

Excitation du pneumogastrique chez le lapin empoisonné par CO²,

PAR

LÉON FREDERICQ,

Professeur à l'Université de Liège.

Les physiologistes qui se sont occupés des effets de l'excitation du bout central du pneumogastrique sur les mouvements respiratoires du lapin et du chien, sont arrivés à des résultats peu concordants. Le plus petit nombre admet que l'excitation produit toujours par voie réflexe un arrêt de la respiration en *expiration*. Au contraire, pour Rosenthal (1) et bon nombre de physiologistes allemands, l'excitation électrique ne peut atteindre dans le pneumogastrique, que des fibres centripètes se rendant aux centres d'*inspiration*. L'excitation du bout central de ce nerf aurait donc pour effet de provoquer par voie réflexe une ou plusieurs contractions des muscles inspireurs. On obtiendrait constamment, soit un tétanos réflexe du diaphragme, soit une série de mouvements d'*inspiration*, suivant la force de l'excitant employé. Dans aucun cas il ne se produirait de réflexe d'*expiration*.

Si quelques physiologistes ont cru observer ces mouvements d'*expiration* à la suite de l'application des électrodes excitatrices sur le bout central du pneumogastrique, c'est d'après Rosenthal à une erreur d'expérimentation qu'il faut attribuer ce résultat inexact. Rosenthal admet, que dans tous ces cas,

(1) ROSENTHAL. — *Die Athembewegungen*, 1862; *Archiv für Anatomie und Physiologie*. (Physiol. Abtheilung) 1881, p. 59; Article *Athembewegungen* dans le *Handbuch der Physiologie* de HERMANN.

l'excitation électrique que l'on croit localisée au seul nerf vague, atteint également le nerf laryngé supérieur, qui n'en est pas très éloigné. Rosenthal accorde à ce dernier nerf la propriété de provoquer par voie réflexe des mouvements d'expiration, propriété qu'il refuse au pneumogastrique.

Enfin, un certain nombre d'expérimentateurs (au nombre desquels je me trouve), ont obtenu à la suite de l'irritation du bout central du pneumogastrique, tantôt un effet d'*inspiration* réflexe (c'est le cas le plus fréquent); tantôt un effet d'*expiration*. Ils expliquent cette variété d'effets, en admettant que le tronc du pneumogastrique cervical contient deux catégories de fibres pouvant donner naissance à des réflexes respiratoires. Les fibres les plus nombreuses (ou les plus excitables) agiraient sur les centres d'*inspiration*; les moins puissantes aboutiraient aux centres d'*expiration* (1).

Il a été jusqu'ici impossible d'isoler anatomiquement ces deux catégories de fibres du pneumogastrique : mais cette dissection que le scalpel est incapable d'exécuter, nous pouvons le demander à l'analyse toxicologique.

J'ai montré, il y a plusieurs années (2), que l'hydrate de chloral paralyse les fibres d'*inspiration* du pneumogastrique (ou plutôt sans doute, déprime l'excitabilité des cellules nerveuses centrales auxquelles ces fibres nerveuses aboutissent); tandis que les fibres d'expiration continuent à fonctionner et restent accessibles à l'excitation électrique. Dans ces conditions, l'excitation du bout central de ce nerf est constamment suivie d'un arrêt de la respiration en expiration. Les résultats obtenus de cette façon présentent un tel degré de constance que l'on peut, en ouvrant et en fermant la clef intercalée dans le circuit électrique d'où dérive l'excitation, modifier à son

(1) On peut citer à l'appui de cette manière de voir les expériences de BREUER et HERING sur l'insufflation et la rétraction du poumon, expériences dont les résultats ont été confirmés de différents côtés. Voir : *Sitzungsber. der k. Akad. in Wien*, 1868, p. 909.

(2) *Bulletin de l'Acad. royale de Belgique*, Avril 1879.

gré le rythme respiratoire de l'animal en donnant aux pauses expiratrices, telle longueur que l'on veut.

J. Wagner, Christiani, Langendorff étudièrent pareillement l'action du chloral sur les réflexes respiratoires et arrivèrent à la même conclusion : le chloral à haute dose, supprime les réflexes d'*inspiration* et ne laisse subsister que les réflexes d'*expiration*.

Cependant Rosenthal n'a pu, chez les animaux chloralisés, arriver par l'excitation du bout central du pneumogastrique, à obtenir l'arrêt de la respiration : ce résultat négatif le fortifie dans la thèse qu'il soutient depuis vingt ans, à savoir que l'excitation du pneumogastrique cervical ne peut atteindre que des fibres d'inspiration. Rosenthal accorde que chez l'animal empoisonné par une dose de chloral qu'il considère comme forte (0.3 gr.), les fibres d'inspiration ne peuvent plus être excitées par l'électricité; mais d'après lui, dans ce cas, les fibres d'expiration se montrent tout aussi rebelles à la démonstration; en d'autres termes, chez l'animal chloralisé, l'excitation du bout central du pneumogastrique ne serait suivie d'aucun effet appréciable du côté du rythme respiratoire.

Comme je l'ai développé dans un travail spécialement consacré à cet objet (1), je crois que le résultat négatif obtenu par Rosenthal tient à ce que ce physiologiste a expérimenté au moyen de doses trop faibles de chloral (0.3 à 0.5 gr. au maximum). Si l'on ne se borne pas à ces doses modérées de chloral, si l'on empoisonne l'animal (1 gr. parfois 2 gr. et même 3 gr. d'hydrate de chloral), jusqu'à cessation complète des mouvements respiratoires, on pourra, pendant la période qui précède immédiatement la mort, provoquer à coup sûr l'arrêt respiratoire par excitation du pneumogastrique. Malheureusement le stade de l'empoisonnement pendant lequel l'expérience donne des résultats constants, n'est pas toujours de longue

(1) *Archiv für Anatomie und Physiologie.* (Physiol. Abth.) 1882, p. 51. Jubelband.

durée et l'animal meurt parfois précisément pendant une des périodes d'excitation du pneumogastrique.

Le même reproche peut être adressé à un autre moyen que j'ai signalé pour mettre en lumière l'existence des fibres d'expiration dans le pneumogastrique cervical, et qui consiste à refroidir énergiquement la région de la moelle allongée. Dans ces conditions l'excitation du pneumogastrique est également suivie d'un arrêt de la respiration. Mais on n'est certain d'obtenir l'effet d'expiration, que si l'on opère sur un animal dont le rythme respiratoire est profondément modifié, et dont la mort paraît imminente. C'est là un inconvénient assez grave, en ce sens que l'expérience réussit seulement pendant une phase assez fugitive, celle qui précède immédiatement la mort.

Il était donc désirable de posséder un agent d'un manie-ment plus commode que l'hydrate de chloral ou le refroidisse-ment du bulbe, et produisant la même action sur la respiration. Cet agent je crois l'avoir trouvé dans l'anhydride carbonique.

L'empoisonnement par CO^2 , quand il est poussé suffisamment loin (remplacer l'azote de l'air respiré par CO^2), produit exac-tement les mêmes effets sur la respiration, que l'empoisonne-ment par le chloral ou le refroidissement du bulbe. Le rythme respiratoire se modifie profondément; les mouvements d'inspi-ration perdent en amplitude et surtout en fréquence. Chaque mouvement est séparé du suivant par une pause dont la durée peut atteindre plusieurs secondes.

Coupons à ce moment le pneumogastrique, et excitons le bout central du nerf par l'électricité; nous obtiendrons constamment un effet d'expiration, c'est-à-dire que la respiration se suspend momentanément.

Voici comment est conduite l'expérience : on introduit dans un grand sac de caoutchouc une dizaine de litres d'oxygène et deux fois autant de CO^2 , en tout environ trente litres. On brasse convenablement le mélange, de manière à le rendre homogène. L'oxygène est obtenu en chauffant dans une cornue de cuivre un mélange de chlorate de potassium et d'oxyde de

cuirre. Le gaz est lavé à l'eau, recueilli et conservé dans un gazomètre. L'anhydride carbonique se prépare en traitant des fragments de marbre blanc par de l'acide chlorhydrique. Le gaz CO^2 traverse trois flacons laveurs contenant de l'eau ; il s'y dépouille de l'acide chlorhydrique qu'il aurait pu entraîner mécaniquement.

Pour faire respirer à l'animal (lapin) le mélange en question, on peut, après avoir fixé une canule de verre dans la trachée, relier directement celle-ci par un court tube de caoutchouc, avec une des tubulures à robinet qui sont insérées sur le sac en caoutchouc. Cette façon d'agir me semble présenter un inconvénient. L'inspiration et l'expiration s'opérant dans la même région du réservoir à gaz, il est à craindre que l'animal ne respire au bout de peu de temps un mélange appauvri par sa propre respiration. Il vaut mieux, je pense séparer l'air de l'inspiration de celui qui revient des poumons. Il suffit d'employer une canule trachéale bifurquée. Chacune des branches de bifurcation est reliée par un caoutchouc à un petit flacon laveur contenant de l'eau. Les deux flacons laveurs *A* et *B* font office de valvules de Müller. Le flacon *A* est disposé de telle façon qu'il ne laisse passer que le courant d'air de l'inspiration, le flacon *B* sert exclusivement à l'expiration. Le sac en caoutchouc doit présenter deux tubulures insérées par exemple à ses deux extrémités. L'une est reliée au flacon d'inspiration *A*, l'autre au flacon d'expiration *B*. De cette façon la respiration de l'animal entretient dans le réservoir une véritable circulation gazeuse. L'air appauvri et vicié par l'expiration est dilué avec un grand volume du mélange, avant de revenir aux poumons de l'animal. Si l'on emploie 30 litres de gaz, on pourra prolonger l'expérience pendant 15, 20, 30 minutes et même davantage sans que la composition chimique de ce mélange se trouve notablement altérée par le fait de la respiration de l'animal. Une analyse sommaire du gaz de l'appareil est d'ailleurs faite au début et à la fin de chaque expérience. J'emploie le procédé expéditif usité dans les laboratoires de physiologie français ;

absorption de CO_2 par la potasse, absorption de l'oxygène par le pyrogallate de potassium : toute l'opération s'exécutant dans le même tube gradué.

Toutes les expériences ont été faites sur le lapin. L'animal trachéotomisé relié au réservoir gazeux par l'intermédiaire des flacons laveurs et des tubes de caoutchouc, ne tarde pas, après une courte période d'excitation, à présenter une anesthésie complète. On peut alors préparer tout à l'aise un des pneumogastrique et le tenir prêt pour l'excitation.

J'enregistre les mouvements respiratoires sur le cylindre enfumé du kymographe de Ludwig au moyen d'une sonde œsophagienne glissée jusque dans la poitrine et reliée à un tambour à levier de Marey. La sonde œsophagienne dont je me sers pour le lapin, est une sonde d'homme n° XII en gomme : je produis une ouverture supplémentaire à la sonde en rognant légèrement son extrémité arrondie de manière à enlever un petit segment terminal et à pénétrer dans son canal central. Je ménage de cette façon aux variations de la pression intra-thoracique une seconde voie par laquelle elles peuvent se transmettre à la plume du tambour à levier.

Le moment de l'excitation du nerf s'inscrit à côté du graphique respiratoire, au moyen du signal électrique Marcel Depréz. Ce signal est intercalé ainsi qu'une clef dans le circuit primaire de l'appareil électro-magnétique de du Bois-Reymond. Une horloge à secondes marque le temps. Les trois graphiques de la respiration, de l'excitation électrique et du temps se correspondent et portent d'ailleurs de nombreux traits de repères.

Tout étant disposé comme il vient d'être dit, il suffit d'attendre que l'empoisonnement par CO_2 ait atteint le stade où la respiration se trouve profondément affaiblie et ralentie. Toute excitation suffisante du pneumogastrique produit alors un arrêt complet de la respiration, c'est-à-dire une expiration passive. On a dans la plupart des cas tout le loisir de répéter un grand nombre de fois l'expérience. Je ne m'étendrai pas longuement sur la description de ces arrêts respiratoires. Ils

sont en tout semblables à ceux que j'ai signalés dans l'empoisonnement par le chloral. Je crois également inutile de reproduire ici un des graphiques obtenus. Ils sont identiques à ceux publiés dans les deux notes que j'ai citées précédemment.

J'ajouterai que l'expérience a été répétée un assez grand nombre de fois, en prenant les précautions voulues pour mettre hors de cause le nerf laryngé supérieur. Le pneumogastrique était isolé sur une longueur de plusieurs centimètres. Le bout central coupé, retiré hors de la plaie du cou, reposait sur les électrodes excitatrices, de manière à offrir entre le cou du lapin et les électrodes, une portion suspendue en l'air, faisant pont en quelque sorte. J'ai toujours cherché à exciter le nerf dans une portion aussi éloignée que possible du cou de l'animal et à éviter les courants trop forts. A diverses reprises j'ai eu recours à un procédé indiqué par Engelmann pour se mettre à l'abri des excitations unipolaires, et qui consiste à relier l'électrode inférieure à la conduite de gaz par un gros fil métallique. Enfin je puis affirmer que les pattes galvanoscopiques munies de leur nerf, fraîchement préparées et placées à la surface des tissus du cou, dans le voisinage immédiat du bout central du pneumogastrique, ne montrèrent pas la moindre secousse.
