

<b>Zeitschrift:</b>	Mémoires de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles. Physiologie, hygiène, bactériologie = Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Freiburg. Physiologie, Hygiene, Bakteriologie
<b>Herausgeber:</b>	Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles
<b>Band:</b>	1 (1908-1923)
<b>Heft:</b>	3: Variations avec l'âge dans la teneur de quelques organes en phosphore total et en divers corps phosphorés
<b>Artikel:</b>	Variations avec l'âge dans la teneur de quelques organes en phosphore total et en divers corps phosphorés
<b>Autor:</b>	Maurice, Henri
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-306687">https://doi.org/10.5169/seals-306687</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 06.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Variations avec l'âge dans la teneur de quelques organes en phosphore total et en divers corps phosphorés

PAR LE

**Dr HENRI MAURICE**

Ancien élève de l'Institut Pasteur de Paris  
Missionnaire apostolique.

---

Travail exécuté à l'Institut de Physiologie de l'Université  
de Fribourg (Suisse).

Direction : Professeur CH. DHÉRÉ.

---

FRIBOURG (SUISSE)  
IMPRIMERIE FRAGNIÈRE FRÈRES

1910



## Introduction.

---

Dans le présent travail, nous nous sommes proposé principalement de déterminer l'influence exercée par l'âge sur la quantité et la répartition du phosphore contenu dans le système nerveux.

On sait que le phosphore est un constituant important du système nerveux et qu'il s'y trouve engagé sous des formes très diverses (phosphore minéral, phosphore des nucléines, phosphore des lécithines et de quelques autres lipoïdes). Par ailleurs, on a reconnu que la myéline, qui forme une gaine autour des fibres du névraise,—myéline essentiellement formée de lipoïdes phosphorés,—n'apparaît que progressivement au cours du développement et que, chez le chien, par exemple, sur lequel nos recherches ont porté, cette myélinisation est loin d'être achevée au moment de la naissance. Ce processus de myélinisation peut donc, tant qu'il se poursuit, modifier la quantité et la répartition chimique du phosphore des centres nerveux. Mais, alors même que la myélinisation, telle que l'entendent les anatomistes, est parvenue à son terme, n'y a-t-il plus de changement soit dans la teneur en phosphore des centres nerveux, soit dans le mode d'engagement de ce phosphore? Il nous suffit d'indiquer ces questions pour montrer que le sujet de nos recherches, faites sur des chiens dont l'âge variait entre quelques heures et plusieurs années, offre un réel intérêt. Ajoutons que nous avons étendu ces recherches aux nerfs périphériques.

L'origine et le mode de formation de la lécithine et des autres lipoïdes phosphorés qui entrent dans la constitution de la myéline sont encore à peu près entièrement inconnus. On a supposé que le foie joue un rôle dans l'élaboration des lécithines, et qu'il peut être, dans certains cas, un lieu de dépôt pour les lipoïdes phosphorés, comme pour

les graisses\*. Enfin, dans certaines conditions expérimentales ou pathologiques, les lécithines hépatiques proviendraient des leucocytes détruits dans la rate. Ces lécithines gagneraient le foie par la veine splénique, et y seraient retenues\*\*. Puisque le foie et la rate semblent intervenir dans les échanges des composés phosphorés, des lécithines plus particulièrement, nous avons cru qu'il importait de doser, chez tous nos sujets, le phosphore hépatique et le phosphore splénique. Ces analyses nous ayant donné des résultats vraiment remarquables sur les variations du phosphore total splénique en fonction de l'âge, nous avons, pour la rate comme pour le système nerveux, déterminé quantitativement les principales formes sous lesquelles est engagé le phosphore aux diverses périodes de la vie.

Au moment d'entreprendre l'exécution de ces recherches, nous avons dû résoudre deux difficultés d'ordre technique :

La première concernait le sang qui restait dans les organes. — Nos expériences, en effet, devaient porter sur un grand nombre de chiens de quelques heures ou de quelques jours ; la pratique de l'hydrotomie devenait donc impossible et nous devions nous contenter de saigner nos sujets à blanc.

Il convenait, par conséquent, de connaître exactement la teneur en phosphore du sang, d'autant plus que c'est lui qui constitue dans l'organisme le véhicule du phosphore.

La seconde difficulté concernait la méthode de dosage du phosphore. Elle devait être assez sensible pour être adaptée à de très petites prises d'essai. — Chez les chiens nouveau-nés, nous devions nous trouver en présence d'or-

---

\*) Cf. NOËL PATON, *Journ. of Physiology*, XIV, 167; 1895-96.  
SIVERTZEFF. *Dissert*; 1903.

D'après MEISSNER, la matière grasse du jaune de l'œuf de la poule provient du foie où elle se trouve à l'état de réserve.

\*\*) V. BALTHAZARD. *C. R. de la Soc. de Biologie*, L. III, 922; 1901.

ganes si peu volumineux que leur poids n'atteignait pas un décigramme. Tel est le cas, par exemple, des moelles, des isthmes et des rates de nos plus jeunes sujets :

Citons le cas d'un chien de quelques heures : le poids de la moelle sèche est de 0,0778 g. et la teneur en phosphore de l'organe est de 1,2 mg. La rate du même sujet n'atteint après dessiccation que 0,0952 g. et contient 1,3 mg. de phosphore. Nous pourrions multiplier ces exemples qui prouvent à quelles faibles prises d'essai nous devions souvent être réduits même en faisant porter le dosage sur la totalité de l'organe sec.

De plus, notre méthode devait être capable de conserver toute son exactitude en présence des divers éléments constitutifs des cendres. Outre les chlorures, les sulfates, les sels de potassium, de sodium, de calcium, de magnésium et de fer qu'on rencontre dans les tissus et les liquides de l'organisme, il fallait encore compter avec une quantité relativement considérable de sulfate d'ammonium qui résultait de la neutralisation par l'ammoniaque du produit de l'incinération en milieu sulfurique ; ce mode d'incinération étant, comme nous l'établirons au chapitre I, celui qui convenait le mieux à nos recherches spéciales.

Après de nombreux essais, nous nous sommes enfin trouvé en possession d'une méthode, répondant mieux que toutes celles employées jusqu'alors par les physiologistes, aux exigences que nous venons de signaler.

Notre travail comprend quatre chapitres :

CHAPITRE I : *Dosage du phosphore dans les recherches biologiques.*

CHAPITRE II : *Le phosphore total dans le système nerveux.*

CHAPITRE III : *Répartition chimique du phosphore dans le système nerveux.*

CHAPITRE IV : *Quantité de phosphore contenu dans le sang, le foie et la rate. — Sa répartition chimique dans la rate.*



## CHAPITRE I<sup>er</sup>

### Dosage du phosphore dans les recherches biologiques.

#### § 1

L'incinération par voie sèche, en vue du dosage du phosphore dans les organes et dans les tissus, présente des difficultés bien connues. Ces difficultés sont particulièrement grandes quand il s'agit de brûler des tissus très riches en graisses et lipoïdes (comme le tissu nerveux), ou encore des extraits éthérés. W. GLIKIN<sup>1</sup> dit qu'on obtient des résultats inexacts quand on combure avec le carbonate de soude et le salpêtre, à cause de l'impossibilité de bien mélanger la substance grasse et le mélange oxydant.

Notre attention fut donc attirée par la méthode alcalimétrique d'ALBERT NEUMANN<sup>2</sup>, dans laquelle la substance est soumise à l'incinération en milieu acide. Nous fîmes l'essai de cette méthode en nous servant d'une solution de phosphate de soude contenant exactement 0,2 gr. de P<sup>2</sup>O<sup>5</sup> par 100 cm<sup>3</sup>, à laquelle nous ajoutions, selon les indications de NEUMANN, 10 cm<sup>3</sup> du mélange acidulé pour chacun de nos dosages. (Le mélange acidulé est composé de parties égales d'acide sulfurique et d'acide nitrique concentrés.)

<sup>1)</sup> W. GLIKIN. *Biochem. Zeitschr.*, IV, 235—244; 1907.

<sup>2)</sup> NEUMANN. Einfache Veraschungsmethode (Säuregemisch-Verasch.) u. vereinf. Bestimmung v. Fe, PO<sup>4</sup>H<sup>3</sup>, HCl u. anderer Aschenbestandteile unter Benutzung dieser Säuregemischverasch. *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, XXXVII, 115; 1902—03.

*Solution titrée de phosphate de soude.* — On doit faire une solution contenant 1,0094 % de phosphate de soude ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$ ). Mais, comme ce sel est très hygrométrique, on ne peut, par simple pesée, obtenir avec certitude une solution exactement titrée. On procède donc de la manière suivante<sup>3</sup> :

On prend environ 12 gr. de sel et on les dissout dans un litre d'eau distillée. On évapore 50 cm<sup>3</sup> de cette solution, on calcine le résidu et on pèse le pyrophosphate de soude obtenu.

On calcule alors, à l'aide de la valeur trouvée, la quantité d'eau qu'il faut ajouter à la solution en sachant que 50 cm<sup>3</sup> de solution de phosphate de soude à 1,0094 % doivent fournir 0,1875 gr. de pyrophosphate de soude après évaporation et calcination.

*Méthode de NEUMANN.* — En voici brièvement la description :

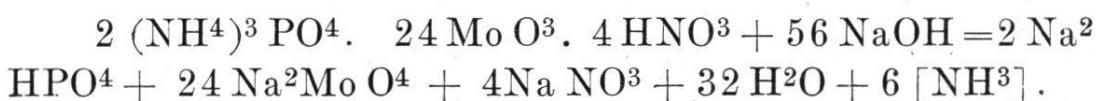
La substance organique est soumise à l'incinération en milieu acide (mélange à parties égales d'acide sulfurique concentré et d'acide nitrique de densité 1,4), et on ajoute au produit de l'incinération la quantité d'eau distillée nécessaire pour avoir de 150 à 160 cm<sup>3</sup> de liquide.

Après addition de 50 cm<sup>3</sup> de nitrate d'ammonium à 50 % on chauffe entre 70 et 80° et on verse dans la liqueur 40 cm<sup>3</sup> de molybdate d'ammonium à 10 %. — (40 cm<sup>3</sup> de molybdate suffisent pour 60 milligrammes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.) On agite énergiquement le précipité, on laisse reposer un quart d'heure et on filtre par décantation. Les filtres doivent être sans cendres, minces, d'un rayon de 5 à 6 centimètres et préalablement refroidis avec de l'eau glacée. Dans la filtration on s'arrange de telle sorte qu'il n'y ait qu'une très faible quantité de précipité entraîné sur le filtre. Le précipité demeuré dans le ballon ainsi

---

<sup>3)</sup> HOPPE-SEYLER's *Handbuch der physiol. und pathol. Chemischen Analyse*, 423; 1903.

qué celui qui se trouve sur le filtre sont lavés avec de l'eau glacée jusqu'à ce que l'eau de lavage ne soit plus acide au papier de tournesol. Le filtre est alors introduit dans le ballon avec la masse principale du précipité. On ajoute environ 150 cm<sup>3</sup> d'eau distillée et on agite énergiquement pour déchirer le filtre et en répartir les fragments dans tout le liquide. Le précipité jaune est alors dissout dans une solution de NaOH n/2 mesurée dans une burette graduée, en agitant continuellement le ballon jusqu'à ce que le liquide soit complètement incolore. On ajoute ensuite un excès de 5 à 6 cm<sup>3</sup> de solution de NaOH n/2 et on chauffe le liquide 15 minutes environ jusqu'à complète élimination de l'ammoniaque. On s'assure que la vapeur d'eau qui s'échappe du ballon ne contient plus d'ammoniaque au moyen d'un papier de tournesol rouge. Après refroidissement complet du liquide, on le rougit fortement au moyen de VI à VIII gouttes de phénolphthaleine et l'excès d'alcali est mesuré au moyen d'acide sulfurique n/2. Il ne reste plus qu'à retrancher du nombre de centimètres cubes de NaOH n/2, le nombre de centimètres cubes de SO<sup>4</sup>H<sup>2</sup>n/2. La différence multipliée par 1,268 donne la quantité de P<sup>2</sup>O<sup>5</sup> en milligrammes. Voici la réaction de ce titrage :



Comme le montre le tableau suivant, les résultats obtenus ne répondirent pas à notre attente ; les chiffres trouvés étaient trop forts.

P <sup>2</sup> O <sup>5</sup> introduit en milligrammes	P <sup>2</sup> O <sup>5</sup> trouvé en milligrammes	Différence %
25	25,7	+ 2,8
25	25,6	+ 2,4
30	30,8	+ 2,7
30	30,7	+ 2,3

Au moment où nous terminions ces essais, J. P. GREGERSEN<sup>4</sup> publiait un article sur la méthode de NEUMANN qu'il venait de perfectionner.

Pour lui, les valeurs trop fortes souvent trouvées sont dues à l'action de l'anhydride carbonique de l'air sur la solution titrée de soude n/2. Quel que soit le soin apporté à la préparation de cette dernière, l'anhydride carbonique s'y introduit peu à peu pendant l'agitation, le repos et les autres phases du dosage. — Aussi, en retitrant au moyen de  $\text{SO}_4^{\text{H}^2}$  n/2, on remarque nécessairement une disparition plus rapide de la coloration rouge que lorsque la liqueur est privée de  $\text{CO}^2$ .

L'auteur étudie ensuite l'influence exercée sur le dosage par différents volumes d'acide sulfurique, de solutions de nitrate d'ammonium et de molybdate d'ammonium ainsi que par le volume total du liquide, et arrive à formuler diverses recommandations parmi lesquelles nous relevons celle-ci : « Pour le titrage on ajoute un petit excès d'acide « sulfurique n/2 (1 cm<sup>3</sup> à 1,5 cm<sup>3</sup>). On élimine  $\text{CO}^2$  par « le chauffage, on laisse refroidir et on retitre avec «  $\text{Na OH}$  n/2. »

L'auteur donne ensuite les résultats qu'il a obtenus et termine en soutenant que la méthode de NEUMANN, avec les perfectionnements qu'il y a apportés, est préférable à toute autre pour le dosage de petites quantités de phosphore pouvant ne pas dépasser un milligramme.

En examinant les documents analytiques sur lesquels est basée cette conclusion, on constate que, si les déterminations sont entièrement satisfaisantes pour des quantités supérieures à 2 milligrammes, elles sont, par contre, très erronées pour des quantités moindres.

Voici les résultats obtenus par GREGERSEN pour les petites quantités. — Les différences en pour cent qui figurent en regard des valeurs trouvées ont été calculées par nous.

<sup>4)</sup> J. P. GREGERSEN, Ueber die alkalimetrische Phosphorsäurebestimmung nach A. NEUMANN. — *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, L. III, 453; 1907.

Phosphore introduit en milligrammes	Phosphore trouvé en milligrammes	Différence %
2,35	2,38	+ 1,2
2,35	2,38	+ 1,2
2,35	2,36	+ 0,4
1,17	1,20	+ 2,5
1,17	1,23	+ 5,1
1,17	1,23	+ 5,1

Nous ne pouvions donc songer à employer la méthode de NEUMANN pour les faibles prises d'essai dont nous avons parlé dans l'introduction, sans nous exposer à des erreurs de plus de 5 %.

D'ailleurs au moment où GREGERSEN publiait son article nous avions déjà expérimenté la méthode de WOY en la modifiant quelque peu en vue des recherches physiologiques. — Les résultats obtenus étaient excellents, même en présence de moins de 1 milligramme de phosphore et pour des milieux abondamment chargés de divers éléments minéraux. Nous arrêtâmes donc notre choix sur la méthode de WOY adaptée aux recherches physiologiques. En voici la description détaillée.

## § 2

Nous traiterons successivement les points suivants :

- A. — *Destruction de la matière organique.*
- B. — *Dosage proprement dit à l'état d'anhydride phosphomolybdique d'après WOY.*
- C. — *Influence des sels sur la précipitation du phosphomolybdate d'ammonium.*

### A. — **Destruction de la matière organique.**

Elle s'effectue par l'action combinée des acides sulfureux et nitrique à chaud. Cette technique, avec quelques variantes de détails, a été notamment recommandée par GAUTIER pour le dosage de l'arsenic, et par LA-

PICQUE<sup>5</sup> pour le dosage du fer. — Elle a été généralisée depuis par NEUMANN<sup>6</sup>.

Nous avons adopté le mode opératoire employé par LAPICQUE. — En voici la description empruntée presque textuellement à ses mémoires :

La substance dans laquelle on se propose de doser le phosphore est introduite dans un ballon (matras ovoïde) en verre dur, de 125 cm<sup>3</sup> de capacité.

S'il s'agit d'un liquide, de sang par exemple, le ballon est préalablement taré et on pèse par différence le liquide introduit. On ajoute alors de l'acide sulfurique à 66° Baumé en qualité variable selon le poids de l'échantillon et la nature de la matière à incinérer. — Il faut compter de 0,5 à 1 1/2 cm<sup>3</sup> (1 cm<sup>3</sup> en moyenne) d'acide par gramme de tissus frais. — Il est recommandable de diviser les tissus en petits fragments et de les laisser macérer quelques heures dans l'acide. — Pour les petites prises d'essai, cette dernière précaution est superflue. On place alors le ballon dans une position telle que le col soit incliné sur un support métallique au-dessus d'un bec Bunsen, comme s'il s'agissait de procéder à un dosage de l'azote total d'après la méthode de Kjeldahl. On chauffe doucement de façon à éviter toute projection au dehors.

Certaines substances, les graisses et les lipoïdes par exemple, s'oxydent très difficilement et donnent naissance à une mousse envahissante qui menace à chaque instant de s'échapper par le col. Pendant cette période critique il faut chauffer avec beaucoup de ménagement en prenant le ballon par le col avec une pince en bois ; on l'agit constamment et on l'écarte souvent du feu pour s'assurer de l'état de son contenu.

La matière organique se dissout en fournissant un liquide d'aspect goudronneux. — L'eau étant vaporisée, on

<sup>5</sup>) LAPICQUE. Sur le dosage du fer dans les recherches physiologiques *Thèse (Faculté de médecine, Paris)*; 1895.

<sup>6</sup>) NEUMANN, (*loc. cit.*).

chauffe un peu plus de façon à amener l'acide sulfurique à une température voisine de l'ébullition, ce qu'on reconnaît à ce que l'atmosphère du ballon, d'abord chargée d'épaisses vapeurs blanches, est redevenue limpide. Toute la surface interne du ballon, y compris la partie inférieure du col, est alors mouchetée d'éclaboussures noircâtres. Saisissant le ballon au moyen de la pince en bois, on l'enlève du support et on le laisse un peu refroidir ; puis, le maintenant toujours incliné, on y fait tomber de l'acide azotique pur et concentré au moyen d'un flacon compte-gouttes. — Il y a une vive réaction avec dégagements abondants de vapeurs nitreuses.

Il faut que le contenu du ballon soit assez refroidi pour que le contact de l'acide azotique avec l'acide sulfurique ne donne pas lieu à une explosion qui pourrait entraîner des pertes ; d'autre part il ne faut pas que l'acide sulfurique soit trop refroidi, car alors la réaction ne se produirait pas bien. On ajoute goutte à goutte l'acide azotique tant que la réaction se produit, puis on replace le ballon sur le feu. Généralement la liqueur qui s'était éclaircie par l'action de l'acide azotique jusqu'à la couleur rouge brunit de nouveau. On recommence alors comme la première fois, puis une troisième, une quatrième s'il le faut, jusqu'à ce que finalement la liqueur ne présente plus qu'une teinte jaune verdâtre très claire qui ne se modifie pas par un chauffage prolongé. Par refroidissement, la liqueur doit devenir complètement incolore.

La combustion est alors terminée. A l'acide parfaitement refroidi on ajoute avec précaution et par petites portions, en mélangeant chaque fois, 25 à 30 cm<sup>3</sup> d'eau distillée, et on porte à l'ébullition pendant quelques instants. — Cette opération vise un double but :

1<sup>o</sup> chasser les dernières traces d'acide nitrique et de vapeurs nitreuses ;

2<sup>o</sup> dissoudre le précipité qui a pu se former.

B. — Dosage proprement dit du Phosphore à l'état d'anhydride phosphomolybdique d'après Woy.<sup>7)</sup>

La méthode que nous allons décrire est celle de WOY que nous avons adaptée, grâce à quelques modifications, aux recherches spéciales que nous voulions faire. Ces modifications, nous nous efforcerons de les indiquer au fur et à mesure de la description.

Le résumé assez détaillé que nous donnons de la méthode de WOY a pour but d'en faciliter l'emploi aux lecteurs et surtout aux physiologistes de langue française, en les dispensant de recourir au travail original très étendu.

Nous étudierons successivement :

- 1<sup>o</sup> *Le principe de la méthode;*
- 2<sup>o</sup> *La première précipitation;*
- 3<sup>o</sup> *La seconde précipitation;*
- 4<sup>o</sup> *L'emploi du creuset de Gooch pour recueillir le précipité;*
- 5<sup>o</sup> *La calcination du précipité;*
- 6<sup>o</sup> *Le calcul des résultats.*

1<sup>o</sup> *Principe de la méthode.* — Quand des liqueurs contiennent de l'acide phosphorique et de l'acide molybdique en proportion moléculaire exacte, soit une molécule de  $P_2O_5$  pour 24 molécules de  $MoO_3$ , il faut pour la précipitation totale de l'acide phosphorique une quantité déterminée d'acide nitrique et de nitrate d'ammonium. La liqueur doit renfermer 5 % de ce dernier produit. Il ne favorise pas seulement la réaction, il est absolument nécessaire. Quant à l'acide nitrique, la liqueur doit en contenir abondamment. En effet, d'après HUNDESHAGEN<sup>8)</sup>, la précipitation de 1 gr. de  $P_2O_5$  exige la présence de 11.6 gr. de  $NO_3H$ . Un excès d'acide nitrique allant jusqu'à 37,5 gr. ne produirait aucun trouble, mais un excès

<sup>7)</sup> Woy, *Chemiker Zeitung*, XXI, 442—444 et 469—473; 1897.

<sup>8)</sup> HUNDESHAGEN. *Zeitschr. f. analyt. Chem.*, 141, XXVIII; 1889.

plus considérable décompose le précipité de phosphomolybdate d'ammonium et peut donner lieu à sa complète disparition. Cette dernière action de l'acide nitrique est neutralisée par un excès de molybdate : 1 gr. de molybdate d'ammonium paralyse l'influence de 55,7 gr. d'acide nitrique. En revanche, un excès de molybdate d'ammonium exige l'emploi d'un excès d'acide nitrique : Pour 1 gr. de molybdate en excès, il faut 0,53 gr. d'acide nitrique en plus.

La précipitation est d'autant plus rapide et complète, jusqu'à un certain point, qu'elle s'effectue à une température plus élevée.

2<sup>o</sup> Première précipitation. — Voici d'après WOY les réactifs nécessaires :

a) *Molybdate d'ammonium* :

Solution à 3 %  
1 cm<sup>3</sup> précipite 0,001 gr. de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

b) *Solution de nitrate d'ammonium* :

{ Nitrate d'ammonium . . . . . 340 gr.  
Eau . . . . . Q.S. pour 1 litre.

c) *Solution d'acide nitrique*, contenant 25 % de NO<sub>3</sub>H :  
(poids spécifique 1,153).

d) *Liquide de lavage* :

{ Nitrate d'ammonium . . . . . 200 gr.  
NO<sub>3</sub>H (D. = 1,40) . . . . . 160 gr.  
Eau . . . . . Q.S. pour 1 litre.

La solution sulfurique des cendres représente un volume de liquide variant ordinairement entre 45 et 50 cm<sup>3</sup>. La liqueur est versée dans un verre de Bohême de la contenance de 400 cm<sup>3</sup> environ. Les parois du ballon sont rincées avec 10 cm<sup>3</sup> d'eau distillée, puis on neutralise avec une solution d'ammoniaque. On ajoute 30 cm<sup>3</sup> de solution de nitrate d'ammonium ainsi que la quantité convenable d'acide nitrique.

Voici d'après TREADWELL<sup>9</sup> la proportion que l'on doit observer entre les diverses solutions par rapport à certaines quantités de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Molybdate d'ammonium	Nitrate d'ammonium	NO <sub>3</sub> H
0,1 gr.	120 cm <sup>3</sup>	30 cm <sup>3</sup>	19 cm <sup>3</sup>
0,01 »	15 »	20 »	10 »
0,005 »	15 »	20 »	10 »
0,002 »	10 »	15 »	5 »
0,001 »	10 »	15 »	5 »

Remarque. — Nous avons constaté que ces proportions ne peuvent s'appliquer qu'aux solutions de phosphate purs, ainsi qu'il ressortira de notre étude sur l'influence des sels.

Disons de suite que, dans nos dosages physiologiques où nous nous trouvions en présence de quantités de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> variant entre 2 milligr. et 15 centigr., nous sommes toujours arrivé à une précipitation totale en employant pour les petites quantités 20 cm<sup>3</sup> d'acide nitrique à 1,153 et 30 cm<sup>3</sup> de molybdate, et pour les plus grandes, 25 cm<sup>3</sup> d'acide nitrique et 40 cm<sup>3</sup> de molybdate, avec, dans tous les cas, 30 cm<sup>3</sup> de nitrate d'ammonium.

Si on se rapporte au tableau précédent on constate qu'il eut été suffisant d'employer pour les plus petites quantités 5 cm<sup>3</sup> d'acide nitrique. De nombreuses expériences nous ont convaincu que cette quantité est absolument insuffisante pour un milieu souillé par le sulfate d'ammonium et les autres sels des cendres. (voir p. 142).

La solution de nitrate d'ammonium ainsi que l'acide nitrique, avant d'être ajoutés dans le verre de Bohême à la solution sulfurique des cendres neutralisée par l'ammoniaque, servent à rincer le ballon. La liqueur est chauffée jusqu'à ébullition.

Dans un second verre de Bohême, on chauffe en même temps et jusqu'à l'ébullition la quantité de molybdate né-

<sup>9)</sup> TREADWELL, *Kurzes Lehrbuch der analyt. Chemie*, II, 330; 1907.

cessaire et on verse cette solution de molybdate dans la solution de phosphate, lentement, en filet mince. WOY se sert pour cette opération d'un entonnoir à robinet rodé. Nous nous sommes contenté, pour guider le jet du liquide, d'un agitateur en verre et nous nous sommes bien trouvé de cette simplification.

Le phosphomolybdate d'ammonium s'isole instantanément et totalement.

Le verre de Bohême est agité pendant une demi-minute environ ; on laisse reposer et on filtre au moyen d'un filtre dur N° 575 de Schleicher & Schüll (Dürren), reposant sur un cône de platine.

La filtration se fait à la trompe. — Etant donnée la facilité du précipité jaune à traverser les filtres, même les plus durs, nous avons chaque fois, ainsi que le recommande NEUMANN, lavé le filtre avec de l'eau aussi froide que possible pour resserrer les pores du papier.

Le précipité resté dans le verre est ensuite lavé avec 50 cm<sup>3</sup> de liquide laveur chaud et on filtre de nouveau par décantation après refroidissement.

Remarque. — Dans cette première précipitation nous préférons le filtre de papier durci au creuset de Gooch employé par WOY pour les motifs que voici :

Quand il s'agit de dosages physiologiques où l'on ne connaît souvent que d'une manière très approximative la teneur en phosphore des substances, ou parfois même on ignore totalement l'ordre de grandeur, il peut se faire que la précipitation n'ait pas été complète. Il nous a donc paru nécessaire dans chaque cas de prélever dans deux tubes à essais quelques cm<sup>3</sup> de liqueur de filtrat ; dans l'un nous ajoutions de l'acide nitrique, dans l'autre du molybdate et nous portions à l'ébullition. Ainsi nous nous assurions que la précipitation était totale.

Il peut arriver aussi, surtout quand la quantité d'acide nitrique a été mesurée trop parcimonieusement, que la sédimentation se fasse mal. Le précipité jaune offrira alors un aspect laiteux, il adhérera aux parois du verre et traversera facilement le filtre le plus dur.

En toute hypothèse de précipitation incomplète ou défectueuse, il faut pouvoir recueillir sans perte la totalité du filtrat. Cela ne serait pas toujours facile avec le creuset de Gooch, étant donnée la façon dont il est monté. La bague de caoutchouc, en effet, peut avoir été plus ou moins imprégnée par le filtrat et n'est guère facile à laver.

3<sup>o</sup> *Deuxième précipitation.* — Nous étudierons :

- a) *son utilité*;
- b) *son exécution*.

a) *Son utilité.* — Le précipité jaune de phosphomolybdate d'ammonium possède d'après HUNDESHAGEN la composition suivante :



Il ne contient jamais plus d'acide molybdique qu'il n'est indiqué dans la formule, mais il est toujours plus ou moins souillé par de petites quantités de métaux présents, même quand on n'a affaire qu'à des phosphates d'alcali. Il est donc nécessaire de le purifier par une seconde précipitation. Si cette précaution est nécessaire dans le cas de solutions de phosphates purs, elle l'est a fortiori quand il s'agit d'un milieu fortement souillé par le sulfat d'ammonium et tous les sels des cendres. On serait peut-être tenté de croire qu'une seule précipitation suffit quand on a affaire à de très petites quantités. En opérant sur un et deux milligrammes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> avec une seule précipitation, WOY a obtenu d'assez bons résultats. Mais il s'agissait d'une solution de phosphate de soude exempte de toute impureté et d'ailleurs, l'erreur atteignait déjà 1,5 et 2 % en excès. Nous nous sommes rendu compte qu'en présence de sulfate d'ammonium l'erreur en excès atteint un chiffre beaucoup plus élevé si on s'en tient à une précipitation unique. Le fait est suffisamment mis en lumière par le tableau suivant. — On a opéré dans les deux cas sur 1 cm<sup>3</sup> d'une solution titrée de phosphate de soude contenant exactement 2 milligrammes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> soit 0,873 mgr. de phosphore à laquelle on

ajoutait 5 cm<sup>3</sup> d'acide sulfurique à 66° Baumé neutralisés par l'ammoniaque.

Phosphore introduit en mg.	Anhydride Phosphomolybdique correspondant en gr.	trouvé en gr.	Différence %
<i>a) une seule précipitation</i>			
0,873	0,0507	0,0631	+ 24,4
0,873	0,0507	0,0614	+ 21,1
<i>b) double précipitation</i>			
0,873	0,0507	0,0505	- 0,4

On voit de quelle nécessité est la seconde précipitation dans les dosages physiologiques.

*b) Comment se pratique la seconde précipitation.* — Le précipité de phosphomolybdate d'ammonium demeuré au fond du verre de Bohême après la filtration, ainsi que celui qui se trouve sur le filtre, sont dissous dans 10 cm<sup>3</sup> d'ammoniaque à 8 %. On ajoute 20 cm<sup>3</sup> de solution de nitrate d'ammonium et 30 cm<sup>3</sup> d'eau distillée. Ces deux derniers liquides sont versés sur le filtre afin de le laver et ainsi tout le phosphomolybdate d'ammonium dissous se trouve réuni dans le verre. On ajoute alors de 1 à 2 cm<sup>3</sup> de solution de molybdate d'ammonium, on chauffe au voisinage de l'ébullition et on précipite au moyen de 18 à 20 cm<sup>3</sup> d'acide nitrique chauffés à la même température. (Nous faisons remarquer que cette quantité d'acide nitrique que nous employons n'est pas supérieure à celle que les auteurs indiquent.)

Le précipité se dépose de nouveau très rapidement. Il ne reste plus qu'à le recevoir dans un creuset de Gooch pour le transformer par calcination en anhydride phosphomolybdique.

*4<sup>o</sup> Emploi du creuset de Gooch.* — Rappelons que pour garnir le creuset de Gooch on se sert d'amiante spécialement préparée pour cet usage (de *Merck* ou de *Kahlbaum*). Après l'avoir finement divisée en l'agitant dans une fiole d'Erlenmeyer on garnit le fond du creuset d'une couche

de quelques millimètres d'épaisseur. — On place alors le disque en porcelaine et on ajoute assez d'amiante pour obtenir une filtration bien régulière. Nous n'insistons pas sur la nécessité de laver soigneusement le creuset de Gooch à l'eau distillée jusqu'à ce que cette dernière n'entraîne plus de particules d'amiante.

Le creuset est alors chauffé jusqu'au voisinage du rouge sombre dans un creuset de nickel dont le fond est garni de carton d'amiante ou d'un disque de porcelaine perforé, puis le creuset de Gooch est mis dans un exsiccateur, refroidi et taré.

On arrive à une plus grande précision en pesant le creuset dans une boîte de verre, car, malgré l'opinion de certains auteurs, l'amiante est jusqu'à un certain point hygrométrique.

Le creuset de Gooch taré est lavé à l'eau distillée. On fait repasser cette eau sur l'amiante jusqu'à ce qu'on ne remarque plus de particules en suspension. Le produit de la seconde précipitation est alors filtré ; on lave le précipité demeuré au fond du verre avec du liquide laveur une ou deux fois, puis on le reçoit dans le creuset et on enlève les derniers restes de phosphomolybdate adhérant aux parois du récipient au moyen d'une baguette de verre coiffée de caoutchouc. Le balai de caoutchouc qui nous a paru le plus commode pour cette opération est celui qui affecte une forme aplatie, plus ou moins trapézoïde, présentant au milieu et dans presque toute sa longueur une ouverture tubulaire dans laquelle on enfonce l'agitateur. On peut tailler à volonté les deux ailes latérales et obtenir ainsi des surfaces de frottement allongées, très embrassantes avec lesquelles il est facile d'opérer vite et sans projections.

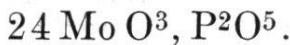
Le précipité est lavé avec du liquide de lavage jusqu'à ce qu'il ne se produise plus de coloration brune avec le ferrocyanure de potassium.

Pour la filtration à la trompè nous nous servons d'un robinet de verre à trois voies grâce auquel il est aisément de faire rentrer l'air dans le flacon et de rétablir le

vide à volonté. Quand le lavage du précipité est terminé, le creuset de Gooch est desséché avec soin à l'étuve à 100°. Il ne reste plus qu'à le calciner pour transformer le phosphomolybdate d'ammonium en anhydride phosphomolybdique.

5<sup>o</sup> *Calcination du précipité.* — Le creuset de Gooch, couvert d'un couvercle de creuset de porcelaine, est placé dans le creuset de nickel qui a déjà servi pour la confection du filtre d'amiante. On chauffe doucement d'abord afin d'éviter les projections, puis plus fort jusqu'au voisinage du rouge sombre. Le précipité jaune prend une coloration orangée qui, peu à peu, vire au bleu foncé. Quand tout le contenu du creuset présente cette teinte, l'opération est terminée ; on laisse refroidir le creuset de Gooch dans un exsiccateur et on pèse.

6<sup>o</sup> *Calcul des résultats.* — D'après MEINEKE<sup>10</sup> la formule de l'anhydride phosphomolybdique est la suivante :



Ce corps renferme 3,946 % de P<sup>2</sup>O<sup>5</sup>, soit 1,723 % de phosphore.

### C. — Influence des principaux sels constitutifs des cendres.

Puisque nos incinérations devaient s'effectuer par l'action combinée des acides sulfurique et nitrique et que la solution acide des cendres serait neutralisée par l'ammoniaque, il était naturel que nous nous préoccupions avant tout de l'influence du sulfate d'ammonium sur nos dosages.

Ce sel devait exister en quantité relativement considérable. — Dans chaque cas nous devions nous trouver en présence d'une valeur de 10 à 15 gr. WOY affirme qu'une telle quantité ne produit aucun effet nuisible. — Cela est vrai à condition de forcer la dose d'acide nitrique, comme d'ailleurs il l'a fait lui-même. Toutefois, comme il résulte du tableau ci-dessous, une valeur ne dépassant

<sup>10)</sup> MEINEKE. *Chemiker Zeitung*, XX, 108; 1896.

pas  $\frac{1}{20}$  molécule ne produit aucun effet nuisible et ne nécessiterait pas une augmentation de la dose d'acide nitrique. Il n'en est pas de même pour une quantité supérieure. La précipitation est sensiblement retardée, le liquide prend un aspect laiteux et la différence *en moins* est notable si on ne force pas la dose d'acide nitrique.

Pour les dosages qui suivent nous avons employé 2 cm<sup>3</sup> de notre solution titrée de phosphate de soude, soit **4,366 milligr.** de phosphore. On précipitait dans tous les cas au moyen de 20 cm<sup>3</sup> de solution de molybdate, mais la quantité d'acide nitrique différait d'un essai à l'autre pour la première précipitation, le volume de solution de nitrate d'ammonium étant invariablement de 30 cm<sup>3</sup>; pour la seconde précipitation, on employait 18 cm<sup>3</sup> d'acide nitrique et 1 cm<sup>3</sup> de molybdate.

Poids de sel introduit	Poids d'Anhydride phosphomolybdique trouvé	Différence p 100	Acide Nitrique
	gr.		
(NH <sup>4</sup> ) <sup>2</sup> SO <sup>4</sup> 6,6 ( $\frac{1}{20}$ mol.)	0,2532	— 0,1	10 c.c.
» 13,2 ( $\frac{1}{10}$ mol.)	0,2484	— 2,1	10 »
» 13,2 ( $\frac{1}{10}$ mol.)	0,2528	— 0,2	20 »
K <sup>2</sup> SO <sup>4</sup> 8,7 ( $\frac{1}{20}$ mol.)	0,2492	— 1,7	10 »
Na <sup>2</sup> SO <sup>4</sup> 7,1 ( $\frac{1}{20}$ mol.)	0,2532	— 0,1	10 »
MgSO <sup>4</sup> 6,0 ( $\frac{1}{20}$ mol.)	0,2520	— 0,6	10 »
NaCl 5,8 ( $\frac{1}{10}$ mol.)	0,2516	— 0,7	10 »
CaCl <sup>2</sup> 11,1 ( $\frac{1}{10}$ mol.)	0,2506	— 1,1	10 »
Fe <sup>2</sup> (SO <sup>4</sup> ) <sup>3</sup> 0,04 ( $\frac{1}{10000}$ mol.)	0,2543	+ 0,4	10 »
« 0,4 ( $\frac{1}{1000}$ mol.)	0,2420	— 4,5	10 »
« 0,4 ( $\frac{1}{1000}$ mol.)	0,2515	— 0,8	18 »

On voit d'après ce tableau que le sulfate de potassium ralentit, lui aussi, la précipitation du phosphomolybdate d'ammonium. Il en est de même du sulfate de fer.

Quant au sulfate de sodium, au sulfate de magnésium et au chlorure de sodium, ils ne semblent exercer aucune influence notable.

Nous nous sommes, enfin, placé dans les conditions les plus défavorables de nos futurs dosages, c'est-à-dire en présence de 5 cm<sup>3</sup> d'acide sulfurique neutralisés par

l'ammoniaque et nous avons obtenu d'excellents résultats pour des quantités de phosphore variant entre 21,830 mgr. et 0,873 mgr.

Dans tous les cas on a employé, pour la première précipitation, 18 cm<sup>3</sup> de notre solution d'acide nitrique et un volume varié, indiqué dans chaque cas, de solution de molybdate d'ammonium ; pour la deuxième précipitation également 18 cm<sup>3</sup> d'acide nitrique et 1 cm<sup>3</sup> de molybdate.

Phosphore introduit en milligram.	Anhyd. Phosphomolybd.		Différence %	Molybdate d'ammoniaque cm <sup>3</sup> de la solution
	correspondant en grammes	trouvé en grammes		
21,830	1,2670	1,2705	+ 0,29	70
8,732	0,5068	0,5067	- 0,02	30
4,366	0,2534	0,2539	+ 0,19	20
1,747	0,1014	0,1016	+ 0,19	20
0,873	0,0507	0,0505	- 0,4	20

On voit que, dans aucune détermination, l'erreur n'atteint un demi centième ; elle reste généralement fort en dessous.

Ces déterminations montrent que les éléments minéraux physiologiques ne nuisent pas notablement à l'exactitude du dosage, à condition :

- 1<sup>o</sup> de forcez la dose normale d'acide nitrique ;
- 2<sup>o</sup> d'opérer toujours par double précipitation.

Ce sont là deux points essentiels que WOY n'avait pas mis suffisamment en relief et sur lesquels nous avons tenu à attirer tout spécialement l'attention.



## CHAPITRE II

### Le phosphore total dans le névraxe et dans les nerfs.

#### A. — Extraction et préparation des organes pour l'analyse.

1<sup>o</sup> *Extraction des organes*, — technique suivie :

Le chien recevait en injection sous-cutanée  $\frac{1}{2}$  cm<sup>3</sup> par kg, de la solution :

{ Chlorhydrate de morphine . . . . 1 gr.  
Solution NaCl physiologique . . . 50 cm<sup>3</sup>.

La narcose était complétée par inhalation de chloroforme.

L'animal était alors couché sur le dos, la tête en extension. Après un prélèvement de sang dans l'artère carotide (voir chapitre IV), il était saigné aussi complètement que possible par une section générale des vaisseaux du cou.

Nous avions d'abord songé à pratiquer l'hydrotomie qui possède l'avantage de livrer au physiologiste des organes complètement exsangues, mais, pour les raisons suivantes, nous y avons renoncé :

a) L'opération de l'hydrotomie eut été bien malaisée, pour ne pas dire impossible à pratiquer, sur les tout jeunes sujets. Or, nous avons fait des recherches sur 21 chiens de quelques heures et de quelques jours.

b) Nous avons craint que l'hydrotomie ne modifiât d'une manière appréciable le coefficient d'hydratation des organes et que toute l'eau salée employée n'entraînât hors des tissus une certaine quantité de quelques composés phosphorés.

L'animal étant saigné à blanc, voici comment s'effectuait l'extraction des organes nerveux :

Après avoir fait sauter la calotte crânienne, on débarrassait méticuleusement le champ opératoire de tous les fragments d'os, puis on incisait de chaque côté la dure-mère parallèlement à la scissure interhémisphérique. On détachait la faux du cerveau, réclinait les lambeaux latéraux et enlevait l'encéphale en le soulevant et en sectionnant les nerfs de la base, ainsi que la moelle, transversalement, au niveau de la pointe du *calamus scriptorius*. Les hémisphères étaient séparés du segment cervelet-isthme au moyen d'une section transversale passant par les pédoncules cérébraux.

On dépouillait soigneusement l'encéphale des gros vaisseaux, le cervelet des fragments, ordinairement ossifiés chez les sujets adultes, de la tente du cervelet ; mais on a dû renoncer à enlever entièrement la pie-mère, car on n'aurait pu le faire sans arracher des particules d'écorce.

On ouvrait alors avec des pinces le canal rachidien en évitant soigneusement la pénétration de la moindre esquille dans le tissu nerveux. Les nerfs étaient coupés à leur sortie de la dure-mère et la moelle retirée encore recouverte de ses enveloppes. On la dépouillait de ces dernières (pie-mère comprise) après l'avoir placée dans un plateau.

Quant aux nerfs, nous nous contentions de recueillir les nerfs sciatiques, brachiaux, et ceux de la queue de cheval. Avant de les peser on les débarrassait soigneusement des tissus conjonctifs et adipeux étrangers.

2<sup>o</sup> *Dessiccation des organes jusqu'à poids constant.*— Sitôt leur extraction, les organes nerveux étaient reçus dans des capsules tarées et pesés dès qu'ils s'étaient mis en équilibre de température avec l'atmosphère ambiante. Avant la pesée toutes les précautions étaient prises pour éviter autant que possible l'évaporation.

Dès que le poids des organes frais était déterminé, les capsules étaient chauffées, d'abord au bain marie, puis à l'étuve à 100°, et enfin à l'étuve à 105°, jusqu'à poids

constant : ce qui permettait d'obtenir le coefficient d'hydratation. On broyait alors les organes dans des mortiers de porcelaine et on les enflaconnait. Nous tenons à dire que tous ces résidus étaient finement broyés. La substance nerveuse se réduisait en grumeaux très fins sur l'homogénéité desquels nous ne pouvions avoir de doutes.

Ajoutons, pour terminer, qu'avant chaque dosage, la prise d'essai extraite du flacon, soigneusement agité au préalable, était de nouveau chauffée à l'étuve pendant plusieurs heures pour la débarrasser des traces d'eau qui auraient pu s'y introduire pendant l'opération du broiement.

#### B. — Le phosphore total dans les organes secs.

En consultant la liste des publications sur la question du phosphore total dans le système nerveux, on est frappé du peu de travaux qu'on y trouve. (Voir tableau I, p. 153). Avant la publication de KOCH dans le numéro du 18 Février 1908 du *Journal of Physiology*, on ne rencontre dans la littérature qu'une étude systématique sur l'influence de l'âge, celle de BORSARELLI voir tableau I, p. 153). Disons de suite que les résultats de cet auteur et les nôtres ne concordent pas, puisque les chiffres de BORSARELLI accusent dans le cerveau humain une augmentation de phosphore total avec l'âge pour l'organe sec, tandis que nous trouvons, chez le chien, une progression en sens inverse (voir tableau IV, p. 156). Mais nous ferons remarquer que le travail de BORSARELLI déjà ancien (il date de 1861) ne comprend que 8 analyses. D'autre part, le sujet le moins âgé de la statistique est une fille de 10 ans, tandis que nous sommes parti de chiens de quelques heures.

Quant à KOCH, il s'est, lui aussi, exclusivement occupé de l'encéphale et ne fournit que 3 déterminations dont deux indirectes. Malgré tout, quand le mémoire de KOCH nous parvint (fin de mars 1908), nous constatâmes, avec intérêt, l'analogie qui existe entre ses chiffres sur l'encéphale de l'homme et les nôtres sur celui du chien.

*Recherches personnelles.* — Elles ont porté sur les organes nerveux de 40 chiens dont l'âge variait de quel-

ques heures à huit ans. Un certain nombre des sujets étaient nés au laboratoire. Quant aux autres, achetés aux marchands, leur âge était soigneusement contrôlé par l'examen de l'état d'usure des dents. En raison des difficultés de l'extraction, nous avons renoncé à prendre les nerfs des plus jeunes sujets. Quant aux moelles, nous avons toujours laissé de côté celles qui ne présentaient pas leur intégrité anatomique. Chez les jeunes sujets, en effet, la moindre blessure des enveloppes fait jaillir au dehors la substance médullaire. Très riche en eau, très diffluente, cette dernière adhère fortement à la cuvette de porcelaine et aux instruments et il devient impossible de déterminer avec exactitude le poids de l'organe frais.

Les tableaux II, III, IV, V, VI et VII contiennent tous nos documents analytiques sur les hémisphères, le cervelet et l'isthme, la moelle et les nerfs.

En nous basant sur les chiffres individuels et les moyennes nous allons essayer de dégager la signification de quelques uns des faits que nous a révélés l'analyse. Nous ne nous occuperons d'abord que de la teneur en phosphore de l'organe sec, nous réservant d'apprécier ensuite cette teneur dans l'organe frais. En même temps nous parlerons du coefficient d'hydratation auquel cette teneur est intimement liée.

*Hémisphères.* — En consultant nos résultats analytiques (v. tableau II, p. 154), on voit combien régulière est la décroissance de la teneur en phosphore dans l'organe sec avec l'âge. Si nous consultons les deux chiffres extrêmes de notre tableau des chiffres individuels, nous trouvons entre la teneur en phosphore des hémisphères d'un chien de quelques jours et celle d'un chien de 8 ans une différence de 35 %.

Pour chaque groupe, les chiffres sont tous du même ordre. Un chiffre fort ne vient pas compenser un chiffre faible : pas de chutes brusques, mais une décroissance lente, régulière et continue. Toutefois la différence entre la teneur moyenne des deux premiers groupes est plus ac-

centuée. Elle est de 16 %, tandis que celle des groupes suivants n'est que de 2,6 %.

*Cervelet et isthme* (tableau III, p. 155). — La moyenne de cette partie du névrase est régulièrement plus élevée que celle des hémisphères. Cela n'a rien de surprenant puisqu'il s'agit d'une portion intermédiaire servant en quelque sorte de transition entre les hémisphères et la moelle. Mais il convient de faire remarquer encore la régularité et la décroissance dans la teneur. Entre les deux chiffres extrêmes du tableau détaillé 2,07 et 1,53 l'écart est exactement le même que pour les hémisphères, soit 35 %.

Quant aux chiffres des moyennes, ils présentent entre eux, d'un groupe à l'autre, des écarts sensiblement du même ordre que ceux des hémisphères. La différence entre la teneur du premier groupe et celle du second est de 11 %. Pour les deux derniers groupes, elle tombe à 7 et à 4 %.

*Encéphale* (tableau IV, p. 156). — Il fournit des valeurs intermédiaires entre celles des deux segments que nous venons d'étudier à part, en affirmant comme eux le mouvement de décroissance progressive de la teneur du phosphore total avec l'augmentation d'âge.

*Moelle* (tableau V, p. 157). — Cet organe ne suit pas le mouvement des portions de névrase que nous venons d'étudier dans la décroissance progressive du phosphore total dans l'organe sec. Cela s'explique facilement étant donnée la myélinisation précoce de ce segment, mais il convenait d'étudier le fait et de l'enregistrer. La teneur en phosphore de l'organe sec est sensiblement égale à toutes les périodes de la vie. Le fait ressort clairement du tableau des moyennes. Bien plus, si on consulte le tableau des résultats individuels, on voit que le chiffre le plus fort de toute la série : 1,96 est fourni par un chien du groupe IV, c'est-à-dire par un de nos plus vieux sujets.

*Nerfs* (tableau VI, p. 158). — La régularité dans la décroissance de la teneur en phosphore total avec l'âge reparaît dans les nerfs, plus accentuée que jamais.

La différence entre la teneur moyenne des nerfs des plus jeunes chiens et des vieux sujets atteint la valeur de 80 %. Et, si nous consultons les chiffres individuels, nous trouvons entre la teneur en phosphore des nerfs d'un chien de 4 semaines et celle d'un sujet de 8 ans un écart plus considérable encore : 195 % !

Le tableau numéro I renferme, croyons-nous, tous les documents concernant la question du phosphore total dans le système nerveux. Comme on peut le voir, les chiffres sont peu nombreux et, pour nous, qui n'avons eu affaire qu'à des sujets normaux, les documents qui nous intéressent le plus sont ceux de BORSARELLI et de KOCH sur l'encéphale de l'homme, le chiffre de FORSTER sur l'encéphale du chien normal et celui de MOTT & HALLIBURTON sur la teneur en phosphore total des nerfs sciatiques de chat. Ces deux derniers chiffres correspondent à ceux que nous avons obtenus pour nos sujets adultes.

#### C. — Le phosphore total dans les organes frais.

Cette teneur dépendant tout naturellement de l'hydratation des organes, il est intéressant d'étudier cette teneur en eau du névraxe et des nerfs. A ce sujet les chiffres sont assez peu nombreux dans la littérature surtout en ce qui concerne la moelle et les nerfs (voir tableau VIII, p. 160). Pour ce qui concerne l'encéphale (substances grise et blanche cérébrales), nous ne donnons que les déterminations où l'âge du sujet est indiqué. Ces chiffres se rapportent à l'homme et au chien.

Pour la moelle, nous donnons au sujet de l'homme et du chien tous les chiffres que nous trouvons même sans indication d'âge.

Enfin, nous relatons tous les chiffres des nerfs que nous avons trouvés se rapportant aux mammifères. Comme on peut le voir, il n'existe aucun chiffre pour le chien.

Dans nos recherches, nous avons constaté la diminution régulière de l'hydratation des organes avec l'âge, dans le système nerveux. Nos chiffres sur l'encéphale, les hémisphères, le cervelet et l'isthme, ainsi que ceux de la moelle du chien sont tout à fait du même ordre que ceux de BIBRA et de CH. DHÉRÉ.

Un fait très intéressant se dégage de nos documents analytiques : c'est que des hémisphères aux nerfs, la différence entre les pourcentages moyens des groupes extrêmes va en croissant. C'est ainsi qu'entre la teneur en eau des hémisphères du groupe I et du groupe IV la différence en % est de 15. Pour l'isthme cette différence atteint 17 %, pour la moelle 25 %. Dans les nerfs enfin, l'écart s'élève jusqu'à 55 %.

Quant aux différences individuelles, elles sont faibles. Presque négligeables en ce qui concerne les hémisphères, le cervelet et l'isthme, elles ont une tendance à s'accentuer dans la moelle, et, pour les nerfs, elles sont notables surtout chez les plus vieux sujets.

La teneur en phosphore total des organes frais est intimement liée aux oscillations de l'hydratation. Puisque cette dernière est plus élevée chez les jeunes sujets que chez les vieux, la teneur en phosphore de la substance fraîche est d'autant plus forte que le sujet est plus âgé. C'est le phénomène inverse de celui qui se présentait pour l'organe sec.

La différence entre la teneur moyenne des groupes extrêmes est de 78 % pour les hémisphères, de 77 % pour le cervelet et l'isthme, de 104 % pour la moelle et de 23 % pour les nerfs. Dans le cas de la moelle, l'écart énorme qu'on rencontre est dû à la fixité de la teneur en phosphore de l'organe sec, tandis que la teneur en eau diminue avec l'âge dans l'organe frais.

Des diverses portions du névraxe c'est la moelle qui possède le plus de phosphore dans la substance fraîche : 0,44 % en moyenne. L'encéphale n'en renferme que 0,28 et les nerfs 0,29 %.

En résumé, l'augmentation de la teneur en phosphore de la substance fraîche s'élève progressivement et régulièrement dans le névraxe des hémisphères à la moelle. La moyenne générale des hémisphères est de 0,28 %, celle de l'isthme et du cervelet 0,32 %, celle de la moelle 0,44 %.

Quant aux nerfs, le chiffre moyen de leur teneur en phosphore dans la substance fraîche est sensiblement le même que celui des hémisphères, bien que notablement plus élevé chez les jeunes sujets.

TABLEAU I

## Phosphore total dans le système nerveux

Organe ou tissu	Espèce	P %		Observations	Auteurs
		tissu frais	tissu sec		
Cerveau	homme	1,542	79 ans	sujet complèt. dével.	BORSARELLI, <i>Giorn. della R. Accad. med.-chir. di Torino</i> ; 1861. Cité d'après l'analyse parue dans: <i>Annali universali di Medicina</i> , CLXXVI, 407; 1861.
id.	id.	1,560	70 »		
id.	id.	1,790	60 »		
id.	id.	1,480	26 »		
id.	id.	1,430	25 »		
id.	id.	1,360	12 »		
id.	fille	1,352	10 »		
id.	fille	1,388	10 »		
id.	bœuf	1,498			
id.	veau	1,554			
id.	brebis	1,530		normal inanition minérale	J. FORSTER, <i>Zeitschr.f. Biologie</i> , IX, 363; 1873 KOSSEL, <i>Zeit. f. phys. Chem.</i> , VII, 8; 1882. BAUMSTARK, <i>Zeit. f. ph. Chem.</i> , IX, 145; 1885.
id.	porc	1,647			
Encéphale	chien	0,362	1,525		
id.	id.	0,410	1,543		
id.	mouton	0,356			
id.	cheval	0,347	1,298		
id.	homme	0,291	0,97		
id.	femme	0,256	1,76		
id.	id.	0,280	3,98		
id.	id.	0,246	1,33		
id.	homme	0,266	1,25	mort de pneumonie cancer id. aném. pern. hémorragie maximum minimum 6 semaines 2 ans 19 »	W. v. MORACZEWSKY, <i>Zeitschr. für physiol. Chem.</i> , XXII, 483; 1897.
id.	id.	0,329			
id.	id.	0,208			
id.	femme		1,72		
id.	femme		1,48		
id.	homme		1,45		
Cerveau seul	chien	0,365		lécithiné lécithiné lécithiné lécithinée	DENNSTEDT u. RUMPF, <i>Jahrb. der Hamb. Staatskrankenanst.</i> , III; 1902. W. KOCH, S.A. MANN, <i>J. of Phys.</i> , XXXVI, 26(Proceedings); 1908.
id.	id.	0,397			
id.	id.	0,357			
id.	id.	0,340			
Cerv. et cervel.	lapin	0,341			
id.	id.	0,367			
Encéphale	id.	0,356			
id.	lapine	0,347			
Cerv. et cervel.	cobaye	0,358			
id.	id.	0,373			
Corps calleux	homme	0,418		lécithiné épileptique id.	W. KOCH, <i>Americ. Journ. of Physiol.</i> , XI, 327; 1904. A. NOLL, <i>Zeitschr. f. phys. Chem.</i> , XXVII, 387; 1899.
Ecorce cérébr.	id.	0,19			
Substances :					
blanche méd.	bœuf	1,59			
grise corticale	femme	1,50			
blanche céré.		1,46			
grise corticale	homme	1,45			
blanche céré.		1,45			
Nerf sciatique	chat	1,1		2 ans 19 ans MOTT a. HALLIBURTON, <i>Proceed. R. Society</i> , LXVIII, 149; 1901.	Koch, ( <i>loc. cit.</i> ); 1908.

TABLEAU II  
HÉMISPHÈRES CÉRÉBRAUX  
GROUPE I

Désignation du chien	Age et sexe	Poids du sujet	Poids de l'organe frais	Poids de l'organe sec	H <sub>2</sub> O %	P % organefrais	P % organesec	Prise d'essai	Anhydride phosphomolybd.
K	quelques h <sup>res</sup> ♀	381	7,97	0,8014	90,0	0,200	2,00	0,1092	0,1274
K <sup>1</sup>	id. ♂	342	7,44	0,7112	90,4	0,183	1,91	0,0884	0,0984
U	id. { 5 sujets 2 ♂ 3 ♀	2,370/5	46,15/5	4,4100/5	90,4	0,178	1,86	0,1826	0,1974
T	1 jour { 4 sujets 1 ♂ 3 ♀	1,510/4	32,79/4	3,2604/4	90,0	0,185	1,85	0,1520	0,1630
M	1 jour { 4 sujets 1 ♂ 3 ♀	1,810/4	37,54/4	3,8700/4	89,7	0,212	2,06	0,1500	0,1798
K <sup>2</sup>	2 id. ♂	309	7,36	0,7322	90,0	0,192	1,92	0,0942	0,1054
K <sup>3</sup>	2 id. ♀	314	7,39	0,7306	90,0	0,191	1,91	0,0942	0,1044
K <sup>4</sup>	4 id. ♀	324	7,67	0,8376	89,0	0,211	1,92	0,1168	0,1304
C	6 id. ♀	274	7,76	0,8122	89,6	0,200	1,92	0,1690	0,1882
M <sup>1</sup>	15 id. { 2 sujets 1 ♂ 1 ♀	2,360/2	53,64/2	6,1300/2	88,5	0,194	1,69	0,1600	0,1572

GROUPE II

I	4 semaines ♂	1,900	41,04	5,71	86,1	0,238	1,71	0,1308	0,1300
I <sup>1</sup>	5 id. ♀	1,570	39,70	5,77	85,5	0,204	1,68	0,1718	0,1680
H	5 id. ♀	10,000	62,23	11,40	81,6	0,289	1,57	0,1871	0,1704
D	6 id. ♀	3,500	48,59	7,88	83,8	0,267	1,65	0,1874	0,1802
K <sup>5</sup>	6 id. ♂	5,000	44,81	6,69	85,1	0,247	1,66	0,1544	0,1491
O	id. ♀	2,575	43,43	6,84	84,2	0,257	1,63	0,1216	0,1146
I <sup>2</sup>	2 mois 1/2 ♂	6,500	62,02	10,75	82,7	0,280	1,62	0,1138	0,1070
O <sup>1</sup>	id. ♀	5,000	53,10	9,31	82,2	0,287	1,61	0,1538	0,1441
Q	4 mois ♂	24,000	90,25	17,09	81,1	0,295	1,56	0,1466	0,1332

GROUPE III

F	6 mois ♂	7,000	72,54	14,02	80,7	0,301	1,56	0,1850	0,1674
G	6 id. ♀	6,000	47,76	8,94	81,3	0,292	1,56	0,1896	0,1712
A	9 id. ♂	13,000	64,35	12,96	78,3	0,334	1,54	0,1508	0,1354
J	9 mois 1/2 ♀	7,000	62,18	12,41	80,0	0,314	1,57	0,1482	0,1352
E	10 mois ♂	13,500	66,75	13,15	80,3	0,304	1,55	0,1894	0,1704
L	13 id. ♀	14,000	73,25	15,49	78,8	0,320	1,51	0,1784	0,1558

GROUPE IV

B	2 ans ♂	16,000	72,05	15,53	78,4	0,335	1,55	0,1767	0,1596
S	3 id. ♂	35,000	90,18	21,21	76,5	0,362	1,54	0,1566	0,1404
R	4 ans 1/2 ♀	10,500	56,09	12,02	78,6	0,337	1,53	0,1688	0,1504
P	8 ans ♂	32,000	80,30	17,75	77,9	0,327	1,48	0,1448	0,1252

TABLEAU III

**ISTHME et CERVELET**

**GROUPE I**

Désignation du chien	Age du sujet	Poids du sujet	Poids de l'organe frais	Poids de l'organe sec	H <sub>2</sub> O %	P % organе frais	P % organе sec	Prise d'essai	Anhydride phosphomolybd.
K	quelques heures	381	0,70	0,0878	87,1	0,242	1,88	0,0782	0,0854
K <sup>1</sup>	id. id.	342	0,99	0,1033	89,6	0,195	1,88	0,1028	0,1122
U	id. 5 sujets	2,370/5	5,62/5	0,6238/5	88,9	0,195	1,93	0,1018	0,1142
T	1 jour 4 id.	1,510/4	3,24/4	0,3664/4	88,7	0,217	1,92	0,1472	0,1644
M	id. id.	1,810/4	4,84/4	0,5728/4	88,2	0,224	1,90	0,1273	0,1403
K <sup>2</sup>	2 id.	309	1,00	0,1278	87,0	0,251	1,91	0,1018	0,1132
K <sup>3</sup>	2 id.	314	1,00	0,1270	87,3	0,246	1,94	0,1078	0,1214
K <sup>4</sup>	4 id.	324	1,13	0,1350	88,0	0,236	1,97	0,1327	0,1520
C	6 id.	274	1,16	0,1256	89,1	0,226	2,07	0,1256	0,1513
M <sup>1</sup>	15 id. id.	2,360/2	7,30/2	1,0038/2	86,2	0,266	1,93	0,1603	0,1796

**GROUPE II**

I	4 semaines	1,900	5,72	0,9700	83,0	0,334	1,87	0,1596	0,1733
I <sup>1</sup>	5 id.	1,570	5,54	0,9634	82,7	0,318	1,84	0,1514	0,1622
H	5 id.	10,000	11,21	2,3380	80,0	0,340	1,70	0,1494	0,1478
D	6 id.	3,500	7,75	1,4608	81,1	0,340	1,80	0,1914	0,2002
K <sup>5</sup>	6 id.	5,000	8,08	1,4470	82,1	0,306	1,71	0,1378	0,1375
O	6 id.	2,575	6,34	1,1836	81,3	0,335	1,79	0,1161	0,1209
I <sup>2</sup>	2 mois 1/2	6,500	9,96	1,9794	80,1	0,332	1,67	0,1700	0,1647
O <sup>1</sup>	2 id.	5,000	9,21	1,8670	79,7	0,331	1,69	0,1724	0,1691
Q	4 mois	24,000	15,34	3,3132	78,4	0,356	1,65	0,1712	0,1648

**GROUPE III**

F	6 mois	7,000	12,55	2,7760	77,8	0,371	1,67	0,1556	0,1510
G	6 id.	6,000	9,42	2,0600	78,1	0,363	1,66	0,1731	0,1672
A	9 id.	13,000	11,78	2,4770	78,9	0,342	1,62	0,1719	0,1618
J	9 mois 1/2	7,000	11,04	2,5313	77,3	0,370	1,63	0,1242	0,1173
E	10 mois	13,500	11,59	2,5980	77,6	0,363	1,62	0,1413	0,1328
L	13 id.	14,000	14,71	3,3628	77,1	0,375	1,64	0,1238	0,1179

**GROUPE IV**

B	2 ans	16,000	13,48	3,2830	75,6	0,390	1,60	0,1600	0,1484
S	3 id.	35,000	17,48	4,4776	74,4	0,417	1,63	0,1792	0,1702
R	4 id.	10,500	11,41	2,7092	76,2	0,371	1,56	0,1618	0,1461
P	8 id.	32,000	15,08	3,6684	75,7	0,372	1,53	0,1436	0,1276

TABLEAU IV

## ENCÉPHALE

### GROUPE I

Désignation du chien	Age du sujet	Poids du sujet	Poids de l'organe frais	Poids de l'organe sec	H <sub>2</sub> O %	P % organe frais	P % organe sec
K	quelques heures	381	8,67	0,8892	89,7	0,205	1,99
K <sup>1</sup>	id. id.	342	8,43	0,8145	90,3	0,185	1,91
U	id. 5 sujets	2,370/5	51,77/5	5,0338/5	90,3	0,181	1,87
T	1 jour 4 id.	1,510/4	36,03/4	3,6268/4	89,9	0,188	1,86
M	1 id. 4 id.	1,810/4	42,38/4	4,4428/4	89,5	0,214	2,04
K <sup>2</sup>	2 id.	309	8,36	0,8600	89,7	0,199	1,92
K <sup>3</sup>	2 id.	314	8,39	0,8576	89,8	0,195	1,91
K <sup>4</sup>	4 id.	324	8,80	0,9726	88,9	0,214	1,93
C	6 id	274	6,92	0,9378	89,5	0,203	1,93
M <sup>1</sup>	15 id. 2 id.	2,360/2	60,94/2	7,1338/2	88,3	0,201	1,72

### GROUPE II

I	4 semaines	1,900	46,76	6,6800	85,7	0,247	1,73
I <sup>1</sup>	5 id.	1,570	45,24	6,7334	85,1	0,253	1,70
H	5 id.	10,000	73,44	13,7380	81,3	0,297	1,59
D	6 id.	3,500	56,34	9,3408	83,4	0,277	1,67
K <sup>5</sup>	6 id.	5,000	52,89	8,1370	84,6	0,257	1,67
O	6 id.	2,575	49,77	8,0236	83,9	0,265	1,65
I <sup>2</sup>	2 mois 1/2	6,500	71,98	12,7294	82,3	0,288	1,63
O <sup>1</sup>	2 id.	5,000	62,31	11,1770	82,1	0,290	1,62
Q	4 mois	24,000	105,59	20,4032	80,7	0,303	1,57

### GROUPE III

F	6 mois	7,000	88,09	17,7960	80,9	0,302	1,58
G	6 id.	6,000	57,18	11,0000	80,8	0,303	1,58
A	9 id.	13,000	76,13	15,4370	79,9	0,313	1,56
J	9 mois 1/2	7,000	73,22	14,9413	79,6	0,322	1,58
E	10 mois	13,500	78,34	15,7480	79,9	0,313	1,56
L	13 mois	14,000	87,96	18,8528	78,6	0,327	1,53

### GROUPE IV

B	2 ans	16,000	85,53	18,8130	78,0	0,343	1,56
S	3 id.	35,000	107,66	25,6876	76,1	0,373	1,56
R	4 ans 1/2	10,500	67,50	14,7292	78,2	0,336	1,54
P	8 ans	32,000	95,38	21,4184	77,5	0,335	1,49

TABLEAU V

**MOELLE**

**GROUPE I**

Désignation du chien	Age du sujet	Poids du sujet	Poids de l'organe frais	Poids de l'organe sec	H <sub>2</sub> O %	P % organé frais	P % organé sec	Prise d'essai	Anhydride phosphomolybdique
K	quelques heures	gr.	gr.	gr.				gr.	gr.
K <sup>1</sup>	9 id.	381	0,60	0,0952	83,3	0,296	1,77	0,0796	0,0819
U		342	0,54	0,0778	85,2	0,254	1,72	0,0682	0,0710
T	1 jour 4 sujets	1,510/4	2,42/4	0,3322/4	86,2	0,232	1,68	0,1428	0,1396
M	1 id. 4 id.	1,810/4	2,72/4	0,4110/4	84,9	0,275	1,82	0,1078	0,1142
K <sup>2</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	—
K <sup>3</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	—
K <sup>4</sup>	4 jours	324	0,61	0,1034	83,6	0,308	1,88	0,0790	0,0862
C	6 id.	274	0,61	0,0917	84,8	0,236	1,55	0,0917	0,0828
M <sup>1</sup>	15 jours 2 sujets	2,360/2	3,55/2	0,6068/2	82,9	0,294	1,72	0,1156	0,1156

**GROUPE II**

I	4 semaines	1,900	2,70	0,5828	78,5	0,380	1,77	0,1582	0,1632
I <sup>1</sup>	5 id.	1,570	2,18	0,5368	75,2	0,456	1,84	0,1750	0,1874
H	5 id.	10,000	8,25	2,2868	72,2	0,495	1,78	0,1658	0,1714
D	6 id.	3,500	3,78	0,9452	74,9	0,454	1,81	0,1494	0,1592
K <sup>5</sup>	6 id.	5,000	3,94	0,9468	76,0	0,439	1,83	0,0988	0,1050
O	6 id.	2,575	3,35	0,8288	75,3	0,454	1,84	0,1167	0,1246
I <sup>2</sup>	2 mois 1/2	6,500	6,72	1,7118	74,5	0,436	1,71	0,1324	0,1316
O <sup>1</sup>	2 id.	5,000	5,81	1,5422	73,5	0,480	1,81	0,1480	0,1554
Q	4 mois	24,000	18,86	5,6088	70,2	0,524	1,76	0,1336	0,1364

**GROUPE III**

F	6 mois	7,000	12,68	3,6008	71,6	0,497	1,75	0,1751	0,1776
G	6 id.	6,000	9,51	2,4200	74,5	0,426	1,67	0,1892	0,1844
A	9 id.	13,000	11,22	3,0460	72,8	0,427	1,57	0,3428	0,3134
J	9 mois 1/2	7,000	10,50	3,0594	70,9	0,500	1,72	0,1666	0,1660
E	10 mois	13,500	14,10	4,1942	70,2	0,504	1,69	0,1632	0,1606
L	13 id.	14,000	18,20	5,3666	70,4	0,494	1,67	0,1536	0,1491

**GROUPE IV**

B	2 ans	16,000	15,22	4,7550	68,7	0,498	1,59	0,5000	0,4616
S	3 ans	35,000	27,27	8,7732	67,5	0,637	1,96	0,1716	0,1948
R	4 ans 1/2	10,500	13,23	4,3100	67,4	0,531	1,63	0,1803	0,1712
P	8 ans	32,000	23,29	7,4918	67,8	0,525	1,63	0,1268	0,1176

TABLEAU VI

**NERFS**

**GROUPE I**

Designation du chien	Age du sujet	Poids du sujet	H <sub>2</sub> O %	P % organe frais	P % organe sec	Prise d'essai	Anhydride phospho- molybdique
M <sup>1</sup>	15 jours 2 sujets	2,360/2	75,7	0,262	1,08	0,1831	0,1148

**GROUPE II**

I	4 semaines	1,900	74,7	0,314	1,24	0,1906	0,1379
I <sup>1</sup>	5 id.	1,570	76,5	0,284	1,21	0,1258	0,0888
H	5 id.	10,000	61,5	0,316	0,82	0,1418	0,0668
D	6 id.	3,500	64,5	0,330	0,93	0,1702	0,0920
K <sup>5</sup>	6 id.	5,000	75,9	0,292	1,21	0,1384	0,0974
O	6 id.	2,575	71,5	0,274	0,96	0,0994	0,0553
I <sup>2</sup>	2 mois 1/2	6,500	72,3	0,255	0,92	0,1683	0,0898
O <sup>1</sup>	2 id.	5,000	68,5	0,305	0,97	0,1776	0,0998
Q	4 mois	24,000	67,0	0,214	0,65	0,1930	0,0724

**GROUPE III**

F	6 mois	7,000	56,5	0,265	0,61	0,1901	0,0678
G	6 id.	6,000	61,3	0,306	0,79	0,1598	0,0738
A	9 id.	13,000	48,8	0,317	0,62	0,1753	0,0641
J	9 id. 1/2	7,000	55,5	0,298	0,67	0,1804	0,0701
E	10 mois	13,500	53,0	0,399	0,85	0,1960	0,0968
L	13 id.	14,000	61,5	0,293	0,76	0,1662	0,0732

**GROUPE IV**

B	2 ans	16,000	43,9	0,376	0,67	0,2005	0,0780
S	3 ans	35,000	61,1	0,307	0,79	0,1684	0,0780
R	4 ans	10,500	39,2	0,328	0,54	0,2146	0,0670
P	8 ans	32,000	50,7	0,207	0,42	0,1676	0,0414

TABLEAU VII

## PHOSPHORE TOTAL (Moyennes)

	Hémisphères				Isthme et cervelet				Encéphale					
	Poids moyen du corps	Poids moyen de l'organe frais	Poids moyen H <sub>2</sub> O l'organe sec	P % subst. sèche	Poids moyen organe frais	Poids moyen organe sec	H <sub>2</sub> O % subst. sèche	P % subst. fraîche	Poids moyen organe frais	Poids moyen organe sec	H <sub>2</sub> O % subst. sèche	P % subst. fraîche		
Groupe I { qq. h <sup>res</sup> -15 jours 7 ♂ 14 ♀	21 sujets	gr. 476	gr. 10,27	1,0616 89,7 2,06-1,69	1,90 0,19	0,19	1,28 0,26	0,1558 88,2 2,07-1,88	1,95 0,22	0,22	11,55 62,70	gr. 1,2174 89,7 1,73-1,57	1,90 2,04-1,72	0,19 0,28
Groupe II { 4 semain.-4 mois 5 ♂ 4 ♀	9 sujets	gr. 53,91	gr. 9,05	83,2 1,71-1,56	1,63 0,26	8,79	1,7247 80,9 1,87-1,65	1,75 0,33	1,75 0,36	1,75 76,32	10,7747 83,2 15,4642 79,9	1,65 1,56	1,57 1,58-1,53	0,28 0,31
Groupe III { 6 mois -15 mois 3 ♂ 3 ♀	6 sujets	gr. 10,100	gr. 64,47	12,83 1,57-1,51	1,55 0,32	11,85	2,6342 77,8 1,67-1,62	1,64 0,36	1,64 0,39	1,64 89,01	15,4642 79,9 20,1645 77,4	1,56 1,54	1,57 1,56-1,49	0,31 0,35
Groupe IV { 2 ans - 8 ans 3 ♂ 1 ♀	4 sujets	gr. 23,375	gr. 74,65	16,63 1,55-1,48	1,52 0,34	14,36	3,5345 75,5 1,63-1,53	1,58 0,39	1,58 0,39	1,58 89,01	20,1645 77,4 23,375 48,7	1,54 0,60	1,55 1,56-1,49	0,35 0,32
	Moelle				Nerfs				Nerfs					
Groupe I { qq. h <sup>res</sup> -15 jours 4 ♂ 10 ♀	14 sujets	gr. 348	gr. 0,79	0,1227 84,8 1,88-1,55	1,74 0,27	0,27	gr. 1 G	1 ♀ 1 ♀ 1 ♀	2 sujets	gr. 1,180	75,7	1,08	0,26	
Groupe II { 4 semain.-4 mois 5 ♂ 4 ♀	9 sujets	gr. 6,672	gr. 6,18	1,6656 74,4 1,84-1,71	1,79 0,46	0,46	gr. 5 G	4 ♀ 4 ♀ 4 ♀	9 sujets	gr. 6,672	70,3	0,99	0,28	
Groupe III { 6 mois -15 mois 3 ♂ 3 ♀	6 sujets	gr. 10,100	gr. 12,70	3,6145 71,7 1,75-1,57	1,68 0,47	0,47	gr. 3 G	6 mois-15 mois 3 ♀ 3 ♀ 3 ♀	6 sujets	gr. 10,083	56,1	0,72	0,31	
Groupe IV { 2 ans - 8 ans 3 ♂ 1 ♀	4 sujets	gr. 23,375	gr. 19,75	6,3325 67,9 1,96-1,59	1,70 0,55	0,55	gr. 3 G	2 ans-8 ans 3 ♀ 1 ♀ 1 ♀	4 sujets	gr. 23,375	48,7	0,60	0,32	

TABLEAU VIII

## Teneur du système nerveux en EAU

Organe ou tissu	Espèce	H <sub>2</sub> O %	Observations	Auteurs
Encéphale	homme	82,97	$\frac{1}{2}$ an	E. v. BIBRA. <i>Vergleich.</i>
id.	id.	75,66	Moy. de 12 sujets, de 19-48 ans	<i>Untersuchung. über Gehirn, etc.</i> ; 1854.
id.	id.	75,98	Moy. de 6 sujets, de 59-86 ans	
id.	id.	78,0	20 ans	DENIS. Cité par HAUFF
id.	id.	76,0	78 ans	u. WALTHER, <i>Annal. d. Ch.</i> LXXXV, 42; 1853.
id.	femme	88,78	6 semaines	
id.	id.	80,47	2 ans } determinations	KOCH ( <i>loc. cit.</i> ); 1908.
id.	homme	76,42	19 ans } indirectes	
id.	chien	89,44	nouveau-né	
id.	id.	88,68	Moy. de 3 suj. de 3 jours	E. v. BIBRA ( <i>Op. cit.</i> ); 1854.
id.	id.	74,25	Moy. de 3 suj. adultes	
Hémisphères	id.	79,2	Moy. de 8 suj. adultes de pds < 15 K.	
id.	id.	78,3	Moy. de 10 suj. adultes de pds > 15 K.	
Cervelet et isthme	id.	77,8	Moy. de 8 suj. adultes de pds < 15 k.	CH. DHÉRÉ, <i>C. R.</i>
id.	id.	76,7	Moy. de 10 suj. adultes de pds > 15 k.	<i>Soc. de Biologie,</i>
Moelle	id.	70,9	Moy. de 8 suj. adultes de pds < 15 k.	LV, 1158; 1903.
id.	id.	68,4	Moy. de 10 suj. adultes de pds > 15 k.	
id.	id.	67,97		E. v. BIBRA, <i>Annal. d.</i>
id.	id.	68,89		<i>Chemie</i> , XCI, 1; 1854.
id.	femme	66,17	44 ans (typhus)	BIBRA ( <i>loc. cit.</i> ); 1854.
id.	id.	65,86	40 ans (phtisie pulm.)	
id.	homme	74,34	N° 1	W. D. HALLIBURTON
id.	id.	74,55	N° 2	<i>Journ. of Physiology</i>
id.	id.	75,88	N° 3	XV, 90; 1894.
	chien	70,05		

TABLEAU VIII (Suite)

Teneur du système nerveux en EAU

Organe ou tissu	Espèce	H <sub>2</sub> O %	Observations	Auteurs
Subst. grise corticale	id.	81,69		
S. blanche cérébr.	id.	66,97	3 ans	
Corps calleux	homme	70,37	sujet de 60 ans	
Subst. grise corticale	id.	85,99	mort de pneumonie	
Subst. grise cérébr.	id.	88,95		
Corps calleux	id.	89,58	nouveau-né	
Subst. grise cérébr.	id.	86,17		
Corps calleux	id.	70,63	adulte	
Subst. grise cérébr.	homme	82,99		
S. blanche	id.	68,92	sujets de 20-30 ans	
S. grise	id.	83,33		
S. blanche	id.	69,31	sujets de 30-50 ans	
Subst. grise	id.	83,82		
S. blanche	id.	69,57	sujets de 50-70 ans	
S. grise	id.	84,36		
S. blanche	id.	72,40	sujets de 70-94 ans	
Nerf crural		44,99		
id. brachial	femme	50,27	Phtisie — 36 ans	
id. sciatique		58,76		
id. crural		53,64		
id. brachial	homme	68,68	78 ans (émacié, œdème	
id. sciatique		66,14	pulm.)	
id. crural		54,14		
id. brachial	homme	68,68	87 ans	
id. sciatique		64,76		
id. crural		75,01		
id. sciatique	cheval	69,23		
id. queue de cheval		77,97		
id. sciatique	homme	66,28		
id. id.	chat	66,47	N° 2	
id. id.	id.	50,42	N° 3	
id. id.	id.	65,80	N° 4	
id. id.	id.	62,55	N° 5	
id. id.	id.	65,1°		



## CHAPITRE III

### Répartition chimique du phosphore dans le système nerveux.

---

Dans le système nerveux, le phosphore se trouve engagé sous deux formes principales comme dans la plupart des tissus et liquides de l'organisme : le *phosphore organique* et le *phosphore inorganique*.

Le phosphore organique comprend, d'une part, celui des lécithines et autres phosphatides (céphaline, myéline etc.), et, d'autre part, le phosphore des nucléines. Quant au phosphore inorganique, il existe sous la forme de phosphates de calcium, de magnésium, de fer, de sodium et de potassium.

Notre méthode d'isolement des divers corps phosphorés consiste à séparer successivement par l'alcool et l'éther les lécithines et les autres lipoïdes. Le résidu insoluble dans l'alcool et l'éther est ensuite soumis à la digestion pepsique artificielle qui extrait et dissout les combinaisons inorganiques du phosphore sans attaquer les nucléines.

Nous étudierons successivement :

- A. — *L'extraction par l'alcool*;
- B. — *L'extraction par l'éther*;
- C. — *La digestion pepsique du résidu dégraissé*;
- D. — *Les résultats obtenus*.

#### A. — Extraction par l'alcool.

Les organes de tous nos sujets, pris individuellement, ne suffisant pas pour fournir la matière d'une extraction nous avons, dans chaque cas, prélevé un poids égal des

organes de chaque sujet de nos groupes et opéré sur le mélange. Ces groupes ont donc été étudiés tels qu'ils sont dans nos tableaux du phosphore total. Quand il s'agissait du groupe I qui renferme plusieurs lots, on multipliait le chiffre de la prise d'essai individuelle par le nombre de sujets du lot.

La substance nerveuse desséchée à poids constant est pesée et introduite dans une cartouche de papier filtre (papier spécial de Schleicher et Schüll). Cette dernière est placée dans le tube à extractions d'un appareil de Dupré (analogique à celui de Soxhlet), dont l'extrémité inférieure est engagée dans le col d'un matras de Kjeldahl de 300 cm<sup>3</sup> de capacité. Ce ballon dans lequel on verse l'alcool absolu (60 cm<sup>3</sup> pour chaque extraction) plonge dans un bain marie dont l'eau est maintenue, au moyen d'un régulateur, à une température voisine de l'ébullition pendant toute la durée de l'extraction (6 heures consécutives). Le tube à extraction est surmonté d'un réfrigérant d'Allihn. Comme la vapeur d'eau du bain-marie vient se condenser contre la paroi extérieure du réfrigérant, il convient, pour éviter qu'elle ne retombe sur l'appareil, d'adapter, à la partie inférieure du réfrigérant, une cupule à déversement latéral qui reçoit l'eau condensée.

Cet appareil à extraction nous a donné toute satisfaction. Après une heure de fonctionnement, l'alcool qui siphonne est sensiblement incolore, tandis qu'au début de l'opération il était très chargé de substances dissoutes de couleur brun foncé.

D'abord nous avions essayé de placer les substances directement en contact avec l'alcool dans une fiole d'Erlenmeyer. Les vapeurs se condensaient dans un réfrigérant descendant ; mais, en raison des difficultés de la filtration, nous avons renoncé à cette technique. Même filtré à chaud dans un entonnoir Ferrari, l'extrait alcoolique laissait sur le col de l'entonnoir un dépôt très adhérent qui ne pouvait disparaître qu'avec de nombreux lavages à l'alcool bouillant.

Notre méthode d'extraction nous dispensait de cette

filtration qui nous eut laissé une quantité considérable d'alcool à évaporer.

Grâce à notre technique, la totalité de l'extrait se trouvait réunie dans le ballon où s'effectuait ultérieurement l'incinération. La quantité de substance employée variait entre 2 et 6 grammes. Si la quantité d'extrait alcoolique était trop considérable, on pouvait la répartir entre plusieurs ballons pour la facilité de la combustion. On réunissait dans une fiole jaugée les diverses solutions sulfuriques de cendres, et on prélevait, pour les dosages, la quantité voulue de liqueur au moyen d'une pipette graduée.

#### B. — Extraction par l'éther.

Le résidu de la précédente opération était épuisé par l'éther bouillant ( $D = 0,720$ ) pendant 24 heures, dans le tube à extraction de Dupré. Pendant l'intervalle des chauffages successifs (l'appareil ne fonctionnait pas la nuit) l'éther demeurait habituellement en contact avec la substance dans la cartouche et continuait ainsi son action dissolvante. L'extrait éthéré était reçu dans une fiole d'Erlenmeyer. Après chaque opération, la cartouche contenant le résidu dégraissé était pesée après dessiccation à l'étuve et, comme elle avait été tarée avant l'extraction par l'alcool, on obtenait par différence le poids de l'extrait alcoolico-éthéré.

Pour la combustion, on réunissait l'extrait éthéré à l'extrait alcoolique de la manière suivante :

On évaporait l'éther et on lavait la fiole d'Erlenmeyer à l'acide sulfurique bouillant tant que ce dernier prenait une coloration noire. Cet acide sulfurique était reçu dans les ballons contenant l'extrait alcoolique et servait à pratiquer la combustion.

#### C. — Digestion pepsique du résidu dégraissé.

Le résidu insoluble dans l'alcool et l'éther était finement broyé dans un mortier de porcelaine après dessiccation à l'étuve ; on en prenait une portion (en général

1,25 gr.) que l'on introduisait dans un matras ovoïde de Kjeldahl, pour la digestion artificielle. Avant d'adopter ce procédé, nous nous sommes rendu compte de la difficulté de mener à bien l'opération dans une fiole d'Erlenmeyer. Le résidu pulvérulent adhérait fortement aux parois et il était extrêmement long et difficile de recevoir tout le résidu sur le filtre.

Pour la digestion de 1,25 gr. de substances nous utilisions 250 cm<sup>3</sup> de suc gastrique. Ce suc gastrique artificiel ne laissait pas déposer de précipité appréciable après une semaine de séjour à l'étuve. Il contenait 1 % de pepsine de Merck (activité = 1 : 4000) et 1 % de solution d'HCl de D = 1,150 (contenant 30,87 % d'HCl). On ajoutait au suc gastrique quelques gouttes de toluol et les ballons étaient mis à l'étuve à 40° pendant 96 heures consécutives. Durant le cours de la digestion les ballons étaient fréquemment agités.

L'opération finie, il ne restait plus qu'à filtrer par décantation. L'opération se faisait à la trompe. On utilisait pour la filtration le filtre sans cendres N° 589 S. & S. reposant sur un cône de platine. La totalité de phosphore inorganique passait dans le filtrat tandis que les nucléines étaient reçues sur le filtre ou demeuraient au fond du ballon. On lavait à l'eau distillée jusqu'à ce que la liqueur de filtrat ne précipitât plus une solution de nitrate d'argent. Le filtre était alors replié sur son contenu et introduit dans le matras où la combustion se pratiquait directement.

#### D. -- Les résultats obtenus.

La plupart des auteurs, ayant dosé le phosphore à l'état de pyrophosphate de magnésie Mg<sup>2</sup> P<sub>2</sub>O<sup>7</sup>, multiplient le poids de pyrophosphate obtenu par le facteur 7,27 pour obtenir la teneur en lécithine. Il s'agit alors d'une lécithine distéarique contenant 3,84 %, soit 1/26, de phosphore, tandis qu'une lécithine dipalmitique en contient 4,12 % et la lécithine dioléique 3,86 %.

Pour le calcul de nos lécithines (il est bien entendu

qu'en parlant de lécithine nous avons en vue les divers corps phosphorés solubles dans l'alcool et l'éther), nous avons adopté le coefficient **26** (correspondant au facteur 7,27 de la lécithine distéarique) par lequel nous avons multiplié le chiffre de phosphore.

Pour le calcul des nucléines, nous nous sommes servi du facteur de LEVENE, soit : 175,4, par lequel le chiffre de phosphore était multiplié.

Le tableau N° XI contient tous nos documents analytiques concernant le phosphore lécithique et nucléique dans le névrase.

Nous allons en dégager certaines observations concernant :

- I. *Le Phosphore lécithique*;
- II. *Le Phosphore nucléique*;
- III. *Le Phosphore inorganique et sa teneur par rapport à celle du phosphore organique*.

#### I. Le Phosphore lécithique.

1<sup>o</sup> *Teneur en lipoïdes*. — Qu'il s'agisse de la substance sèche ou de la substance fraîche, la quantité des lipoïdes augmente avec l'âge dans toutes les portions du névrase.

Cette variation de la teneur du système nerveux en lipoïdes d'après l'âge a déjà été constatée pour l'encéphale par SCHLOSSBERGER et BIBRA. Dans le tableau qui suit nous donnons les résultats qu'ils ont obtenus, le premier chez l'homme, le second chez le chien.

On voit combien le chiffre de SCHLOSSBERGER sur les lipoïdes de l'homme nouveau-né est voisin du nôtre. Il en est de même des chiffres de BIBRA qu'ils se rapportent aux chiens nouveau-nés ou aux adultes.

La quantité de lipoïdes varie du simple au quadruple entre notre premier et notre quatrième groupe de cerveaux (subst. fraîche). Entre le deuxième groupe et le quatrième la différence dans la teneur est de 73 %. Pour l'isthme elle est de 53 %; pour la moelle de 45 % seulement. D'autre part, la teneur en lipoïdes est plus forte dans le cervelet et l'isthme que dans le cerveau, plus

forte encore dans la moelle que dans l'encéphale.

On peut donc faire sur la teneur du névraxe en lipoïdes les deux observations suivantes :

- a) la teneur en lipoïdes augmente avec l'âge dans les diverses portions du névraxe;
- b) la teneur est d'autant plus forte et les écarts entre les groupes d'autant plus faibles qu'on descend des hémisphères vers la moelle.

2<sup>e</sup> Teneur en phosphore de 100 gr. de lipoïdes. — Il résulte de l'ensemble de nos résultats que la teneur en phosphore de l'extrait alcoolo-étheré diminue avec l'âge dans l'encéphale. Sans doute il y a bien l'une ou l'autre fluctuation dans les chiffres chez les plus vieux sujets, mais ces teneurs restent de même ordre, tandis que les chiffres des jeunes sujets sont toujours forts, du moins en ce qui concerne les hémisphères, le cervelet et l'isthme

TABLEAU IX

Variation avec l'âge de la teneur du système nerveux  
en lipoïdes.

Substance	Lipoïdes ds. 100 p. substance fraîche	Observations	Auteurs
S. grise hémisphérique . . .	3,69		
S. blanche (corps calleux) . . .	3,77	Homme, nouveau-né	
S. grise hémisphérique . . .	4,82		SCHLOSSBERGER (loc. cit); 1853.
S. blanche (corps calleux) . . .	15,37	Homme, adulte	
Encéphale . . .	1,36	Chien, embryon de 4 sem. (moy. de 3 suj.)	
id. . . .	2,27	id., nouveau-né (moy. de 5 sujets)	
id. . . .	3,06	id., de 3 jours (moy. de 3 sujets)	BIBRA (loc. cit); 1854.
Hémisphères . .	13,18		
id. . . .	11,11	id., adultes	
id. . . .	12,09		

et par conséquent, l'encéphale. Pour la moelle, les deux chiffres extrêmes concernant les plus jeunes sujets et les plus âgés sont de même ordre. Il semble donc que nous assistons au même phénomène de fixité dans la teneur en pour cent du phosphore lipoïde de la moelle que celui dont nous avons parlé à propos du phosphore total.

D'autre part, la teneur en phosphore lipoïde de la moelle est beaucoup plus faible que celle des autres parties du névraxe, tandis que sa teneur en phosphore nucléique est notablement plus forte. BIBRA attribue la moindre teneur en phosphore des lipoïdes de la moelle à la richesse de l'organe en cholestérol (non phosphorée). Voici deux chiffres de BIBRA que nous croyons intéressant de rapprocher des nôtres.

*Teneur en P de 100 gr. de lipoïdes :*

	Homme	Cheval
<i>Encéphale :</i>	1,95	2,11
<i>Moelle :</i>	1,26	1,78

Le chiffre 1,26 de la moelle est exactement celui de la moyenne de nos groupes de sujets II et III, ou III et IV.

3<sup>o</sup> *Teneur en phosphore lipoïde par rapport au phosphore total.* — Elle augmente d'une manière régulière avec l'âge. Presque du simple au double pour les hémisphères des groupes I et IV, la différence est moins accentuée pour le cervelet, l'isthme et la moelle.

4<sup>o</sup> *Teneur en lécithine du système nerveux.* — La teneur en lécithine augmente d'une manière continue et régulière avec l'âge, s'il s'agit de la substance fraîche. Pour la substance sèche, le même mouvement existe, mais il s'accuse d'une manière moins nette.

Dans le tableau N<sup>o</sup> X, il n'est question que de quatre chiens, mais les chiffres qu'il renferme sont intéressants à rapprocher des nôtres.

Les chiffres de SIWERTZEFF sur l'encéphale de l'homme sont un peu plus faibles que les nôtres. Quant à ceux de KOCH, ils sont au contraire plus forts, mais il convient

de dire qu'ils ont été obtenus indirectement et se rapportent à la somme des lécithines et céphalines. Pour l'encéphale d'un sujet humain de 2 ans, il trouve 25,5 gr de lécithine dans 100 gr. de substance sèche, et 27,3 gr. pour un sujet de 19 ans. L'augmentation avec l'âge de la teneur en lécithine est accusée dans ses chiffres comme dans les nôtres. Toutefois la plus forte teneur que nous ayons obtenue pour l'encéphale est celle qui se rapporte au groupe IV, soit 19,461.

La moelle présente une teneur plus grande en lécithine que le reste du névraxe. Sa teneur pour 100 de substance fraîche offre une augmentation de 81 % sur celle de l'encéphale et sa teneur en lécithine pour la substance sèche une augmentation de 27 %.

L'étude du phosphore lécithique dans les nerfs nous révèle, à peu de chose près, les phénomènes que nous avons constatés en étudiant les différentes portions du névraxe.

1<sup>o</sup> La teneur en lipoïdes augmente régulièrement avec l'âge, qu'il s'agisse de la substance fraîche ou de la substance sèche.

2<sup>o</sup> La teneur en phosphore lipoïde par rapport au phosphore total augmente régulièrement avec l'âge.

3<sup>o</sup> Comme dans le névraxe, la teneur en phosphore de l'extrait alcool-o-éthéré diminue avec l'âge, mais cette décroissance est très régulière, tandis que celle du névraxe présente certaines fluctuations que nous avons signalées.

4<sup>o</sup> Teneur en lécithine des nerfs. — Nous ne trouvons plus ici, comme dans le névraxe, une augmentation de cette teneur avec l'âge, mais une décroissance très régulière dans la substance sèche. Quant à la teneur de la substance fraîche, elle reste à peu près constante, bien que légèrement inférieure pour les nerfs des sujets âgés de moins de quatre mois.

## II. Le Phosphore nucléique.

1<sup>o</sup> *Dans le résidu dégraissé.* — Dans le résidu dégraissé réfractaire à l'action du suc gastrique, la teneur

en phosphore suit une marche inverse de celle qu'accusent les lipoïdes, c'est-à-dire que cette teneur augmente avec l'âge dans les diverses parties du névraxe. Cette teneur est surtout forte dans la moelle. Si nous comparons le chiffre du groupe IV pour la moelle et pour l'encéphale, la différence est de plus de 100 % en faveur de la moelle. Dans une observation sur les lipoïdes, nous avons fait remarquer la pauvreté relative en phosphore de ceux de la moelle par rapport aux lipoïdes de l'encéphale. Le chiffre très élevé de la teneur en phosphore de la substance dégraissée constitue une véritable compensation.

2<sup>e</sup> *Par rapport au phosphore total.* — Comme le phosphore lipoïde, le phosphore nucléique semble augmenter avec l'âge. Si nous consultons les chiffres de KOCH, la teneur du phosphore lipoïde augmente d'abord avec l'âge pour diminuer ensuite et revenir à la valeur primitive. D'après KOCH, la répartition du phosphore nucléique par rapport au phosphore total est la suivante :

semaines.	2 ans.	19 ans.
5 %	6 %	5 %

Bien que nos chiffres soient en général assez voisins de ceux de KOCH, nous pensons que, malgré certaines fluctuations dans les teneurs, l'augmentation avec l'âge est réelle. Il suffit de consulter notre tableau pour constater que les chiffres les plus forts concernent les sujets âgés. Le fait de l'augmentation avec l'âge est nettement établi pour l'isthme.

D'ailleurs le sujet le plus âgé sur lequel KOCH ait fait porter ses recherches est un jeune homme de 19 ans. Rien ne prouve donc que son chiffre de phosphore nucléique par rapport au phosphore total n'eût pas remonté avec des sujets plus âgés. En tout cas, si nous consultons la littérature sur le rapport du phosphore nucléique au phosphore total, on constate que les auteurs sont loin d'être d'accord. D'après KOSSEL, ce rapport serait de 1 pour 3,58 soit 27,9 % de phosphore nucléique. Pour BAUMSTARCK ce rapport serait de 1 à 48 et 1 à 64 soit, 2 % environ de phosphore nucléique.

En ce qui concerne la moelle, la littérature ne nous fournit aucun chiffre. Comme on peut le voir en consultant le tableau XI, les résultats que nous avons obtenus pour la moelle sont sensiblement du même ordre que ceux de l'encéphale. Le chiffre le plus fort concerne les sujets les plus âgés.

3<sup>e</sup> *Teneur en nucléo-protéides du système nerveux.*— Elle augmente avec l'âge, mais d'une façon moins régulière que la teneur en lécithine : plus élevée dans le cervelet et dans l'isthme que dans les hémisphères, beaucoup plus considérable dans la moelle que dans l'encéphale. Entre la teneur en nucléo-protéides de la moelle du groupe IV et celle de l'encéphale du même groupe nous trouvons une différence de 78 % pour la substance fraîche et de 32 % pour la substance sèche. KOCH donne deux chiffres sur la teneur en nucléo-protéides pour 100 de substance cérébrale fraîche. Le premier, 3,7 %, se rapporte au corps calleux ; le second, 3,0 %, concerne l'écorce cérébrale. Ces chiffres sont assez voisins des nôtres mais il convient de faire remarquer que KOCH s'est adressé à un cas pathologique (épilepsie).

Les oscillations dans la teneur en nucléo-protéides sont plus accentuées pour la substance sèche que pour la substance fraîche. Dans le cervelet et l'isthme cependant l'accroissement de la teneur avec l'âge est régulière.

Dans les nerfs, la teneur en phosphore nucléique par rapport au phosphore total augmente d'une façon beaucoup plus régulière que dans le névraxie. Quant au résidu dégraissé, sa teneur en phosphore est relativement faible et ne semble subir avec l'âge aucune augmentation ou diminution systématiques ; pour le névraxie, au contraire, l'augmentation de la teneur avec l'âge était sensible, particulièrement dans la moelle.

III. *Le Phosphore inorganique ; — sa proportion par rapport à celle du phosphore organique.*— Qu'on envisage la question du phosphore inorganique au point de vue du pour cent de la substance sèche ou du pour cent du phosphore total, la diminution avec l'âge est régulière pour les diverses

portions du névraxe, tandis que la teneur en phosphore organique augmente aussi régulièrement. Entre les deux groupes extrêmes du cerveau la différence du phosphore inorganique en pour cent du phosphore total est de 48 %. Dans les nerfs comme dans le névraxe la fraction inorganique diminue avec l'âge.

TABLEAU X

Teneur en lécithine du système nerveux.

Organe ou tissu	Espèce	Lécithine	Observations	Auteurs
Substances :				
grise cérébr.	Bœuf	17,240		D. PETROWSKY, <i>Pfluger's Arch.</i> , VII, 367 ; 1873.
blanche cérébr.	id.	9,904		
grise cérébr.	Cheval			F. BAUMSTARK, <i>Zeitschr. f. physiol. Chem.</i> , IX, 145 ; 1885.
blanche cérébr.	id.			
Encéphale	id.			K. RASKE, <i>Zeitsch. f. phys. Chem.</i> , X, 336 ; 1886.
id.	Bœuf	6,633	Embryon de 62 cm.	
id.	id.	3,492	id. 68 id.	
id.	Homme	9,4	id. 6 mois	
id.	id.	12,9	id. 9 id.	
id.	id.	15,7	Sujet de 1 id.	D. J. SIWERTZEFF, <i>Dissertation</i> ; 1903.
id.	id.	15,4	id. 2 id.	
id.	id.	14,9	id. 3 id.	
id.	id.	24,2	♀ de 6 id.	
grise cérébr.	id.	24,7		
blanche cérébr.	id.	26,3	♂ de 2 ans.	
Encéphale	id.	25,5	déterm. indirecte.	KOCH, ( <i>loc. cit.</i> ) ; 1908.
grise cérébr.	id.	23,7		
blanche cérébr.	id.	31,0	♂ de 19 ans.	
Encéphale	id.	27,3	déterm. indirecte.	
Encéphale	Veau	3,954		R. BUROW, <i>Zeitschr. f. physiol. Chem.</i> , XXX, 495 ; 1900.
Cerveau seul	Chien	3,73		
	id.	4,06	lécithiné	
	id.	3,82		
	id.	3,97	lécithiné	
Cerveau et cer-	Cobaye	4,03	Les sujets « lécip-	
velet		4,19	thines » ont reçu	
Subst. blanche	Homme	5,19	de la lécithine en	
(corps calleux)			inject. souscutan.	
Subst. grise	id.	3,14	ou intrastomac.	DESGREZ et ALY ZAKY, ( <i>loc. cit.</i> ) ; 1902.
(écorce préfrontale)				
Nerf sciatique	id.	14,80	Sujet épileptique.	W. KOCH, ( <i>loc. cit.</i> ) ; 1904.
				J. CHEVALIER, <i>Zeitschr. f. physiol. Chem.</i> , X, 97 ; 1886.

TABLEAU XII

**NERFS**

	Composition des groupes	P total % subst. sèche	Extrait alcool-o-éthétré		P lipoïde p. 100 d'extr. alcool-o- éthétré	Poids de résid. dégrais. % de subst. sèche	P nucléiq. % de subs. sèche dégrais.	Coeffi- cient d'hy- drata- tion
			% de subst. fraîche	% de subst. sèche				
Groupe II	{ 4 semaines à 4 mois 9 sujets	0,99 1,24-0,65	1,29	43,48	0,988	56,52	0,127	3,35
Groupe III	{ 6 mois à 13 mois 6 sujets	0,72 0,85-0,61	2,54	57,93	0,576	42,07	0,145	2,27
Groupe IV	{ 2 ans à 8 ans 4 sujets	0,60 0,79-0,42	3,06	59,61	0,478	40,39	0,139	1,95

	% de substance sèche			% de P total			teneur en léci- thine de 100 gr. de subst. nerv.		teneur en nu- cléoprotéides de 100 gr. de subst. nerv.	
	P lipoïde	P nuclé- ique	P inorga- nique	P lipoïde	P nuclé- ique	P inorga- nique	fraîche	sèche	fraîche	sèche
Groupe II	0,430	0,072	0,488	43,38	7,25	49,37	3,317	11,169	3,740	12,594
Groupe III	0,335	0,061	0,324	46,48	8,47	45,05	3,820	8,7022	4,697	10,699
Groupe IV	0,285	1,056	0,259	47,48	9,35	43,17	3,800	7,4074	5,048	9,840

## CHAPITRE IV

### Quantité de phosphore contenu dans le sang, le foie et la rate.

---

#### Sa répartition chimique dans la rate.

##### A. — Phosphore total dans le sang.

Voici comment se pratiquait le prélèvement du sang :

Le chien étant anesthésié, comme il a été dit au chapitre II. (p. 145), une carotide était mise à nu et on introduisait dans le bout cardiaque une canule de dimension appropriée dont l'orifice extérieur était prolongé par un tube en caoutchouc. Ce dernier amenait directement le sang à sa sortie du vaisseau dans des ballons tarés. En pesant ensuite les ballons, on obtenait, par différence, le poids de sang recueilli. On trouvera dans le tableau N° XIII (p. 182) toutes les déterminations individuelles et au tableau XVII (p. 186) les moyennes des différents groupes.

On peut constater que les teneurs les plus faibles s'observent chez les plus jeunes sujets ainsi que chez les plus vieux, tandis que dans les deux groupes intermédiaires la teneur est sensiblement plus élevée. Malgré les écarts individuels assez considérables, l'ensemble des chiffres accuse très nettement ce fléchissement dans la teneur aux deux âges extrêmes. Au groupe IV, le sang du chien R est particulièrement pauvre en phosphore : 0,0285. C'est le chiffre le plus faible des 27 déterminations que nous avons faites. Il convient de faire sur le cas du sujet R les réserves que nous répéterons plus loin pour le foie. Il s'agit d'une chienne de 4 ans et demi, sacri-

fiée pendant la période de lactation. Si nous retranchons ce chiffre de la moyenne, cette dernière s'élève de 0,0369 à 0,0399. Elle n'en demeure pas moins au-dessous de celle des groupes intermédiaires.

### B — Phosphore total dans le foie.

Le foie de nos sujets était enlevé dès que l'animal était saigné à blanc. On le débarrassait soigneusement de la vésicule biliaire, de ses membranes et, autant que possible, des gros vaisseaux ; après la détermination du poids frais, il était divisé en menus fragments et desséché à poids constant (à 105°).

L'examen du tableau XV permet de constater qu'il y a des écarts individuels notables dans la teneur en phosphore du foie, même chez des sujets d'âge identique, par exemple : K et K' quelques heures (24 %), ainsi que O et D 6 semaines (58 %).

Dans le groupe IV nous devons attirer l'attention du lecteur sur la chienne R, en lactation, dont nous avons déjà parlé à propos du sang. La teneur de son foie en phosphore constitue le chiffre le plus faible de tout le tableau.

Voici, à propos de cet organe, les observations que nous avons consignées :

Le foie frais du sujet présentait un aspect jaunâtre (café au lait). Après dessiccation à l'étuve jusqu'à poids constant, le fond des capsules étant garni d'une quantité notable de graisse (ce fait n'avait été constaté pour aucun autre sujet). L'organe broyé, au lieu d'offrir l'aspect pulvérulent auquel nous étions habitué, demeura grumeleux, onctueux au toucher<sup>11</sup>, et d'une teinte brun-noir plus foncée que de coutume.

Que nous fassions rentrer ou non ce chiffre anormal dans la moyenne du quatrième groupe, la seule con-

<sup>11</sup>) Le fait que, chez les femelles en lactation, le foie se charge de gouttelettes graisseuses, a déjà été signalé, notamment par de SINÉTY.

clusion que nous puissions tirer de nos documents analytiques, c'est que le foie, dans sa teneur en phosphore, semble suivre une direction sensiblement parallèle à celle du sang : teneur maxima chez les sujets d'âge intermédiaire, plus faible chez les plus jeunes sujets et les plus vieux. Hâtons-nous de dire cependant que les différences individuelles sont plus nombreuses dans le foie que dans le sang. Aussi ne pouvons-nous pas, à son sujet, nous prononcer avec la même certitude par rapport aux variations systématiques de la teneur en phosphore avec l'âge.

Si nous consultons la littérature (voir tableau XIV, p. 183), nous trouvons dans les chiffres des auteurs les mêmes oscillations que dans les nôtres. Citons toutefois le chiffre de OIDTMANN 1,09, se rapportant au foie d'un enfant de quelques heures. Nous avons obtenu exactement cette même valeur pour le foie d'un chien de 2 jours. D'après le même auteur, la teneur du foie en eau, varie de 82,5 chez le nouveau-né à 65,0 chez l'adulte. Nos chiffres de la teneur en eau sont plus faibles. Ils oscillent entre 79,3 chez le chien nouveau-né et 60,4 chez les vieux sujets, en moyenne entre 76,7 et 67,9. Nous pensons que la différence qui existe entre nos chiffres et ceux de OIDTMANN est due à ce fait que les organes de ses sujets contenaient encore tout leur sang, tandis que nos chiens avaient été saignés à blanc.

### C. — Le phosphore dans la rate.

Nous étudierons successivement :

- I. *le phosphore total;*
- II. *le phosphore lécithique;*
- III. *le phosphore nucléique;*
- IV. *le phosphore inorganique.*

**I. Le phosphore total.** — Aucun autre organe mieux que la rate ne présente des variations systématiques dans la teneur en phosphore avec l'âge. En effet, que nous nous adressions à l'organe frais ou desséché, nous constatons une diminution progressive de la teneur en phosphore total avec l'âge.

Si nous prenons la rate d'un chien de 6 jours C et celle d'un sujet de 8 ans P, la différence dans la teneur en phosphore est de 78 % dans l'organe sec et de 60 % dans l'organe frais.

Cette décroissance qui intéresse à la fois l'organe frais et l'organe sec, mérite d'attirer l'attention. Nulle part jusqu'à présent nous n'avons rencontré ce phénomène. Il est principalement dû aux faibles oscillations de l'hydratation. Les chiffres extrêmes des moyennes oscillent entre 79,7 pour les plus jeunes sujets et 76,8 pour les vieux. Ces chiffres de teneur en eau se rapprochent beaucoup de ceux de BOTTAZZI<sup>12</sup>. Cet auteur trouve chez un jeune chien 78,7 et 78,5 % d'eau; chez le bœuf 78,16 et 78,01.

Ces chiffres accusent, comme les nôtres, une grande fixité dans la teneur en eau de la rate.

Dans la littérature, les chiffres de KRÜGER (voir tableau XIV, p. 183) sont les seuls se rapportant au phosphore total qui présentent pour nous un véritable intérêt. Chez le veau il trouve dans la rate 1,82 % de phosphore, 1,26 seulement chez la vache et 1,37 chez le bœuf.

Les résultats particulièrement remarquables que nous affournis la rate nous ont suggéré l'idée d'étendre à cet organe les recherches sur la répartition chimique du phosphore que nous avions faites pour le système nerveux.

Nos documents analytiques sont réunis au tableau XVIII (p. 187).

Voici les principales conclusions qu'on peut en tirer par rapport au *phosphore lécithique*, au *phosphore nucléique* et au *phosphore inorganique*.

## II. Phosphore lécithique dans la rate.

a) *Teneur en lipoïdes*, (Extrait alcoolo-éthéré).— Contrairement à ce qu'on observe pour le système ner-

<sup>12</sup>) P. BOTTAZZI. *Arch., ital. de Biologie* XXIV, 453; 1895.

veux, les lipoïdes diminuent régulièrement avec l'âge dans la rate. La différence entre la teneur en lipoïdes des groupes I et IV est de 13 % pour la substance fraîche et de 29 % pour la substance sèche.

*b) Teneur en phosphore de 100 gr. de lipoïdes.*

— Cette teneur augmente avec l'âge. Entre les groupes I et II nous observons une différence de 30 %. Dans le système nerveux nous avons constaté le phénomène inverse.

*c) Le phosphore lipoïde par rapport au phosphore total.* — Comme dans le système nerveux, la teneur en phosphore lipoïde par rapport au phosphore total augmente très régulièrement avec l'âge. Entre les deux groupes extrêmes nous enregistrons une différence de 56 %.

*d) Teneur en lécithine de la rate.* — Dans la substance fraîche cette teneur diminue presque régulièrement, contrairement à ce qu'on observe dans le système nerveux. La différence entre la teneur en lécithine des groupes I et IV est de 55 %.

Pour la substance fraîche il est difficile de se prononcer sur le mouvement suivi par la teneur. Toutefois il semble qu'elle augmente avec l'âge. Les chiffres du groupe II et du groupe IV sont en effet plus forts que celui du groupe I.

### III. Phosphore nucléique dans la rate.

*a) Dans le résidu dégraissé.* — A l'inverse de ce qui se passe dans le système nerveux, la teneur en phosphore nucléique diminue avec l'âge dans le résidu dégraissé. La différence entre la teneur des groupes I et IV est de 29 %.

*b) Par rapport au phosphore total.* — Il semble augmenter avec l'âge comme dans le système nerveux. Entre les groupes extrêmes nous trouvons une différence de 26 %. Toutefois les chiffres intermédiaires présentent des oscillations qui ne nous permettent pas de nous prononcer à ce sujet d'une manière bien catégorique. KOSSEL a traité la question du phosphore nucléique dans la rate.

Il donne trois chiffres concernant le rapport qui existe entre le phosphore nucléique et le phosphore total. Si nous sommes d'accord avec lui au sujet de la teneur en phosphore total de la substance fraîche [0,36, 0,26, 0,32 % — v. tableau XIV (p. 183)]. — Il n'en est plus de même pour le phosphore nucléique. KOSSEL trouve dans un cas 74 % de phosphore nucléique, 70,9 % dans un second cas et enfin, 65,3 % dans une troisième détermination.

Nous sommes loin de ces résultats. Notre chiffre le plus fort est 11,05 % et se rapporte au quatrième groupe.

Remarquons cependant que nos quatre chiffres de phosphore nucléique sont très forts si on les compare à ceux du système nerveux. Entre le chiffre du quatrième groupe de rate et celui de l'encéphale nous trouvons une différence de 109 %.

c) *Teneur en nucléo-protéides.* — Cette teneur diminue avec l'âge, qu'il soit question de la substance fraîche ou de la substance sèche. Entre la teneur en nucléo-protéides des différents groupes, la différence est assez faible et présente des oscillations dans la direction. Le mouvement que nous indiquons demeure cependant suffisamment prononcé; il est opposé à celui qui s'observe dans le système nerveux.

Pour calculer la quantité de nucléoprotéides, à partir de la quantité de phosphore nucléique, nous avons utilisé le même facteur de conversion que dans le cas du système nerveux, étant donné qu'on ne trouve pas dans la littérature de facteur spécial pour les nucléoprotéides spléniques.

**IV. Le phosphore inorganique.** — Dans la rate, comme dans tous les organes nerveux que nous avons étudiés au chapitre III, le phosphore inorganique diminue d'une manière régulière avec l'âge, qu'il s'agisse du pour cent de la substance sèche ou du pour cent du phosphore total. En pour cent du phosphore total, le phosphore nucléique s'écarte légèrement de cette règle pour le groupe III dont le chiffre est un peu plus élevé que celui du groupe II.

A propos du groupe III, nous tenons à faire observer

que, contrairement à l'exemple que nous venons de citer, ce groupe fournit en général des chiffres faibles.

Toutefois, malgré quelques fléchissements observés dans certains cas, nous n'avons pas eu de peine à établir les variations systématiques qui existent en fonction de l'âge dans la teneur en phosphore total et en corps phosphorés des organes dont nous avons fait l'étude.

---

TABLEAU XIII

SANG

GROUPE I

Désignation du chien	Age et sexe	Poids du sujet	p %	Prise d'essai	Anhydride phosphomolybdique
K	quelq. heures ♀	381	0,0320	gr. 10,05	gr. 0,1900
K <sup>1</sup>	id. ♂	342	0,0387	7,07	0,1592
U & T	—	—	—	—	—
M {1.	1 jour ♂	527	0,0299	16,64	0,2894
M {2.	id. ♀	490	0,0296	9,63	0,1660
K <sup>2</sup>	2 jours ♂	309	0,0325	8,50	0,1608
K <sup>3</sup>	id. ♀	314	0,0315	14,14	0,2599
K <sup>4</sup>	—	—	—	—	—
C	6 jours ♀	274	0,0360	5,37	0,1126
M <sup>1</sup> (1 sujet)	15 jours ♂	1,105	0,0359	9,59	0,2000

GROUPE II

I	4 semaines ♂	1,900	0,0401	3,49	0,0840
I <sup>1</sup>	5 id. ♂	1,570	0,0375	10,09	0,2202
H	5 id. ♀	10,000	0,0454	7,27	0,1918
D	6 id. ♀	3,500	0,0475	8,09	0,2230
K <sup>5</sup>	6 id. ♂	5,000	0,0362	8,12	0,1718
O	6 id. ♀	2,575	0,0471	7,50	0,2044
I <sup>2</sup>	2 mois 1/2 ♂	6,500	0,0435	8,39	0,2123
O <sup>1</sup>	id. ♀	5,000	0,0449	8,18	0,2144
Q	4 mois ♂	24,000	0,0484	10,50	0,2948

GROUPE III

F	6 mois ♂	7,000	0,0450	5,77	0,1500
G	6 id. ♀	6,000	0,0440	11,19	0,2857
A	9 id. ♂	13,700	0,0430	6,38	0,1586
J	9 mois 1/2 ♀	7,000	0,0484	7,29	0,2055
E	10 mois ♂	13,500	0,0400	12,00	0,2795
L	13 id. ♀	14,000	0,0357	11,11	0,2314

GROUPE IV

B	2 ans ♂	16,000	0,0397	10,74	0,2538
S	3 ans ♂	35,000	0,0406	18,80	0,4426
R	4 ans 1/2 ♀	10,500	0,0285	9,10	0,1509
P	8 ans ♂	32,000	0,0396	7,87	0,1808

### Teneur en Phosphore du Foie et de la Rate

TABLEAU XIV

P dans 100 p. de Foie sec	P dans 100 p. de Rate sèche	Observations	Auteurs
1,05	0,38	Homme (aliéné) 56 ans	OIDTMANN, <i>Die anorgan. Bestandteile d. Leber u. Milz, etc.</i> ; 1858.
0,08	0,03	id.	(Chiffres calculés par Krüger)
1,09	0,40	id.	
1,72 (1,57—1,86)	— (12 sujet.)	Enfant de quelques heures	
1,46 (1,30—1,66)	— (14 sujet.)	Fœtus de Bœuf de 80—100 cm.	
1,29 (1,13—1,42)	— (5 sujet.)	Veaux	FRIEDR. KRÜGER, <i>Zeitschr. f. Biol.</i> , XXXI, N. F. XIII; 1895.
1,30 (1,06—1,53)	— (5 sujet.)	Vaches	
0,55	1,08	Bœufs	
7,99	1,02	Homme (♀). Décès par pneumonie	
1,25	1,57	id. (♂)	
0,62	1,09	(♀) : : cancer	
0,51	1,38	(♂) : : id.	
1,35	0,58	(♀) : : id.	
1,69	0,89	(♂) : : anémie pern.	
1,25	0,68	(♀) : : id.	
2,30	0,90	(♂) : : hémorragie	
(2,689 max. — 1,017 minim.)	(2,546 max. — 0,664 minim.)	Homme	DENNSTEDT u. RUMPF, <i>(loc. cit.)</i> ; 1902.
	0,36	Cheval n° 1.	
	0,26	id. n° 2	
	0,32	Bœuf	KOSSEL, <i>(loc. cit.)</i> ; 1883.
0,27 } % subst. fraîche		Chien	
0,40 }			G. SATTÀ, <i>Archiv. ital. de Biol.</i> , XLIX, 375; 1908.
1,86			

TABLEAU XV

**FOIE**

**GROUPE I**

Désignation du chien	Age du sujet	Poids du sujet	Poids de l'organe frais	Poids de l'organe sec	H <sub>2</sub> O %	P % organé frais	P % organé sec	Prise d'essai	Anhydride phosphomolybdique
K	quelq. heures	gr.	gr.	gr.				gr.	
K <sup>1</sup>	id.	381	20,33	5,1152	74,8	0,232	0,92	0,1403	0,0749
U	id. 5 suj.	342	16,24	3,5217	78,3	0,247	1,14	0,1316	0,0870
T	1 jour 4 sujets	2,370	97,51	23,1400	76,3	0,241	1,02	0,2050	0,1216
M	id.	1,510	59,87	12,4600	79,2	0,274	1,32	0,2058	0,1578
K <sup>2</sup>	2 jours	1,810	60,90	13,6600	77,6	0,296	1,32	0,1290	0,0995
K <sup>3</sup>	id.	309	15,26	3,4282	77,5	0,245	1,09	0,1445	0,0917
K <sup>4</sup>	4 id.	314	10,43	2,4214	76,7	0,312	1,34	0,1490	0,1164
C	6 id.	324	15,32	3,5768	76,6	0,385	1,43	0,1885	0,1565
M <sup>1</sup>	15 jours 2 suj.	274	15,11	3,1244	79,3	0,250	1,21	0,2470	0,1738
		2,360	119,00	31,2970	73,7	0,258	0,98	0,1899	0,1090

**GROUPE II**

I	4 semaines	1,910	95	27,111	71,5	0,259	0,91	0,1629	0,0868
I <sup>1</sup>	5 id.	1,570	74	18,011	75,7	0,275	1,13	0,1890	0,1245
H	id.	10,000	252	69,048	72,6	0,384	1,40	0,1458	0,1186
D	6 id.	3,500	139	41,250	70,4	0,263	0,89	0,2452	0,1268
K <sup>5</sup>	id.	5,000	165	44,880	72,8	0,299	1,10	0,1763	0,1125
O	id.	2,575	128	32,152	74,8	0,355	1,41	0,1902	0,1551
I <sup>2</sup>	2 mois 1/2	6,500	248	65,937	73,4	0,356	1,34	0,1848	0,1444
O <sup>1</sup>	id.	5,000	141	38,524	72,7	0,385	1,41	0,1641	0,1338
Q	4 mois	24,000	649	175,775	72,9	0,347	1,28	0,2080	0,1544

**GROUPE III**

F	6 mois	7,000	222	65,934	70,3	0,371	1,25	0,1882	0,1340
G	id.	6,000	138	41,814	69,7	0,330	1,09	0,1714	0,1088
A	9 id.	13,000	294	86,142	70,7	0,357	1,22	0,9427	0,6690
J	9 mois 1/2	7,000	167	47,022	71,8	0,378	1,34	0,2002	0,1568
E	10 mois	13,500	261	78,601	69,9	0,352	1,17	0,2484	0,1686
L	13 id.	14,000	370	112,846	69,5	0,366	1,20	0,1567	0,1156

**GROUPE IV**

B	2 ans	16,000	330	99,205	69,9	0,352	1,17	0,2848	0,1942
S	3 ans	35,000	579	171,624	70,3	0,327	1,10	0,1800	0,1145
R	4 ans 1/2	10,500	247	98,502	60,4	0,277	0,70	0,1200	0,0489
P	8 ans	32,000	459	197,577	70,9	0,382	1,14	0,1783	0,1178

TABLEAU XVI

RATE

GROUPE I

Désignation du chien	Age du sujet	Poids du sujet	Poids de l'organe frais	Poids de l'organe sec	H <sub>2</sub> O %	P % organé frais	P % organé sec	Prise d'essai	Anhydride phosphomolybdique
K	quelq. heures	gr.	gr.	gr.				gr.	gr.
K <sup>1</sup>	id.	381	0,67	0,1302	80,5	0,385	1,72	0,1126	0,1122
U	id. 5 suj.	342	0,43	0,0952	77,9	0,360	1,63	0,0854	0,0810
T	1 jour 4 sujets	2,370	6,91	1,3688	80,2	0,346	1,75	0,1838	0,1872
M	1 jour 4 sujets	1,510	3,40	0,6832	79,9	0,332	1,65	0,1712	0,1636
M	id.	1,810	4,44	0,9088	79,5	0,353	1,72	0,1742	0,1745
K <sup>2</sup>	2 jours	309	0,95	0,1938	79,6	0,326	1,60	0,1892	0,1760
K <sup>3</sup>	id.	314	0,84	0,1892	77,5	0,362	1,61	0,1726	0,1616
K <sup>4</sup>	4 id.	324	1,44	0,2974	79,2	0,341	1,64	0,2936	0,2801
C	6 id.	274	1,24	0,2638	79,0	0,374	1,78	0,2638	0,2720
M <sup>1</sup>	15 jours 2 suj.	2,136	6,15	1,2348	79,9	0,354	1,76	0,1583	0,1618

GROUPE II

I	4 semaines	1,900	5,08	1,1232	77,9	0,327	1,48	0,1974	0,1706
I <sup>1</sup>	5 id.	1,570	4,02	0,8396	78,8	0,352	1,66	0,1626	0,1572
H	id.	10,000	13,41	2,8800	78,5	0,344	1,60	0,1772	0,1646
D	6 id.	3,500	7,25	1,5174	79,0	0,344	1,64	0,2062	0,1971
K <sup>5</sup>	id.	5,000	9,81	1,9942	79,7	0,341	1,68	0,1848	0,1802
O	id.	2,575	11,02	2,2636	79,4	0,362	1,76	0,1943	0,1982
I <sup>2</sup>	2 mois 1/2	6,500	8,90	1,8532	79,2	0,335	1,61	0,1872	0,1754
O <sup>1</sup>	id.	5,000	9,68	2,0866	78,4	0,328	1,52	0,1698	0,1504
Q	4 mois	24,000	50,72	10,6300	79,0	0,319	1,52	0,1836	0,1624

GROUPE III

F	6 mois	7,000	13,22	2,7910	78,9	0,325	1,54	0,1822	0,1632
G	id.	6,000	12,39	2,7980	77,4	0,289	1,28	0,1906	0,1420
A	9 id.	13,000	33,00	7,1200	78,4	0,279	1,29	0,9388	0,6856
J	9 mois 1/2	7,000	13,37	2,9244	78,0	0,301	1,37	0,1726	0,1377
E	10 mois	13,500	25,37	5,6100	77,9	0,274	1,24	0,1948	0,1404
L	13 id.	14,000	25,43	5,6880	77,6	0,266	1,19	0,1676	0,1151

GROUPE IV

B	2 ans	16,000	36,93	8,9300	75,8	0,237	0,98	0,9022	0,5076
S	3 ans	35,000	77,52	17,0700	77,9	0,267	1,21	0,1850	0,1302
R	4 ans 1/2	10,500	13,43	3,1100	76,8	0,271	1,27	0,1566	0,1063
P	8 ans	32,000	71,27	16,5100	76,8	0,232	1,00	0,1736	0,1008

TABLEAU XVII

**PHOSPHORE TOTAL**  
**FOIE**

		Poids moyen du corps	Poids moyen de l'organe frais	Poids moyen de l'organe sec	H <sub>2</sub> O %	P % subst. fraîche	P % subst. sèche
Groupe I	21 sujets quelques h <sup>res</sup> -15 jours 7 ♂ 14 ♀	gr. 476	gr. 20,47	gr. 4,8450	77,1	0,27	1,18
Groupe II	9 sujets 4 semaines-4 mois 5 ♂ 4 ♀	6,672	210,11	56,965	73,0	0,33	1,21
Groupe III	6 sujets 6 mois-15 mois 3 ♂ 3 ♀	10,100	242,00	72,060	70,3	0,36	1,21
Groupe IV	4 sujets 2 ans-5 ans 3 ♂ 1 ♀	23,375	152,49	50,89	67,9	0,32	1,03

**RATE**

Groupe I	21 sujets quelques h <sup>res</sup> -15 jours 7 ♂ 15 ♀	476	1,26	0,2545	79,7	0,35	1,70
Groupe II	9 sujets 4 semaines-4 mois 5 ♂ 4 ♀	6,672	13,32	2,8975	78,9	0,34	1,61
Groupe III	6 sujets 6 mois-15 mois 3 ♂ 3 ♀	10,100	20,46	4,4886	78,0	0,29	1,32
Groupe IV	4 sujets 2 ans-8 ans 3 ♂ 1 ♀	23,375	49,79	11,4050	76,8	0,25	1,09

**SANG**

		Poids moyen du corps	P %
Groupe I	8 sujets quelques h <sup>res</sup> -15 jours 7 ♂ 14 ♀	gr. 468	0,0333
Groupe II	9 sujets 4 semaines-4 mois 5 ♂ 4 ♀	6,672	0,0431
Groupe III	6 sujets 6 mois-15 mois 3 ♂ 3 ♀	10,100	0,0427
Groupe IV	4 sujets 2 ans-8 ans 3 ♂ 1 ♀	23,375	0,0369

TABLEAU XVIII

## RATE

	Composition des groupes	P total % subs. sèche	Extrait alcoololo-éthétré		P lipoïde dans 100 d'extrait alcoololo- éthétré	Poids de résidu dégraissé % de subst. sèche	P nucléique % de subst. sèche dégraissé
			% de subs. fraîche	% de subs. sèche			
Groupe I	21 sujets quelques h <sup>res</sup> -15 jours	1,70	4,30	21,18	1,088	78,82	0,187
Groupe II	9 sujets 4 semaines-4 mois	1,61	4,00	18,98	1,421	81,02	0,156
Groupe III	6 sujets 6 mois-13 mois	1,32	3,97	18,06	1,236	81,94	0,106
Groupe IV	4 sujets 2 ans-8 ans	1,09	3,79	16,34	1,412	83,66	0,144

	% de substance sèche			% de phosphore total		
	P lipoïde	P nucléique	P inorganique	P lipoïde	P nucléique	P inorganique
Groupe I	0,2304	0,1474	1,3222	13,55	8,67	77,78
Groupe II	0,2697	0,1264	1,2139	16,75	7,85	75,40
Groupe III	0,2232	0,0868	1,0100	16,91	6,57	76,52
Groupe IV	0,2307	0,1205	0,7388	21,17	11,05	67,78

	teneur en lécithine de 100 gr. de substance		teneur en nucléoprotéide de 100 gr. de substance		Coefficient d'Hydratation
	fraîche	sèche	fraîche	sèche	
Groupe I	2,160	5,990	5,248	25,854	4,95
Groupe II	1,479	7,012	4,678	22,170	4,60
Groupe III	1,277	5,803	3,349	15,225	4,56
Groupe IV	1,391	5,998	4,903	21,136	4,36



# TABLE DES MATIÈRES

---

	Pages
INTRODUCTION . . . . .	123

## CHAPITRE I

### **Dosage du phosphore dans les recherches biologiques.**

Etude critique de la Méthode de NEUMANN . . . . .	128
Etude critique de la Méthode de NEUMANN perfectionnée par GRÉGERSEN . . . . .	130
Etude de la Méthode de WOY — Son adaptation aux recherches biologiques . . . . .	131
A. — <i>Destruction de la matière organique</i> . . . . .	131
B. — <i>Dosage proprement dit à l'état d'anhydride phosphomolybdique</i> . . . . .	134
C. — <i>Influence des principaux sels constitutifs des cendres sur la précipitation du phosphomolybdate d'ammonium</i> . . . . .	141

## CHAPITRE II

### **Le phosphore total dans le système nerveux.**

A. — <i>Extraction et préparation des organes pour l'analyse</i> . . . . .	145
B. — <i>Le phosphore total dans les organes secs</i> . . . . .	147
C. — <i>Le phosphore total dans les organes frais</i> . . . . .	150

CHAPITRE III

**Préparation chimique du phosphore dans  
le système nerveux.**

A. — <i>Extraction par l'alcool</i> . . . . .	163
B. — <i>Extraction par l'éther</i> . . . . .	165
C. — <i>Digestion pepsique du résidu dégraissé</i> . . . . .	165
D. — <i>Les résultats obtenus.</i>	
I. Phosphore lécithique . . . . .	167
II. Phosphore nucléique . . . . .	170
III. Phosphore inorganique; sa teneur par rapport à celle du phosphore organique . . . . .	172

CHAPITRE IV

**Quantité de phosphore contenue dans le sang, le foie  
et la rate. — Sa répartition chimique dans la rate.**

A. — <i>Phosphore total dans le sang</i> . . . . .	175
B. — <i>Phosphore total dans le foie</i> . . . . .	176
C. — <i>Le Phosphore dans la rate</i> . . . . .	177
I. Le phosphore total . . . . .	177
II. Le phosphore lécithique . . . . .	178
III. Le phosphore nucléique . . . . .	179
IV. Le phosphore inorganique. . . . .	180

---

