

L'anémie expérimentale  
comme procédé de dissociation des propriétés motrices  
et sensitives de la moelle épinière,

PAR

LÉON FREDERICQ.

§ I.

Lorsqu'on pratique sur le lapin la ligature de l'aorte abdominale, on observe presque immédiatement la suppression de la motilité et de la sensibilité dans l'arrière-train de l'animal (expérience dite de Sténon <sup>(1)</sup>).

Schiffer <sup>(2)</sup> a montré que la paralysie et l'anesthésie sont ici d'origine médullaire et que les organes périphériques, nerfs, muscles, etc., supportent beaucoup plus longtemps que la moelle lombaire la privation de sang artériel. Parmi ces organes périphériques, les plaques terminales des nerfs moteurs ainsi que

---

(<sup>1</sup>) Il vaudrait mieux, me semble-t-il, donner à l'occlusion de l'aorte des Mammifères, le nom d'expérience de Swammerdam, puisque Swammerdam a le premier réalisé cette opération sur un Mammifère, tandis que Sténon expérimentait sur des Poissons.

Tous les deux ont publié leurs recherches la même année : JOHANNIS SWAMMERDAMI. *Tractatus de Respiratione*, Lugd. Batav., 1667, pp. 61-62. — NICOLAI STENONIS. *Element. myologiae specimen, cui accedunt canis carchariae dissectum caput et dissectus piscis ex canum genere*. Amstelodamiae, 1667, p. 109. (Cités par Spronck.)

(<sup>2</sup>) SCHIFFER. *Ueber die Bedeutung des Stenon'schen Versuches*. Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. 1869, nos 37 et 38, p. 579 et 593.

les terminaisons des nerfs sensibles sont atteintes en premier lieu, bien avant les muscles; et ceux-ci, à leur tour, résistent moins longtemps que les troncs nerveux (Brown-Séguard).

Si l'expérience est faite chez le chien ou le chat, la paralysie motrice de la moelle peut être précédée d'une phase d'excitation de cet organe, se traduisant par des convulsions passagères (convulsions anémiques) dans les muscles de l'arrière-train (Haller, Vulpian, Luchsinger, etc. (1)).

Si on relâche la ligature aortique, les symptômes de paralysie et d'anesthésie de l'arrière-train se dissipent ultérieurement, à condition que l'occlusion de l'aorte n'ait pas duré trop longtemps (oblitération de l'aorte par le procédé de du Bois-Reymond (2)). La restitution peut encore se faire après une interruption de la circulation d'un quart d'heure, d'une demi-heure ou même de plus d'une heure, d'après Stannius et Brown-Séguard (3). Cependant, d'après Ehrlich et Brieger, Spronck, après une heure d'anémie, la mort de la moelle lombaire est, en général, irrévocable. Ceci n'empêche nullement l'animal de continuer à vivre et permet d'étudier les effets de la nécrose anémique sur les éléments histologiques de la moelle lombaire et des nerfs périphériques (4).

(1) ALBRECHT VON HALLER. *Deux mémoires sur le mouvement du sang*. Lausanne, 1756, pp. 43 et 203. (Cité par Luchsinger.)

S. MAYER. *Zur Lehre von der Anämie des Rückenmarkes*. Zeitschrift für Heilkunde, 1883, IV, p. 26.

LUCHSINGER. *Zur Kenntniss der Functionen des Rückenmarkes*. Archiv für die gesammte Physiologie, 1873, XVI, p. 310.

(2) E. DU BOIS-REYMOND. *Abänderung des Stenon'schen Versuches für Vorlesungen*. Archiv für Anatomie und Physiologie, 1860, p. 639.

(3) STANNIUS. *Untersuchungen über Leistungsfähigkeit der Muskeln und Todtenstarre*. Archiv für physiologische Heilkunde, 1882, XI, p. 4. (Cité par Spronck.)

BROWN-SÉQUARD. *Analyse des recherches de Kussmaul et Tenner*. Journal de la physiologie de l'homme et des animaux, 1858, I, p. 201.

*Sur la persistance de la vie dans les membres atteints de rigidité qu'on appelle cadavérique*. Comptes rendus, 1851, t. XXXII, p. 855 et 897.

(4) EHRLICH et BRIEGER. *Ueber die Ausschaltung des Lendenmarkgrau*. Zeitschrift für klinische Medicin, 1884. VII Supplementheft, p. 453.

C.-H.-D. SPRONCK. *Over ischaemie van het ruggemerg*. Akademisch proefschrift. Amsterdam, 1886.

## § II.

Le défaut de presque toutes les expériences dont il vient d'être question, c'est qu'elles ont été pratiquées sur le lapin.

Or, cet animal se prête fort mal à l'étude des fonctions de la moelle épinière. Luclsinger avait déjà insisté sur le fait.

J'ai repris ces recherches sur le chien et je suis arrivé à quelques résultats intéressants et nouveaux que je formulerai de la façon suivante :

1° Sous l'influence de l'anémie aiguë, due à l'occlusion de l'aorte, la sphère d'activité sensitive de la moelle lombaire du chien passe, comme la sphère motrice, par une période de vive excitation qui précède immédiatement la phase d'anesthésie et qui se traduit par des manifestations douloureuses ;

2° Les sphères motrice et sensitive de la moelle ne sont pas atteintes en même temps dans l'expérience de Sténon-Swammerdam. Il s'écoule un intervalle d'environ deux minutes entre le début de la paralysie motrice et la suppression de la sensibilité de la moelle ;

3° Si l'occlusion de l'aorte n'a duré que quelques minutes, la restitution de la sensibilité, complète au bout de peu de temps, se montre bien avant que les premiers signes de motilité reparaissent.

En réglant convenablement les périodes d'occlusion et d'ouverture de l'aorte, on pourrait arriver à supprimer les fonctions motrices de la moelle, tout en conservant presque intactes les fonctions sensibles. L'anémie de la moelle nous fournit donc un procédé curieux de dissociation physiologique des propriétés motrices et sensibles de ce centre nerveux.

---

*Contribution à l'étude expérimentale des lésions de la moelle épinière déterminées par l'anémie passagère de cet organe.* Archives de physiologie normale et pathologique, 1888, p. 1.

J. SINGER. *Ueber die Veränderungen des Rückenmarkes nach zeitweiser Verschlussung der Bauchorta.* Sitzungsberichte der Wiener Akademie, 3. Abth. XCVI, pp. 136-138, 2 Taf. et Prager medicinische Wochenschrift, 1887, XII, n° 48, p. 382.

## § III.

Voici comment j'opère :

Un grand chien non anesthésié <sup>(1)</sup> est maintenu sur le dos, dans la gouttière d'opération, par deux aides. On évite de lier les pattes, surtout les pattes de derrière, afin que l'animal ne présente aucun trouble de la sensibilité ni de la motilité au moment de l'occlusion de l'aorte.

La carotide droite est mise à nu à la région inférieure du cou. On lie le bout périphérique, on pratique au bout central du vaisseau une boutonnière par laquelle on glisse, dans la direction de la poitrine, un tube en laiton, long de 30 à 40 centimètres et de 3 millimètres de diamètre (ou mieux une sonde en gomme, n° 5) coiffé, à son extrémité obtuse, d'un petit doigt de gant en caoutchouc extensible. On pousse le tube en l'inclinant, de manière qu'il pénètre, non dans la direction du ventricule gauche, mais dans l'aorte thoracique descendante, où on l'arrête. On fixe à la carotide, au moyen d'un fil à ligature, l'extrémité du tube qui reste à l'extérieur. Cette extrémité est munie d'un robinet et porte un bout de tube de caoutchouc épais, permettant d'y raccorder la canule d'une petite seringue chargée d'eau.

On peut alors détacher complètement l'animal et le laisser libre de tous ses mouvements. Dans ces conditions, il suffit d'injecter dans le tube 10 à 15 c. c. d'eau et de refermer immédiatement le robinet pour gonfler le doigt de gant qui coiffe l'extrémité de la sonde aortique et la transformer en ampoule.

Cette ampoule produit l'occlusion complète de l'aorte thora-

---

(1) Il n'est pas nécessaire d'anesthésier l'animal pour mettre la carotide à nu. Le premier coup de scalpel dans la peau du cou produit par inhibition une espèce d'anesthésie qui permet souvent de terminer l'opération sans que l'animal pousse le moindre gémissement.

Voir : BROWN-SÉQUARD. *Sur divers effets d'irritation de la partie antérieure du cou et en particulier la perte de sensibilité et la mort subite*. Comptes rendus, 1887, t. CIV, pp. 931-954. — *Sur une espèce d'anesthésie artificielle sans sommeil et avec conservation parfaite de l'intelligence, des mouvements volontaires, des sens et de la sensibilité tactile*. Comptes rendus, 1885, t. C, pp. 1366-1369.

cique: les pulsations disparaissent à l'instant dans les crurales<sup>(1)</sup>. Pour rétablir le cours du sang dans l'arrière-train, on ouvre le robinet; l'eau s'écoule et l'ampoule aortique s'affaisse.

Il est facile, au moyen de ce dispositif expérimental, d'observer, à la suite de l'oblitération de l'aorte, les quatre phases suivantes :

- 1<sup>o</sup> Période d'excitation motrice de la moelle ;
- 2<sup>o</sup> Période de paralysie motrice de la moelle ;
- 3<sup>o</sup> Période d'excitation sensible de la moelle ;
- 4<sup>o</sup> Période d'anesthésie de la moelle.

De même, après rétablissement de la circulation, on pourra distinguer successivement :

- 1<sup>o</sup> Le rétablissement de la sensibilité de la moelle ;
- 2<sup>o</sup> Le rétablissement de la motilité de la moelle<sup>(2)</sup>.

*Excitation motrice.* — La période d'excitation motrice survient 15, 20 ou tout au plus 25 secondes après l'occlusion de l'aorte. Elle se traduit par un accès de contractions

(1) Pawlow a employé au laboratoire de Ludwig un procédé analogue pour produire l'occlusion de l'aorte thoracique au moyen d'une ampoule et d'une sonde introduites par la sous-clavière gauche. Ch. Bohr s'est également servi d'une sonde introduite par la sous-clavière gauche.

Voir : PAWLOW. *Einfluss des Vagus auf die linke Herzkammer*. Archiv für Physiologie, 1887, p. 432. — CHRISTIAN BOHR. *Ueber die Respiration nach Injection von Pepton und Blutgefäßverschluss und über die Bedeutung einzelner Organe für die Gerinnbarkeit des Blutes*. Centralblatt für Physiologie, 1888, p. 261.

(2) Les résultats des expériences de Brown-Séquard et de Spronck sont ici en contradiction directe avec ceux des miennes. Voir : BROWN-SÉQUARD, C. R. Acad. 1851, t. XXXIII, p. 856.

« J'ai lié l'aorte immédiatement au-dessous de l'origine des rénales sur des lapins vigoureux. La sensibilité a été perdue en six, huit ou dix minutes dans le train postérieur ; deux minutes après, les mouvements volontaires ont cessé ; l'irritabilité a duré près d'une heure », etc

SPRONCK, Ak. Proefs., p. 24. « Wanneer de ligatuur den bloedstroom langs de aorta niet volkomen ophief, konden de dieren nog geruimen tijd eenige willekeurige bewegingen maken, de sensibiiteit was dan reeds vroeger totaal verloren gegaan, en wanneer ook al na de opheffing der ligatuur de motiliteit gedeeltelijk terugkeerde, bleven anesthesie en analgesie meestal voorbestaan.

Het is dus als of de sensible gangliëncellen voor anémie gevoeliger zijn dan de motorische. »

tétaniques, envahissant tous les muscles de l'arrière-train : la queue est raide ; les pattes, dans l'extension forcée, sont prises d'un tremblement convulsif. Si l'on a pratiqué l'occlusion de l'aorte alors que l'animal était libre de ses mouvements et se promenait à quatre pattes, on le voit s'arrêter et s'archouter pour ainsi dire sur ses pattes postérieures raidies et étendues en arrière. Cet accès tétanique ne dure guère qu'un quart de minute et fait bientôt place au relâchement musculaire de l'arrière-train. La période d'excitation motrice ne se montre pas chez le lapin. Elle peut, d'ailleurs, manquer également chez le chien.

*Paralysie motrice.* — La paralysie motrice est complète moins d'une minute (au bout de 30 à 40 secondes environ) après la suppression de la circulation dans la moelle lombaire. Elle atteint les muscles des pattes et de la queue. L'anus est largement ouvert et laisse échapper à l'extérieur le contenu de l'intestin. Dans plusieurs cas, j'ai noté également un suintement continu d'urine, s'écoulant goutte à goutte.

L'arrière-train du chien s'affaisse brusquement et l'animal, traînant derrière lui ses membres postérieurs inertes, présente une allure rappelant celle du phoque. Parfois, il cherche à s'asseoir sur son train postérieur paralysé. Le tronc se penche alors trop fortement en arrière et le chien tombe fréquemment à la renverse. C'est en prévision de ces chutes qu'il est bon, lorsqu'on ne fixe pas l'animal sur la table d'opération, de faire usage comme obturateur d'une sonde en gomme flexible au lieu du tube en métal. L'emploi du tube rigide expose à une perforation de l'aorte et à la mort foudroyante par hémorragie interne.

A ce moment, la sensibilité de l'arrière-train est encore intacte. L'animal crie si on lui marche sur la queue ou sur une patte de derrière, mais ne retire pas le membre paralysé. L'excitation électrique du nerf sciatique provoque des cris et des gémissements, outre des mouvements locaux dans la patte innervée par le nerf. La portion motrice de la moelle lombaire est donc seule atteinte jusqu'à présent.

*Excitation sensitive.* — La période d'excitation de la portion sensible de la moelle lombaire débute une minute et demie, deux minutes ou même deux minutes et demie après l'occlusion de l'aorte. La respiration devient plus profonde et plus fréquente, les expirations s'accompagnent de gémissements qui bientôt se transforment en hurlements. La pression artérielle subit en même temps une hausse considérable. Cette excitation douloureuse de la moelle m'a paru plus accentuée chez les animaux attachés sur le dos dans la gouttière d'opération que chez ceux que je laissais se promener librement. A la période d'excitation douloureuse de la moelle, succède l'anesthésie complète de l'arrière-train.

*Anesthésie.* — Si l'on examine de temps en temps, au moyen du courant électrique, l'excitabilité du nerf sciatique, on constate que l'anesthésie ne se montre généralement que trois minutes au moins (parfois trois minutes et demie) après l'occlusion de l'aorte. A partir de ce moment, les fonctions sensibles et motrices de la moelle sont suspendues.

Les organes périphériques, nerfs et muscles, conservent leur irritabilité beaucoup plus longtemps. L'excitation électrique du sciatique provoque des mouvements dans les muscles de la patte correspondante pendant plus d'une demi-heure après occlusion de l'aorte. Au bout de trois quarts d'heure, les plaques terminales paraissent atteintes à leur tour : les muscles ne se contractent plus par l'intermédiaire du sciatique, mais leur excitabilité directe persiste encore pendant longtemps.

*Retour de la sensibilité.* — Il suffit d'ouvrir le robinet de la sonde pour laisser écouler à l'extérieur l'eau dont elle était chargée. Les pulsations reparaissent immédiatement dans les crurales. Si la suspension de la circulation n'a pas duré plus de cinq à dix minutes, on verra la sensibilité (essai de l'excitation électrique du sciatique, compression de la queue ou de la patte) reparaître au bout de quelques minutes.

*Retour de la motilité.* — La motilité reparaît longtemps (un grand nombre de minutes) après le retour de la sensibilité.

Les mouvements volontaires se rétablissent peu à peu et présentent pendant assez longtemps un certain degré d'incertitude. L'animal marche souvent en s'appuyant, des pattes de derrière ou d'une des pattes, sur le dos du pied replié et non sur la plante.

Je n'ai pas observé chez le chien, lors du retour de la motilité et de la sensibilité, les phénomènes d'excitation signalés par Ehrlich et Brieger chez le lapin.

Je me réserve de publier ultérieurement mes recherches sur la pression sanguine, le rythme respiratoire, la distribution du sang et la coagulabilité de ce liquide au cours de l'expérience de Sténon-Swammerdam.