

Y Univ. 1455 (38), 4e
DOCTORAT D'UNIVERSITE
Thèses (Mention Sciences)
Présentées

A LA FACULTE DES SCIENCES
de
L'UNIVERSITE DE PARIS

par

Jean-Bernard BARON

Ancien Chef de Laboratoire à la
Faculté de Médecine de Paris



1ère Thèse. - Muscles Moteurs Oculaires,
Attitude et Comportement Moteurs
chez les Vertébrés.

2ème Thèse. - Proposition donnée par la Faculté.

Soutenues le : 17 Nov. 1955
devant la Commission d'Examen.

Président : M. MONNIER

Examineurs : { M. SOULAIRAC
(M. LE NORMANT

TABLE DES MATIERES

	page
I - Introduction et Présentation du Problème	1 à 3
II - Historique	4 à 35
III - Etude des Réactions de la position des Muscles Moteurs Oculaires sur l'Attitude et le Comportement	36 à 79
IV - Etude des Réactions de l'Attitude sur la position des Muscles Moteurs Oculaires et le Comportement	80 à 115
V - Considération anatomo-physiologique sur les rapports existant entre les Muscles Moteurs Oculaires, l'Attitude et le Comportement	116 à 143
VI - Conclusions Générales	144 à 147
VII - Bibliographie	148 à 158

MUSCLES MOTEURS OCULAIRES

ATTITUDES ET COMPORTEMENT MOTEUR CHEZ LES VERTEBRÉS

Le but de ce travail est d'étudier les rapports existant entre les muscles moteurs oculaires, les attitudes et le comportement moteur chez les Vertébrés.

Nous avons voulu démontrer le rôle fondamental de la musculature extrinsèque du globe oculaire sur les attitudes posturales et les orientations statiques et dynamiques du corps dans l'espace.

Expérimentalement, nous avons vu que la position du corps dans l'espace et son orientation varient en fonction de la position de l'axe passant par le centre des deux pupilles, ce qui revient à dire que la position des globes oculaires dans l'orbite fait varier la position du corps dans l'espace.

Ce phénomène dépend-il de la vision ou de la motricité oculaire ?

La suppression de la vision ne modifie pas les variations de position du corps dans l'espace en fonction de la position des globes oculaires dans l'orbite.

Par contre, la suppression de la motricité oculaire supprime le phénomène.

En outre, des variations de tonus exercées sur les différents muscles moteurs oculaires produisent des variations de posture.

La suppression des muscles moteurs oculaires change les réactions posturales et le comportement moteur des animaux dont les canaux semi-circulaires ont été irrités ou détruits.

: Donc les muscles moteurs oculaires sont un élément fondamental dans les réactions engendrant les attitudes et le comportement moteur des Vertébrés. Ce rôle est dû à la présence d'éléments sensoriels propriocepteurs existant au niveau des muscles moteurs oculaires, et dont l'action serait de régler le tonus des muscles paravertébraux qui conditionnent la posture chez les vertébrés et secondairement leur comportement moteur.

Voici le plan que nous avons suivi :

- Dans le premier chapitre, nous faisons l'historique de la question.
- Dans le second chapitre, nous étudions, chez les Poissons et les Souris, les réactions de la position des muscles moteurs oculaires sur leur attitude et leur comportement moteur.
- Dans le troisième chapitre, nous étudions chez les mêmes animaux, les variations des réactions de posture sur la position

des muscles moteurs oculaires, et, secondairement, sur le comportement moteur.

- Dans le quatrième chapitre, nous définissons les rapports anatomo-physiologiques existant entre les muscles moteurs oculaires, la tête, le corps et le milieu extérieur.
 - Dans le cinquième chapitre, nous concluons en la présence d'un système propriocepteur des muscles moteurs oculaires. Ce système contrôle le tonus des muscles paravertébraux dont le fonctionnement détermine la position du corps dans l'espace et son comportement moteur.
-

organes suivants :

- Les canaux semi-circulaires ;
- Le cervelet ;
- Le cortex ;
- L'appareil oculaire.

Anatomiquement , ils ont également précisé macroscopiquement et microscopiquement les rapports de ces différents organes et en ont déduit les voies de l'équilibre.

PHYSIOLOGIE

I - ETUDE DE L'EQUILIBRE EN RAPPORT AVEC LES CANAUX SEMI-CIRCULAIRES.-

Les différents auteurs, FLOURENS (1824), BETCHEREW (1883), DE CYON (1911), MAXWELL (1923), RADEMAKER (1935), MAC MALLY (1947) CAUSSE et GONDET (1948), utilisent indifféremment pour étudier les réactions des canaux semi-circulaires deux techniques : l'excitation - la destruction.

1°) - L'excitation peut être mécanique, électrique, calorifique, unie ou bilatérale, simple ou combinée.

2°) - La destruction peut être chirurgicale, ou toxique, sélective, simple ou combinée.

Les animaux en expérience ont été des Poissons, des Grenouilles, des Pigeons, des Chiens, des Chats, des Lapins, des Cobayes, des Singes, des Souris.

I

- HISTORIQUE -

L'étude des rapports entre l'attitude et le comportement moteur chez les Vertébrés, c'est-à-dire l'étude statique et dynamique de la position du corps dans l'espace, a été entreprise par de nombreux auteurs dans le cadre de l'étude sur l'équilibre.

Ces auteurs ont surtout considéré ce problème comme dépendant principalement des canaux semi-circulaires, du cervelet, et du cortex, et ils ont attribué une place mineure à l'appareil oculaire.

Leur étude a été entreprise sous l'angle physiologique et anatomique.

Physiologiquement, ils ont étudié les réactions d'attitude et le comportement créés par l'excitation ou la destruction des

B) - Résultats :

Deux résultats sont obtenus, immédiats ou tardifs.

a) Après Excitation :

Les résultats immédiats sont caractérisés soit par des réactions compensatrices, soit par des réactions vagosympathiques.

1° - Les réactions pendant la durée de l'expérience -

Les réactions compensatrices siègent au niveau de la tête, du cou, des muscles oculo-moteurs et des membres. Il existe une déviation de la tête et du cou qui s'oppose au sens du déplacement sauf chez le Pigeon. Si l'expérience dure longtemps, il existe une réinversion de la déviation primitive.

Les réactions oculo-motrices sont de deux ordres :

- Un nystagmus, c'est-à-dire un tremblement rythmique des deux globes oculaires caractérisé par une secousse lente et une secousse rapide ;
- Une hétérophorie, c'est-à-dire une déviation d'un des axes antéro postérieurs des globes oculaires.

Le nystagmus est caractérisé par une réaction lente et en sens inverse de l'excitation en fonction du canal semi-circulaire excité.

L'hétérophorie est caractérisée par une déviation du globe oculaire, qui apparaît, pour MAXWELL, dans les excitations mécaniques à grande allure.

Il existe, associées en outre, des variations de l'attitude et du comportement qui consistent à marcher en sens inverse de la rotation dans le cas de l'excitation mécanique. (Mc MALLY)

A) - Technique d'exploration de la fonction vestibulaire :

Excitation :

L'épreuve rotatoire :

SCHURMAN utilise un plateau tournant à une vitesse constante de vingt tours en quinze secondes.

L'épreuve calorique :

consiste à injecter de l'eau à 37° dans le conduit auditif à raison de 30 cm³ en trente secondes. On peut remplacer l'eau par des injections de Kélene.

L'épreuve voltaïque :

pratiquée par ALEXANDER et KREIDL, consiste à faire passer un courant de différence de potentiel connue au niveau du conduit auditif.

Destruction :

La Labyrinthectomie (HALLPIKE)

Elle consiste à pratiquer :

- 1°) L'ouverture de la bulbe tympanique à la partie supérieure par voie retro auriculaire ;
- 2°) repérage de la fenêtre ronde ;
- 3°) réunion des fenêtres rondes et ovales chez le Chien, le Chat, le Cobaye - destruction de la cochlée chez la Souris ;
- 4°) destruction au stylet des canaux semi-circulaires horizontaux et verticaux ;
- 5°) désinfection aux antibiotiques ;
- 6°) fermeture de la brèche osseuse.

Enfin, il existe des réactions sympathiques surtout marquées sur les animaux se réveillant.

2° - A l'arrêt des excitations. -

Les réactions vont être différentes, d'autres phénomènes se surajoutent, les réactions compensatrices de la tête et du cou se font dans le sens de l'excitation et le nystagmus s'inverse.

3° - Après l'excitation .-

De nouvelles réactions apparaissent, qui sont dynamiques et statiques. Tous les phénomènes précédents s'exagèrent si l'on provoque un déplacement. (voir Fig. I - II - III)

b) Après Destruction :

Les résultats obtenus sont différents selon que l'on pratique une labyrinthectomie unilatérale ou bilatérale, totale ou partielle.

1° - Labyrinthectomie unilatérale.-

Les effets immédiats chez le Pigeon sont caractérisés par l'apparition, après un temps de latence, d'une hypotonie des muscles cervicaux du côté sain, associée à une hypotonie des membres du côté opposé ; en outre, il existe une rotation de la tête de 180° autour de l'axe antéro-postérieur du corps.

Chez le Lapin, il existe des réactions oculo-motrices, déviation des yeux en bas du côté opéré, en haut du côté sain, auxquelles s'ajoutent, du côté opéré, un nystagmus oculaire, une inclinaison et une rotation de la tête, une hypotonie des membres, une torsion du cou, du tronc, du bassin.

Mêmes résultats, mais de moindre importance chez le Chien et le Chat.

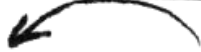
REACTIIONS CHEZ LA SOURIS APRES EXCITATION DES CANAUX SEMI-CIRCULAIRES



Incurvation de la colonne vertébrale

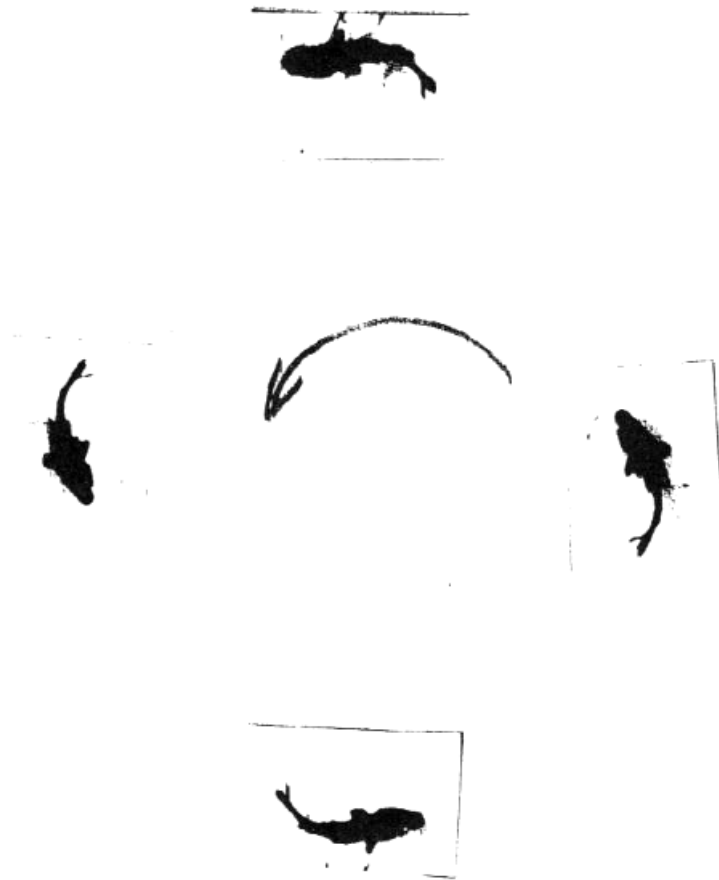


Elargissement du polygone de sustentation



Mouvement de manège

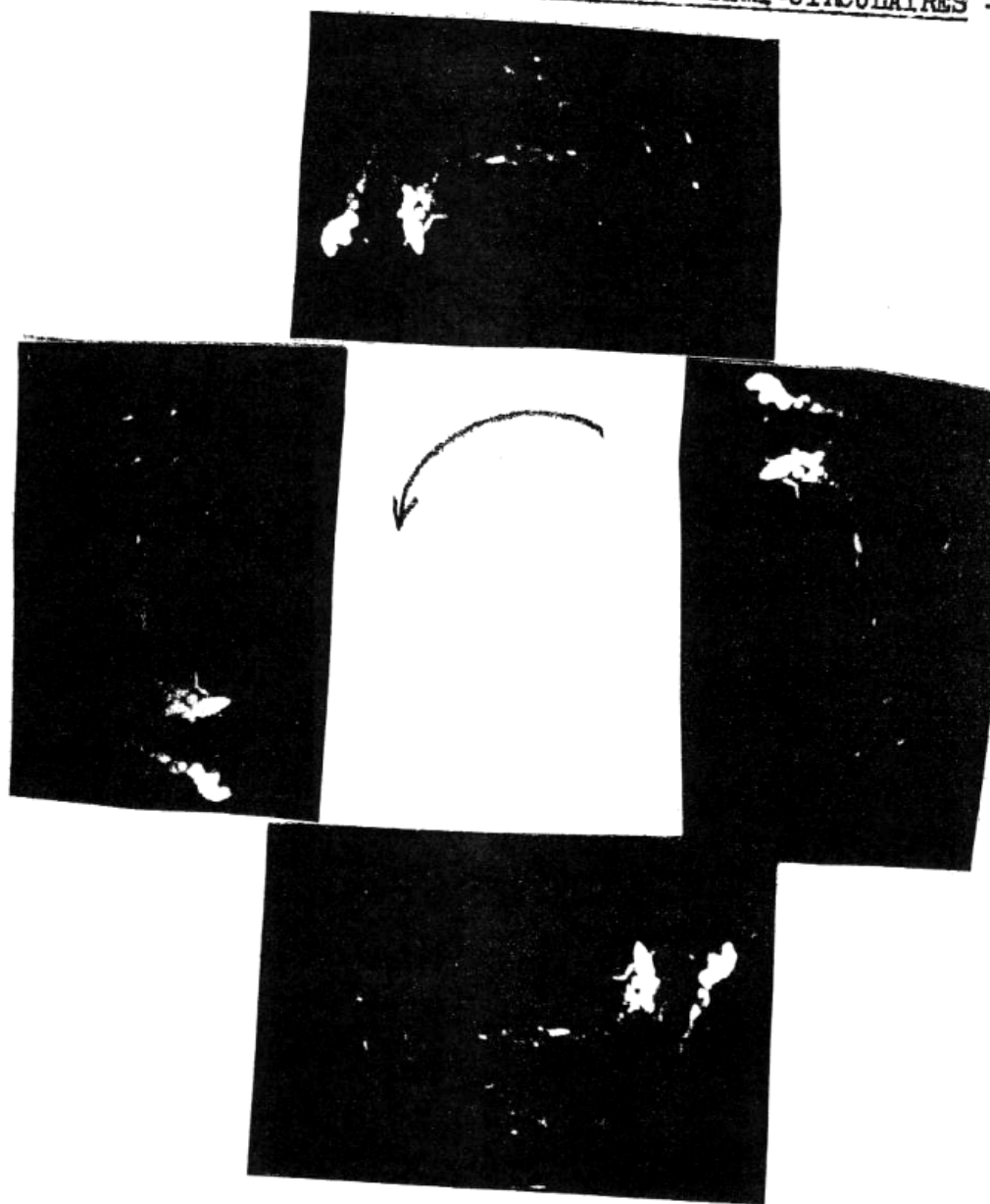
MOUVEMENTS CHEZ LE POISSON APRES EXCITATION DES CANAUX SEMI-CIRCULAIRES -



Mouvement de manège

(III)

REACTIONS CHEZ LE CHAT APRES EXCITATION DES CANAUX SEMI-CIRCULAIRES -



Mouvement de manège

Tous ces animaux présentent des mouvements de manège. (Fig. IV)

2°.- Labyrinthectomie bilatérale totale.-

Les effets immédiats sont caractérisés par des mouvements de culbutes. Les effets secondaires sont caractérisés chez le Pigeon et le Lapin, par un déficit tonique marqué par une asthénie : l'immobilité des animaux en expérience. - Une atonie ; la position des animaux en expérience est indifférente. - Une ataxie : la marche est associée à des culbutes.

Le Chien ne réagit pas de la même façon car il présente des phénomènes compensateurs.

Le Chat réagit par une atonie, une instabilité, des mouvements de manège. (Fig. V)

2°.- Labyrinthectomie bilatérale partielle.-

La destruction des canaux horizontaux provoque des oscillations de la tête de droite et de gauche du côté opéré le dernier ; la section des canaux symétriques provoque des oscillations de la tête dans le plan des canaux opérés. Les intoxications par cocaïnisation ou par injection de streptomycine ou de B.A.L. ou de sulfapyridine provoquent des réactions analogues.

c) Excitation et Destruction.-

Une excitation associée à une labyrinthectomie totale ne provoque aucune réaction. (Fig. VI - VII)

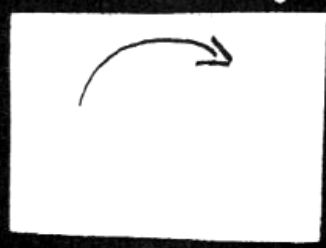
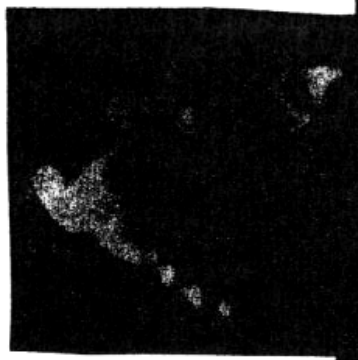
Après labyrinthectomie unilatérale, une excitation ne donne qu'une réponse du côté sain, analogue au résultat classique. Si on conserve l'appareil otolithique, les réactions compensatrices d'attitude persistent.

(IV)

RESULTATS CHEZ LE CHAT APRES DESTRUCTION UNILATERALE DES CANAUX
SEMI-CIRCULAIRES -



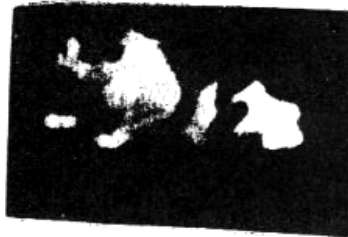
Inclinaison de la Tete



Mouvement de manège

(V)

RESULTATS CHEZ LE CHAT APRES DESTRUCTION BILATERALE DES CANAUX
SEMI-CIRCULAIRES -



Atonie



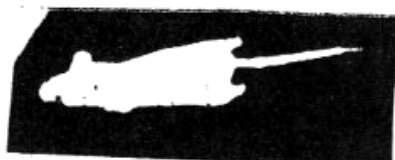
Mouvements sinueux

(VI)

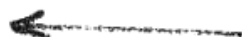
ULTATS CHEZ LA SOURIS DES EXCITATIONS APRES DESTRUCTION DES
AUX SEMI-CIRCULAIRES -



Colonne vertébrale droite



Marche normale



Déplacement en ligne droite

II - ETUDE DE L'EQUILIBRE EN RAPPORT AVEC LE CERVELET. -

Ce sont les mêmes auteurs auxquels il faut ajouter le nom de LUCIANI qui ont étudié cette question en utilisant le même protocole d'expérience : excitation et destruction, sur les mêmes animaux que précédemment.

A) Technique d'exploration de la fonction du cervelet. -

Excitation : La technique d'exploration consiste à pratiquer des excitations électriques, galvaniques ou voltaïques au niveau des différentes surfaces du cervelet.

Destruction : La technique consiste à pratiquer une trépanation au niveau de la fosse postérieure, puis à prélever des tranches minces du cervelet sur un animal normal. Mais cette technique peut s'appliquer aussi bien à un animal ayant subi une ablation des hémisphères (animal thalamique).

B) Résultats. -

a) Après Excitation :

Il existe une inhibition du tonus des extenseurs qui provoque une chute du côté excité. L'excitation du vermis chez le Singe provoque des mouvements conjugués de la tête et des yeux. Sur un animal thalamique, l'excitation de la partie antérieure des lobes latéraux donne une déviation du côté de l'excitation. L'excitation de la portion antérieure du vermis chez le Chat provoque une incurvation de sa colonne vertébrale et une inclinaison du côté de l'excitation.

b) Après Destruction :

Tous les résultats immédiats ou tardifs sont contenus dans

II - ETUDE DE L'EQUILIBRE EN RAPPORT AVEC LE CERVELET. -

Ce sont les mêmes auteurs auxquels il faut ajouter le nom de LUCIANNI qui ont étudié cette question en utilisant le même protocole d'expérience : excitation et destruction, sur les mêmes animaux que précédemment.

A) Technique d'exploration de la fonction du cervelet. -

Excitation : La technique d'exploration consiste à pratiquer des excitations électriques, galvaniques ou voltaïques au niveau des différentes surfaces du cervelet.

Destruction : La technique consiste à pratiquer une trépanation au niveau de la fosse postérieure, puis à prélever des tranches minces du cervelet sur un animal normal. Mais cette technique peut s'appliquer aussi bien à un animal ayant subi une ablation des hémisphères (animal thalamique).

B) Résultats. -

a) Après Excitation :

Il existe une inhibition du tonus des extenseurs qui provoque une chute du côté excité. L'excitation du vermis chez le Singe provoque des mouvements conjugués de la tête et des yeux. Sur un animal thalamique, l'excitation de la partie antérieure des lobes latéraux donne une déviation du côté de l'excitation. L'excitation de la portion antérieure du vermis chez le Chat provoque une incurvation de sa colonne vertébrale et une inclinaison du côté de l'excitation.

b) Après Destruction :

Tous les résultats immédiats ou tardifs sont contenus dans

cette célèbre page de FLOURENS qui écrit : "Cette mutilation opérée, l'animal voyait et entendait très bien. Il se tenait aussi debout, marchait volait mais d'une manière indécise et mal assurée. Je continuais mes retranchements, l'équilibre s'abattit presque entièrement, l'animal avait toutes les peines du monde à se tenir debout et encore n'y parvenait-il qu'en s'appuyant sur ses ailes et sa queue; lorsqu'il marchait ses pas chancelants et mal affermis lui donnaient tout à fait l'air d'un animal ivre. Les ailes étaient obligées de venir au secours de ses jambes et, malgré ce secours, il lui arrivait de tomber de rouler. Aux retranchements des dernières couches, toute espèce d'équilibre, c'est-à-dire une harmonie entre les efforts disparut. La marche, le vol, la station furent totalement anéantis. Mais ce que j'engage bien à remarquer : la abolition de mouvements et des tentatives réitérées pour les exécuter n'en persistaient pas moins toujours".

En résumé, les résultats immédiats sont caractérisés par un déséquilibre avec hypertonie des extenseurs commençant au niveau du cou. Les résultats tardifs se caractérisent par une décroissance des phénomènes précédents et leur compensation.

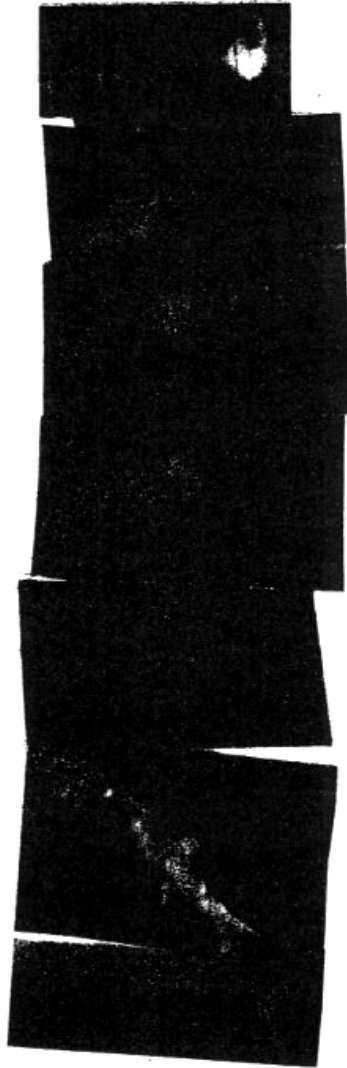
Pour obtenir des résultats plus nets, on a pratiqué des interventions analogues sur un animal privé de ses hémisphères cérébraux qui confirme les conclusions précédentes.

En pratiquant sur un animal une ablation systématique du cerellet, on obtient une hypertonie plus marquée du côté lésé. (Fig. II)

Les résultats tardifs sont caractérisés, chez le Chien, par ce que LUCIANNI appelle une ataxie cérébelleuse. Il existe une

(VIII)

RÉSULTATS CHEZ LE POISSON APRES DESTRUCTION TOTALE DU CERVELET -



Schema du déplacement

Déplacement en spirales

asthénie surtout marquée aux membres supérieurs - une atonie, diminution totale du tonus musculaire - une ataxie, irrégularité des contractions musculaires.

Les expériences pratiquées sur un support fixe produisent un déséquilibre alors que pratiquées sur un support mobile, il s'établit une compensation. L'évolution se fait vers la récupération totale. RADEMAKER, sur un Chien décervelé, constate une exagération du réflexe de soutien associée à une hyperextension et à un redressement de l'ensellure lombaire.

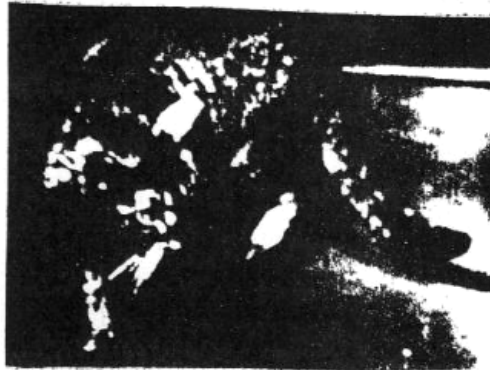
Les ablations partielles ont permis de localiser au niveau du vermis une réaction d'hypertonie des pattes antérieures et un redressement de l'ensellure lombaire. Les lésions d'un hémicervelet provoquent des mouvements de roulis du côté sain vers le côté lésé, de même les lésions des lobes latéraux provoquent une hypertonie du côté lésé. L'évolution se fait vers la retrocession avec persistance d'une dyssymétrie des mouvements.

III - ETUDE DE L'EQUILIBRE EN RAPPORT AVEC LE CORTEX. -

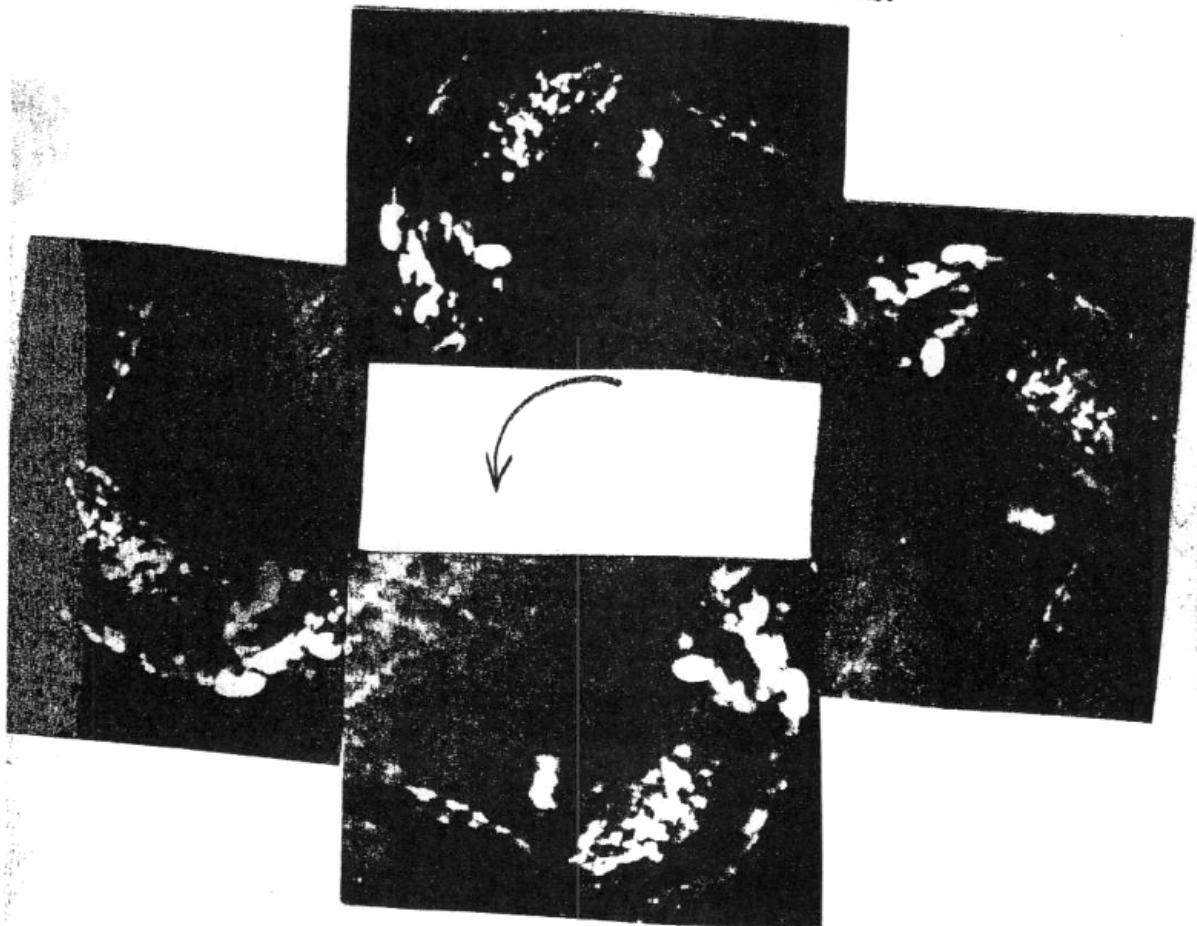
Les résultats des études entreprises ont montré que chez le Chat, l'ablation de la région pré-frontale produit des troubles moteurs déterminant des mouvements de manège. (fig. IX). Chez la souris, ce sont des troubles sympathiques qui prédominent, alors que les troubles moteurs sont inexistant. Chez le macaque, l'ablation de la région pré-frontale, aire 8 produit des mouvements de manège du côté de la lésion en même temps qu'il existe une déviation des globes oculaires du côté opposé.

L'étude des champs occipitaux montre que leur ablation provoque une paresie transitoire de la déviation conjuguée des yeux en même temps qu'une cécité.

RESULTATS CHEZ LE CHAT APRES DESTRUCTION CORTICALE UNILATERALE



Incurvation de la colonne vertebrale



Mouvement de manège

IV - ETUDE DE L'EQUILIBRE EN RAPPORT AVEC L'APPAREIL OCULAIRE -

Etudiée sur les Vertébrés par BAUDELLOT-FERRIER au XIX^e siècle, cette question a été reprise au XX^e siècle par BARON, CANELLA, COOPER, HOLST, SHERRINGTON, THIBAUT, VERRIER et VILTER.

Les expérimentateurs se sont attachés soit à l'étude de la portion de l'appareil oculaire retro-orbitaire en rapport avec l'équilibre, soit à l'étude de l'appareil oculaire intra-orbitaire en rapport avec l'équilibre.

La technique employée et les résultats obtenus ont été les suivants :

Voies retro-orbitaires -

L'excitation des lobes optiques détermine une réaction motrice plus marquée du côté excité, à laquelle s'ajoutent des mouvements de l'iris. D'autre part, l'ablation de la voûte des lobes optiques des Poissons ne détermine chez eux aucun désordre des mouvements, mais des blessures portant sur le plancher de l'un de ces lobes sont suivies continuellement de mouvements de roulis. Chez les Pinnaches, cette rotation autour de l'axe du corps a lieu en général 25 à 40 fois par minute, mais parfois on compte jusqu'à 100 et même 120 révolutions par minute. D'autres fois, ces mouvements alternent avec des mouvements de manège.

Voies intra-orbitaires -

Cette étude a porté sur l'étude de l'appareil visuel et sur celle de l'appareil moteur.

1) L'étude de l'appareil visuel comprend l'étude de la rétine et du nerf optique.

Elle a été faite chez les Poissons tout d'abord par CANELLA qui, en éborgnant ou en obscurcissant des cornées, obtenait un déséquilibre. Holst, a montré les rapports existant entre l'éclairement et l'équilibre; en plaçant un Poisson dans un aquarium suffisamment étroit, il constate que l'éclairement unilatéral d'un Grénilabre détermine une rotation d'autant plus grande que l'animal est plus rapproché, et il conclut que l'angle de rotation est proportionnel à l'intensité lumineuse. THIBAUT et VILTER montrent que, chez les Poissons, la lumière exerce par l'intermédiaire des cônes de la rétine, une action tonique qui se manifeste par une modification de l'attitude lorsque les deux yeux sont inégalement éclairés.

a) En limitant l'éclairement à l'un des yeux, ils ont constaté que l'angle de rotation était proportionnel au logarithme de l'intensité lumineuse et dépendant du champ rétinien éclairé. La rétine de la Carpe est plus sensible dans sa portion centrale que dans sa portion périphérique.

b) Placée entre deux sources lumineuses d'inégales intensités, la Carpe prend une position qui se confond avec la bissectrice de l'angle dont tourne l'animal, lorsqu'après avoir été éclairé d'un côté par l'une des sources, on le soumet du côté opposé à l'éclairement de l'autre source. Un tel comportement permettrait d'assimiler cette réaction à une tropotaxie, mais en réalité l'action de la lumière n'intervient pas dans l'orientation de l'animal mais seulement dans son attitude, au même titre que la pesanteur. Cette réaction d'équilibre sous l'action de la lumière doit donc être considérée comme une réaction réflexe d'attitude.

c) En utilisant cette réaction comme test, les auteurs ont établi la courbe de sensibilité chromatique de la rétine de la Carpe.

II) L'étude de l'appareil moteur comprend l'étude des muscles moteurs oculaires.

Elle a été entreprise par SHERRINGTON qui a montré les fonctions proprioceptives des muscles moteurs oculaires. COOPER a démontré électrophysiologiquement la présence de courant afférent provenant des différents nerfs moteurs oculaires en plaçant deux électrodes au niveau de ces différents nerfs et en élongeant les muscles : on enregistre alors un courant d'action de l'ordre de 150 à 350 impulsions à la seconde et d'un voltage de 15 mA.

* ANATOMIE -

L'étude anatomique macroscopique et microscopique entreprise par différents auteurs montre que le cervelet joue un rôle fondamental dans l'équilibre.

Ce rôle serait dû aux rapports existant entre le cervelet et les différents organes de l'équilibre. Ce système peut être schématisé de la manière suivante :

I - Le cervelet ou ses noyaux centraux reçoivent des fibres de différentes origines.

a) des fibres vestibulaires venant des canaux semi-circulaires par la voie du nerf auditif qui aboutit au noyau de BETCHEREW et DEITERS,

- b) des fibres visuelles provenant de la rétine par l'intermédiaire du nerf optique et des tubercules quadrijumeaux antérieurs,
- c) des fibres de la sensibilité musculaire provenant de la colonne de CLARKE, et des fibres de la sensibilité générale par la voie des cordons postérieurs (voie cérébelleuse ascendante).

2 - Du cervelet ou de ses noyaux partent des fibres se rendant à différents organes.

- a) des fibres aboutissant aux circonvolutions rolandiques du côté opposé (elles agissent sur les centres moteurs des pédoncules cérébelleux supérieurs),
- b) des fibres aboutissant au noyau de DEITERS qui, à son tour, est relié :
 - aux noyaux des oculo-moteurs commandant les muscles de l'œil,
 - aux cornes antérieures de la moelle (voie cérébelleuse descendante) d'où partent les fibres motrices aboutissant aux muscles,
 - à d'autres noyaux bulbaires, glosso-pharyngien (IX), pneumogastrique (X). (Fig.X)

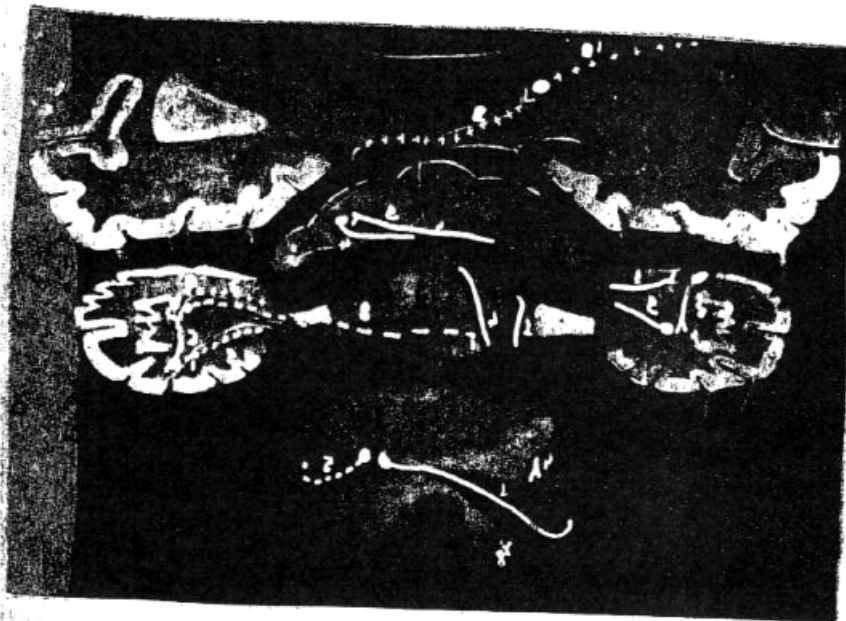
ous allons étudier chacun des éléments de ce système :

Voies Vestibulaires,

Voies Optiques,

Cervelet.

(X)

ANATOMIE

- 1 F de Flechsig
- 2 F cerebello-tectal
- 3 F tecto-rubrique
- 4 F rubro-spinal
- 5 F de Gowers
- 6 F cerebello-tectal
- 7 F tecto-vestibulaire
- 8 F vestibolo-spinal
- 9 F olivo Thalamique
- 10 F Thalamo cortical

- VOIES VESTIBULAIRES -

On leur attribue une seule fonction, celle de maintenir l'équilibre. Elles sont constituées par deux groupes de neurones :

- Les neurones périphériques ou ganglionnaires transmettent les excitations aux centres coordinateurs.
- Les neurones centraux réunissent les centres coordinateurs aux noyaux d'origine des nerfs moteurs crâniens et rachidiens.

I - Les neurones périphériques -

Ce sont des cellules bipolaires formant le ganglion de Scarpa placé dans le fond du conduit auditif interne; les prolongements périphériques s'étendent dans les régions du vestibule et des canaux semi circulaires (tache acoustique, crête acoustique).

Le prolongement central constitue le nerf vestibulaire qui, s'unissant au nerf cochléaire, donne le nerf auditif. Il pénètre dans le névraxe au niveau de l'extrémité latérale du sillon bulbo-protubérantiel.

Les fibres du nerf cochléaire se terminent dans le rhombencéphale (turbécules latéraux, noyaux antérieurs).

Les fibres du nerf vestibulaire se dirigent vers le plancher ventriculaire et se divisent en deux branches, l'une ascendante, l'autre descendante.

A) L'ascendante se rend au noyau de BETCHEREW - au noyau du toit du cervelet - à l'écorce cérébelleuse en donnant des collatérales au noyau de BETCHEREW.

B) Les branches descendantes se perdent dans les noyaux gris en rapport avec la zone vestibulaire du plancher du quatrième ventricule; ce sont, de dedans en dehors, le noyau dorsal interne et le noyau de DEITERS.

II - Les neurones centraux -

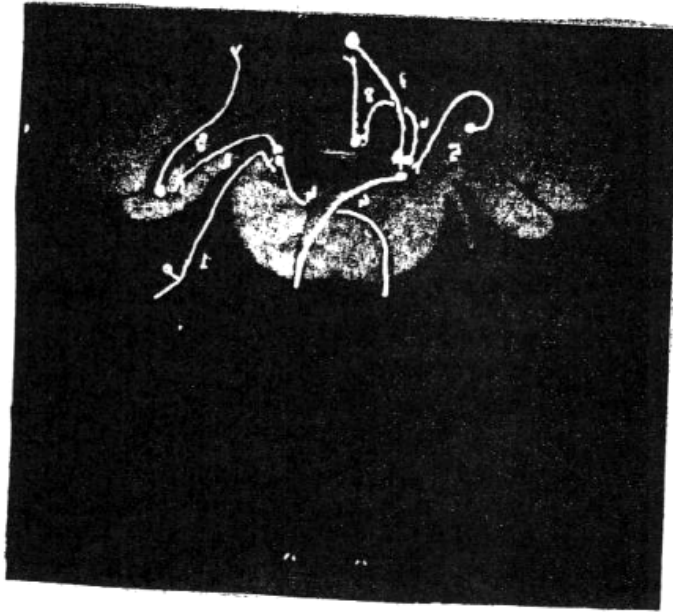
Parmi les fibres qui naissent des noyaux de terminaison du nerf vestibulaire, les unes vont au cervelet par le pédoncule cérébelleux inférieur, et terminent au noyau du toit.

Les autres se rendent au noyau d'origine des nerfs moteurs et forment plusieurs groupes :

A) Les unes descendantes, vestibulaires finales, émanées du noyau de DEITERS, pénètrent dans la substance réticulaire grise du bulbe, qu'elles traversent de haut en bas, en dedans du noyau ambigu; puis elles descendent dans la partie antérieure du cordon antérieur de la moelle, en dedans de l'extrémité antérieure du faisceau de GOWERS et en avant du segment antérieur du faisceau en croissant. Ces fibres du faisceau vestibulaire final se terminent dans les cornes antérieures de la moelle;

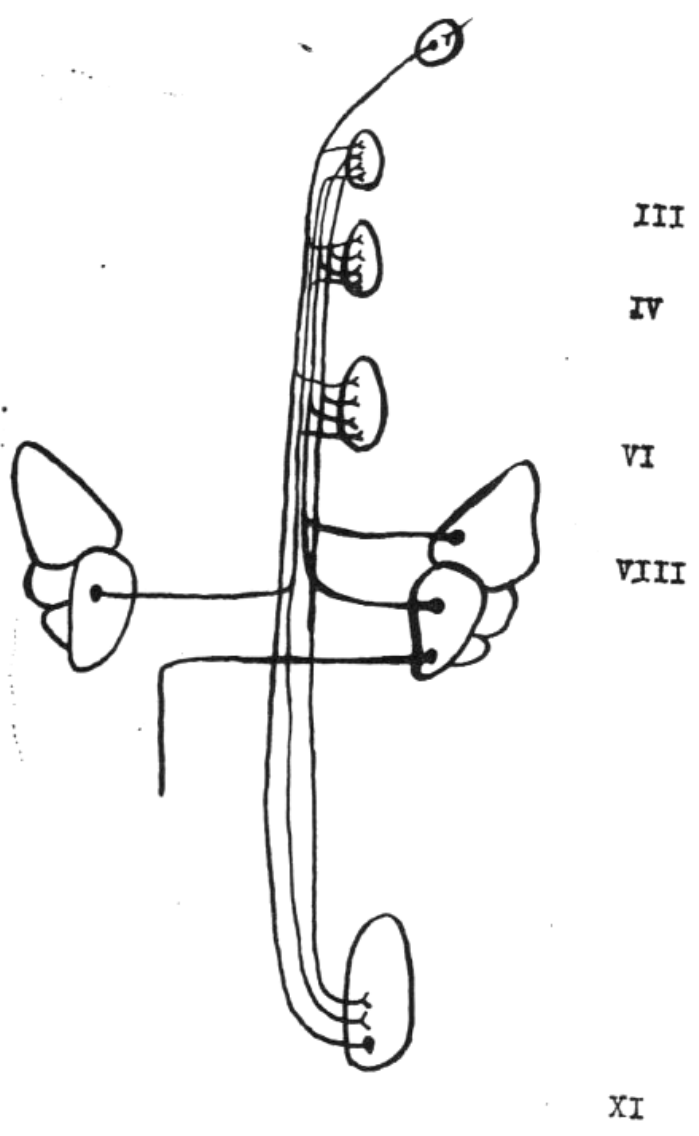
B) Les fibres ascendantes se mêlent aux fibres du faisceau longitudinal postérieur. Elles proviennent du noyau de BETCHEREW et s'étendent jusqu'aux muscles moteurs oculaires communs. Ces fibres sont associées à des fibres descendantes, elles sont toutes homolatérales. A ce système de fibres est associé un système de fibres ascendantes et descendantes controlatéral, allant soit au mésencéphale, soit au cordon antérieurs de la moelle. (Fig. XI)

(XI)

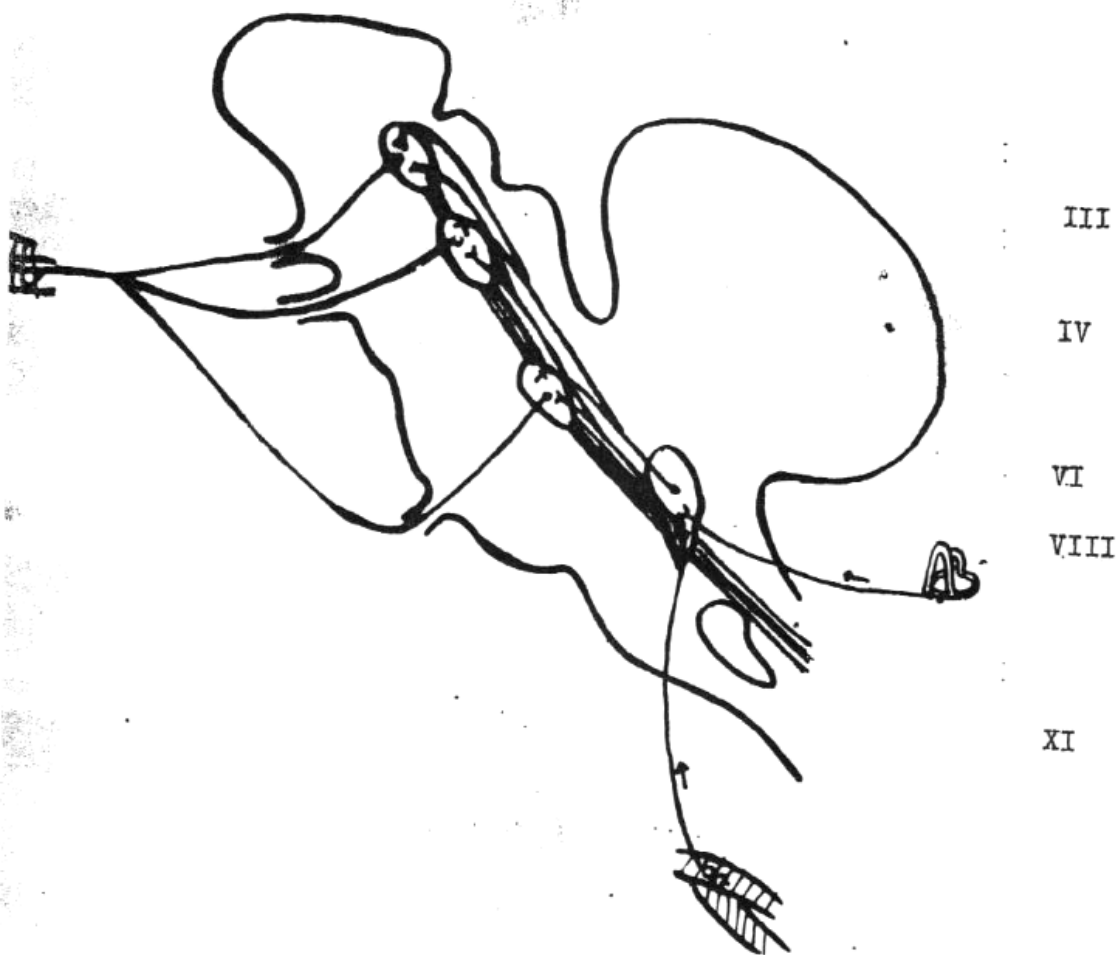
ANATOMIEVOIES VESTIBULAIRES

- 1 VIII
- 2 F vestibulo-Flocculus
- 3 F Flocculus-Olive
- 4 F vestibulo-Spinal
- 5 F Olivo-vestibulaire
- 6 F vestibulo-nodulaire
- 7 F tecto-vestibulaire
- 8 F Nodulo-tectal

RAPPORTS DES NOYAUX DU VIII avec ceux du III - du IV - du VI -
et du XI et LA BANDELETTE LONGITUDINALE



RAPPORTS DES NOYAUX du VIII avec ceux du III - du IV - du VI -
et du XI et la BANDELETTE LONGITUDINALE



VOIES OPTIQUES

Elles sont constituées par le globe oculaire, le nerf optique, le chiasma, les bandelettes optiques, le corps genouillé externe, le pulvinar, les tubercules quadrijumeaux antérieurs, les radiations optiques, le cuneus.

Histologiquement, elles sont constituées par trois échelons de neurones :

A) Les neurones bipolaires rétiniens qui mettent en rapport les cellules rétinienne, cônes et bâtonnets, avec les neurones ganglionnaires;

B) Les neurones ganglionnaires : nerf optique, chiasma, où le trajet des fibres nerveuses est soit direct, soit croisé; elles vont des neurones qui sont en synapse avec les neurones bipolaires aux tubercules quadrijumeaux antérieurs, au pulvinar, au corps genouillé externe. Partant de ces tubercules quadrijumeaux, après relai ou directement, des fibres descendent, entrant dans la constitution du faisceau longitudinal postérieur et aboutissent au noyau d'origine des nerfs moteurs bulbo-protubérantiels;

C) Les neurones diencéphalo-corticaux constituant les radiations optiques de GRATIOLET, dont les fibres se rendent dans la région péricalcarino.

- LE CERVELET -

Il est constitué par trois lobes : un lobe médian, le vermis et deux latéraux. Six pédoncules groupés par paires le mettent en rapport : par les pédoncules cérébelleux supérieurs avec les tubercules quadrijumeaux; par les pédoncules cérébelleux moyens avec la protubérance annulaire; par les pédoncules cérébelleux inférieurs avec le bulbe. Sa constitution interne renferme deux aires de substance grise et une de substance blanche. La substance grise est périphérique ou centrale; la substance grise centrale se subdivise en noyaux dentelés médians, externe et interne; il s'y ajoute les noyaux du toit. Entre ces deux aires de substance grise se trouve la substance blanche qui se subdivise en lames, en lamelles et en lobes.

La structure de l'écorce est constituée par :

- 1° - les cellules de PURKINE;
- 2° - la couche granuleuse interne;
- 3° - la couche granuleuse externe.

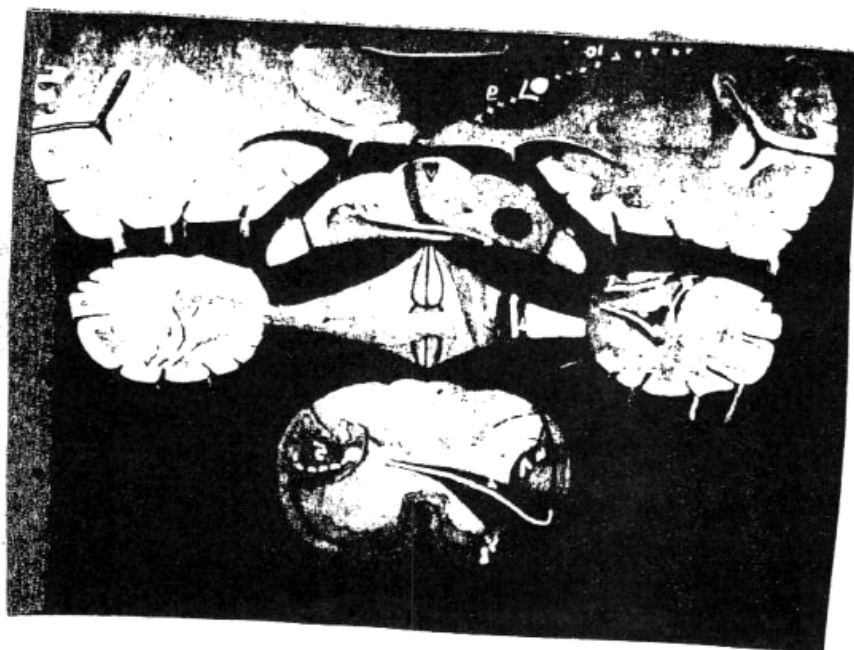
Les noyaux sont constitués par des fibres et des cellules. La substance blanche est constituée par les fibres cérébelleuses : fibres moussues et grimpantes, qui se subdivisent en fibres intrinsecques, comprenant : des fibres arciformes allant d'un même côté du cervelet; des fibres interhémisphériques joignant deux hémisphères, enfin des fibres cortico-nucléaires se rendant de l'écorce vers les noyaux centraux. Les fibres extrinsèques mettent en relation le cervelet avec le reste du névraxe; elles passent toutes par les pédoncules cérébelleux : les fibres passant par les pédoncules inférieurs se subdivisent en fibres ascendantes et fibres

descendantes, les ascendantes comprennent les fibres provenant des colonnes de CLARKE et forment deux faisceaux cérébelleux directs; les fibres venant des noyaux de GOLL et de BURDACH, homolatérales et hétérolatérales; enfin, des fibres provenant de l'olive bulbaire et formant le faisceau cérébelleux olivaire. Les fibres partant du noyau dentelé et du noyau du toit se rendent dans les noyaux de V, du VIII, du IX et du X : c'est le faisceau sensitivo-sensoriel cérébelleux.

Les fibres descendantes font communiquer le cervelet avec les cordons antéro-latéraux de la moelle. Le pédoncule cérébelleux moyen est constitué par des fibres descendantes et des fibres ascendantes; les fibres descendantes sont des fibres en anse ou inter-cérébelleuses, réunissant les deux moitiés du cervelet. Les fibres protubérantielles se terminent dans le noyau de la protubérance : elles sont homo ou controlatérales. Les fibres ascendantes prennent leur origine au niveau de la protubérance et des noyaux du pont.

Les pédoncules cérébelleux supérieurs sont constitués par des fibres provenant du noyau dentelé de l'écorce, des noyaux dentelés accessoires et du noyau du toit; ils se jettent dans le noyau rouge de la calotte. (Fig. XII)

(XII)

ANATOMIECERVELET

- 1 F de Flechsig
- 2 F cerebello tectal
- 3 F tecto-rubrique
- 4 F rubro-Spinal
- 5 F de Gowers
- 6 F cerebello-tectal
- 7 F tecto-vestibulaire
- 8 F vestibulo spinal
- 9 F olive Thalamique
- 10 F Thalamo cortical

CHAPITRE

II

ÉTUDE DES REACTIONS DE LA POSITION DES MUSCLES MOTEURS OCULAIRES
SUR L'ATTITUDE ET LE COMPORTEMENT MOTEUR

Nous avons voulu étudier les réactions existant entre la position de la musculature extrinsèque du globe oculaire, l'attitude et secondairement le comportement moteur des Vertébrés.

Cette étude a été entreprise sur des Poissons et des Souris.

Nous avons utilisé ces deux espèces animales car elles nous permettaient d'observer leurs attitudes dans différents plans de l'espace.

- Les poissons se déplacent à la fois dans les trois plans de l'espace,

- Les souris se déplacent à la fois dans deux plans de l'espace

En outre, chacune de ces espèces présente une particularité anatomique réglant la mobilité de leur colonne vertébrale, par

rapport au déplacement de la tête.

- Chez les poissons, les déplacements de la tête sont solidaires de ceux du cou,

- Chez les souris, les déplacements de la tête sont indépendants de ceux du cou.

- POISSONS -

Au cours d'expériences portant sur 300 sujets d'espèces différentes : Carassins (*Carassius auratus* L.), Gardons (*Gardonus attilus* L.), Perches (*Perca fluviatilis* L.), et Carpes (*Cyprinus carpio* L.), nous avons étudié les réactions des variations de la position de la musculature extrinsèque du globe oculaire sur l'attitude et le comportement moteur de ces Poissons.

Nous avons divisé la totalité des Poissons en trois fractions égales. Sur chacune d'elle, nous avons pratiqué une série d'expériences.

- Sur les Poissons de la première série, nous avons incliné l'axe bipupillaire sur l'horizontale d'un angle inférieur à 4° en sectionnant seulement les tendons scléraux des différents muscles moteurs oculaires. Cette section leur laisse encore une attache orbitaire antérieure, ce qui freine les tractions des autres muscles moteurs oculaires.
- Sur les Poissons de la seconde série, nous avons, suivant la même technique, incliné l'axe bipupillaire dans les différents plans de l'espace.
- Sur les Poissons de la troisième série, nous avons incliné

l'axe bipupillaire sur l'horizontale d'un angle supérieur à 4° on désinsérent l'insertion sclérale et orbitaire des différents muscles moteurs oculaires. Cette désinsertion antérieure les laisse libres dans l'orbite, ils ne freinent plus les tractions des autres muscles moteurs oculaires.

I - PREMIERE SERIE -

Nous avons séparé les Poissons de la première série en 2 lots :

- Le premier lot était composé de poissons normaux,
- Le second lot de poissons aveuglés.

Dans un premier temps, nous avons, sur tous les poissons évié les globes oculaires d'un angle inférieur à 4° , puis étudié leur comportement.

Dans un second temps, nous les avons tous énucléés.

La TECHNIQUE employée a été la suivante :

- 1) - Pour aveugler les poissons, nous avons sectionné le nerf optique à la serpette au ras du globe oculaire.
- 2) - Pour dévier les globes oculaires, nous avons fait une brèche conjonctivale au ciseau sur le bord externe du globe du poisson, nous avons chargé alternativement sur un crochet à strabisme les différents muscles de l'abduction de

l'oeil droit et avons sectionné les tendons du Grand Oblique, du Droit Externe, et du Petit Oblique, ce qui a immédiatement entraîné une déviation du globe oculaire en dedans et en avant.

- Nous avons répété la même intervention sur le groupe des muscles adducteurs de l'oeil gauche, sur lequel, après avoir fait une brèche conjonctivale sur le bord antéro externe du globe oculaire, nous avons sectionné les tendons du Droit Externe, ce qui a immédiatement entraîné une déviation du globe oculaire en dedans et en avant.

Les deux globes oculaires ont été déviés de manière à ce que l'axe bipupillaire ne fasse plus un angle droit avec l'axe sagittal du corps. Cet angle est inférieur à 4° . (Fig. XIII)

3) - Pour énucléer les Poissons, nous avons fait l'ablation du globe oculaire au ras du nerf optique après avoir désinséré les tendons scléroticaux des muscles moteurs oculaires.

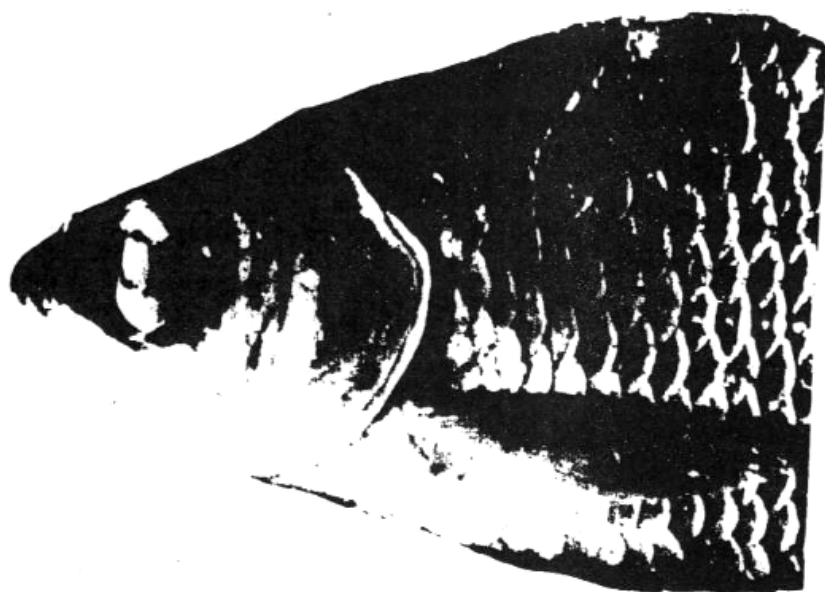
es RESULTATS obtenus immédiatement ont été les suivants :

I - Poissons Normaux - (Fig. XIV)

1°) Apparition d'une attitude caractérisée par une déviation de la colonne vertébrale qui est incurvée dans le sens de la déviation de l'axe bipupillaire, de telle sorte que l'axe sagittal du corps se trouve alors perpendiculaire à l'axe bipupillaire.

2°) Apparition d'un comportement moteur caractérisé par des mouvements de manège. Ces mouvements s'effectuent suivant un cercle de même rayon que celui de l'arc de cercle dont est incurvé le Poisson, à la cadence de 10 à 20 tours à la

XIII

- DEVIATION DE L'AXE BIPUPILLAIRE -

Deviation du globe oculaire vers le dedans
après section des tendons des abducteurs

minute. Ce phénomène est coupé de temps de repos pendant lesquels le Poisson reste immobile.

II - Poissons Aveuglés - (Fig. XV)

Les résultats ont été absolument identiques à ceux obtenus sur les Poissons normaux :

- 1°) Apparition d'une déviation de la colonne vertébrale.
- 2°) Apparition de mouvements de manège s'effectuant de la même façon.

La durée de ces phénomènes était illimitée, ils se répétaient identiques à eux-mêmes et ne disparaissaient pas.

III - Poissons Enucléés - (Fig. XVI)

Sur les deux lots, après énucléation, tous les phénomènes disparaissaient instantanément.

- 1°) L'attitude redevenait normale, l'incurvation de la colonne vertébrale disparaissait.
- 2°) Le comportement moteur changeait : tous les Poissons nageaient droit.

Attitude et le comportement moteur redevenaient normaux si l'énucléation était pratiquée de un jour à un mois après la déviation des globes oculaires. Par contre, si l'énucléation était pratiquée plus tard, les phénomènes ne disparaissaient pas.

Des expériences qui précèdent il résulte qu'une inclinaison de l'axe bipupillaire inférieure ou égale à 4° , provoque une attitude et un comportement particuliers :

- Les Poissons à vision normale se mettent à tourner,
 - Les Poissons aveuglés se mettent à tourner,
 - Les Poissons énucléés se déplacent en ligne droite.
-

XIV

COMPORTEMENT ET ATTITUDECHEZLE POISSONNORMALAVANT DEVIATION DES GLOBES OCULAIRES

déplacement en ligne droite

APRES DEVIATION DES GLOBES OCULAIRES

Incurvation

Rotation

XV

COMPORTEMENT ET ATTITUDE

CHEZ

LE POISSON AVEUGLE



AVANT DEVIATION DES GLOBES OCULAIRES

Déplacement en ligne droite



APRES DEVIATION DES GLOBES OCULAIRES

Incurvation

Rotation

XVI

COMPORTEMENT MOTEUR ET ATTITUDECHEZLE POISSONAPRES DEVIATION DES GLOBES OCULAIRES

Incurvation

Rotation

APRES ENUCLEATION CHEZ LE MEME POISSON

Redressement

Déplacement en ligne droite

- SECONDE SERIE -

La seconde série de 100 Poissons a été divisée en 5 lots :

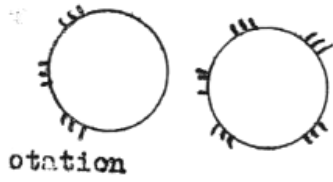
- Sur le premier lot, nous avons incliné l'axe bipupillaire autour de l'axe sagittal de la tête. (Fig.A)
 - Sur le second lot, nous avons incliné l'axe bipupillaire sur l'horizontale. (Fig.B)
 - Sur le troisième lot, nous avons avancé l'axe bipupillaire par rapport à l'axe vertical passant par l'intersection de l'ancien axe bipupillaire horizontale et de l'axe sagittal de la tête. (Fig.C)
 - Sur le quatrième lot, nous avons incliné l'axe bipupillaire sur l'horizontale en le déviant par rapport à son axe sagittal. (Fig.D)
 - Sur le cinquième lot, nous avons incliné sur l'horizontale l'axe bipupillaire en l'avançant. (Fig.E)
- Toutes ces déviations étaient d'une valeur inférieure à 4° (Fig. XVII)

TECHNIQUE employée a été la suivante :

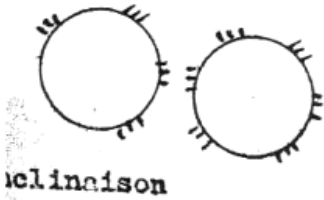
- Sur le premier lot, pour dévier les globes oculaires, nous avons fait une brèche conjonctivale, puis sectionné bilatéralement les tendons des adducteurs droits et le tendon d'un abducteur gauche : le Droit Externe.
- Sur le second lot, pour dévier les globes oculaires, nous avons fait une brèche conjonctivale puis sectionné unilatéralement le Droit Interne et le Petit Oblique, au niveau de leurs tendons.

XVII

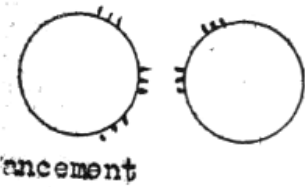
- DEVIATION DE L'AXE BIPUPILLAIRE -



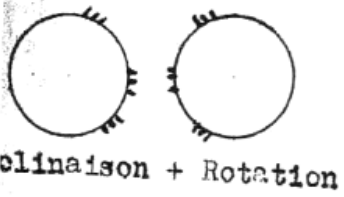
rotation



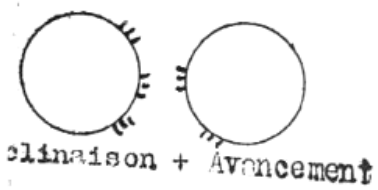
inclinaison



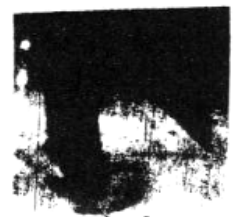
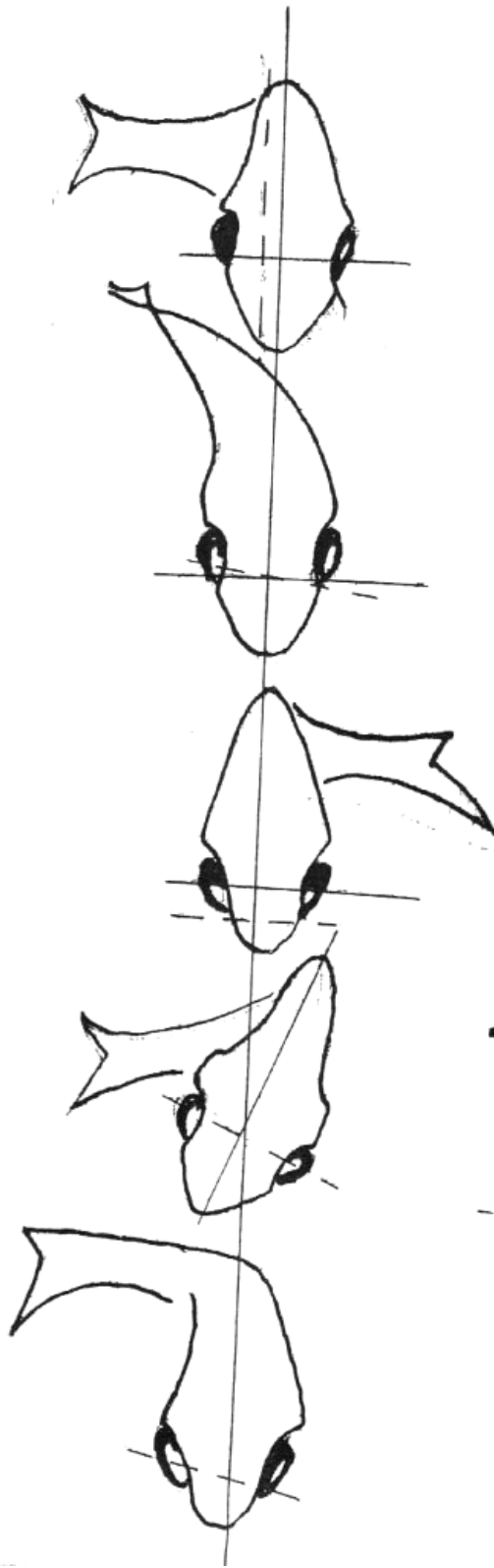
avancement



inclinaison + Rotation



inclinaison + Avancement



- 3) - Sur le troisième lot, pour dévier les globes oculaires, nous avons, après avoir fait une brèche conjonctivale, sectionné bilatéralement les tendons du Grand Oblique, du Droit Externe, du Petit Oblique Droit et du Grand Oblique, du Droit Externe et du Petit Oblique Gauches.
- 4) - Sur le quatrième lot, pour dévier les globes oculaires, nous avons, après avoir fait une brèche conjonctivale, sectionné le tendon du Grand Oblique, celui du Droit Externe et celui du Petit Oblique Droits, ainsi que ceux du Grand Oblique et du Droit Externe Gauches.
- 5) - Sur le cinquième lot, pour dévier les globes oculaires, nous avons, après avoir fait une brèche conjonctivale, sectionné les tendons du Grand Oblique, du Droit Externe et du Petit Oblique Droits ainsi que ceux du Droit Supérieur, du Grand Oblique, du Droit Externe et du Petit Oblique Gauches.

RESULTATS obtenus immédiatement ont été les suivants :

I - Premier lot - (Fig. XVIII A)

- 1° - Apparition d'une attitude caractérisée par une déviation de la colonne vertébrale qui est incurvée dans le sens de la déviation de l'axe bipupillaire, de telle sorte que l'axe sagittal de la tête se trouve alors perpendiculaire à l'ancien axe bipupillaire et l'axe sagittal du corps est perpendiculaire au nouveau.
- 2° - Apparition d'un comportement moteur caractérisé par des mouvements de manège. Ces mouvements s'effectuent suivant un cercle de même rayon que celui de l'arc de cercle dont

est incurvé le Poisson.

II - Second Lot - (Fig. XIX B)

- 1°) Apparition d'une attitude caractérisée par une incurvation et un gauchissement de la colonne vertébrale de manière à ce que l'axe sagittal de la tête soit perpendiculaire à l'ancien axe bipupillaire et l'axe sagittal du corps soit perpendiculaire au nouveau.
- 2°) Le comportement moteur est caractérisé par des mouvements sinusoïdaux de même rayon que l'incurvation de la colonne vertébrale associés à des mouvements d'élévation et d'abaissement.

III - Troisième lot - (Fig. XX C)

- 1°) Apparition d'une attitude caractérisée par une incurvation de la colonne vertébrale de manière à ce que l'axe sagittal de la tête soit perpendiculaire à l'ancien bipupillaire et l'axe sagittal du corps soit perpendiculaire au nouveau.
- 2°) Le comportement moteur est caractérisé par des mouvements sinusoïdaux sur un plan horizontal.

IV - Quatrième lot - (Fig. XXI D)

- 1°) Apparition d'une attitude caractérisée par une incurvation de la colonne vertébrale de manière à ce que l'axe sagittal de la tête soit perpendiculaire à l'ancien axe bipupillaire et l'axe sagittal du corps soit perpendiculaire au nouveau.
- 2°) Le comportement moteur est caractérisé par un déplacement en spirales.

V - Cinquième lot - (Fig. XXII E)

- 1°) Apparition d'une attitude caractérisée par une incurvation de la colonne vertébrale de manière à ce que l'axe sagittal de la tête soit perpendiculaire à l'ancien axe bipupillaire et l'axe sagittal du corps soit perpendiculaire au nouveau.
- 2°) Le comportement moteur est caractérisé par des mouvements de toupie.

La durée de tous ces phénomènes est illimitée. Ils continuent après l'aveuglement des animaux et ne cessent que lorsque l'on supprime la déviation de l'axe bipupillaire.

..

Des expériences qui précèdent, il résulte que des variations de déplacement de l'axe bipupillaire inférieure à 4° sur les différents axes horizontaux et verticaux provoquent des attitudes particulières.

- Les Poissons ayant une inclinaison de l'axe bipupillaire autour de l'axe sagittal de la tête effectuent des mouvements de manège.
- Les Poissons ayant une inclinaison de l'axe bipupillaire sur l'horizontale effectuent des mouvements sinusoidaux d'abaissement et d'élévation.
- Les Poissons ayant un avancement de leur axe bipupillaire effectuent des mouvements sinusoidaux sur un plan horizontal.
- Les Poissons ayant une inclinaison de leur axe bipupillaire sur l'horizontale associée à un déplacement autour de l'axe

sagittal, effectuent des déplacements en spirale.

- Les Poissons ayant eu un avancement de leur axe bipupillaire associé à une inclinaison sur l'horizontale effectuent des mouvements de toupie.

XVIII (A)

RESULTATS DE L'INCLINAISON DE L'AXE BIPUPILLAIRE SUR L'AXE
SAGITTAL DE LA TETE



Radiographie montrant l'incurvation
de la colonne vertebrale



Incurvation

Rotation

XIX (B)

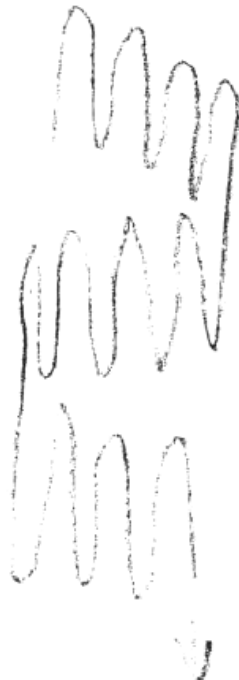
RESULTATS APRES INCLINAISON DE L'AXE BIPUPILLAIRE SUR

l'HORIZONTALE



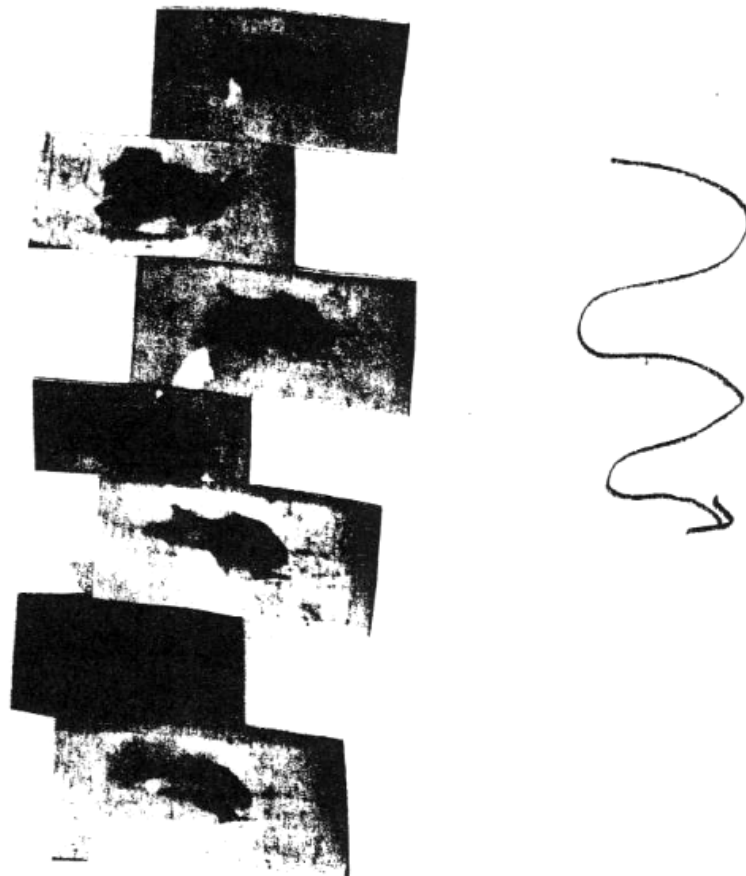
Schema du déplacement

Mouvement sinusoïdal + mouvement
d'abaissement et d'élevation



RESULTATS APRES AVANCEMENT DE L'AXE BIPUPILLAIRE PAR RAPPORT
A L'AXE VERTICAL et A L'AXE SAGITAL DE LA TETE

Schema du déplacement



Mouvement sinusoidal



XXI (D)

RESULTATS APRES INCLINAISON DE L'AXE BIPUPILLAIRE SUR L'HORIZONTALE
ET DEVIATION PAR RAPPORT A L'AXE SAGITAL DE LA TETE



Schema du déplacement



placement en spirale



XXII (E)

RESULTATS APRES INCLINAISON SUR L'HORIZONTALE DE L'AXE BIPUPILLAIRE

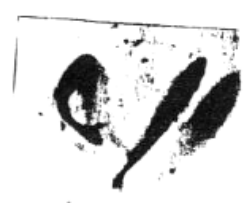
VERS L'AVANT



Schema du déplacement



Déplacement en toupie



- TROISIEME SERIE -

La troisième série de 100 Poissons a été divisée en 4 lots. Tous les Poissons ont eu leur axe bipupillaire dévié d'un angle supérieur à 4°.

- Le premier lot était constitué de Poissons dont l'axe bipupillaire était incliné par rapport à l'axe sagittal de la tête.
- Le second lot était composé de Poissons dont l'axe bipupillaire était incliné sur l'horizontale.
- Le troisième lot était constitué de Poissons dont l'axe bipupillaire était relevé.
- Le quatrième lot était constitué de Poissons dont l'axe bipupillaire était abaissé.

Dans un premier temps nous avons étudié l'attitude et le comportement de ces Poissons en vision normale.

Dans un second temps nous les avons aveuglés.

Dans un troisième temps nous les avons énucléés.

TECHNIQUE que nous avons employée a été la suivante :

- 1) - Pour incliner l'axe bipupillaire par rapport à l'axe sagittal de la tête, nous avons sectionné symétriquement les abducteurs droits et les adducteurs gauches.
- 2) - Pour incliner l'axe bipupillaire sur l'horizontale, nous avons sectionné les abaisseurs droits et les releveurs gauches.
- 3) - Pour relever l'axe bipupillaire nous avons sectionné les abaisseurs droits et les abaisseurs gauches.

4) - Pour abaisser l'axe bipupillaire, nous avons sectionné les releveurs droits et les releveurs gauches.

Tous ces muscles ont été sectionnés symétriquement et les déplacements de l'axe bipupillaire étaient toujours supérieurs à 4°.

5) - Pour aveugler les Poissons, nous avons sectionné le nerf optique à la serpette, au ras du globe oculaire.

6) - Pour énucléer, nous avons fait l'ablation du globe oculaire au ras du nerf optique après avoir désinséré les tendons scléroticaux des muscles moteurs oculaires.

Les RESULTATS obtenus dans tous les cas, furent identiques :

1°) - L'attitude des Poissons ne varie pas, leur colonne vertébrale reste rectiligne.

2°) - Leur comportement moteur ne varie pas, les Poissons se déplacent en ligne droite. (Fig. XXIII et XXIV)

..

Des expériences qui précèdent, il résulte qu'un déplacement de l'axe bipupillaire supérieur à 4° ne provoque pas l'apparition de troubles statiques et dynamiques particuliers.

XXIII

COMPORTEMENT MOTEUR ET ATTITUDE D'UN ANIMAL APRES INCLINAISON
DE L'AXE BIPUPILLAIRE SUR L'HORIZONTALE D'UN ANGLE SUPERIEUR a 4°



NORMAL

Déplacement en ligne droite



AVEUGLE

Déplacement en ligne droite



ENUCLÉE

Déplacement en ligne droite

XXIV

COMPORTEMENT MOTEUR ET ATTITUDE D'UN ANIMAL APRES INCLINAISON DE
L'AXE BIPUPILLAIRE SUR L'HORIZONTALE D'UN ANGLE SUPERIEUR A 4°



NORMAL

Déplacement en ligne droite



AVEUGLE

Déplacement en ligne droite



ENUCLÉE

Déplacement en ligne droite

- SCURIS -

Nous avons poursuivi nos expériences sur des Souris, afin de voir les relations existant entre la position des muscles moteurs oculaires, l'attitude et secondairement le comportement moteur sur des animaux se déplaçant dans deux plans de l'espace et présentant une articulation entre la tête et le cou.

Nous avons utilisé 400 Souris, que nous avons séparé en 4 lots sur lesquels nous avons pratiqué une série d'expériences.

- Dans la première série, nous avons étudié les résultats d'une déviation de l'axe bipupillaire inférieure à 4° sur l'attitude et le comportement.
- Dans la seconde série, nous avons étudié les résultats d'une déviation de l'axe bipupillaire supérieure à 4° .
- Dans la troisième série, nous avons étudié les relations existant entre les déviations des muscles moteurs oculaires et les déviations de la colonne vertébrale lorsque ces deux déviations sont effectuées en sens opposé, ou dans le même sens, lorsque la déviation de l'axe bipupillaire est inférieure à 4° .
- Dans la quatrième série, nous avons étudié les relations existant entre les déviations des muscles moteurs oculaires et les déviations de la colonne vertébrale lorsque ces deux déviations sont effectuées en sens opposé, ou dans le même sens, lorsque la déviation de l'axe bipupillaire est supérieure à 4° .

- PREMIERE SERIE -

La première série de 100 Souris a été séparée en 2 lots :

- Le premier lot était composé de Souris à vision normale,
- Le second lot était composé de Souris aveuglées.

Dans un premier temps, nous avons dévié l'axe bipupillaire d'un angle inférieur à 4° sur toutes les Souris.

Dans un second temps, nous les avons toutes énucléées.

La TECHNIQUE employée a été la suivante :

- 1) - Pour dévier l'axe bipupillaire, nous avons sectionné les tendons des abducteurs droits et le tendon du Droit Interne gauche, ce qui a dévié l'axe bipupillaire par rapport à l'axe sagittal de la tête. La valeur de cette déviation est inférieure à 4° .
- 2) - Pour énucléer les Souris, nous ^{avons} fait l'ablation du globe oculaire au ras du nerf optique après avoir désinséré les tendons scléroticaux des muscles moteurs oculaires.
- 3) - Pour les aveugler, nous leur avons sectionné le nerf optique à la serpette au ras du globe oculaire.

Les RESULTATS obtenus ont été les suivants :

I - Souris à vision normale - (Fig.XXV)

- 1^o) - L'attitude est caractérisée par une incurvation de la colonne vertébrale dans le sens de la déviation de l'axe bipupillaire.
- 2^o) - Le comportement moteur est caractérisé par des mouvements de manège de même rayon que celui de l'incurvation de la colonne vertébrale.

II - Souris Aveuglées - (XXV)

Les résultats ont été absolument identiques à ceux obtenus sur les Souris à vision normale :

- 1°) Apparition d'une déviation de la colonne vertébrale dans le sens de la déviation de l'axe bipupillaire.
- 2°) Apparition de mouvements de manège de même rayon que celui de la colonne vertébrale.

La durée de ces phénomènes était illimitée, et ne disparaissent que lorsque l'on corrige la déviation de l'axe bipupillaire.

III - Souris Enucléées - (Fig. XXV)

Tous les phénomènes disparaissent instantanément après énucléation :

- 1°) L'attitude redevient normale et est caractérisée par un redressement de la colonne vertébrale.
- 2°) Le comportement moteur redevient également normal. Il est caractérisé par un déplacement en ligne droite.

Des expériences qui précèdent, il résulte qu'une déviation de l'axe bipupillaire inférieure entraîne un comportement moteur et une attitude particulière :

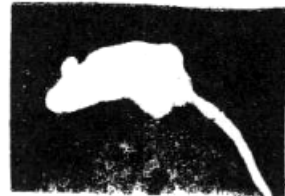
- Les Souris à vision normale ou aveuglées se mettent à tourner, après que leur colonne vertébrale se soit incurvée.
 - Les Souris énucléées, se déplacent en ligne droite.
-

COMPORTEMENT MOTEUR ET ATTITUDE
APRES DEVIATION DE L'AXE BIPUPILLAIRE D'UN ANGLE INFERIEUR A 4°



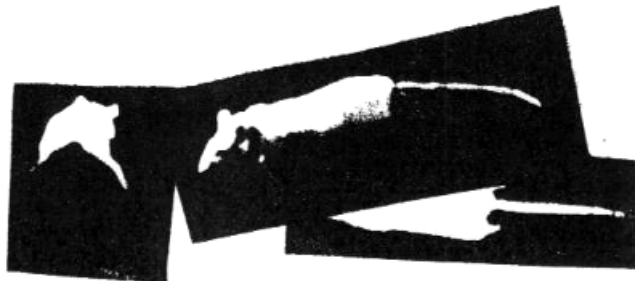
Observation de la colonne vertébrale et rotation

SOURIS NORMALE



Observation de la colonne vertébrale et rotation

SOURIS AVEUGLEE



Mouvement de la colonne vertébrale et déplacement en ligne droite

SOURIS ENUCLEE



- SECONDE SERIE -

- La seconde série de 100 Souris a été séparée en 2 lots :
- Le premier lot était composé de Souris à vision normale,
 - Le second lot, était composé de Souris aveuglées.

Dans un premier temps, nous avons dévié l'axe bipupillaire d'un angle supérieur à 4° sur toutes les Souris,

Dans un second temps, nous les avons toutes énucléées.

La TECHNIQUE employée a été la suivante :

- 1) - Pour dévier l'axe bipupillaire, nous avons sectionné les abducteurs droits et le Droit Interne gauche ce qui a dévié l'axe bipupillaire par rapport à l'axe sagittal de la tête. La valeur de cette déviation est supérieure à 4° .
- 2) - Pour les aveugler, nous leur avons sectionné le nerf optique à la serpette au ras du globe oculaire.
- 3) - Pour les énucléer, nous avons fait l'ablation du globe oculaire au ras du nerf optique après avoir désinséré les tendons scléroticaux des muscles moteurs oculaires.

Les RESULTATS obtenus ont été les suivants :

I - Souris à vision normale - (Fig.XXVI)

- 1^o) L'attitude est caractérisée par une colonne vertébrale rectiligne.
- 2^o) Le comportement moteur est caractérisé par un déplacement en ligne droite.

II - Souris Aveuglées - (Fig.XXVI)

Les résultats ont absolument identiques à ceux obtenus sur

les Souris à vision normale :

- 1°) L'attitude est caractérisée par une colonne vertébrale rectiligne.
- 2°) Le comportement moteur est caractérisé par un déplacement en ligne droite.

III - Souris énucléées - (Fig. XXVI)

Les résultats ont été absolument identiques à ceux obtenus sur les Souris à vision normale ou aveuglées :

- 1°) L'attitude est caractérisée par une colonne vertébrale rectiligne.
- 2°) Le comportement moteur est caractérisé par un déplacement en ligne droite.

Des expériences qui précèdent, il résulte qu'une déviation de l'axe bipupillaire supérieure à 4° provoque une attitude et un comportement moteur analogues à la normale.

COMPORTEMENT MOTEUR ET ATTITUDE DES SOURIS
APRES DEVIATION DES GLOBES OCULAIRES D'UN ANGLE
SUPERIEUR A 4°



SOURIS NORMALE

placement en ligne droite



SOURIS AVEUGLEE

placement en ligne droite



SOURIS ENUCLEE

placement en ligne droite

- TROISIEME SERIE -

La troisième série de 100 Souris a été séparée en 2 lots :

- Le premier lot était composé de Souris dont l'axe bipupillaire avait été dévié d'un angle inférieur à 4° en même temps que la colonne cervicale était déviée dans le même sens.
- Le second lot était composé de Souris dont l'axe bipupillaire avait été dévié d'un angle inférieur à 4° , en même temps que la colonne cervicale était déviée dans le sens opposé.

Nous avons étudié l'attitude et le comportement de ces Souris :

- 1° - Alors qu'elles avaient une vision normale,
- 2° - Après les avoir aveuglées,
- 3° - Après les avoir énucléées.

La TECHNIQUE employée a été la suivante :

- 1) - Pour dévier l'axe bipupillaire nous avons sectionné les tendons des abducteurs droits et le tendon du Droit Interne gauche, ce qui a dévié l'axe bipupillaire par rapport à l'axe sagittal de la tête. La valeur de cette déviation est inférieure à 4° .
- 2) - Pour dévier la colonne cervicale, nous avons fait une ténotomie unilatérale des muscles cervicaux. La ténotomie consiste à sectionner les muscles au ras de l'insertion de leurs tendons vertébraux, soit du côté de la déviation de l'axe bipupillaire, soit du côté opposé.
- 3) - Pour aveugler les Souris, nous avons sectionné le nerf

optique à la serpette au ras du globe oculaire.

- 4) - Pour les énucléer, nous avons fait l'ablation du globe oculaire au ras du nerf optique après avoir désinséré les tendons scléroticaux des muscles moteurs oculaires.

Les RESULTATS obtenus ont été les suivants :

I - Souris à vision normale -

- a) Souris dont les globes oculaires et la colonne cervicale ont été déviés en sens opposé : (Fig.XXVII)
- 1°) Attitude caractérisée par une colonne vertébrale rectiligne.
 - 2°) Comportement moteur caractérisé par un déplacement en ligne droite.
- b) Souris dont les globes oculaires et la colonne cervicale ont été déviés dans le même sens : (Fig.XXVIII)
- 1°) Attitude caractérisée par une incurvation de la colonne vertébrale dans le sens de la déviation de l'axe pupillaire.
 - 2°) Comportement moteur caractérisé par des mouvements de manège.

II - Souris Aveuglées -

Les résultats ont été absolument identiques à ceux obtenus sur les Souris à vision normale

- a) Souris dont les globes oculaires et la colonne cervicale ont été déviés en sens opposé :
- 1°) Attitude caractérisée par une colonne vertébrale rectiligne.

- 2°) Comportement moteur caractérisé par un déplacement en ligne droite.
- b) Souris dont les globes oculaires et la colonne cervicale ont été déviés dans le même sens :
- 1°) Attitude caractérisée par une incurvation de la colonne vertébrale dans le sens de la déviation de l'axe bipupillaire.
- 2°) Comportement moteur caractérisé par des mouvements de manège.

III - Souris Enucléées -

Les Souris des deux lots, après énucléation, présentent une attitude et un comportement identiques :

- 1°) Leur attitude est caractérisée par une incurvation de la colonne vertébrale dans le sens de la déviation de la colonne cervicale.
- 2°) Le comportement moteur est caractérisé par des mouvements de manège.

Dans les trois séries d'expériences, tous les résultats apparaissent immédiatement et leur durée est illimitée.

Des expériences qui précèdent, il résulte que dans le cas d'une déviation de l'axe bipupillaire inférieure à 4° associée à une déviation de la colonne cervicale, des attitudes et des comportements particuliers sont déclenchés.

Les résultats sont différents suivant l'association de ces

déviations :

- Lorsque ces déviations sont associées dans le même sens, les Souris présentent une incurvation de leur colonne vertébrale et se mettent à tourner.
- Lorsque ces déviations sont associées en sens opposé, la colonne vertébrale des Souris est rectiligne et elles se déplacent en ligne droite.

Après énucléation, ces résultats changent : toutes les Souris ont une incurvation de la colonne vertébrale dans le sens de la déviation de la colonne cervicale et elles tournent.

COMPORTEMENT MOTEUR ET ATTITUDE
APRES DEVIATION OPPOSEE DES GLOBES OCULAIRES ET DU COU
D'UN ANGLE INFERIEUR A 4°



SOURIS NORMALE
Déplacement en ligne droite



SOURIS AVEUGLEE
Déplacement en ligne droite



SOURIS ENUCLEE

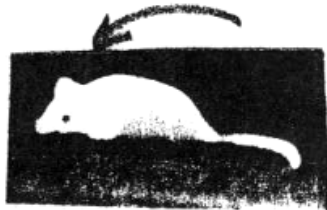
Rotation



COMPORTEMENT MOTEUR ET ATTITUDE
APRES DEVIATION CONJUGUEE DES GLOBES OCULAIRES ET DU COU
D'UN ANGLE INFERIEUR A 4°



Incurvation de la colonne vertébrale
Rotation
SOURIS NORMALE



Incurvation de la colonne vertébrale
Rotation
SOURIS AVEUGLEE



SOURIS ENUCLEE
Incurvation de la colonne vertébrale
Rotation



- QUATRIÈME SÉRIE -

La quatrième série de 100 Souris a été séparée en 2 lots :

- Le premier lot était composé de Souris dont l'axe bipupillaire avait été dévié d'un angle supérieur à 4° en même temps que la colonne cervicale était déviée dans le même sens.
- Le second lot était composé de Souris dont l'axe bipupillaire avait été dévié d'un angle supérieur à 4° , en même temps que la colonne cervicale était déviée dans le sens opposé.

Nous avons étudié l'attitude et le comportement de ces Souris :

- 1° - Alors qu'elles avaient une vision normale,
- 2° - Après les avoir aveuglées,
- 3° - Après les avoir énucléées.

La TECHNIQUE employée a été la suivante :

- 1) - Pour dévier l'axe bipupillaire nous avons sectionné les abducteurs droits et le Droit Interne gauche, ce qui a dévié l'axe bipupillaire par rapport à l'axe sagittal de la tête. La valeur de cette déviation est supérieure à 4° .
- 2) - Pour dévier la colonne cervicale, nous avons fait une ténotomie unilatérale des muscles cervicaux. La ténotomie consiste à sectionner les muscles au ras de l'insertion de leurs tendons vertébraux, soit du côté de la déviation de l'axe bipupillaire, soit du côté opposé.
- 3) - Pour aveugler les Souris, nous avons sectionné le nerf optique à la serpette, au ras du globe oculaire.

- 4) - Pour les énucléer, nous avons fait l'ablation du globe oculaire au ras du nerf optique après avoir désinséré les tendons scléroticaux des muscles moteurs oculaires.

Les RESULTATS obtenus ont été les suivants :

I - Souris à vision normale -

- a) Souris dont les globes oculaires et la colonne cervicale ont été déviés en sens opposé : (Fig. XXIX)
- 1°) L'attitude est caractérisée par une incurvation de la colonne vertébrale dans le sens de la déviation de la colonne cervicale.
- 2°) Comportement moteur caractérisé par des mouvements de manège.
- b) Souris dont les globes oculaires et la colonne cervicale ont été déviés dans le même sens : (Fig. XXX)
- 1°) Attitude caractérisée par une incurvation de la colonne vertébrale dans le sens de la déviation de la colonne cervicale.
- 2°) Comportement moteur caractérisé par des mouvements de manège.

II - Souris Aveuglées -

Les résultats ont été absolument identiques à ceux obtenus sur les Souris à vision normale.

- a) Souris dont les globes oculaires et la colonne cervicale ont été déviés en sens opposé :
- 1°) L'attitude est caractérisée par une incurvation de la colonne vertébrale dans le sens de la déviation de la colonne cervicale.

2°) Le comportement moteur est caractérisé par des mouvements de manège.

b) Souris dont les globes oculaires et la colonne cervicale ont été déviés dans le même sens :

1°) L'attitude est caractérisée par une incurvation de la colonne vertébrale dans le sens de la déviation de la colonne cervicale.

2°) Le comportement moteur est caractérisé par des mouvements de manège .

III - Souris Enucléées -

Les résultats ont été absolument identique à ceux obtenus sur les Souris à vision normale et sur celles qui avaient été aveuglées. Les Souris des deux lots, après énucléation, présentent une attitude et un comportement analogues.

1°) Leur attitude est caractérisée par une incurvation de la colonne vertébrale dans le sens de la déviation de la colonne cervicale.

2°) Leur comportement moteur est caractérisé par des mouvements de manège.

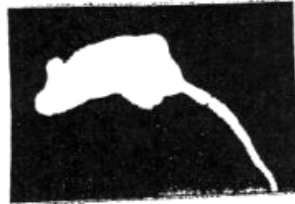
..

Des expériences qui précèdent, il résulte qu'une déviation l'axe bipupillaire supérieure à 4°, associée à une déviation la colonne cervicale, provoque des attitudes et un comportement particuliers caractérisés par une incurvation de la colonne vertébrale dans le sens de la déviation de la colonne cervicale.

COMPORTEMENT MOTEUR ET ATTITUDE

DES DEVIATIONS OPPOSEES DES GLOBES OCULAIRES ET DU COU

D'UN ANGLE SUPERIEUR A 4°.



Incurvation de la colonne vertébrale
Rotation



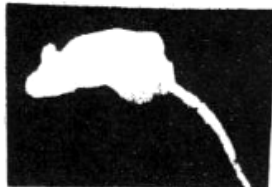
SOURIS A VISION NORMALE



Incurvation de la colonne vertébrale
Rotation

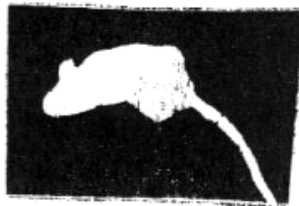


SOURIS AVEUGLEE



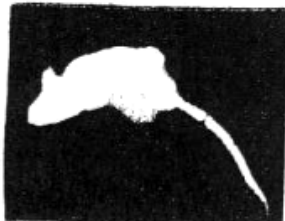
SOURIS ENUCLEE
Incurvation de la colonne vertébrale
Rotation

COMPORTEMENT MOTEUR ET ATTITUDE
DES DEVIATIONS CONJUGUEES DES GLOBES OCULAIRES ET DU COU
D'UN ANGLE SUPERIEUR A 4°



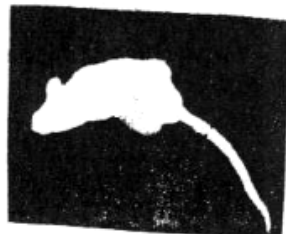
SOURIS A VISION NORMALE

Incurvation de la colonne vertébrale
Rotation



SOURIS AVEUGLEE

Incurvation de la colonne vertébrale
Rotation



SOURIS ENUCLEE

Incurvation de la colonne vertébrale
Rotation

- CONCLUSION -

Des expériences qui précèdent, nous pouvons conclure que :

- Une déviation des muscles moteurs oculaires inférieurs à 4° provoque une attitude particulière variable suivant la nature de la déviation.
 - Cette attitude entraîne un comportement moteur spécial.
 - Ces attitudes et ces comportements moteurs ne dépendent pas de la vision mais uniquement des muscles moteurs oculaires et des muscles paravertébraux.
 - Dans le cas d'une déviation des muscles moteurs oculaires supérieure à 4° l'attitude dépend de la position des muscles paravertébraux.
-

CHAPITRE

III

LES REACTIONS DE L'ATTITUDE SUR LA POSITION DES MUSCLES MOTEURS DU
GLOBE OCULAIRE ET LE COMPORTEMENT

Nous avons voulu étudier les réactions existant entre l'attitude, la position des muscles moteurs oculaires et le comportement moteur.

Cette étude a été entreprise sur des Poissons et des Souris. Après avoir déclenché une variation passagère d'attitude en irritant les canaux semi-circulaires, nous avons observé les réactions de la musculature extrinsèque du globe oculaire et du comportement, lorsque l'axe bipupillaire est mobile et lorsqu'il est fixe.

- POISSONS -

Nous avons utilisé 300 Poissons de la même espèce que précédemment et nous les avons séparés en 3 séries.

- PREMIERE SERIE -

Nous avons séparé les Poissons en 3 lots.

Le premier lot était composé de Poissons normaux.

Le second lot, de Poissons aveuglés.

Le troisième, de Poissons énucléés.

Tous ces Poissons ont eu une irritation mécanique de leurs yeux semi-circulaires.

TECHNIQUE employée a été la suivante :

- 1) - Pour aveugler les Poissons, nous avons sectionné le nerf optique à la serpette au ras du globe oculaire.
- 2) - Pour les énucléer, nous avons fait l'ablation du globe oculaire au ras du nerf optique après avoir désinséré les tendons scléroticaux des muscles moteurs oculaires.
- 3) - L'irritation des canaux semi-circulaires était pratiquée de la manière suivante : les Poissons étaient placés, la tête en bas à l'intérieur de tubes remplis d'eau dans une centrifugeuse tournant à 60 tours minute, pendant une minute. Après arrêt de la centrifugeuse, les Poissons étaient observés dans un cristalliseur.

Les RESULTATS obtenus furent les suivants :

I - Chez les Poissons Normaux - (Fig.XXXI)

L'irritation des canaux semi-circulaires provoquait :

- 1°) Un comportement moteur caractérisé par des mouvements de manière : l'animal décrit des cercles dont le centre est plus ou moins grand, à la cadence d'un cercle à la seconde.
- 2°) Une attitude particulière du corps caractérisée par :
 - Une incurvation de la colonne vertébrale. Cette incurva-

tion correspond à un arc de cercle de même rayon que le cercle parcouru par l'animal au cours de ses mouvements de manège.

Par une position des globes oculaires dirigés vers le centre de rotation. Le déplacement des globes oculaires s'effectuent de manière à ce que l'axe passant par les deux pupilles ne soit plus perpendiculaire à l'axe sagittal du corps, et soit parallèle au rayon du cercle parcouru par l'animal au cours de son déplacement.

Ce déplacement est dû à une contraction des muscles adducteurs du côté interne de l'incurvation de la colonne vertébrale de l'animal, et des abducteurs du côté externe.

I - Chez les Poissons Aveuglés - (Fig.XXXII)

L'irrigation des canaux semi-circulaires provoque un comportement moteur et une attitude analogues à ceux des Poissons normaux, caractérisée par :

- 1°) Des mouvements de manège,
- 2°) Une incurvation de la colonne vertébrale.

Un déplacement des globes oculaires.

Tous ces phénomènes étaient identiques à ceux précédemment écrits et dans les deux cas, leur durée était de l'ordre de 30 secondes à 2 minutes, pour disparaître sans laisser de traces.

II - Poissons Enuclés - (Fig.XXXIII)

L'irritation des canaux semi-circulaires sur des animaux où, à plus de la vision les muscles moteurs oculaires ont été supprimés, provoque une attitude et un comportement normaux.

- 1°) Attitude caractérisée par la suppression de l'incurvation de

la colonne vertébrale qui redevient rectiligne.

- 2°) Le comportement moteur est caractérisé par la suppression des mouvements de manège : Les Poissons se déplacent en ligne droite. (Fig. XXXIII)

.

. .

Des expériences qui précèdent, il résulte que l'attitude et le comportement des animaux, après irritation des canaux semi-circulaires, sont différents suivant que la musculature extrinsèque du globe oculaire existe ou est supprimée.

Lorsqu'elle existe les réactions des animaux sont analogues à la normale.

Lorsqu'elle est supprimée les réactions sont supprimées.

COMPORTEMENT ET ATTITUDE

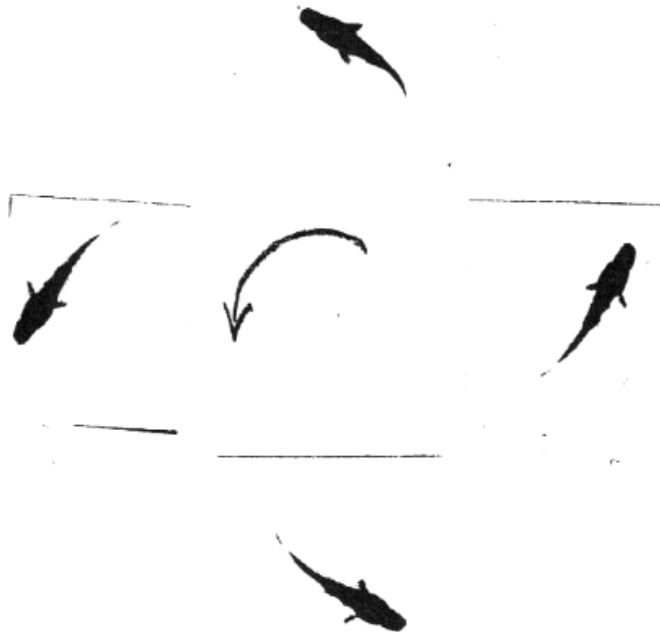
CHEZ

LE POISSON NORMAL



Déplacement en ligne droite

AVANT IRRITATION DES CANAUX SEMI-CIRCULAIRES



APRES IRRITATION DES CANAUX SEMI-CIRCULAIRES

Rotation

COMPORTEMENT ET ATTITUDE

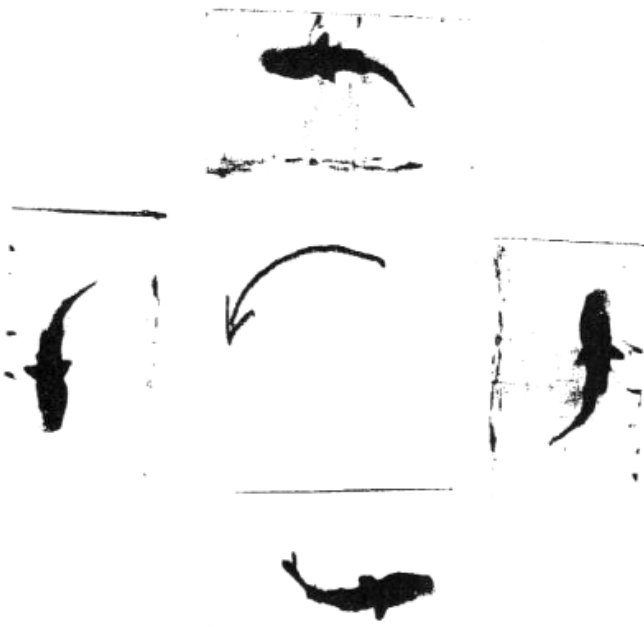
CHEZ

LE POISSON AVEUGLE



AVANT IRRITATION DES CANAUX SEMI-CIRCULAIRES

Déplacement en ligne droite



APRES IRRITATION DES CANAUX SEMI-CIRCULAIRES

Rotation

(XXXIII)

86

COMPORTEMENT MOTEUR ET ATTITUDE

CHEZ

LE POISSON ENUCLEE



AVANT IRRITATION DES CANAUX SEMI-CIRCULAIRES

Déplacement en ligne droite



APRES IRRITATION DES CANAUX SEMI-CIRCULAIRES

Déplacement en ligne droite

- SECONDE SERIE -

Les Poissons de cette seconde série ont été divisés en 2
lots :

Le premier lot était composé de Poissons à vision normale dont nous avons dévié les globes oculaires d'un angle inférieur à 4° . Le second lot était composé de Poissons que nous avons aveuglés après leur avoir dévié les globes oculaires d'un angle inférieur à 4° .

Dans un premier temps, nous avons irrité mécaniquement, du côté droit, puis du côté gauche, les canaux semi-circulaires des poissons de ces deux lots.

Dans un second temps, nous les avons tous énucléés, puis retiré leurs canaux semi-circulaires.

TECHNIQUE employée a été la suivante :

I) - Pour dévier les globes oculaires, nous avons fait une brèche conjonctivale au ciseau sur le bord postéro-externe du globe oculaire, nous avons chargé alternativement, sur un crochet à strabisme les tendons des différents muscles de l'abduction de l'oeil droit et avons sectionné les tendons du Grand Oblique, du Droit Externe et du Petit Oblique, ce qui a entraîné immédiatement une déviation du globe oculaire en dedans et en avant.

Nous avons répété la même intervention sur les muscles adducteurs de l'oeil gauche sur lequel, après avoir fait une brèche conjonctivale sur le bord antero-externe du globe

oculaire, nous avons sectionné les tendons du Droit Externe, ce qui a entraîné immédiatement une déviation du globe oculaire en dedans et en avant.

Les deux globes oculaires ont été déviés de manière à ce que l'axe bipupillaire ne fasse plus un angle droit avec l'axe sagittal du corps.

- 2) - Pour aveugler les Poissons, nous avons sectionné le nerf optique à la serpette au ras du globe oculaire.
- 3) - Pour irriter les canaux semi-circulaires, nous avons placé les Poissons, la tête en bas, à l'intérieur d'un tube rempli d'eau dans une centrifugeuse tournant à 60 tours minute pendant une minute. Après arrêt de la centrifugeuse, les Poissons étaient observés dans un cristalliseur.
- 4) - Pour énucléer les Poissons, nous avons fait l'ablation du globe oculaire au ras du nerf optique, après avoir désinséré les tendons scléroticaux des muscles moteurs oculaires.

Les RESULTATS obtenus immédiatement ont été les suivants :

I - Poissons à vision normale dont les globes oculaires ont été déviés d'un angle inférieur à 4° - (Fig. XXXIV)

- 1^o) L'attitude est caractérisée par une incurvation de la colonne vertébrale dans le sens de la déviation des globes oculaires, quel que soit le côté de l'irritation des canaux semi-circulaires.
- 2^o) Le comportement moteur est caractérisé par des mouvements de manège dans le sens de la déviation des globes oculaires

quel que soit le côté de l'irritation des canaux semi-circulaires.

II - Poissons aveuglés dont les globes oculaires ont été déviés d'un angle inférieur à 4° -

Les résultats sont absolument identiques à ceux obtenus sur les Poissons à vision normale dont les globes oculaires ont été déviés.

- 1°) L'attitude est caractérisée par une incurvation de la colonne vertébrale dans le sens de la déviation des globes oculaires quel que soit le côté de l'irritation des canaux semi-circulaires.
- 2°) Le comportement moteur est caractérisé par des mouvements de manège dans le sens de la déviation des globes oculaires quel que soit le côté de l'irritation des canaux semi-circulaires.

III - Poissons Énucléés -

Sur les deux lots de Poissons, à vision normale et de Poissons aveuglés, après énucléation, tous ces phénomènes disparaissent instantanément.

- 1°) L'incurvation de la colonne vertébrale disparaît.
- 2°) Les mouvements de manège cessent et les Poissons se déplacent en ligne droite.

Des expériences qui précèdent, il résulte que l'irritation des canaux semi-circulaires sur des Poissons ayant une déviation de leur axe bipupillaire inférieure à 4°, provoque une réaction parti-

culière ;

- Les Poissons à vision normale, à globes oculaires déviés, sont incurvés et se déplacent dans le sens de la déviation des globes oculaires, quel que soit le côté de l'irritation des canaux semi-circulaires.
 - Les Poissons aveuglés présentent le même comportement.
 - Les Poissons énucléés se déplacent en ligne droite.
-

COMPORTEMENT ET ATTITUDE

APRES IRRITATION DES CANAUX DEMI-CIRCULAIRES DROITS ET DEVIATION

DES GLOBES OCULAIRES D'UN ANGLE INFERIEUR A 4°



NORMAL
Incurvation

Rotation



AVEUGLE
Incurvation

Rotation



ENUCLEE
Redressement

Déplacement en ligne droite

COMPORTEMENT ET ATTITUDE
APRES IRRITATION DES CANAUX SEMI-CIRCULAIRES GAUCHES ET DEVIATION
DES GLOBES OCULAIRES D'UN ANGLE INFERIEUR A 4°



NORMAL
Incurvation
Rotation



AVEUGLE
Incurvation
Rotation



ENUCLEE
Redressement
Déplacement en ligne droite

- TROISIEME SERIE -

Les Poissons de cette troisième série ont été divisés en 2 lots.

- Le premier lot était composé de Poissons à vision normale dont nous avons dévié les globes oculaires d'un angle supérieur à 4° .
- Le second lot était composé de Poissons que nous avons aveuglés, après leur avoir dévié les globes oculaires d'un angle supérieur à 4° .

Dans un premier temps nous avons irrité mécaniquement du côté droit, puis du côté gauche, les canaux semi-circulaires des Poissons de ces deux lots.

Dans un second temps, nous les avons tous énucléés, puis irrité leurs canaux semi-circulaires.

La TECHNIQUE employée a été la suivante :

- 1) - Pour dévier les globes oculaires, nous avons fait une brèche conjonctivale au ciseau sur le bord postero-externe du globe oculaire, nous avons chargé alternativement sur un crochet à strabisme les muscles de l'abduction de l'oeil droit et nous avons sectionné le Grand Oblique, le Droit Externe, le Petit Oblique, ce qui a entraîné immédiatement une déviation du globe oculaire en dedans et en avant. Nous avons répété la même intervention sur les muscles abducteurs de l'oeil gauche, où, après avoir fait une brèche conjonctivale sur le bord antero-externe du globe oculaire,

nous avons sectionné le Droit Externe, ce qui a entraîné immédiatement une déviation du globe oculaire en dedans et en avant.

Les deux globes oculaires ont été déviés de manière à ce que l'axe bipupillaire ne fasse plus un angle droit avec l'axe sagittal du corps.

- 2) - Pour aveugler les Poissons, nous avons sectionné le nerf optique à la serpette au ras du globe oculaire.
- 3) - Pour irriter les canaux semi-circulaires, nous avons placé les Poissons, la tête en bas, à l'intérieur d'un tube rempli d'eau dans une centrifugeuse tournant à 60 tours minute, pendant une minute. Après arrêt de la centrifugeuse les Poissons étaient observés dans un cristallisoir.
- 4) - Pour les énucléer, nous avons fait l'ablation du globe oculaire au ras du nerf optique, après avoir désinséré les tendons scléroticaux des muscles moteurs oculaires.

Les RESULTATS obtenus immédiatement ont été les suivants :

I - Poissons à vision normale dont les globes oculaires ont été déviés d'un angle supérieur à 4° - (Fig. XXXV)

- 1^o) L'attitude est caractérisée par une incurvation de la colonne vertébrale du côté de l'irritation des canaux semi-circulaires quel que soit le côté dont a été dévié l'axe bipupillaire.
- 2) Le comportement moteur est caractérisé par des mouvements de manège du côté de l'irritation des canaux semi-circulaires quel que soit le sens de la déviation des globes oculaires.

II - Poissons aveuglés dont les globes oculaires ont été déviés d'un angle supérieur à 4° -

Les résultats sont absolument identiques à ceux obtenus sur les Poissons à vision normale dont les globes oculaires ont été déviés.

- 1°) L'attitude est caractérisée par une incurvation de la colonne vertébrale du côté de l'irritation des canaux semi-circulaires, quel que soit le côté dont a été dévié l'axe bipupillaire.
- 2°) Le comportement moteur est caractérisé par des mouvements de manège du côté de l'irritation des canaux semi-circulaires, quel que soit le sens de la déviation des globes oculaires.

III - Poissons Enucléés -

Sur les deux lots de Poissons, après énucléation, les phénomènes précédemment décrits disparaissent instantanément.

- 1°) L'incurvation de la colonne vertébrale disparaît.
- 2°) Les mouvements de manège cessent, et les Poissons se déplacent en ligne droite.

Des expériences qui précèdent, il résulte que l'irritation des canaux semi-circulaires sur des Poissons ayant une déviation de leur axe bipupillaire supérieure à 4°, provoque des réactions analogues à la normale. Ces réactions disparaissent après énucléation.

COMPORTEMENT ET ATTITUDE

PREs IRRITATION DES CANAUX SEMI-CIRCULAIRES DROITS ET DEVIATION
DES GLOBES OCULAIRES D'UN ANGLE SUPERIEUR A 4°



NORMAL
Incurvation
Rotation



AVEUGLE
Incurvation
Rotation



ENUCLEE
Redressement
Déplacement en ligne droite

COMPORTEMENT ET ATTITUDE
APRES IRRITATION DES CANAUX SEMI-CIRCULAIRES GAUCHES ET DEVIATION
DES GLOBES OCULAIRES D'UN ANGLE SUPERIEUR A 4°



NORMAL
Incurvation
Rotation



AVEUGLE
Incurvation
Rotation



ENUCLEE
Redressement

- SOURIS -

Nous avons pratiqué nos expériences sur 500 Souris, que nous avons divisé en 3 séries.

- Dans la première série, nous avons étudié l'influence des réactions de l'attitude après irritation des canaux semi-circulaires sur la position des muscles moteurs oculaires des Souris, et leur comportement lorsqu'elles ont une vision normale, lorsqu'elles sont aveuglées, lorsqu'elles sont énucléées.
- Dans la seconde série, nous avons étudié l'influence de ces mêmes réactions lorsque les globes oculaires et le cou sont déviés dans le même sens ou en sens opposé, alors que les muscles moteurs oculaires sont déviés d'un angle inférieur à 4° .
- Dans la troisième série, nous avons étudié l'influence de ces mêmes réactions lorsqu'à les globes oculaires et le cou sont déviés dans le même sens ou en sens opposé, alors que les muscles moteurs oculaires sont déviés d'un angle supérieur à 4° .

Ces deux dernières séries d'expériences ont été entreprises après que nous ayons vu que l'attitude et le comportement des Souris, après l'irritation des canaux semi-circulaires, était analogues à ceux des Poissons lorsque leur axe bipupillaire était dévié d'un angle supérieur ou inférieur à 4° .

- PREMIERE SERIE -

- Nous avons séparé les Souris de la première série en 3 lots.
- Le premier lot était composé de Souris normales,
 - Le second lot, de Souris aveuglées,
 - Le troisième lot, de Souris énucléées.

Les trois lots de Souris furent soumis à une irritation des canaux semi-circulaires, de la manière suivante :

Les Souris furent placées sur une table tournante faisant 60 tours minute pendant une durée de 30 secondes. Elles étaient fixées par une sangle à la périphérie de la table, le corps parallèle au rayon de celle-ci, la tête vers l'intérieur. Après arrêt de la rotation, les sangles étaient enlevées et les Souris étaient observées sur la table.

Les RESULTATS obtenus furent les suivants : (Fig.XXXVI)

I - Chez les Souris Normales - l'irritation des canaux semi-circulaires provoque :

- 1°) Un comportement moteur caractérisé par des mouvements de manège : l'animal décrit des cercles dont le centre est plus ou moins grand, à la cadence d'un cercle à la seconde.
- 2°) Une attitude particulière du corps caractérisée par :
 - Une incurvation de la colonne vertébrale. Cette incurvation correspond à un arc de cercle de même rayon que le cercle parcouru par l'animal au cours de ses mouvements de manège.
 - Une position des globes oculaires dirigés vers le centre de rotation. Le déplacement des globes oculaires s'effec-

tuent de manière à ce que l'axe passant par les deux pupilles ne soit plus perpendiculaire à l'axe sagittal du corps et soit parallèle au rayon du cercle parcouru par l'animal au cours de son déplacement.

Ce déplacement est dû à une contraction des muscles adducteurs du côté interne de l'incurvation de la colonne vertébrale de l'animal, et des abducteurs du côté externe.

II - Chez les Souris Aveuglées - l'irritation des canaux semi-circulaires provoque un comportement moteur et une attitude identiques à ceux des Souris normales, caractérisés par des mouvements de manège, une incurvation de la colonne vertébrale et un déplacement des globes oculaires similaires à ceux précédemment décrits.

Dans les deux cas, la durée de ces phénomènes était de l'ordre de 30 secondes à 2 minutes pour disparaître sans laisser de trace.

III - Chez les Souris Enucléées - l'irritation des canaux semi-circulaires sur des animaux, où, en plus de la vision, les muscles moteurs oculaires ont été supprimés, provoque un comportement différent. Il n'existe plus de mouvements de manège ni d'incurvation de la colonne vertébrale qui reste normale.

- 1°) Déplacement en ligne droite.
- 2°) Colonne vertébrale rectiligne.



COMPORTEMENT ET ATTITUDE
AVANT IRRITATION DES CANAUX SEMI-CIRCULAIRES



←
SOURIS NORMALE
Déplacement en ligne droite



←
SOURIS AVEUGLEE
Déplacement en ligne droite



←
SOURIS ENUCLEE

REPRODUCTION
INTERDITE

COMPORTEMENT ET ATTITUDE
APRES IRRITATION DES CANAUX SEMI-CIRCULAIRES



SOURIS NORMALE
~~Déplacement en ligne droite~~
Incurvation Rotation



SOURIS AVEUGLEE
~~Déplacement en ligne droite~~
Incurvation Rotation



SOURIS ENUCLEE
Déplacement en ligne droite



Des expériences qui précèdent, il résulte que l'attitude et le comportement des animaux après l'irritation des canaux semi-circulaires, sont différents selon l'existence ou la suppression de la musculature extrinsèque du globe oculaire.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

- SECONDE SERIE -

La seconde série de 100 Souris a été divisée en 2 lots :

- Le premier lot était composé de Souris à vision normale dont nous avons dévié, en sens opposé, les globes oculaires et la colonne cervicale. Les globes oculaires sont déviés d'un angle inférieur à 4° .
- Le second lot était composé de Souris à vision normale dont nous avons dévié, du même côté, les globes oculaires et la colonne cervicale. Les globes oculaires sont déviés d'un angle inférieur à 4° .

Dans un premier temps, nous avons irrité mécaniquement, du côté droit, puis du côté gauche, les canaux semi-circulaires des Souris de ces deux lots.

Dans un second temps, nous les avons toutes aveuglées, puis irrité leurs canaux semi-circulaires.

Dans un troisième temps, nous les avons toutes énucléées, puis irrité leurs canaux semi-circulaires.

La TECHNIQUE employée a été la suivante :

- 1) - Pour dévier les globes oculaires d'un angle inférieur à 4° , nous avons fait une brèche conjonctivale au ciseau sur le bord postero-externe du globe oculaire, nous avons chargé alternativement sur un crochet à strabisme les tendons des différents muscles de l'abduction de l'œil droit et avons sectionné le tendon du Grand Oblique, le tendon du Droit

Externe et celui du Petit Oblique, ce qui a entraîné immédiatement une déviation du globe oculaire en dedans et en avant.

Nous avons répété la même intervention sur les tendons des muscles adducteurs de l'oeil gauche sur lequel, après avoir fait une brèche conjonctivale sur le bord antero externe du globe oculaire, nous avons sectionné le tendon du Droit Interne, le tendon du Droit Supérieur et celui du Droit Inférieur, ce qui a entraîné immédiatement une déviation du globe oculaire en dehors et en avant.

Les deux globes oculaires ont été déviés de manière à ce que l'axe bipupillaire ne fasse plus un angle droit avec l'axe sagittal du corps. Cet angle est inférieur à 4° .

- 2) - Pour dévier la colonne cervicale, nous avons fait une ténotomie unilatérale, la ténotomie consistant à sectionner les muscles cervicaux au ras de l'insertion de leurs tendons vertébraux.
- 3) - Pour aveugler les Souris, nous avons sectionné le nerf optique à la serpette au ras du globe oculaire.
- 4) - Pour les énucléer, nous avons fait l'ablation du globe oculaire au ras du nerf optique après avoir désinséré les tendons scléroticaux des muscles moteurs oculaires.
- 5) - Pour irriter les canaux semi-circulaires, nous avons placé les Souris sur une table tournante faisant 60 tours minute pendant une durée de 30 secondes. Elles étaient fixées par une sangle à la périphérie de la table, le corps parallèle au rayon de celle-ci, la tête vers l'intérieur. Après arrêt de la rotation, les sangles étaient enlevées et les souris étaient observées sur la table.

Les RESULTATS obtenus immédiatement furent les suivants :
L'Irritation des Canaux Semi-Circulaires pratiquée sur le :

- PREMIER LOT - (Fig.XXXVII)

constitué de Souris dont les globes oculaires et la colonne cervicale ont été déviés en sens opposé, a donné sur :

I - Les Souris à Vision Normale :

- 1°) Une attitude caractérisée par une colonne vertébrale rectiligne,
- 2°) Un comportement moteur caractérisé par un déplacement en ligne droite.

II - Les Souris Aveuglées :

des résultats identiques à ceux obtenus sur les Souris à vision normale.

- 1°) Une colonne vertébrale rectiligne,
- 2°) Un déplacement en ligne droite.

III - Les Souris Enucléées :

- 1°) Une attitude caractérisée par une incurvation de la colonne vertébrale dans le sens de la déviation des globes oculaires,
- 2°) Un comportement moteur caractérisé par des mouvements de manège dans le sens de l'incurvation.

- SECOND LOT - (Fig.XXXVIII)

constitué de Souris dont les globes oculaires et la colonne cervicale ont été déviés dans le même sens :

I - Souris à vision Normale :

- 1°) Attitude caractérisée par une incurvation de la colonne vertébrale dans le sens de la déviation des globes oculaires,

2°) Un comportement moteur caractérisé par des mouvements de manège dans le sens de l'incurvation.

II - Les Souris Aveuglées :

Les résultats obtenus sont identiques à ceux observés sur les souris à vision normale :

1°) Incurvation de la colonne vertébrale dans le sens de la déviation des globes oculaires,

2°) Mouvements de manège dans le sens de cette incurvation.

III - Souris Enucléées :

Les résultats sont encore identiques à ceux observés dans les deux cas précédents, l'attitude et le comportement ne diffèrent pas.

1°) Incurvation de la colonne vertébrale dans le sens de la déviation des globes oculaires,

2°) Mouvements de manège dans le sens de cette incurvation.

..

Des expériences qui précèdent, il résulte que l'irritation des canaux semi-circulaires provoque des réactions d'attitude et de comportement particulières :

- Les Souris, à vision normale ou aveuglées, dont la déviation des globes oculaires et du cou est opposée, se déplacent en ligne droite.
- Les Souris énucléées se mettent à tourner.
- Les Souris, à vision normale ou aveuglées, dont la déviation des globes oculaires et du cou est conjuguée, se mettent à tourner. - Enucléées, elles continuent à tourner.

COMPORTEMENT ET ATTITUDE

APRES IRRITATION DES CANAUX SEMI-CIRCULAIRES ET DEVIATION OPPOSEE
DES GLOBES OCULAIRES ET DU COU D'UN ANGLE INFERIEUR A 4°



SOURIS NORMALE
Déplacement en ligne droite



SOURIS AVEUGLEE
Déplacement en ligne droite



SOURIS ENUCLEE
Rotation



COMPORTEMENT ET ATTITUDE

DES IRRITATION DES CANAUX SEMI-CIRCULAIRES ET DEVIATION CONJUGUEE
DES GLOBES OCULAIRES ET DU COU D'UN ANGLE INFERIEUR A 4°



SOURIS NORMALE
Rotation



SOURIS AVEUGLEE
Rotation



SOURIS ENUCLEE
Rotation

- TROISIEME SERIE -

La troisième série de 100 Souris a été divisée en 2 lots.

- Le premier lot était composé de Souris à vision normale dont nous avons dévié, en sens opposé, les globes oculaires et la colonne cervicale. Les globes oculaires sont déviés d'un angle supérieur à 4° .
- Le second lot était composé de Souris à vision normale dont nous avons dévié, du même côté, les globes oculaires et la colonne cervicale. Les globes oculaires sont déviés d'un angle supérieur à 4° .

Dans un premier temps, nous avons irrité mécaniquement du côté droit, puis du côté gauche, les canaux semi-circulaires des Souris de ces 2 lots.

Dans un second temps, nous les avons toutes aveuglées, puis irrité leurs canaux semi-circulaires.

Dans un troisième temps, nous les avons toutes énucléées, puis irrité leurs canaux semi-circulaires.

La TECHNIQUE employée a été la suivante :

- I) - Pour dévier les globes oculaires d'un angle supérieur à 4° nous avons fait une brèche conjonctivale au ciseau sur le bord postero-externe du globe oculaire, nous avons chargé alternativement sur un crochet à strabisme les différents muscles de l'abduction de l'oeil droit et avons sectionné : le Grand Oblique, le Droit Externe, et le Petit Oblique, ce qui a entraîné immédiatement une déviation du globe oculaire en dedans et en avant.

- Nous avons répété la même intervention sur les muscles adducteurs de l'oeil gauche sur lequel, après avoir fait une brèche conjonctivale, sur le bord antero externe du globe oculaire, nous avons sectionné : le Droit Interne - le Droit Supérieur - et le Droit Inférieur -, ce qui a entraîné immédiatement une déviation du globe oculaire en dehors et en avant.

Les deux globes oculaires ont été déviés de manière à ce que l'axe bïpupillaire ne fasse plus un angle droit avec l'axe sagittal du corps. Cet angle est supérieur à 4° .

- 2)- Pour dévier la colonne cervicale, nous avons fait une ténotomie unilatérale, la ténotomie consistant à sectionner les muscles cervicaux au ras de l'insertion de leurs tendons vertébraux.
- 3)- Pour aveugler les souris, nous avons sectionné le nerf optique à la serpette au ras du globe oculaire.
- 4)- Pour les énucléer, nous avons fait l'ablation du globe oculaire au ras du nerf optique après avoir désinséré les tendons scléroticaux des muscles moteurs oculaires.
- 5)- Pour irriter les canaux semi-circulaires, nous avons placé les souris sur une table tournante faisant 60 t/m et la durée d'excitation était de 30 secondes. Elles étaient fixées par une sangle à la périphérie de la table, le corps parallèle au rayon de celle-ci, la tête vers l'intérieur. Après arrêt de la rotation, les sangles étaient enlevées et les souris étaient observées sur la table.

Les RESULTATS obtenus immédiatement furent les suivants :

L'irritation des Canaux semi-circulaires pratiquée sur le :

PREMIER LOT - (Fig. XXXIX)

constitué de Souris dont les globes oculaires et la colonne cervicale ont été déviés en sens opposé, a donné sur :

I - Les Souris à Vision Normale :

- 1°) L'attitude est caractérisée par une incurvation de la colonne vertébrale dans le sens de l'irritation des canaux semi-circulaires.
- 2°) Le comportement moteur est caractérisé par des mouvements de manège s'effectuant dans le sens de l'incurvation de la colonne vertébrale.

II - Souris Aveuglées :

Les résultats sont absolument identiques à ceux obtenus sur les souris à vision normale et sont caractérisés par :

- 1°) Une incurvation de la colonne vertébrale dans le sens de l'irritation des canaux semi-circulaires.
- 2°) Des mouvements de manège s'effectuant dans le sens de cette incurvation.

III - Souris aveuglées :

Les Résultats sont toujours identiques à ceux précédemment décrits :

- 1°) Incurvation de la colonne vertébrale dans le sens de l'irritation des canaux semi-circulaires.
- 2°) Mouvements de manège s'effectuant dans le sens de cette incurvation.

SECOND LOT (Fig.XXXX)

constitué de Souris dont les globes oculaires et la colonne cervicale ont été déviés dans le même sens :

I - Souris à Vision Normale :

Les résultats sont identiques à ceux obtenus sur les Souris du premier lot dont les globes oculaires et la colonne cervicale avaient été déviés en sens opposé.

- 1°) Incurvation de la colonne vertébrale dans le sens de l'irritation des canaux semi-circulaires.
- 2°) Mouvements de manège s'effectuant dans le sens de cette incurvation.

II - Souris Aveuillées :

Leur attitude et leur comportement restent les mêmes :

- 1°) Incurvation de la colonne vertébrale dans le sens de l'irritation des canaux semi-circulaires.
- 2°) Mouvements de manège dans le sens de cette incurvation.

III - Souris Enucléées :

Les phénomènes persistent :

- 1°) La colonne vertébrale demeure incurvée.
- 2°) Les animaux continuent à effectuer des mouvements de manège.

. . .

Des expériences qui précèdent, il résulte que l'attitude et le comportement de ces Souris après irritation des canaux semi-circulaires, est analogue à la normale.

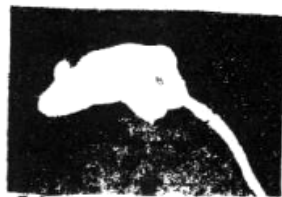
COMPORTEMENT ET ATTITUDE
APRES IRRITATION DES CANAUX SEMI-CIRCULAIRES ET DEVIATION OPPOSEE
DES GLOBES OCULAIRES ET DU COU D'UN ANGLE INFERIEUR A 4°



SOURIS NORMALE
Rotation



SOURIS AVEUGLE
Rotation



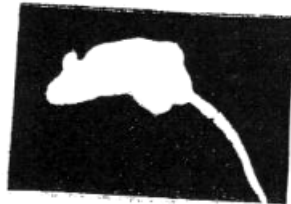
SOURIS ENUCLEE
Rotation

COMPORTEMENT ET ATTITUDE

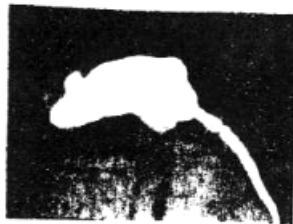
IRRITATION DES CANAUX SEMI-CIRCULAIRES ET DEVIATION CONJUGUEE
DES GLOBES OCULAIRES ET DU COU D'UN ANGLE SUPERIEUR A 4°



SOURIS NORMALE
Rotation



SOURIS AVEUGLEE
Rotation



SOURIS ENUCLEE
Rotation

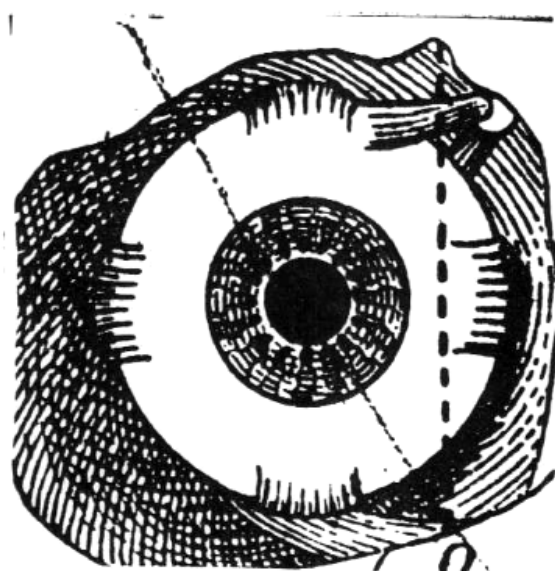
CHAPITRE

IV

CONSIDERATIONS ANATOMO-PHYSIOLOGIQUES SUR LES RAPPORTS EXISTANT
ENTRE LES MUSCLES MOTEURS OCULAIRES. L'ATTITUDE ET LE COMPORTEMENT

Dans ce chapitre, nous avons voulu étudier d'une part, les rapports anatomiques, macroscopiques et microscopiques, et d'autre part, les rapports physiologiques existant entre les muscles moteurs oculaires, l'attitude et le comportement moteur.

ANATOMIE

MUSCLES MOTEURS OCULAIRESD.SD.E.G.O.D. Interne.P.O.D. If.

D.S. = Droit Supérieur - G.O. = Grand Oblique
 D. Interne = Droit Interne - P.O. = Petit Oblique
 D.If = Droit inférieur - D.E. = Droit Externe

- L'ETUDE ANATOMIQUE -

1) L'étude anatomique macroscopique descriptive montre que chaque globe oculaire se meut grâce à six muscles qui sont :

- 1°) Le Droit Externe,
- 2°) Le Grand Oblique,
- 3°) Le Droit Supérieur,
- 4°) Le Droit Interne,
- 5°) Le Droit Inférieur,
- 6°) Le Petit Oblique.

Tous ces muscles s'insèrent d'une part au sommet de l'orbite et d'autre part sur la sclérotique du globe oculaire suivant une spirale située à quelques millimètres du limbe.

L'inervation de chaque muscle est faite par les nerfs suivants :

- Le nerf moteur oculaire externe innerve le Droit Externe.
- Le nerf moteur oculaire commun innerve le Droit Supérieur -
Le Droit Interne - le Droit Inférieur - le Petit Oblique.
- Le pathétique innerve le Grand Oblique.

II) Les deux globes oculaires se meuvent grâce à douze muscles qui sont :

OEIL DROIT

Le Grand Oblique droit
Le Droit Externe droit
Le Petit Oblique droit

OEIL GAUCHE

Le Grand Oblique gauche
Le Droit Externe gauche
Le Petit Oblique gauche

OEIL DROIT

Le Droit Inférieur droit
 Le Droit Interne droit
 Le Droit Supérieur droit

OEIL GAUCHE

Le Droit Inférieur gauche
 Le Droit Interne gauche
 Le Droit Supérieur gauche.

L'innervation de ces muscles est faite par les nerfs suivants :

OEIL DROIT

Le IV innerve le Grand Oblique
 Le VI " le Droit Externe
 Le III " le Petit Oblique
 Le III " le Droit Inférieur
 Le III " Le Droit Interne
 Le III " Le Droit Supérieur

OEIL GAUCHE

Le IV innerve le Grand Oblique
 Le VI " le Droit Externe
 Le III " le Petit Oblique
 Le III " le Droit Inférieur
 Le III " le Droit Interne
 Le III " le Droit Supérieur

- ETUDE HISTOLOGIQUE -

I) L'examen histologique des muscles moteurs oculaires et des terminaisons nerveuses périphériques montre à l'intérieur de tous les différents muscles moteurs oculaires deux sortes de terminaisons au contact des fibres musculaires :

- Des terminaisons motrices,
 - Des terminaisons sensorielles.
- Les terminaisons motrices proviennent d'un neurone moteur et abordent le muscle pour le diviser en un nombre de branches secondaires qui se terminent en plongeant directement dans la substance d'une fibre musculaire formant la plaque motrice.
 - Les terminaisons sensorielles sont constituées par une spirale de quinze à vingt tours de spires situées au contact d'une fibre musculaire spéciale deux fois plus large et trois fois plus longue que les autres fibres musculaires. Cette fibre peut être abordée par la terminaison neuro musculaire soit par une de ses extrémités, soit par son milieu. Ces terminaisons peuvent être uniques ou multiples une fois pour 4.000 à 5.000 fibres.

Ces terminaisons neuro musculaires semblent avoir une localisation spéciale et être situées dans la région centrale de chacun des muscles. (Fig.)



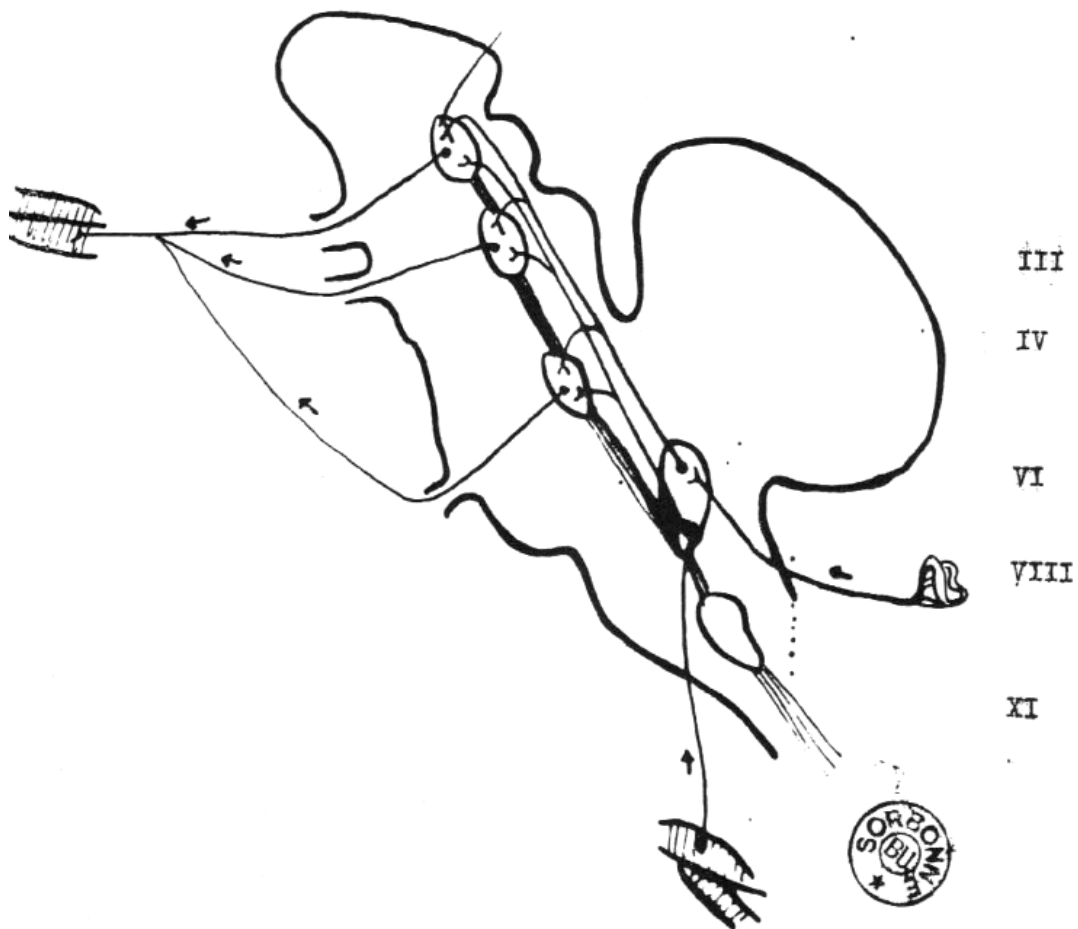
TERMINAISON SENSORIELLE DANS UN MUSCLE MOTEUR OCULAIRE

II) L'examen de la partie centrale du neurone montre que chacun des nerfs innervant les muscles moteurs oculaires (le III - le IV - le VI), présentent des noyaux spéciaux qui se répartissent suivant différents étages du tronc cérébral :

- Le noyau du III se trouve situé au niveau du tubercule quadrijumeau antérieur,
- Le noyau du IV se trouve situé au niveau du tubercule quadrijumeau postérieur,
- Le noyau du VI se trouve situé au niveau du pédoncule cérébelleux supérieur.

Tous ces noyaux sont en rapport entre eux par l'intermédiaire de la bandelette longitudinale postérieure qui les fait communiquer entre eux, et d'autre part cette bandelette les met en rapport avec les noyaux du VIII - du XI - et de la Voie Extrapyramidale. (fig.)

RAPPORTS DES NOYAUX DU III - du IV - du VI - du VIII - et du XI



III

IV

VI

VIII

XI



- ETUDE PHYSIOLOGIQUE -

L'étude physiologique montre que les deux globes oculaires vont se déplacer simultanément de manière à ce que la position de l'axe bipupillaire, qui est défini comme l'axe passant par le centre des deux pupilles, soit variable d'une part par rapport à la position de l'axe sagittal et horizontal de la tête et d'autre part par rapport à l'horizontale et la verticale extérieure.

I) Normalement, les axes bipupillaires et sagittal de la tête sont perpendiculaires entre eux. Ils coïncident avec la verticale et l'horizontale extérieures.

II) Dans le cas de déplacement de faible amplitude de la position de

A) l'axe bipupillaire par rapport à l'horizontale et à la verticale extérieures, l'axe sagittal de la tête reste perpendiculaire à l'axe horizontal extérieur, alors que la position de l'axe bipupillaire varie.

Les rapports entre les deux axes changent : ils ne sont plus perpendiculaires entre eux.

B) de l'axe sagittal de la tête par rapport à l'horizontale et à la verticale extérieures, l'axe bipupillaire reste parallèle à l'horizontale extérieure, alors que la position de l'axe sagittal de la tête varie.

Les rapports entre les axes changent : ils ne sont plus perpendiculaires entre eux.

III) Dans le cas de déplacement de grande amplitude de la position

de

A) de l'axe bipupillaire par rapport à l'horizontale et la verticale extérieures, l'axe sagittal reste perpendiculaire à l'axe bipupillaire. Les deux axes varient en même temps de la même manière par rapport à l'horizontale et la verticale extérieures.

Les rapports entre les deux axes ne changent pas : ils sont perpendiculaires entre eux.

B) de l'axe sagittal de la tête par rapport à l'horizontale et la verticale extérieures, l'axe bipupillaire reste perpendiculaire à l'axe sagittal. Les deux axes varient en même temps de la même manière par rapport à l'horizontale et la verticale extérieures.

Les rapports entre les deux axes ne changent pas : ils sont perpendiculaires entre eux.

Les déplacements respectifs de l'axe sagittal et de l'axe bipupillaire, s'effectuent grâce aux muscles moteurs oculaires et aux muscles paravertébraux.

- Les muscles moteurs oculaires font varier la position de l'axe bipupillaire,
- Les muscles paravertébraux font varier la position de l'axe sagittal de la tête.

Pour étudier les variations de position de l'axe bipupillaire nous avons utilisé le plan suivant :

- 1° - Etude des mouvements monoculaires,
- 2° - Etude des mouvements binoculaires,
- 3° - Etude des rapports de la position de l'axe bipupillaire avec la position de l'axe sagittal de la tête.
- 4° - Etude des rapports de la position de l'axe bipupillaire avec la position de l'axe sagittal du corps.
- 5° - Etude des rapports entre l'axe bipupillaire l'axe sagittal de la tête et du corps avec le milieu ambiant.

I - L'étude des mouvements monoculaires montre que :

- Le Grand Oblique fait tourner l'axe vertical du globe vers le dehors en même temps qu'il l'abaisse et qu'il fait tourner l'axe horizontal vers le haut et en dedans.
- Le Droit Externe dévie l'axe vertical et horizontal du globe vers le dehors.
- Le Petit Oblique fait tourner l'axe vertical du globe vers le dedans en même temps qu'il l'élève alors qu'il fait tourner l'axe horizontal vers le dehors en même temps qu'il l'abaisse.
- Le Droit Intérieur fait tourner l'axe vertical vers le dedans et l'axe horizontal vers le bas et le dehors en même temps qu'il l'abaisse.
- Le Droit Interne dévie l'axe vertical et l'axe horizontal vers le dedans.

ETUDE DES MOUVEMENTS MONOCULAIRESNORMALCONTRACTION DU DROIT INTERNECONTRACTION DU DROIT EXTERNECONTRACTION DU DROIT SUPERIEURCONTRACTION DU GRAND OBLIQUECONTRACTION DU DROIT INFERIEURCONTRACTION DU PETIT OBLIQUE

- Le Droit Supérieur dévie l'axe vertical en haut et en dedans et l'axe horizontal en haut et en dehors en même temps qu'il l'élève.

II) l'étude des mouvements binoculaires montre que les mouvements de chaque oeil vont être associés.

- Les axes verticaux et horizontaux d'un oeil peuvent être déviés asymétriquement avec les axes horizontaux et verticaux de l'autre oeil par rapport à l'axe sagittal ou par rapport à l'axe horizontal de la tête.
- Les axes verticaux et horizontaux d'un oeil peuvent être déviés symétriquement avec les axes horizontaux et verticaux de l'autre oeil par rapport à l'axe sagittal et horizontal de la tête.

Dans le cas de déplacement asymétrique il y aura :

Contraction des groupes de muscles asymétriques par rapport à l'axe sagittal de la tête.

Exemple : les muscles internes d'un oeil se contractent en même temps que les muscles externes de l'autre oeil.

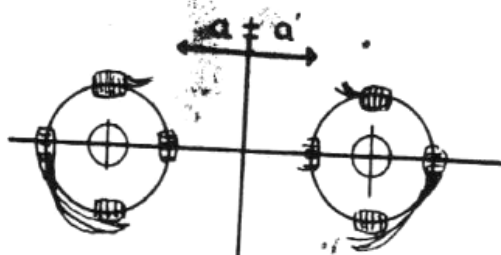
Dans le cas de déplacement symétrique il y aura :

contraction des groupes de muscles symétriques par rapport à l'axe sagittal de la tête.

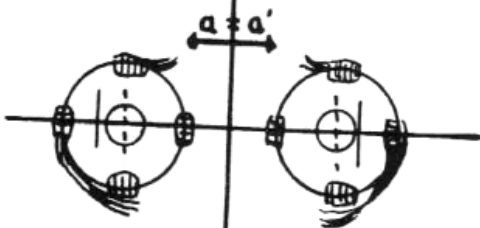
Exemple : Les muscles internes d'un oeil se contractent en même temps que les muscles internes de l'autre oeil.

C'est le couplage symétrique.

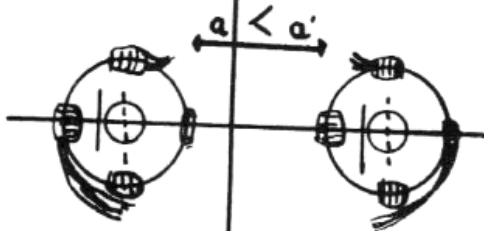
ETUDE DES MOUVEMENTS BINOCULAIRES



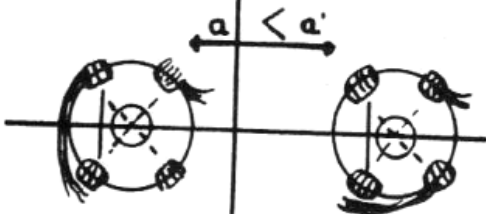
NORMAL



MOUVEMENT SYMETRIQUE



MOUVEMENT ASSYMETRIQUE



MOUVEMENT ASSYMETRIQUE



MOUVEMENT ASSYMETRIQUE

III) Rapports entre la position de l'axe bipupillaire et la position de l'axe sagittal de la tête :

La position de l'axe bipupillaire dépend de la tension des muscles moteurs oculaires.

Les rapports de tension des muscles moteurs oculaires vont être différents suivant leur position avec l'axe sagittal de la tête.

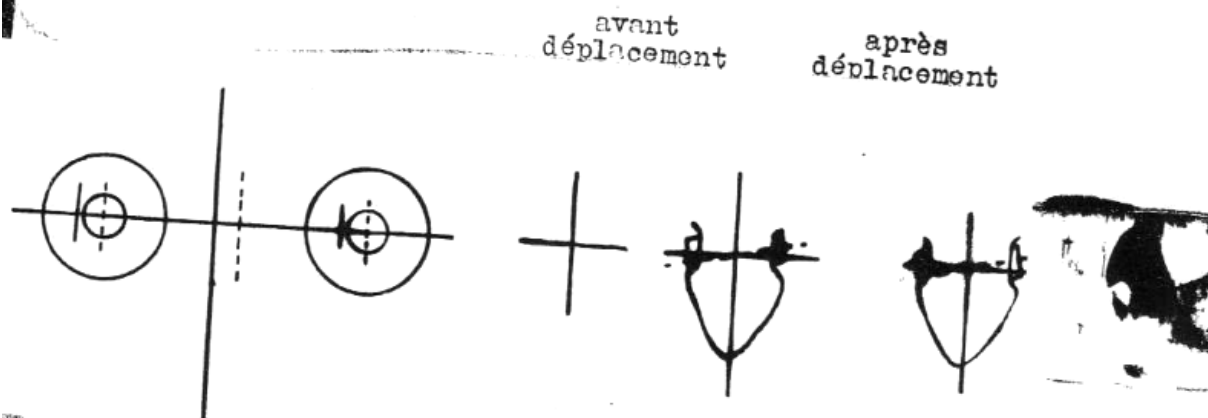
--- Dans le cas d'un faible déplacement de l'axe bipupillaire, ses rapports avec l'axe sagittal de la tête varieront. L'axe bipupillaire vertical et horizontal s'inclinera sur la verticale et l'horizontale extérieures alors que l'axe sagittal de la tête restera parallèle à l'horizontale et la verticale extérieures.

La tête ne se déplace pas.

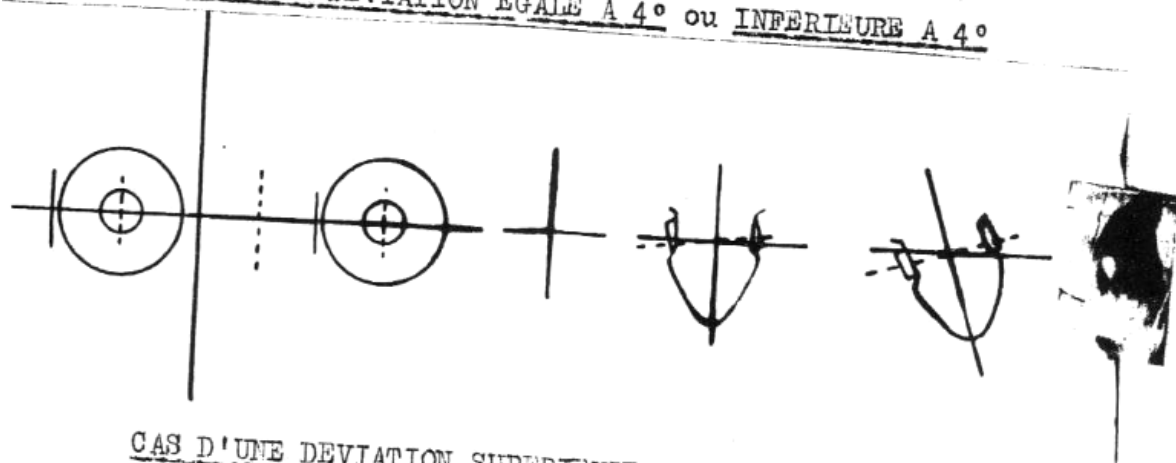
- Dans le cas d'un déplacement de grande amplitude de l'axe bipupillaire, ses rapports avec l'axe sagittal de la tête ne varieront pas, l'axe sagittal et horizontal de la tête varieront par rapport à l'axe vertical et horizontal extérieurs en même temps que l'axe bipupillaire s'inclinera par rapport à l'axe vertical et horizontal extérieurs.

La tête se déplacera.

POSITION DE L'AXE BIPUPILLAIRE ET DE L'AXE SAGITTAL DE LA TETE



CAS D'UNE DEVIATION EGALE A 4° ou INFÉRIEURE A 4°



CAS D'UNE DEVIATION SUPÉRIEURE A 4°

IV) Rapports entre la position de l'axe bipupillaire et la position de l'axe sagittal du corps.

Ces rapports vont être différents suivant la position de l'axe bipupillaire.

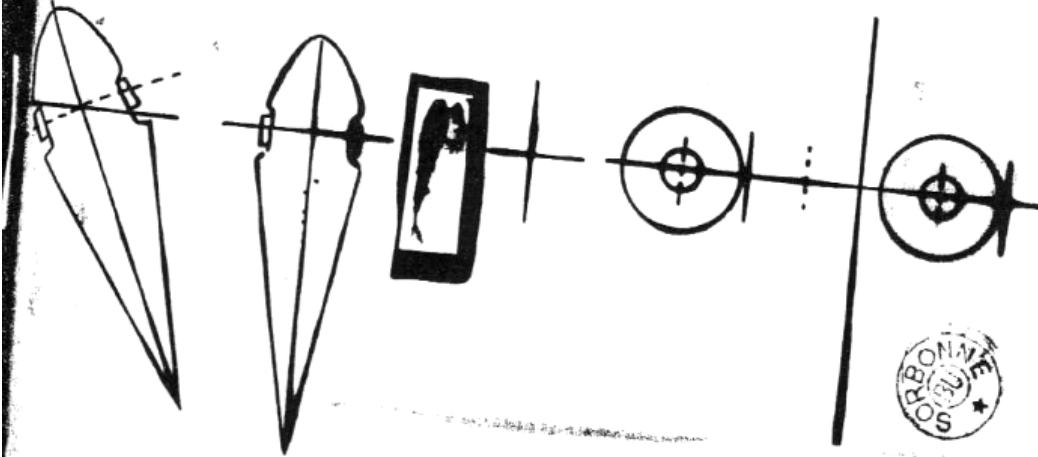
- Dans le cas de faible déplacement de l'axe bipupillaire, l'axe sagittal du corps va se mettre perpendiculaire à la nouvelle position de l'axe bipupillaire. l'axe sagittal de la tête reste parallèle à la verticale extérieure et de ce fait est perpendiculaire à l'ancienne position de l'axe bipupillaire.

Il résulte de la position de l'axe sagittal de la tête qui reste parallèle aux axes extérieurs, et de l'axe sagittal du corps qui est perpendiculaire avec la nouvelle position de l'axe bipupillaire, une incurvation de la colonne vertébrale. Cette incurvation a pour centre le point d'intersection entre la parallèle à l'axe sagittal du corps perpendiculaire à la nouvelle position de l'axe bipupillaire et l'axe sagittal du corps perpendiculaire à l'ancienne position de l'axe bipupillaire et prolongeant l'axe sagittal de la tête. Cette parallèle passe par le bord postérieur de la tête.

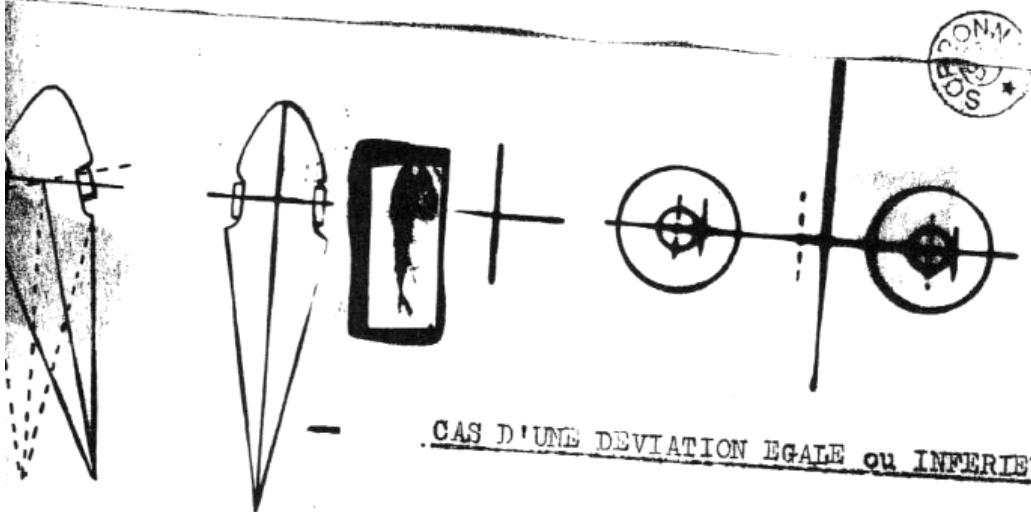
- Dans le cas d'un déplacement de grande amplitude l'axe sagittal du corps va se mettre perpendiculaire au nouvel axe bipupillaire auquel l'axe sagittal de la tête est perpendiculaire.

Il en résulte une non incurvation de la colonne vertébrale.

POSITION DE L'AXE BIPUPILLAIRE ET DE L'AXE SAGITAL DU CORPS



CAS D'UNE DEVIATION SUPERIEURE A 4°



CAS D'UNE DEVIATION EGALE ou INFÉRIEURE A 4°



RAPPORTS ENTRE LES MUSCLES MOTEURS OCULAIRES. LA POSITION DE LA
TETE ET DU CORPS



Rapports entre les muscles moteurs oculaires, la position de la tête et celle du corps

Ces rapports vont déterminer l'attitude du corps et son comportement. Ils vont varier suivant les différents états de tension des muscles moteurs oculaires.

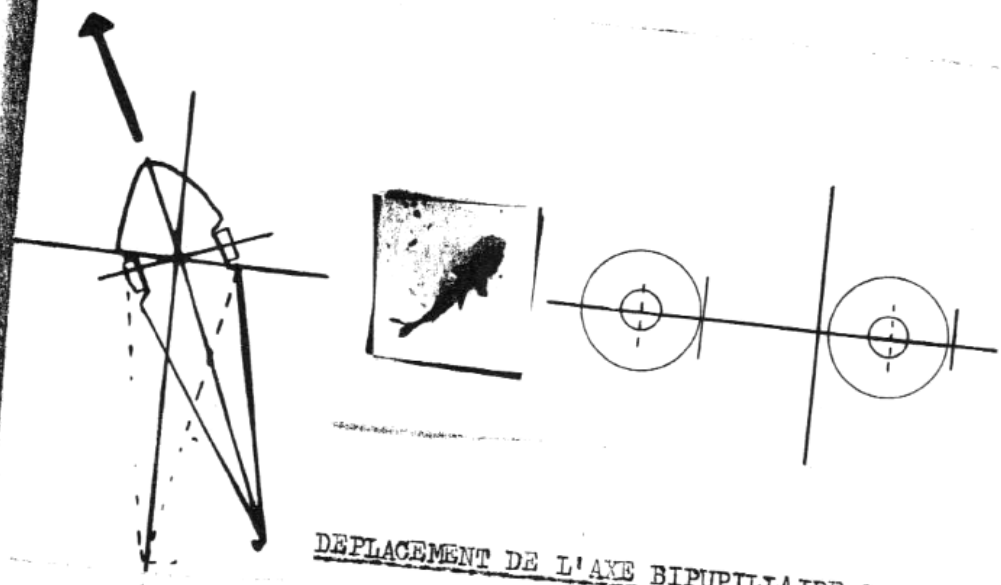
- Dans le cas de faible tension se traduisant par une légère angulation de l'axe bipupillaire, il existera deux rapports entre la position de la tête, celle du corps et celle de l'axe bipupillaire.
- La position de la tête est réglée par la position de son axe sagittal qui reste perpendiculaire à l'ancienne position de l'axe bipupillaire. Elle s'incline donc sur la position du nouvel axe.
- La position du corps est réglée par son axe sagittal qui est perpendiculaire à la nouvelle position de l'axe bipupillaire. Il s'incline sur la position de l'ancien axe. Il résulte une incurvation de la colonne vertébrale de la superposition de ces deux positions qui entraîne une attitude nouvelle. L'animal se met à tourner, suivant un cercle de même rayon que l'arc de cercle dont il est incurvé.
- Dans le cas de forte tension se traduisant par un déplacement de grande amplitude de l'axe bipupillaire, il n'existera qu'un seul rapport entre la position de la tête, celle du corps et celle de l'axe bipupillaire. La position de la tête est réglée par la position de son axe sagittal qui est perpendiculaire à la position du nouvel axe bipupillaire.

La position du corps est réglée par son axe sagittal qui est perpendiculaire à la nouvelle position de l'axe bipupillaire.

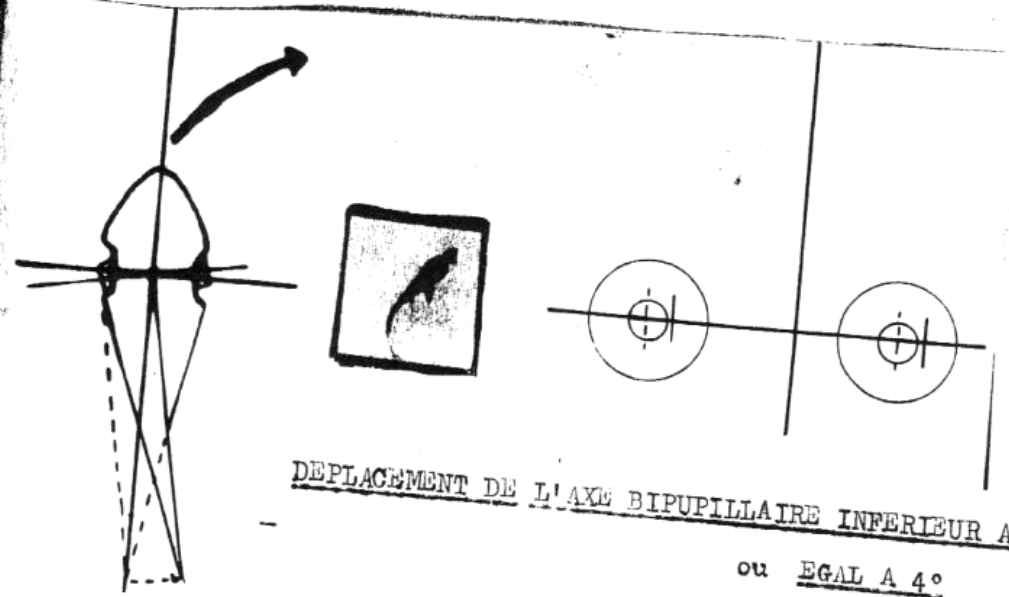
Il en résulte donc une rectitude de la colonne vertébrale qui crée une position nouvelle de l'animal dans l'espace.

L'animal se déplace en ligne droite après avoir été dévié d'un angle égal à l'angle dont a tourné l'axe bipupillaire.

RAPPORTS ENTRE LES MUSCLES MOTEURS OCULAIRES, LA POSITION DE LA TETE ET DU CORPS, L'ATTITUDE ET LE COMPORTEMENT



DEPLACEMENT DE L'AXE BIPUPILLAIRE SUPERIEUR A 4°



DEPLACEMENT DE L'AXE BIPUPILLAIRE INFERIEUR A 4°

ou EGAL A 4°

V) Etude des rapports entre l'axe bipupillaire, l'axe sagittal de la tête et du corps avec le milieu ambiant :

Ces rapports vont déterminer l'attitude et le comportement.

Suivant la possibilité ou l'impossibilité de la juxtaposition de l'axe bipupillaire avec l'axe horizontal de la tête, l'attitude et le comportement varieront.

- Dans le cas de faible déplacement, si la juxtaposition est impossible entre l'axe bipupillaire et l'axe horizontal de la tête, tantôt l'axe bipupillaire sera parallèle à l'horizontale extérieure, tantôt ce sera l'axe horizontal de la tête qui sera parallèle à l'horizontale extérieure.

Dans le premier cas, l'axe sagittal de la tête s'inclinera sur l'horizontale extérieure, dans le second cas l'axe sagittal de la tête restera perpendiculaire à l'horizontale extérieure et c'est l'axe bipupillaire qui s'inclinera sur cette horizontale.

Dans le cas de l'inclinaison de l'axe bipupillaire l'animal s'incline. Dans le cas de l'inclinaison de l'axe sagittal de la tête l'animal se met à tourner.

- Dans le cas de forte angulation, les déplacements relatifs de la tête et des yeux ne jouent plus. Le comportement est déterminé par la position de l'axe sagittal de la tête, l'axe bipupillaire lui, est perpendiculaire, l'animal se déplace en ligne droite.

RAPPORTS ENTRE L'AXE BIPUPILLAIRE - L'AXE SAGITTAL DE LA TETE -
LE CORPS et LE MILIEU AMBIANT



L'AXE BIPUPILLAIRE EST PARALLELE A L'HORIZONTALE



L'AXE SAGITTAL DU CORPS EST PERPENDICULAIRE A L'HORIZONTALE

RAPPORTS ENTRE L'AXE BIPUPILLAIRE - L'AXE SAGITTAL DE LA TETE -
LE CORPS ET LE MILIEU AMBIANT



L'AXE SAGITTAL DU CORPS EST PERPENDICULAIRE A L'HORIZONTALE



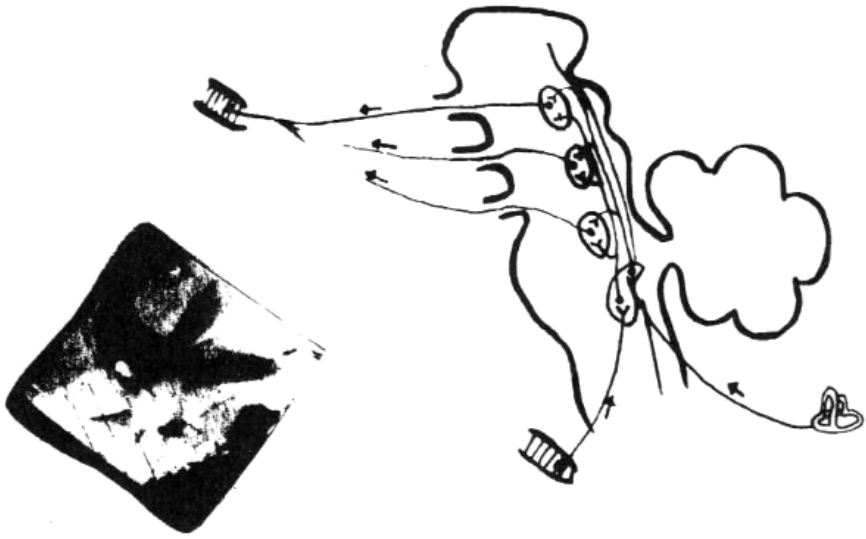
L'AXE BIPUPILLAIRE EST PARALLELE A L'HORIZONTALE



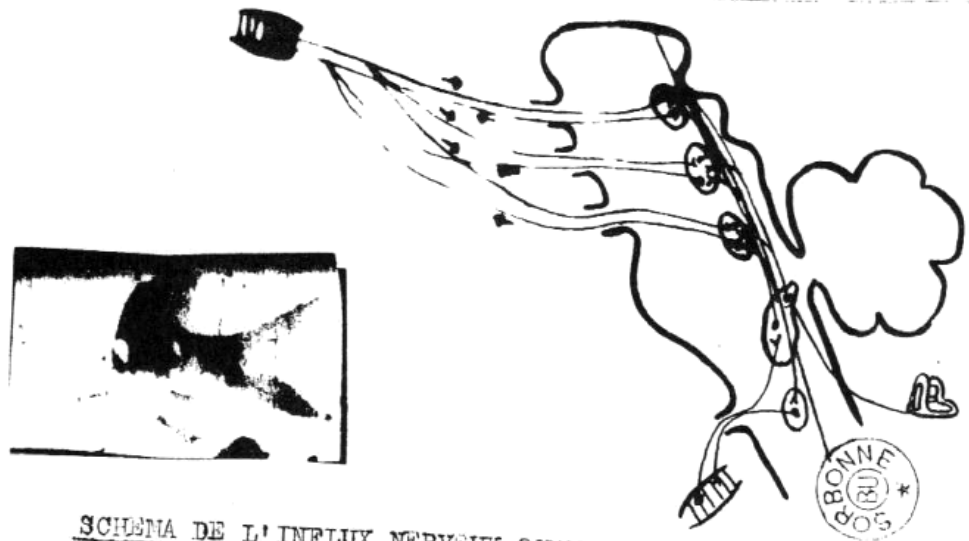
DEPLACEMENT D'UN POISSON QUAND SON AXE BIFUPILLAIRE EST
DEVIE D'UN ANGLE SUPERIEUR A 4°

L'Etude de l'innervation des muscles moteurs oculaires montre :

- Dans le cas de déplacement asymétrique de l'axe bipupillaire, un influx part des noyaux des muscles moteurs oculaires. Les mouvements asymétriques dépendent de noyaux moteurs oculaires différents droits et gauches.
Exemple : IV - VI - III droits et III - III - III gauches)
 - Dans le cas de déplacement symétrique un influx part des noyaux des muscles moteurs oculaires. Les mouvements symétriques dépendent des noyaux homonymes droits et gauches.
Exemple : III - III - III droits et III - III - III gauches)
- Ces influx vont se rendre à la plaque motrice des différents muscles qu'ils innervent et déclancher leur contraction. Suivant l'amplitude de la contraction un influx va partir des terminaisons sensorielles.
- Dans le cas de déplacement de grande amplitude cet influx est supprimé, comme il l'a été démontré électrophysiologiquement.
 - Dans le cas de déplacement de faible amplitude cet influx va se rendre à la bandelette longitudinale postérieure et provoquer une contraction des muscles paravertébraux par l'intermédiaire des noyaux du XI, ce qui déclanche une attitude particulière caractérisée par une incurvation de la colonne vertébrale.
- Donc, pour les faibles déplacements de l'axe bipupillaire, il existe pour les muscles moteurs oculaires une fonction réglant l'attitude du corps dans l'espace.



SCHEMA DE L'INFLUX NERVEUX QUAND L'AXE BIPUPILLAIRE EST
DEVIE D'UN ANGLE SUPERIEUR A 4°



SCHEMA DE L'INFLUX NERVEUX QUAND L'AXE BIPUPILLAIRE EST
DEVIE D'UN ANGLE INFERIEUR A 4°
ou EGAL A 4°

CHAPITRE
V
CONCLUSIONS

Des expériences qui précèdent, nous pouvons conclure que l'attitude et le comportement locomoteur des Vertébrés dépendent de la position de la musculature extrinsèque du globe oculaire.

Les muscles moteurs oculaires semblent être l'élément essentiel des réactions posturales réglant l'attitude et secondairement le comportement locomoteur. En effet, une déviation provoquée des muscles moteurs oculaires déclenche une attitude particulière suivant l'amplitude de la déviation. Cette attitude entraîne secondairement un comportement moteur spécial.

Ces attitudes et ce comportement ne dépendent pas de la vision mais uniquement de la motricité oculaire et de la motricité paravertébrale.

- Les rapports entre ces 2 groupes de muscles varieront :
- Si la déviation de l'axe bipupillaire est inférieure à 4° , l'animal ne dévie pas l'axe sagittal de sa tête par rapport à la position de la verticale et de l'horizontale extérieure-antérieure, mais il incurve sa colonne vertébrale pour maintenir cette position. Secondairement il se met à tourner.
 - Si la déviation de l'axe bipupillaire est supérieure à 4° , l'animal dévie l'axe sagittal de sa tête par rapport à la verticale et à l'horizontale extérieure-antérieure. Sa colonne vertébrale reste droite, mais il se déplace en ligne droite après avoir été détourné de sa direction de l'angle dont l'axe bipupillaire a été dévié.

Après irritation des canaux semi-circulaires, l'attitude et le comportement locomoteur des animaux seront différents selon la présence, l'absence ou le blocage, dans une position déterminée, de la musculature extrinsèque du globe oculaire :

- 1°) Dans le cas de sa présence sur des animaux ayant leur vision ou étant aveuglés, l'irritation des canaux semi-circulaires provoque un mouvement de manège, une incurvation de la colonne vertébrale, un déplacement des globes oculaires inférieur à 4° .
- 2°) Avec sa suppression par énucléation, l'irritation des canaux semi-circulaires ne provoque plus aucune variation d'attitude ni de comportement. Les animaux ne présentent plus aucune des réactions caractéristiques

dûes à l'irritation des canaux semi-circulaires. Leur attitude et leur comportement est analogue à ce qu'il était antérieurement à l'excitation.

3°) Dans le cas du blocage de la musculature extrinsèque dans une position déterminée, les réactions dépendent du degré de ce blocage :

- a) - Si la position de l'angulation de l'axe bipupillaire est inférieure à un angle de 4° , sur des animaux ayant leur vision ou aveuglés, l'irritation des canaux semi-circulaires ne provoque plus aucune variation. L'attitude et le comportement secondaire à l'irritation, restent inchangés. Les animaux conservent leur position primitive antérieure à l'irritation.
- b) - Si la déviation de l'axe bipupillaire est supérieure à un angle de 4° , l'irritation des canaux semi-circulaires provoque un mouvement de manège et une incurvation de la colonne vertébrale.

Ces expériences montrent que l'attitude et le comportement locomoteur des animaux sont déterminés par la position relative des globes oculaires dans l'orbite, ce qui revient à dire que l'attitude et le comportement locomoteur dépendent des rapports des muscles moteurs oculaires avec la position de la tête.

Dans les réactions physiologiques normales, c'est la position de la tête qui induit l'attitude et le comportement des Vertébrés. Cette position de la tête est réglée de façon que

l'axe sagittal de la tête soit perpendiculaire à l'axe bipupillaire et, en même temps, perpendiculaire à l'horizontale.

Cette position dépend de deux systèmes :

- 1°) Le système des muscles moteurs oculaires qui maintient l'axe bipupillaire perpendiculaire à l'axe sagittal.
- 2°) Le système des canaux semi-circulaires qui maintient l'axe sagittal de la tête perpendiculaire à l'horizontale extérieure.

Le premier système, dans le cas de faible angulation, maintient l'axe sagittal de la tête perpendiculaire à l'horizontale extérieure.

Le second système, dans le cas de grande angulation, maintient l'axe bipupillaire perpendiculaire à l'axe sagittal de la tête.

Ces deux systèmes se complètent physiologiquement et se déclenchent en deux temps.

- a) Le premier système fonctionne jusqu'à une valeur limite égale à un angle de 4° .
- b) Quand le premier système est insuffisant, le second système entre en jeu et assure la régulation.

L'importance de la musculature extrinsèque du globe oculaire dans le déclenchement des réactions posturales dépend de la fonction proprioceptive des muscles moteurs oculaires dont les récepteurs de tension sont l'origine des influx afférents régulateurs.

BIBLIOGRAPHIE

- ABD-EL-MALEK, S. - On the presence of sensory fibres in the ocular nerves. (J.Anat. Lond. 1938, 72, 524-530)
- ADLER F.H. - Pathologic physiology of convergent strabismus. (Arch. Ophtal. N.Y. 1945, 23, 362-377)
- BARKER D. - The innervation of the muscle-spindle. (Quart.J.micr.Sci. 1948, 89, 143-186)
- BARON J.B. - Diplôpié d'origine vestibulaire. (Thèse de Médecine. Paris 18 Mars 1948)
- BARON J.B. - Musculature extrinsèque et équilibre des Poissons. (C.R. Acad. Sc. 1950, 230, 2231-2233)
- BARON J.B. - Relations entre les muscles moteurs oculaires, les nageoires et l'équilibre des Poissons. (C.R. Acad. Sc. 1951, 231, 1087-1088)
- BARON J.B. - Musculature extrinsèque du globe oculaire, canaux semi-circulaires et équilibre chez les Poissons. (C.R. Acad. Sc. 1952, 234, 133-134)
- BARON J.B. - Contribution à l'étude de l'équilibre chez les Poissons. (Bull. Soc. Zool. 1950, LXXV n° 5-6, 247)
- BARON J.B. - L'équilibre chez les Vertébrés. (Ann. Biol. 1951, 27, Fasc. 5, p. 345-352)
- BARON J.B. - Prismatic lenses for vertigo and some experimental background of the role of the extrinsic ocular muscles in disequilibrium. (Trans. Amer. Acad. of Ophtal. and Otolaryng. 1952, 56/6 (916-926))
- BARON J.B. - Verres prismatiques dans la thérapeutique du vertige. (Revue Oto-Neuro-Ophtal, 1952, 24, 142-146)
- BARON J.B. et SOUDET - Scoliose d'origine oculaire. (Revue Oto-Neuro-Ophtal, 1952, 24/3, 181-183)
- BARON J.B., RAISON, LE POIVRE et MUNNIER - Troubles vertigineux d'origine dentaire. (Revue oto-Neuro-Ophtal. 1953, 25/1, '1-4)

- BARON J.B. - Sur l'altération des spindles des muscles moteurs oculaires au cours des intoxications à la streptomycine (Oto-Neuro-Ophtal. 1953, 25/7, 4 - 6)
- BARON J.B. - Troubles vertigineux et musculature extrinsèque du globe oculaire. (film. Acad. Med. 1954, 138, n° 1-2, 11-14)
- BARON J.B. - Muscles moteurs oculaires et équilibre. (Presse Médicale, 1955, 63, n°20, 407-409)
- BARON J.B. - Muscles moteurs oculaires, céphalés, déséquilibre, attitude scoliotique. (Presse Médicale, 1955, 63, n° 20 - 409-410)
- DATTEN F.E. - The muscle-spindle under pathological conditions. (Brain, 1897, 20, 138-179)
- BAUDELOT - Recherches expérimentales sur les fonctions de l'encéphale des poissons. C.R. Acad. Sc. 1863, 57, 943)
- BETCHEREW W. - Ergebnisse der Durchschneidung des N. Acusticus nebst Erörterung der Bedeutung des semicircularen Canale für das Körpergleichgewicht. (Arch. ges. Physiol. 1883, 10, 312-347)
- BERGK K. - The toxic effect of streptomycin on the eighth cranial nerve. (Ann. Oto-Rhino-Laryngo. 1949, 52 (2), 448-456)
- BORS E. - Über das Zahlenverhältnis zwischen Nerven und Muskelfasern (Anat. Anz., 60, 415-416)
- BOURGUIGNON G. et A. - Les trois sortes de fibres du muscle strié de l'homme et des mammifères et leurs chronaxies. (Arch. Sc. Physiol. 1949, III 633-642)
- BOWMAN W. - On the minute structure and movements of voluntary muscle (Philos. Trans. 1840, 130, 457-501)
- BULL H.O. - Studies of conditioned responses in Fishes. Part III Wave length discrimination in Blennius Pholis. L.J. (Mar. Biol. Ass, 1935, 20, 347-364)
- CANELLA M.F. - Influence de l'excitation lumineuse sur la position d'équilibre des Poissons. (C.R. Soc. Biol. 1937, 124, 543-544)
- VAUSSE R, GONDET I, et VALLANCIEN B. - Action vestibulaire de la streptomycine au point de vue expérimental. (46è Congrès d'O.R.L. Paris 18-23 Octobre 1948, C.R. Séances T. 55, 2è partie, p; 46)

- CAUSSE R. et GONDET I. - Modifications histologiques de l'appareil vestibulaire sous l'influence de la streptomycine.
(C.R. Acad. Sc. 1949, 228, 253)
- CAUSSE R. GONDET I et VALLANCIEN B. - Action de la Streptomycine sur les cellules ciliées des Organes vestibulaires de la Souris.
(C.R. Soc. Biol. 1949, 144, 619)
- CAUSSE R. et VALLANCIEN B. - Expériences sur l'action toxique vestibulaire de la streptomycine.
(Bull. Ac. Nat. Med. 1949, 133, 446)
- CAUSSE R. et VALLANCIEN B. - Réactions vestibulaires de la Souris. Action de la streptomycine (film)
(Congrès International d'O.L., Londres, 17-23 Juil. 1949)
- CHRISTOMANOS A.A. and STROSSNER E. - Beitrag zur Kenntniss der Muskelspindeln.
(S.B. Akad. Wiss. Wien., Abt. 1891, 3, 100, 417 - 435)
- GIACCIO G.V. - Sur les plaques nerveuses finales dans les tendons des vertébrés.
(Arch. Ital. Biol. 1891, 14, 31-57)
- GILIMBARIS P.A. - Histologische Untersuchungen über die Muskelspindeln der Augenmuskeln.
(Arch. mikr. Anat. 1910, 75, 692 - 747)
- COGAN D.G. - Neurology of the ocular muscles. 1948, Springfield, Illinois : Charles C. Thomas.
- COLLEJ. DUKE-ELDER P.M. and DUKE-ELDER W.S. - Studies on the intra-ocular pressure. Part I. The action of drugs on the vascular and muscular factors controlling the intra-ocular pressure.
(J. Physiol. 1931, 71, 1-30)
- COOPER S. and CREED R.S. - Reflex effects of active muscular contraction. (J. Physiol. 1927, 62, 273-279)
- COOPER S. and CREED R.S. - More effects of active muscular contraction. (J. Physiol. 1927, 64, 199-214)
- COOPER S. and PETER M. DANIEL. - Muscle spindles in human extrinsic eye muscles. (Reprinted from Brain, 1949, 72, part I p. I)

- COOPER S., P.M. DANIEL and D. WHITTERIDGE. - Afferent impulses in the oculomotor nerve, from the extrinsic eye muscles. (J. Physiol., 1951, 113, 463-474)
- CORBIN K.B. and HARRISON F. - Function of mesencephalic root of fifth cranial nerve. (J. Neurophysiol., 1940, 3, 423-435)
- CORBIN K.B. and OLIVER R.K. - The origin of fibres to the grape-like endings in the insertion third of the extra ocular muscles. (J. Comp. Neurol. 1942, 77, 171-186)
- CREED R.S., DENNY-BROWN D., ECCLES J.C., LIDDELL E.G.T. and SHERRINGTON C.S. - Reflex Activity of the Spinal Cord. 1932, Oxford Clarendon Press.
- CREVATIN F. - Su di alcune particolari forme di terminazioni nervosi nei muscoli che muovono l'occhio. (R.C. Accad. Bologna, 1900, 2, 37-41)
- CUAJUNCO F. - Development of the neuromuscular spindle in human fetuses. (Contr. Embryol. Carneg. Instn. 1940, 173, 97 - 128)
- CYON E. de. - L'oreille. (Alcan 1911)
- DANIEL P. - Spiral nerve endings in the extrinsic eye muscles of man (J. Anat. Lond. 1946, 80, 189-193)
- DOGIEL A. - a Zur Frage über den fibrillären Bau der Sehnenringeln oder der Golgi'schen Körperchen. (Arch. mikr. Anat., 1906, 67, 638-646)
- DOGIEL A. - Die Endigungen den sensiblen Nerven in den Augenmuskeln und deren Sehnen beim Menschen und den Säugetieren. (Arch. mikr. Anat. 1906, 68, 501-526)
- DOHLMAN G. - Experimentelle Untersuchungen über die galvanische Vestibularis Reaktion. (Acta Oto-Laryng. 1929, Supp. 8, 48)
- DESVIGNES P. et BARON J.B. - Accidents oculomoteurs de la streptomycinothérapie. (Bull. et Mémoires Soc. Fr. Ophtal. 1948, 62è année, 405-407)
- DESVIGNES P. et BARON J.B. - Diplopie d'origine vestibulaire. (Soc. Oto-Neuro-Ophtal. 1948, p 379-381)
- DIX M.R., HALLPIKE G.S. and HARRISON M.S. - Some observations upon the otological effects of streptomycin intoxication (Brain 1949, 72, 241)

- EHRlich P. - Chemotherapeutischen studien.
(Berl.Klin.Schreib. 1907, p.280-283)
- ELWYN A. - The structure and development of the proprioceptors.
In "The Cerebellum".
(Res. Publ. Ass. Nerv. ment. Dis. 1929, 6, 244-280.
Baltimore : The Williams & Wilkins Company)
- FLOURENS P. - Recherches expérimentales sur les propriétés et les
fonctions du système nerveux dans les animaux verté-
brés. (Paris 1 24, Baillière edit.)
- FLOBERG L.E. - HAMBERGER C.A. and HYDEN H. - Inhibition of nucleic
acid production in vestibular nerve cells by strepto-
mycin. (Acta oto-laryng. 1949, supp. 75, 36-52)
- FORSTER L. - Zur Kenntniss der Muskelspindeln.
(Virchows Arch., 1894, 137, 121-154)
- FORSTER L. - Note on foetal muscle spindles.
(J. Physiol. 1902, 28, 201-203)
- FOWLER E.P. - Effects of streptomycin on the otic mechanisms.
(Practea O.R.L. 1948, 10, p.243-246)
- FRAENKEL G., GUNNL. - The orientation of animals : kineses, taxes
and compass reaction,
(Oxford, 1 vol. 1940).
- GREGOR A. - Ueber die Vertheilung der Muskelspindeln in der Musku-
latur des menschlichen Fötus.
(Arch. Anat. Physiol. Lpz, Anatom. 1895, abt, 112-196)
- GRASSE P.P. - Le comportement animal.
(Cours Fac. Sc. Paris 1946)
- GUILLOIN H., CAUSSE R., et BOUTIER J. - Sur les complications ves-
tibulaires de la streptomycine au point de vue
clinique. (4è congrès d'O.R.L. Paris 18-23 Oct 1948,
C.R. des séances, 1948, 65, 38-45)
- GRUNESBERG H., HALLPIKE C.S. and LEDOUX A. - Observations on the
structure development and electrical reactions of
internal ear of the Shaker I - Mouse.
(Proc. Roy. Soc. ser.B., 1940, 129, 154-173)
- HINES M. - The innervation of the muscle spindle. In "The Vegeta-
tive Nervous System".
(Res. Publ. Ass. nerv. Ment. Dis. 1930, 9, 124-152.
Baltimore : The Williams Wilkins Company).

- HINES M. - Studies on the innervation of skeletal muscle, -III. Innervation of the extrinsic eye muscles of the rabbit. (Amer. J; Anat. 1931, 47, 1-41)
- HINSEY J.C. - The innervation of skeletal muscle. (Physiol. Rev. 1934, 14, 514-585)
- HOLMES W. - The peripheral nerve biopsy. In S.C. Dyke, "Recent Advances in clinical Pathology". 1947, London : J & A Churchill Ltd.
- HOLST E. von. - Ueber den Lichtrückenreflex bei Fischen. (Public. Stat. Zool. Napoli, 1935, 15 , 143-158)
- HUBER G.G. - A note on sensory nerve-endings in the extrinsic eye muscles of the rabbit. "Atypical motor endings" of Retzius. (Anat. Anz. 1899, 15, 335-342)
- HUBER G.G. - Sensory nerve terminations in the tendons of the extrinsic eye-muscles of the cat. (J. Comp. Neurol., 1900, 10, 152-158)
- IRVINE S.R. - Histology of the extra-ocular muscles. (Arch. Ophtal. N.Y. 1936, 15, 847-858)
- IRVINE S.R. and LUDVIGH E.J. - Is ocular proprioceptive sense concerned in vision ? (Arch. Ophtal. N.Y. 1936, 15, 1037-1049)
- KUFFLER S.W. - Electric potential changes at an isolated nerve-muscle junction. (J. Neurophysiol. 1942, 5 , 18-26)
- KUFFLER S.W. - Further study on transmission in an isolated nerve muscle fibre preparation. (J. Neurophysiol., 1942, 5, 309-322)
- KUFFLER S.W. - The relation of electric potential changes to contraction in skeletal muscle. (J. Neurophysiol., 1946, 9, 367-377)
- KUFFLER S.W. - A second motor nerve system to frog skeletal muscle. (Proc. Soc. exp. Biol., N.Y. 1946, 63 , 21-23)
- KUFFLER S.W. - and KATZ B. - Inhibition at the nerve-muscle junction in crustacea. (J. Neurophysiol., 1946, 9, 337-346)
- KUFFLER S.W., LAPORTE Y, and RANSMETTER R.E. - The function of the frog's small nerve motor system. (J. Neurophysiol., 1947, 10, 395-408)

- KUFFLER S.W., and GERARD R.W. - The small-nerve system to skeletal muscle. (J. Neurophysiol., 1947, 10, 383-394)
- KUFFLER S.W. and HUNT C.C. - Small-nerve fibers in mammalian ventral roots. (Proc. Soc. exp. Biol., N.Y. 1949, 71, 256-257)
- KUFFLER S.W. - Transmitter mechanism at the nerve-muscle junction. (Arch. Sc. Physiol., 1949, III, 585-601)
- KUFFLER S.W., CARLTON C. HUNT and QUILLIAM J.P. - Function of medullated small-nerve fibers in mammalian ventral roots: efferent muscle spindle innervation. (J. Neurophysiol., 1951, 14, 29-54)
- KUHNE W. - Die Muskelspindeln. (Virchows Arch. 1863, 28, 528-538)
- LAUBER H. - Die Muskulatur In W.v. Müllendorff, "Handbuch der Mikroskopischen Anatomie des Menschen". (Band 1936, III, teil 2, Auge, P606-617, Berlin Verlag von Julius Springer)
- LEVINSOHN G. - Ueber das Verhalten der Nervenendigungen in den muskelen Augenmuskeln des Menschen. (v. Graefes Arch. Ophthal. 1902, 53, 295-305)
- LOCKHART R.D. and BRANDT W. - Length of striated muscle fibres. (J. Anat. Lond. 1938, 72, 470)
- MAC COUCH G.P. and ADLER F.H. - Extraocular reflexes. (Amer. J. Physiol., 1932, 100, 78-88)
- MAC INTYRE A.K. - Physiology of the nerve endings in the extrinsic ocular muscles. (Trans. Ophthal. Soc. of Australia. (B.M.A.) 1941, 2, 99-106)
- MAC MALLY W.J. - The physiology of the vestibular mechanism in relation to vertigo. (Ann. Otol. 1947, 56, 514-533)
- MAGNUS R. - Körperstellung. (Berlin. Springer, 1924)
- MARCHI V. - Ueber die Terminalorgane der Nerven (Golgi's Nerven-körperchen) in den Sehnen der Augenmuskeln. (v. Graefes Arch. Ophthal. 1882, 28, 203-213)
- MAXWELL S.S. - Labyrinth and equilibrium. (Philadelphia, Lippincott, 1923)

- MOLITOR H., CRAESSLE O.E., KUNA S., MUSCHETT C.W., and SELBER R.H.-
Some toxicological and pharmacological properties
of Pharm. and Exp. Ther. 1946, 86, 151-173)
- MOLITOR H. and KUNA S.- Pharmacological studies of the neurotoxic
properties of streptomycin. I. The rela-
tionship between acute and delayed neuroto-
xic effects.
(Arc. Inf. Pharm. Therap. Belge, 1949, 78
p. 197-202)
- MORSON S.M. - Anatomy of the "sensory" endings in the extrinsic
ocular muscles.
(Trans. Ophtal. Soc. of Australia (B.M.A.)
1941, 3, 91-98)
- MUSCHETT C.W., and MERTLAND H.S. - Pathologic changes resulting
from the administration of streptomycin.
(Arch. of Pathol. 1946, 42, 619-629).
- OVIO G. - Anatomia e Fisiologia dell'occhio nella Serie Animale.
(Milano; Francesco Vallardi. Trans. by C. Dejean as 1925 :
Ovio J. (1927) Anatomie et Physiologie de l'Oeil dans la
série animale. Paris, Librairie Felix Alcan)
- PALLOT G. - Contribution à l'étude des terminaisons nerveuses dans
le muscle strié : Recherches cytologiques sur les
fuseaux du type Kühne.
(Bull. Histol. Tech. Micr. 1934, II, 337-364)
- PICK F. - Die Muskelspindeln und ihre Function.
(Zbl. Allg. Path. Anat. 1900, II, 266-280)
- RADEMAKER G.G.J. - Réactions labyrinthiques et équilibre.
(Paris, Masson, 1935)
- RETZIUS G. - Zur Kenntniss der motorischen Nervendigungen.
(Biol. Unter-such. 1892, 2, 41-52)
- ROUVIERE. - Anatomie humaine.
(Paris, Masson 1940)
- RUEGI L. von, FURRER W., ESCHER F. und LUTHY F. - Ueber die locali-
sation der Streptomycinschädigung in den Statoacusticus
Kernen des Meerschweinchens.
(Citée d'après Lofflen et Tanconi. Streptomycin und
Tuberkulose Bale 1948)
- RUFFINI A. - Sur la terminaison nerveuse dans les faisceaux muscu-
laires et sur leur signification physiologique.
(Arch. Ital. Biol. 1893, 18, 106-114)

- RUFFINI A. - Observations on sensory nerve-endings in voluntary muscles.
(Brain, 1897, 20, 368-374)
- RUFFINI A. - On the minute anatomy of the neuromuscular spindle of the cat and on their physiological significance.
(J. Physiol. 1898, 23, 190-208)
- SHERRINGTON C.S. - Further experimental note on the correlation of action of antagonistic muscles.
(Proc. roy. Soc. 1893, 53, 407-420)
- On the anatomical constitution of nerves of skeletal muscles; with remarks on recurrent fibres in the ventral spinal nerve root.
(J. Physiol. 1894-95, 17, 211-258)
 - Further note on the sensory nerves of muscles
(Proc. roy. Soc. 1897, 61, 247-249)
 - The muscular sense. In E.A. Schaffer, "Text-book of Physiology". 1900, volume second, p. 1002-1025. Edinburgh and London: Young J. Pentland.
 - The integrative action of the Nervous System
(1906, New-York, Charles Scribner's Sons)
 - On the proprioceptive system, especially in its reflex aspect.
(Brain, 1906, 29, 467-482)
 - Postural activity of muscle and nerve.
(Brain, 1915, 38, 191-234)
 - Observations on the sensual rôle of the proprioceptive nerve-supply of the extrinsic ocular muscles.
(Brain, 1918, 41, 332-343)
 - Problems of muscular receptivity.
(Nature, 1924, 113, 892-894, 929-932)
- STIBBE E.P. - Sensory components of the motor nerves of the eye
(J. Anat., Lond. 1929, 64, 112-113)
- STILES W.S. - The directional sensitivity of the retina.
(Sc. Progress, 1939, 33, 670-689)
- SKOOG T. - On the visual stunting of the central nervous system. (Acta O.L. 1937, 25, 365)

- SKOOG T. - Studies of a vestibular syndrome induced in Guinea-Pigs by allergic reaction.
(Acta O.L. 1939, Supp. 32)
- STEVENSON LD., ALVORD E. and CORRELL J.W. - Degeneration and necrosis of neurons in eighth nuclei caused by streptomycin.
(Proc. Soc. Biol. and Med. 1947, 65, p. 86)
- SUTTON A.C. - On the development of the neuro-muscular spindle in the extrinsic eye muscles of the pig.
(Amer. J. Anat. 1915, 18, 117-144)
- TARKHAN A.A. - The innervation of the extrinsic ocular muscles.
(J. Anat. Lond. 1934, 68, 293-313)
- TERGAST P. - Ueber das Verhältniss von Nerve und Muskel.
(Arch. mikr. Anat. 1873, 2, 36-46)
- TESTUT L. - Anatomie humaine.
(Paris, Deoin 1905)
- THIBAUT G. - Action de la lumière sur l'équilibration des Poissons. I. Eclaircissement ménochromatique de la rétine centrale de la Carpe.
(C.R. Soc. Biol. 1947, 141, 380-382)
- THIBAUT G. - Action de la lumière sur l'équilibration des Poissons.
(C.R. Ac. Sc. 1947, 223, 340-342)
- THIBAUT G. - Nouvelles recherches sur le rôle de la lumière dans l'équilibration des Poissons II. Eclaircissements des rétines périphériques.
(C.R. Soc. Biol. 1947, 141)
- TOZER F.M., and SHERRINGTON C.S. - Receptors and afferents of the third, fourth, and sixth cranial nerves.
(Proc. roy. Soc. B. 1910, 82, 249-257)
- VERRIER M.L. - Biologie de la vision.
(Collection A. Colin, Paris 1945)
- VERRIER M.L. - Recherches sur les yeux et la vision des Poissons.
(Bull. Biol. 1928, II, p. 222)
- VILTER V., et THIBAUT G. - Le gradient pigmentaire dorso-ventral de la rétine de la carpe et son inversion expérimentale.
(C.R. Soc. Biol. 1948, 142, 158-160)
- VOSS H. - Vergleichende Untersuchungen über der Aufteilungsgrad der Kontraktilen Masse in den Skelotmuskeln.
(Z. mikr. anat. Forsch., 1935, 38, 341-356)

- WELLS H.S. - The demonstration of the tonic and labyrinthine reflexes and positive heliotropic responses in normal human subjects. (Science, 1944, 2919, 86-87)
- WHITNALL S.E. - The anatomy of the human orbit and accessory organs of vision. (1932, Second Edition, London: Oxford University Press)
- WINSTON J. LEWEY F.H., PARENTEAU A., MARDEN P.A. and CRAMER F.B. An experimental study of the toxic effects of streptomycin on the vestibular apparatus of the cat. (Ann. Oto-Laryng. 1948, 57, 738-753)
- WOHLFART G. - Quergestreifte Ringbinden in normalen Augenmuskeln. Z. (Mikr. anat. Forsch, 1932, 29, 592-614)
- Untersuchungen über die Gruppierung von Muskelfasern verschiedener Größe und Struktur innerhalb der primären Muskelfaserbündel in der Skelettmuskulatur, sowie Beobachtungen über die Innervation dieser Bündel, Z. (mikr. anat. Forsch, 1935, 31, 621-642)
 - Zur Kenntnis der Altersveränderungen der Augenmuskeln, Z. (Mikr. anat. Forsch, 1938, 44, 33-44)
- WOOLLARD H.H. - The innervation of the ocular muscles. (J. Anat. Lond. 1931, 65, 215-223)

