRANDA, C.E., BENDER, D.B. (1972). Visual properties of neurons in inferotemporal cortex of the macaque. Journal of neurophysiology, 35, 96-111.
- HUBEL, D.H., WIESEL, T.N. (1962). Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex. Journal of physiology, 160, 106-154.

- HUBEL, D.H., WIESEL, T.N. (1965). Receptive fields and functional architecture in two nonstriate visual areas (18 and 19) of the cat. Journal of neurophysiology, 28, 229-289.
- HUBEL, D.H., WIESEL, T.N. (1968). Receptive fields and functional architecture of monkey striate cortex. Journal of physiology, 195, 215-243.
- HUBEL, D.H., WIESEL, T.N. (1970). Stereoscopic vision in macaque monkey. Nature, 225, 41-42.
- HUMPHREY, N.K. (1970). What the frog's eye tells the monkey's brain. Brain, behavior and evolution, 3, 324-337.
- IVERSEN, S.D. (1967). Tactile learning and memory in baboons after temporal and frontal lesions. Experimental neurology, 18, 228-238.
- IWAI, E., MISHKIN, M. (1968). Two visual foci in the temporal lobe of monkeys. In "Neuropsychological basis of learning and behavior", N. Yoshii and N.A. Buckwald (Eds.), Osaka Univ. Press, Osaka.
- IWAI, E., MISHKIN, M. (1969). Further evidence on the locus of the visual area in the temporal lobe of the monkey. Experimental neurology, 25, 585-594.
- KADOBAYASHI, I. (1970). Effects of lenticular stimulation on photically evoked potentials in cats. Psychiatric neurology japanese, 72, 365-377.
- KEMP, J.M., POWELL, T.P.S. (1970). The cortico-striate projection in the monkey. Brain, 93, 525-546.
- KLUVER, M., BUCY, P.C. (1937). "Psychic blindness" and other symptoms following bilateral temporal lobectomy in rhesus monkeys. American journal of physiology, 119, 352-353.
- KLUVER, M., BUCY, P.C. (1938). An analysis of certain effects of bilateral temporal lobectomy in the rhesus monkey, with special reference to "psychic blindness". Journal of psychology, 5, 33-54.
- KLUVER, M., BUCY, P.C. (1939). Preliminary analysis of functions of the temporal lobe in monkeys. Archives of neurology and psychiatry, 42, 979-1000.
- KUYPERS, H.G.J.M., SZWARCBART, M.K., MISHKIN, M., ROSVOLD, H.E. (1965). Occipito-temporal cortico-cortical connections in the rhesus monkey. Experimental neurology, 11, 245-262.
- LASSONDE, M.C., PTITO, M., PRIBRAM, K.H. (1981). Intracerebral influences on the microstructure of visual cortex. Experimental brain research, 43, 131-144.

- LeVAY, S., SHERK, H. (1981). The visual claustrum of the cat: I. Structure and connections. Journal of neuroscience, 1, 956-980.
- MILNER, B. (1968). Visual recognition and recall after right temporal lobe excision in man. Neuropsychologia, 6, 191-209.
- MISHKIN, M. (1954). Visual discrimination performance following partial ablations of the temporal lobe: II. Ventral surface versus hippocampus. Journal of comparative and physiological psychology, 47, 187-193.
- MISHKIN, M. (1966). Visual mechanisms beyond the striate cortex. In R.W. Russell (Ed.). Frontiers of physiological psychology. New-York: Academic Press.
- MISHKIN, M. (1972). Cortical visual areas and their interaction. In A.G. Karczmar and J.C. Eccles (Eds.). Brain and human behavior, New-York: Springer-Verlag. pp. 187-208.
- MISHKIN, M., PRIBRAM, K.H. (1954). Visual discrimination performance following partial ablations of the temporal lobe: I. Ventral versus lateral. Journal of comparative physiological psychology, 47, 14-20.
- MISHKIN, M., HALL, M. (1955). Discrimination along a size continuum following ablation of the inferior temporal convexity in monkeys. Journal of comparative and physiological psychology, 48, 97-101.
- MYERS, R.E. (1962). Striate cortex connections in the monkey. Federation proceeding, federation of american societies for experimental biology, 21, 352.
- PRIBRAM, K.H. (1967). Neurophysiology and learning: I. Memory and the organization of attention. In "Brain function and learning", D.B. Lindsley and A.A. Lumsdaine (Eds.), pp. 79-112. University of California Press, Berkeley.
- PRIBRAM, K.H., MISHKIN, M. (1955). Simultaneous and successive visual discrimination by monkeys with inferotemporal lesions. Journal of comparative and physiological psychology, 48, 198-202.
- PRIBRAM, K.H., SPINELLI, D.H., REITZ, S.L. (1969). The effects of radical disconnection of occipital and temporal cortex on visual behavior of monkeys. Brain, 92, 301-312.
- PTITO, M., LEPORE, F., CARDU, B., DUMONT, M. (1976). Etudes neurocomportementales chez le singe colliculectomisé. Cortex, 12, 2, 88-99.
- PTITO, M., LASSONDE, M.C. (1981). Effects of claustral stimulation on the properties of visual cortex neurons in the cat. Journal of experimental neurology, 73, 315-320.

- REITZ, S.L., PRIBRAM, K.H. (1969). Some subcortical connections of the inferotemporal gyrus of monkey. Experimental neurology, 25, 632-645.
- ROSVOLD, H.E., MISHKIN, M., SZWARCBART, M.K. (1958). Effects of subcortical lesions in monkeys on visual-discrimination and single-alternation performance. Journal of comparative and physiological psychology, 51, 437-444.
- SCHNEIDER, C.E. (1969). Two visual systems. Science, 163, 895-902.
- SPINELLI, D.N., PRIBRAM, K.H. (1966). Changes in visual recovery functions produced by temporal lobe stimulation in monkeys. Electroencephalographic clinical neurophysiology, 20, 44-49
- SPINELLI, D.N., PRIBRAM, K.H. (1967). Changes in visual recovery functions and unit activity produced by frontal and temporal cortex stimulation. Electroencephalographic clinical neurophysiology, 22, 143-149.
- UNGERLEIDER, L.G., GANZ, L., PRIBRAM, K.H. (1977). Size constancy in rhesus monkeys: Effects of pulvinar, prestriate and inferotemporal lesions. Experimental brain research, 27, 251-269.
- von BONIN, G., BAILEY, P. (1947). "The neocortex of macaca mulatta". University of Illinois Press, Urbana.
- WHITHLOCK, D.G., NAUTA, W.J.H. (1956). Subcortical projections from the temporal neocortex in Macaca Mulatta. Journal of comparative neurology, 106, 183-212.
- WINTERS, W.D., KADO, R.T., ADEY, W.R. (1969). A stereotaxic brain atlas for Macaca Nemestrina. Berkeley and Los Angeles: University of California Press.