Zeitschrift: Mémoires de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles. Physiologie, hygiène, bactériologie = Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Freiburg. Physiologie, Hygiene, Bakteriologie

Herausgeber: Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

Band: 1 (1908-1923)

Heft: 3: Variations avec l'âge dans la teneur de quelques organes en phosphore total et en divers corps phosphorés

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

Autor: Maurice, Henri

Kapitel: III: Répartition chimique du phosphore dans le système nerveux

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-306687

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: 13.07.2025

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

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'alccol.

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 (analogue à celui de Soxhlet), dont l'extrémité inférieure est engagée dans le col d'un matras de Kjeldahl de 300 cm^3 de capacité. Ce ballon dans lequel on verse l'alcool absolu (60 cm^3 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 ascendant ; 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 alcoolo-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^3 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 $^0/_0$ de pepsine de Merck (activité = 1 : 4000) et 1 $^0/_0$ de solution d'HCl de D = 1,150 (contenant 30,87 $^0/_0$ 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 $Mg^2 P^2 O^7$, 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 $^0/_0$, soit $^1/_{26}$, de phosphore, tandis qu'une lécithine dipalmitique en contient 4,12 $^0/_0$ et la lécithine dioléique 3,86 $^0/_0$.

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 névraxe.

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° *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 toute les portions du névraxe.

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 $^0/_0$. Pour l'isthme elle est de 53 $^0/_0$; pour la moelle de 45 $^0/_0$ 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° *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	Homme, nouveau-né	Schlossberger (*loc. cit*); 1853.
S. blanche (corps calleux) . . .	3,77		
S. grise hémisphérique	4,82	Homme, adulte	
S. blanche (corps calleux) . . .	15,37		
Encéphale . . .	1,36	Chien, embryon de 4 sem. (moy. de 3 suj.)	Bibra (*loc. cit*); 1854.
id. . . .	2,27	id , nouveau-né (moy. de 5 sujets)	
id. . . .	3,06	id., de 3 jours (moy. de 3 sujets)	
Hémisphères . .	13,18	id., adultes	
id. . .	11,11		
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 cholestérine (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
Encéphale:	1,95	2,11
Moelle:	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° *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° *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° 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° La teneur en lipoïdes augmente régulièrement avec l'âge, qu'il s'agisse de la substance fraîche ou de la substance sèche.

2° La teneur en phosphore lipoïde par rapport au phosphore total augmente régulièrement avec l'âge.

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

4° 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° *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° *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° *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 $^0/_0$ pour la substance fraîche et de 32 $^0/_0$ pour la substance sèche. KOCH donne deux chiffres sur la teneur en nucléo-protéides pour 100 de substance cérébrale fraîche. Le premier, 3,7 $^0/_0$, se rapporte au corps calleux ; le second, 3,0 $^0/_0$, 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 névraxe. 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 névraxe, 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	pour 100 parties de substance sèche		D. Petrowsky. *Pfluger's Arch.*, VII, 367 ; 1873.
blanche cérébr.	id.	9,904			
grise cérébr.	Cheval				F. Baumstark, *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, IX, 145 ; 1885.
blanche cérébr.	id.				
Encéphale	id.				
id.	Bœuf	6,633		Embryon de 62 cm.	K. Raske, *Zeitsch. f. phys. Chem.*, X, 336 ; 1886.
id.	id.	3,492		id. 68 id.	
id.	Homme	9,4		id. 6 mois	D. J. Siwertzeff, *Dissertation ;* 1903.
id.	id.	12,9		id. 9 id.	
id.	id.	15,7		Sujet de 1 id.	
id.	id.	15,4		id. 2 id.	
id.	id.	14,9		id. 3 id.	
id.	id.	24,2	lécithine-céphaline	♀ de 6 id.	Koch, *(loc. cit.) ;* 1908.
grise cérébr.	id.	24,7		♀ de 2 ans. déterm. indirecte.	
blanche cérébr.	id.	26,3			
Encéphale	id.	25,5			
grise cérébr.	id.	23,7		♂ de 19 ans. déterm. indirecte.	
blanche cérébr.	id.	31,0			
Encéphale	id.	27,3			
Encéphale	Veau	3,954	pour 100 p. de subst. fraîche		R. Burow, *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, XXX, 495 ; 1900.
Cerveau seul	Chien	3,73		lécithiné (Les sujets « lécithinés » ont reçu de la lécithine en inject. sousculan. ou intrastomac.)	Desgrez et Aly Zaky, *(loc. cit.) ;* 1902.
	id.	4,06			
	id.	3,82		lécithiné	
	id.	3,97			
Cerveau et cervelet	Cobaye	4,03		lécithiné	
		4,19			
Subst. blanche (corps calleux)	Homme	5,19		Sujet épileptique.	W. Koch, *(loc. cit.) ;* 1904.
Subst. grise (écorce préfrontale)	id.	3,14			
Nerf sciatique	id.	14,80	pr. 100 p. de subst. sèche		J. Chevalier, *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, X, 97 ; 1886.

TABLEAU XII

NERFS

	Composition des groupes	P total % subst. sèche	Extrait alcoolo-éthéré % de subst. fraîche	Extrait alcoolo-éthéré % de subst. sèche	P lipoïde p. 100 d'extr. alcoolo-éthéré	Poids de résid. dégrais. % de subst. sèche	P nucléiq. % de subs. sèche dégrais.	Coefficient d'hydratation
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 lécithine de 100 gr. de subst. nerv.		teneur en nucléoprotéïdes de 100 gr. de subst. nerv.	
	P lipoïde	P nucléique	P inorganique	P lipoïde	P nucléique	P inorganique	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