III. NOUVELLES RECHERCHES SUR LA DIGESTION DES PROTÉINES DE LA VIANDE CUITE CHEZ LE CHIEN (SECONDE COMMUNICATION).

PAR EDGARD ZUNZ.

(*Institut de Thérapeutique de l'Université de Bruxelles.*)

(*Received January 26th, 1915.*)

I. INTRODUCTION.

Dans un travail antérieur [1913], j'ai utilisé la centrifugation pour séparer, chez le chien, les protéines et leurs diverses espèces de dérivés dans le contenu tant de chacune des deux portions principales de l'estomac que de la première portion de l'intestin grêle à divers moments après l'ingestion de viande cuite de cheval. J'ai ainsi comparé la répartition de l'azote entre les protéines intactes, l'acidalbumine, les protéoses et les autres dérivés des substances albuminoïdes, selon qu'on emploie pour cette séparation l'ancienne méthode par filtration ou le nouveau procédé par centrifugation. Ce dernier permet d'éviter les modifications dans la composition des filtrats, signalées par *Christiansen* [1912].

Après l'ingestion de viande de cheval, on trouve en moyenne une proportion un peu plus considérable d'acidalbumine et de protéoses considérées ensemble, et par conséquent une proportion un peu moindre des autres produits de désintégration des protéines dans les diverses régions du tube digestif lorsqu'on emploie la centrifugation que lorsqu'on utilise la filtration. Il semble que pendant le laps de temps assez long exigé parfois par les filtrations successives nécessitées par la détermination de la répartition de l'azote entre les protéines et leurs diverses espèces de dérivés, une partie, relativement faible il est vrai, de l'acidalbumine et des protéoses se transforme en peptones et en substances abiurétiques. Il se peut aussi que les filtres retiennent par adsorption plus facilement l'acidalbumine et les protéoses que les peptones et les dérivés abiurétiques des protéines.

Quoi qu'il en soit, on doit renoncer à la méthode par filtration et lui préférer celle, plus rapide et plus exacte, par centrifugation. A coup sûr, bien que les différences entre les résultats obtenus par les deux procédés ne soient pas très considérables pour ce qui concerne, chez le chien, la digestion de la viande cuite de cheval, elles méritent néanmoins d'appeler l'attention. Aussi m'a-t'il paru utile d'appliquer la méthode par centrifugation à l'étude de la digestion par le chien de la viande cuite de bœuf, afin de voir si les différences signalées ci-dessus entre les résultats des deux procédés à propos de la viande cuite de cheval se vérifiaient pour celle de bœuf.

J'ai, en outre, profité de ces expériences pour rechercher la teneur en azote ammoniacal et en azote aminé des diverses régions du tube digestif au cours de la digestion de la viande cuite de bœuf.

II. TECHNIQUE.

On a débarrassé les chiens au préalable des vers intestinaux [Zunz, 1910, 1]. On a maintenu ces animaux 24 à 36 heures à jeûn, tout en leur permettant de boire de l'eau à volonté. On leur a ensuite donné 25 grammes de viande cuite de bœuf par kilogramme de poids. On a déterminé, par la méthode de *Kjeldahl*, la teneur en azote de chaque échantillon de viande après dissolution dans l'acide sulfurique.

On a sacrifié les 12 chiens A à L, 1 à 12 heures après le repas, par piqure du bulbe et saignée des carotides. On a rapidement incisé la paroi abdominale en ayant soin de ne pas bouger aux viscères. On a isolé, par le procédé que j'ai décrit [1910, 1], les deux régions principales de l'estomac et la première portion de l'intestin grêle.

Dans mes communications antérieures j'ai conservé aux deux parties essentielles de l'estomac du chien les dénominations de fundus et de région ou d'antrum prépylorique, adoptées par beaucoup de physiologistes. Mais si l'on considère les travaux les plus récents des anatomistes et des radiologues, il vaut mieux appeler corps de l'estomac la portion de cet organe désignée jusqu'à présent sous le nom de fundus; elle comprend le corpus gastricus, le canalis gastricus et le fundus proprement dit ou sac cardiaque. Quant à la portion prépylorique, elle correspond à la fois à l'antrum pyloricum et au vestibulum pyloricum des anatomistes.

On a recueilli séparément dans de l'eau distillée le contenu du corps de l'estomac, celui de la portion prépylorique de cet organe et celui de la première partie de l'intestin grêle. On a aussitôt soumis ces bouillies alimentaires

à l'ébullition, après avoir ajouté le cas échéant de l'acide chlorhydrique dilué au contenu intestinal afin de le rendre légèrement acide, puis on les a laissés refroidir.

On a séparé, par une centrifugation de 10 à 15 minutes, à la centrifugeuse Jouan, tournant à la vitesse de 7000 tours par minute, les matières non attaquées et les protéines coagulées du liquide contenant l'azote soluble. On a remis le précipité en suspension dans de l'eau distillée et l'on a procédé à une nouvelle centrifugation. On a répété ces deux opérations quatre à six fois, c'est-à-dire jusqu'au moment où le liquide surnageant n'a plus donné la réaction du biuret.

Tant pour le contenu du corps de l'estomac que pour celui de la portion prépylorique de cet organe, on a traité par l'acide sulfurique la partie non dissoute du bol alimentaire, et l'on a dosé, par la méthode de *Kjeldahl*, l'azote coagulable de ces solutions.

On a réduit, le cas échéant dans le vide, à une température ne dépassant pas 35 à 40° C., les liquides surnageants et les eaux de lavage renfermant l'azote soluble non coagulable, de manière à obtenir, pour le contenu de chacune des trois portions du tube digestif examinées, un filtrat initial, dont le volume total atteint 150 à 200 cm.³ On a prélevé de chaque filtrat initial: 1° trois portions de 5 cm.³ destinées au dosage de l'azote soluble non coagulable par la méthode de *Kjeldahl*; 2° deux portions de 20 cm.³ destinées au dosage de l'ammoniaque par la méthode de *Folin*; 3° deux portions de 10 cm.³ destinées au dosage de l'azote aminé aliphatique par la méthode de *van Slyke*.

On a effectué cette dernière détermination en suivant exactement les indications les plus récentes du savant américain [van Slyke, 1912, 1913]. On s'est servi, dans ce but, du nouvel appareil imaginé par cet auteur afin de permettre une agitation continue de même intensité pendant les cinq minutes d'action de l'acide nitreux, de telle sorte que les conditions de la réaction restent identiques dans tous les cas. J'ai toutefois fait modifier légèrement cet appareil, de façon à augmenter la précision des lectures. La burette renfermant le liquide à analyser est divisée en cinquantièmes de centimètre cube. Les six premiers centimètres cubes de la burette gazométrique sont gradués en vingtièmes de centimètre cube. On a calculé en milligrammes l'azote ammoniacal et l'azote décelable par la méthode de *van Slyke* renfermés dans l'ensemble du filtrat initial. On a soustrait du chiffre ainsi calculé par la méthode de *van Slyke* le tiers de l'azote ammoniacal. Le tableau I indique les chiffres d'azote aminé ainsi corrigés.

J'ai exposé antérieurement les raisons pour lesquelles j'avais adopté cette façon de procéder dans les recherches sur la digestion des protéines de la viande cuite de cheval. Afin de pouvoir comparer les résultats obtenus de cette manière et ceux des nouvelles recherches sur la digestion de la viande cuite de bœuf, j'ai eu soin d'employer la même technique dans ces deux séries d'expériences. La technique plus perfectionnée, basée sur le procédé de désalbuminisation de *van Slyke* et *Meyer* [1912] et sur l'emploi d'uréase de la façon indiquée par *Marshall* [1913], n'est, du reste, pas très aisée à appliquer lorsqu'on doit opérer avec un liquide ne renfermant que très peu d'azote aminé.

Le restant du filtrat renfermant l'azote soluble non coagulable sert à déterminer, par la méthode que j'ai proposée [1910,1], successivement l'azote de l'acidalbumine, l'azote de l'hétéroalbumose et de la protoalbumose¹, l'azote des autres protéoses, l'azote des dérivés des protéines précipités par l'acide phosphotungstique mais pas par le sulfate de zinc, l'azote des composés précipités ni par l'un ni par l'autre de ces réactifs en ayant soin de séparer les précipités successifs par une centrifugation énergique de 10 à 15 minutes, puis de décanter les liquides parfaitement clairs ainsi obtenus.

On a aussi examiné si les liquides débarrassés des protéines, de l'acidalbumine et des protéoses, donnaient encore la réaction du biuret décelant la présence des peptones vraies de *Kühne*.

III. RÉSULTATS.

Dix tableaux rassemblent les résultats de ces expériences.

Le tableau I indique 1° la quantité d'azote ingérée, 2° la répartition de l'azote trouvé dans le corps de l'estomac entre les protéines non attaquées et les divers groupes de produits de leur digestion, 3° les quantités d'azote ammoniacal et d'azote aminé aliphatique existant dans cette partie de l'estomac. Le tableau II a trait à la répartition de l'azote de la région prépylorique de cet organe entre les protéines intactes et leurs principaux dérivés ainsi qu'aux quantités totales d'azote ammoniacal et d'azote aminé aliphatique y renfermées. Le tableau III donne ces mêmes indications pour l'ensemble de l'estomac et mentionne, en outre, la quantité d'azote ingéré disparue de cet organe au bout du laps de temps considéré. Pour les chiens H à J, sacrifiés 8 à 10 heures après le repas, on a dû se borner à examiner le contenu de l'estomac total, le corps de l'estomac ne renfermant plus de bol

¹ Ou plutôt des protéoses précipitées par demi-saturation au moyen du sulfate de zinc en milieu acide.

TABLEAU I.

[illegible]

TABLEAU II.

Azote trouvé dans la région prépylorique de l'estomac

Chien en expérience	Durée de la digestion, en heures	en grammes										en milligrammes	
		à l'état coagulable	à l'état incoagulable					total	à l'état d'azote ammo- nial	à l'état d'azote aminé aliphatique			
			sous forme d'acid- albumine	sous forme de protéoses		sous forme d'autres produits					total		
				hétéroalbumose et protoalbumose	autres protéoses	précipités par l'acide phos- photungstique	non précipités par l'acide phosphotung- stique					total	
A	1	0-1326	0-0002	0-0230	0-0247	0-0477	0-0082	0-0196	0-0278	0-0757	0-2083	1-11	4-26
B	2	0-1233	0-0000	0-0155	0-0299	0-0454	0-0016	0-0297	0-0313	0-0767	0-2000	4-52	6-59
C	3	0-1576	0-0002	0-0208	0-0126	0-0334	0-0846	0-0345	0-1191	0-1527	0-3103	5-60	4-78
D	4	0-2358	0-0110	0-0445	0-0674	0-1119	0-0416	0-0201	0-0617	0-1846	0-4204	0-27	9-15
E	5	0-1905	0-0004	0-0056	0-0317	0-0373	0-0304	0-0558	0-0862	0-1239	0-3144	5-05	4-73
F	6	0-0370	0-0323	0-0438	0-0526	0-0964	0-0071	0-0344	0-0415	0-1702	0-2072	6-72	7-60
G	7	0-1786	0-0006	0-0246	0-0544	0-0790	0-0105	0-0359	0-0464	0-1260	0-3046	4-50	11-65

TABLEAU III.

Chien en expérience	Durée de la digestion, en heures	Azote trouvé dans l'estomac total													
		en grammes													
		à l'état coagulable	à l'état incoagulable								total				
			sous forme d'acid- albumine		sous forme de protéoses		sous forme d'autres produits		total						
			hétoalbumose et protoalbu- mose	autres protéoses		précipités par l'acide phos- photungstique	non précipités par l'acide phosphotung- stique	total							
A	1	2-4338	0-0028	0-2972	0-2707	0-5679	0-0214	0-0444	0-0658	0-6365	3-0703	2-14	26-16	à l'état d'azote aminé	à l'état d'azote aminé
B	2	1-8215	0-0009	0-1863	0-2180	0-4043	0-0183	0-0697	0-0874	0-4926	2-3141	14-87	36-06		
C	3	5-1912	0-0010	0-2233	0-0838	0-3071	0-1116	0-0427	0-1543	0-4624	5-6546	11-50	12-34		
D	4	2-7978	0-0816	0-4265	0-4824	0-9089	0-1813	0-0379	0-2192	1-2087	4-0075	0-56	56-01		
E	5	1-3195	0-0019	0-2018	0-6406	0-8424	0-1406	0-1138	0-2544	1-0987	2-4182	7-68	57-49		
F	6	0-3704	0-2463	0-3597	0-3728	0-7325	0-0619	0-1231	0-1850	1-1638	1-5342	23-58	23-70		
G	7	0-4003	0-0035	0-2115	0-2103	0-4218	0-0187	0-0528	0-0715	0-4968	0-8971	16-54	20-80		
H	8	0-1384	0-0479	0-1676	0-3036	0-4712	0-0352	0-0828	0-1180	0-6371	0-7755	25-76	8-25		
I	9	0-0108	0-0003	0-0436	0-0892	0-1328	0-0395	0-0238	0-0633	0-1964	0-2072	7-85	4-69		
J	10	0-0367	0-0068	0-0604	0-0719	0-1323	0-0167	0-0259	0-0426	0-1817	0-2184	4-62	2-28		

alimentaire ou à peine. Quant aux chiens K et L, sacrifiés respectivement 11 et 12 heures après le repas, leurs estomacs étaient entièrement vides. Le tableau IV relate les chiffres d'azote trouvés chez les chiens A à J dans la première portion de l'intestin grêle à l'état d'acidalbumine ou d'autres dérivés des protéines, d'azote ammoniacal et d'azote aminé aliphatique.

On a calculé les diverses données des tableaux I à III en pour-cent de l'azote ingéré (tableau V) et en pour-cent de l'azote contenu dans la région de l'estomac examinée (tableau VI), celles des tableaux I à IV en pour-cent de l'azote incoagulable de la région du tube digestif envisagée (tableau VII).

TABLEAU IV.

		Azote trouvé dans la première portion de l'intestin grêle à l'état incoagulable										
		en grammes							en milligrammes			
Chien en expérience	Durée de la digestion, en heures	sous forme d'acid-albumine	sous forme de protéoses			sous forme d'autres produits			total	à l'état d'azote ammo- nial	à l'état d'azote aminé aliphatique	
		hétéroalbumose et protoalbumose	autres protéoses	total	précipités par l'acide phosphotungstique	non précipités par l'acide phospho- tungstique	total					
A	1	0-0000	0-0143	0-0191	0-0334	0-0672	0-0224	0-0896	0-1230	10-38	13-14	
B	2	0-0000	0-0024	0-0022	0-0046	0-0140	0-0234	0-0374	0-0420	3-15	7-20	
C	3	0-0000	0-0037	0-0042	0-0079	0-0745	0-1287	0-2032	0-2111	10-24	10-59	
D	4	0-0000	0-0023	0-0035	0-0058	0-0651	0-0436	0-1087	0-1145	3-67	16-78	
E	5	0-0006	0-0070	0-0051	0-0121	0-0610	0-1123	0-1733	0-1860	13-49	36-62	
F	6	0-0000	0-0261	0-0282	0-0543	0-0569	0-0736	0-1305	0-1848	13-65	40-97	
G	7	0-0000	0-0202	0-0416	0-0618	0-0405	0-0506	0-0911	0-1529	5-88	32-63	
H	8	0-0000	0-0046	0-0048	0-0094	0-0243	0-0541	0-0784	0-0878	5-77	25-42	
I	9	traces	0-0012	0-0087	0-0099	0-0293	0-0202	0-0495	0-0594	2-40	5-00	
J	10	0-0000	0-0124	0-0327	0-0451	0-0736	0-0339	0-1075	0-1526	13-24	27-62	

De plus, dans ce dernier tableau, on a établi la moyenne des résultats obtenus dans cette série d'expériences.

On n'a pas mentionné dans les tableaux I à IV les résultats donnés par la réaction du biuret dans les liquides privés des protéines, de l'acidalbumine et des protéoses, car elle n'a jamais fait défaut. Par conséquent, les deux régions de l'estomac et la première portion de l'intestin grêle contenaient toujours des peptones vraies de *Kühne*.

Comme dans toutes les séries d'expériences relatives à la digestion gastrique des protéines, on retrouve de moins en moins d'azote dans l'estomac au fur et à mesure qu'on s'éloigne du repas. Conformément aux résultats des

TABLEAU V.

Pour-cent de l'azote ingéré retrouvé dans l'estomac														Disparus de l'estomac		
Chien en expérience	Durée de la digestion, en heures	Portion de l'estomac examinée	à l'état incoagulable													
			à l'état coagulable			à l'état incoagulable									total	
			sous forme d'acid- albumine	sous forme de protéoses		sous forme d'autres produits			total	à l'état d'azote ammoniacal	à l'état d'azote aminé aliphatique					
hétéroalbumose et protéalbunose	autres protéoses	total		précipitées par l'acide phosphotungstique	non précipitées par l'acide phospho- tungstique	total										
A	1	corps	61-80	0-07	7-36	6-61	13-97	0-36	0-86	1-02	15-06	76-86	0-03	0-59		
		région prépylorique	3-56	0-01	0-62	0-66	1-28	0-22	0-52	0-74	2-03	5-59	0-03	0-11		
		estomac total	65-36	0-08	7-98	7-27	15-25	0-58	1-18	1-76	17-09	82-45	0-06	0-70		
B	2	corps	56-62	0-03	5-70	6-27	11-97	0-55	1-32	1-87	13-87	70-49	0-35	0-98		
		région prépylorique	4-11	0-00	0-52	1-00	1-52	0-05	0-99	1-04	2-56	6-67	0-15	0-22		
		estomac total	60-73	0-03	6-22	7-27	13-49	0-60	2-31	2-91	16-43	77-16	0-50	1-20		
C	3	corps	45-61	0-01	1-83	0-65	2-48	0-24	0-08	0-32	2-81	48-42	0-05	0-07		
		région prépylorique	1-48	traces	0-19	0-11	0-30	0-77	0-31	1-08	1-38	2-81	0-05	0-04		
		estomac total	47-09	0-01	2-02	0-76	2-78	1-01	0-39	1-40	4-19	51-23	0-10	0-11		
D	4	corps	29-35	0-81	4-38	4-75	9-13	1-60	0-20	1-80	11-74	41-09	traces	0-54		
		région prépylorique	2-70	0-13	0-51	0-77	1-28	0-48	0-23	0-71	2-12	4-82	traces	0-10		
		estomac total	32-05	0-94	4-89	5-52	10-41	2-08	0-43	2-51	13-86	45-91	traces	0-64		
E	5	corps	14-99	0-02	2-61	8-08	10-69	1-47	0-77	2-24	12-95	27-94	0-03	0-70		
		région prépylorique	2-53	0-01	0-07	0-42	0-49	0-40	0-74	1-14	1-64	4-17	0-07	0-06		
		estomac total	17-52	0-03	2-68	8-50	11-18	1-87	1-51	3-38	14-59	32-11	0-10	0-76		
F	6	corps	4-13	2-65	3-91	3-96	7-87	0-68	1-09	1-77	12-29	16-42	0-20	0-20		
		région prépylorique	0-46	0-40	0-54	0-65	1-19	0-09	0-42	0-51	2-10	2-56	0-08	0-09		
		estomac total	4-59	3-05	4-45	4-61	9-06	0-77	1-51	2-28	14-39	18-98	0-28	0-29		
G	7	corps	1-70	0-02	1-43	1-19	2-62	0-07	0-13	0-20	2-84	4-54	0-09	0-07		
		région prépylorique	1-37	0-01	0-19	0-41	0-60	0-08	0-27	0-35	0-96	2-33	0-04	0-09		
		estomac total	3-07	0-03	1-62	1-60	3-22	0-15	0-40	0-55	3-80	6-87	0-13	0-16		
H	8	estomac total	1-08	0-37	1-31	2-38	3-69	0-27	0-65	0-92	4-98	6-06	0-20	0-06		
		I	9	estomac total	0-20	0-01	0-81	1-65	2-46	0-74	0-44	1-18	3-65	3-85	0-15	0-09
				estomac total	0-45	0-09	0-74	0-88	1-62	0-20	0-32	0-52	2-23	2-68	0-06	0-03
J	10	estomac total	0-45	0-09	0-74	0-88	1-62	0-20	0-32	0-52	2-23	2-68	0-06	0-03		

TABLEAU VI.

Pour-cent de l'azote contenu dans la région de l'estomac examinée

Chien en expérience	Durée de la digestion, en heures	Portion de l'estomac examinée	en grammes										en milligrammes	
			à l'état coagulable	à l'état incoagulable					sous forme d'autres produits					à l'état d'azote aminé
				sous forme de protéoses		sous forme d'acide-albumine			sous forme d'acide phosphotungstique		non précipités par l'acide phosphotungstique		total	à l'état d'azote aminé
				hétéroalbumose et protoalbumose	autres protéoses	total	total	total	total	total	total	total		
A	1	corps région prépylorique estomac total	80-41 63-66 79-27	0-09 0-09 0-09	9-58 11-04 9-68	8-59 11-86 8-82	18-17 22-90 18-50	0-46 3-94 0-70	0-87 9-41 1-44	1-33 13-35 2-14	19-59 36-34 20-73	0-04 0-53 0-07	à l'état d'azote aminé à l'état d'azote aminé à l'état d'azote aminé	0-76 2-06 0-85
B	2	corps région prépylorique estomac total	80-33 61-65 78-71	0-04 0-00 0-04	8-08 7-75 8-05	8-90 14-95 9-42	16-98 22-70 17-47	0-79 0-80 0-79	1-86 14-85 2-99	2-65 15-65 3-78	19-67 38-35 21-29	0-49 2-26 0-64	à l'état d'azote aminé à l'état d'azote aminé à l'état d'azote aminé	1-39 3-30 1-56
C	3	corps région prépylorique estomac total	94-20 50-79 91-82	0-01 0-06 0-02	3-79 6-70 3-95	1-33 4-06 1-48	5-12 10-76 5-43	0-52 27-27 1-97	0-15 11-12 0-76	0-67 38-39 2-73	5-80 49-21 8-18	0-11 1-80 0-20	à l'état d'azote aminé à l'état d'azote aminé à l'état d'azote aminé	0-15 1-54 0-22
D	4	corps région prépylorique estomac total	71-42 56-09 69-82	1-97 2-61 2-04	10-65 10-59 10-64	11-57 16-03 12-04	22-22 26-62 22-68	3-89 9-80 4-52	0-50 4-78 0-95	4-39 14-68 5-47	28-58 43-91 30-19	0-01 0-06 0-01	à l'état d'azote aminé à l'état d'azote aminé à l'état d'azote aminé	1-31 2-18 1-40
E	5	corps région prépylorique estomac total	53-66 60-59 54-56	0-07 0-13 0-08	9-33 1-78 8-35	28-94 10-08 26-49	38-27 11-86 34-84	5-24 9-68 5-81	2-76 17-74 4-71	8-00 27-42 10-52	46-34 39-41 45-44	0-12 1-57 0-32	à l'état d'azote aminé à l'état d'azote aminé à l'état d'azote aminé	2-51 1-50 2-38
F	6	corps région prépylorique estomac total	25-12 17-86 24-14	16-13 15-59 16-05	23-81 21-14 23-45	24-13 25-38 24-30	47-94 46-52 47-75	4-12 3-43 4-04	6-69 16-60 8-02	10-81 20-03 12-06	74-88 82-14 75-86	1-27 3-24 1-54	à l'état d'azote aminé à l'état d'azote aminé à l'état d'azote aminé	1-21 3-67 1-56
G	7	corps région prépylorique estomac total	37-42 58-63 44-62	0-49 0-20 0-39	31-55 8-08 23-58	26-31 17-86 23-44	57-86 25-94 47-82	1-38 3-45 2-08	2-85 11-78 5-89	4-23 15-23 7-97	62-58 41-37 55-38	2-03 1-48 1-84	à l'état d'azote aminé à l'état d'azote aminé à l'état d'azote aminé	1-54 3-82 2-32
H	8	estomac total	17-85	6-17	21-61	39-15	60-76	4-54	10-68	15-22	82-15	3-32	à l'état d'azote aminé	1-06
I	9	estomac total	5-21	0-15	21-04	43-05	64-09	19-06	11-49	30-55	94-79	3-79	à l'état d'azote aminé	2-26
J	10	estomac total	16-80	3-11	27-65	32-93	60-58	7-65	11-86	19-51	83-20	2-12	à l'état d'azote aminé	1-04

TABLEAU VII.

Pour-cent de l'azote incoagulable contenu dans la région du tube digestif examinée

Chien en expérience	Durée de la digestion, en heures	Portion du tube digestif examinée	sous forme d'acidalbumine	sous forme de protéoses				sous forme d'autres produits				à l'état d'azote aminé aliphatique
				hétéroalbumose et protoalbumose	autres protéoses	total	précipités par l'acide phosphotungstique	non précipités par l'acide phosphotungstique	total	à l'état d'azote ammoniacal		
A	1	corps de l'estomac	0.46	48.90	43.86	92.76	2.36	4.42	6.78	0.18	3.91	
		région prépylorique	0.26	30.38	32.63	63.01	10.84	25.89	36.73	1.47	5.63	
		estomac total	0.44	46.68	42.54	89.22	3.36	6.98	10.34	0.34	4.11	
		intestin grêle	0.00	11.62	15.53	27.15	54.64	18.21	72.85	8.44	10.68	
B	2	corps de l'estomac	0.22	41.07	45.22	86.29	4.02	9.47	13.49	2.49	7.09	
		région prépylorique	0.00	20.21	38.98	59.19	2.09	38.72	40.81	5.89	13.65	
		estomac total	0.19	37.82	44.25	82.07	3.71	14.03	17.74	3.08	7.45	
		intestin grêle	0.00	5.71	5.24	10.95	33.33	55.72	89.05	7.50	17.14	
C	3	corps de l'estomac	0.26	65.39	22.99	88.38	8.71	2.65	11.36	1.91	2.44	
		région prépylorique	0.13	13.62	8.25	21.87	55.40	22.60	78.00	3.67	3.13	
		estomac total	0.22	48.29	18.12	66.41	24.14	9.23	33.37	2.49	2.67	
		intestin grêle	0.00	1.75	1.99	3.74	35.29	60.97	96.26	4.85	5.02	
D	4	corps de l'estomac	6.89	37.26	40.48	77.74	13.63	1.74	15.37	0.03	4.57	
		région prépylorique	5.96	24.11	36.51	60.62	22.53	10.89	33.42	0.15	4.96	
		estomac total	6.75	35.25	39.88	75.13	14.99	3.13	18.12	0.05	4.63	
		intestin grêle	0.00	2.01	3.06	5.07	56.85	38.08	94.93	3.21	14.65	
E	5	corps de l'estomac	0.15	20.13	62.46	82.59	11.30	5.96	17.26	0.27	5.41	
		région prépylorique	0.32	4.52	25.58	30.10	24.54	45.04	79.58	4.08	3.82	
		estomac total	0.17	18.37	58.30	76.67	12.80	10.36	23.16	0.70	5.23	
		intestin grêle	0.32	3.76	2.74	6.50	32.80	60.38	93.18	7.25	19.69	
F	6	corps de l'estomac	21.54	31.79	32.23	64.02	5.41	8.93	14.44	1.70	1.62	
		région prépylorique	18.98	25.73	30.91	56.64	4.17	20.21	24.38	3.95	4.47	
		estomac total	21.16	30.91	32.03	62.94	5.32	10.58	15.90	2.03	2.04	
		intestin grêle	0.00	14.12	15.26	29.38	30.79	39.83	70.62	7.39	22.17	
G	7	corps de l'estomac	0.78	50.41	42.04	92.45	2.21	4.56	6.77	3.25	2.47	
		région prépylorique	0.48	19.52	43.18	62.70	8.33	28.49	36.82	3.57	9.01	
		estomac total	0.70	42.57	42.34	84.91	3.76	10.63	14.39	3.33	4.19	
		intestin grêle	0.00	13.21	27.21	40.42	26.49	33.09	59.58	3.85	21.35	
H	8	estomac total	7.52	26.30	47.66	73.96	5.52	13.00	18.52	4.04	1.29	
		intestin grêle	0.00	5.24	5.47	10.71	27.67	61.62	89.29	6.57	28.82	
I	9	estomac total	0.15	22.20	45.42	67.62	20.11	12.12	32.23	4.00	2.39	
		intestin grêle	0.00	8.13	21.42	29.55	22.22	48.23	70.45	8.68	18.10	
J	10	estomac total	3.74	33.24	39.57	72.81	9.19	14.26	23.45	2.54	1.25	
		intestin grêle	0.00	2.02	14.64	16.66	49.33	34.01	83.34	4.01	8.40	
moyenne générale des résultats		corps de l'estomac	4.33	42.14	41.32	83.46	6.81	5.40	12.21	1.40	3.93	
		portion prépylorique	3.73	19.72	30.87	50.59	18.27	27.41	45.68	3.25	7.38	
		estomac total	4.10	34.17	41.01	75.18	10.29	10.43	20.72	2.26	3.53	
		intestin grêle	0.03	6.76	11.25	18.01	36.94	45.02	81.96	6.17	16.60	

recherches antérieures, la digestion a progressé plus vite pendant les trois premières heures consécutives à l'ingestion de la viande cuite de bœuf qu'ensuite. Après la septième heure, l'évacuation de l'estomac n'a plus que progressé très lentement. L'achèvement de la digestion gastrique a demandé 10 à 11 heures au lieu d'un peu plus de 8 lorsqu'il s'est agi de la viande cuite de cheval.

Une fois de plus, la présente série d'expériences vérifie que la digestion gastrique de la viande cuite s'effectue plus vite, chez le chien, pendant les premières heures du processus digestif qu'ensuite, si l'on se base sur l'azote disparu de l'estomac, l'azote coagulable et l'azote incoagulable trouvés dans ce viscère.

L'azote coagulable tend à diminuer graduellement avec le laps de temps écoulé depuis le repas, tant dans le corps de l'estomac que dans l'ensemble de cet organe. Cette diminution est moins nette dans la portion prépylorique de l'estomac et ne s'observe guère qu'à partir de la troisième heure après l'ingestion de viande cuite de bœuf.

L'estomac ne renferme que très peu d'acidalbumine, sauf chez les chiens D, F et H. On en trouve une moindre proportion dans la portion prépylorique de cet organe que dans le corps de l'estomac. Toutefois, chez le chien E, la proportion d'azote incoagulable à l'état d'acidalbumine l'emporte dans la région prépylorique de l'estomac. Cette portion de cet organe ne renferme pas du tout d'acidalbumine chez le chien B et en contient à peine chez les chiens A, C, E et G. Sauf chez le chien E, il n'existe pas d'acidalbumine, ou tout au plus des traces (chien I) dans la première portion de l'intestin grêle.

La proportion d'azote incoagulable à l'état de protéoses diminue du corps de l'estomac à la portion prépylorique de cet organe et surtout de celle-ci à l'intestin grêle. Tel est toujours le cas pour les protéoses précipitées par demi-saturation au moyen du sulfate de zinc. Il en est de même pour les autres albumoses, sauf chez les chiens F et G, chez lesquels les deux régions renferment à peu près la même proportion de ces produits.

Au contraire la proportion d'azote incoagulable à l'état de peptones et de composés abiurétiques s'accroît du corps de l'estomac à la région prépylorique de cet organe et de celle-ci à l'intestin grêle. Il en est constamment ainsi pour les produits précipités par l'acide phosphotungstique, à l'exception des chiens B et F, chez lesquels la portion prépylorique de l'estomac présente une teneur en ces composés moins élevée que le corps de l'estomac, et du chien C, chez lequel la région prépylorique contient une proportion plus considérable de ces composés que les deux autres parties du tube digestif examinées.

La proportion d'azote incoagulable à l'état de composés non précipités par l'acide phosphotungstique augmente du corps de l'estomac à la région prépylorique de cet organe et de celle-ci à l'intestin grêle, sauf chez le chien A, chez lequel la teneur en ces composés est plus grande dans la région prépylorique de l'estomac que dans l'intestin.

Les protéoses non précipitées par demi-saturation au moyen du sulfate de zinc l'emportent sur les autres quatre fois sur sept dans le contenu du corps de l'estomac, six fois sur sept dans la portion prépylorique de l'estomac, sept fois sur dix dans l'estomac total, huit fois sur dix dans l'intestin. La quantité d'azote incoagulable à l'état d'hétéroalbumose et de protoalbumose est, en réalité, à peu près la même que celle sous forme des autres protéoses dans le contenu de l'estomac du chien G et de l'intestin des chiens B et H.

Les peptones et les composés abiurétiques non précipités par l'acide phosphotungstique prédominent sur les produits abiurétiques précipités par ce réactif, sauf dans le corps de l'estomac chez les chiens C, D et E, dans la portion prépylorique de cet organe chez les chiens C et D, dans l'estomac total chez les chiens C, D, E et I, dans l'intestin grêle chez les chiens A, D et J.

Le tableau VIII permet de comparer la répartition de l'azote non coagulable du contenu de l'estomac et de celui de la première portion de l'intestin grêle entre l'acidalbumine, les protéoses et les autres produits de scindage des protéines après l'ingestion de viande cuite de bœuf, selon qu'on emploie la méthode par filtration ou celle par centrifugation.

TABLEAU VIII.

Portion du tube digestif examinée	Méthode expéri- mentale employée	Pour-cent de l'azote non coagulable sous forme					
		d'acidalbumine		de protéoses		d'autres produits	
		chiffres extrêmes	moyenne	chiffres extrêmes	moyenne	chiffres extrêmes	moyenne
estomac total	filtration		traces	78-94 à 90-94	88-39	9-06 à 21-06	11-61
	centri- fugation	0-15 à 21-16	4-10	62-94 à 89-22	75-18	10-34 à 33-37	20-72
première portion de l'intestin grêle	filtration			9-86 à 29-00	17-16	71-00 à 90-14	82-84
	centri- fugation	0-00 à 0-32	0-03	3-74 à 40-42	18-01	59-58 à 96-26	81-96

Les chiffres relatifs à la méthode par filtration mentionnés dans ce tableau proviennent des multiples expériences effectuées antérieurement de cette façon [Zunz, 1910,2]. Il n'est question dans ce tableau que de l'estomac total et de la première portion de l'intestin grêle, parce que dans les diverses

expériences effectuées jusqu'à présent en séparant le contenu du corps de l'estomac de celui de la région prépylorique de cet organe, on n'a jamais fait ingérer des chiens de la viande cuite de bœuf. En présence des avantages de la méthode par centrifugations successives, il n'y a pas lieu de se préoccuper de combler cette lacune.

Pour l'estomac considéré dans son ensemble, on constate moins de protéoses, davantage d'acidalbumine d'une part ainsi que de peptones et de composés abiurétiques d'autre part, au moyen de la méthode par centrifugation qu'au moyen de celle par filtration. Pour la première portion de l'intestin grêle, les chiffres moyens obtenus pour la répartition de l'azote incoagulable sont les mêmes, quel que soit le procédé employé : pas d'acidalbumine ou seulement des traces, moins du cinquième à l'état de protéoses, plus des $\frac{1}{5}$ à l'état de peptones et surtout de composés abiurétiques.

Les peptones et les corps abiurétiques ne dépassent guère le cinquième de l'azote incoagulable dans l'estomac total lorsqu'on procède par filtrations successives. Ces composés peuvent représenter jusqu'au tiers de cet azote lorsqu'on opère par centrifugations successives. Ces dérivés des protéines l'emportent toujours sur les autres produits de la désintégration des substances albuminoïdes dans la première portion de l'intestin grêle, quelle que soit la méthode expérimentale employée.

Occupons nous maintenant du problème que nous nous étions posés, à savoir si l'on observe, lors de la digestion de la viande cuite de bœuf, les mêmes différences entre les résultats des procédés par filtrations et par centrifugations successives que lors de la digestion de la viande cuite de cheval.

La proportion d'azote incoagulable à l'état d'acidalbumine est un peu plus élevée, tout en restant relativement faible, dans les deux régions de l'estomac aussi bien après l'ingestion de viande cuite de bœuf qu'après celle de viande cuite de cheval lorsqu'on utilise la centrifugation que lorsqu'on emploie la filtration. Dans les deux cas, l'intestin ne renferme pas ou guère d'acidalbumine.

Ce parallélisme des résultats ne s'observe plus pour les protéoses et les autres dérivés des protéines. Après l'ingestion de viande cuite de cheval, la proportion d'azote incoagulable à l'état de protéoses est à peu près la même par les deux procédés dans le corps de l'estomac et dans l'ensemble de cet organe. Elle est un peu plus considérable lorsqu'on utilise la méthode par centrifugation dans la région prépylorique de l'estomac et dans la première portion de l'intestin grêle. Par contre, la proportion d'azote incoagulable à

l'état de peptones et de composés abiurétiques (polypeptides pour l'estomac, en outre acides aminés pour l'intestin), précipités ou non par l'acide phosphotungstique est un peu inférieure dans le corps de l'estomac par la méthode de la centrifugation que par celle de la filtration. Ce phénomène s'accroît davantage dans la portion prépylorique de l'estomac et encore plus dans la première partie de l'intestin grêle.

L'influence de la méthode utilisée pour la séparation des diverses espèces de dérivés des protéines n'est donc en aucune façon la même pour l'estomac total selon que le chien ingère de la viande cuite de cheval ou de bœuf. Elle est nulle dans l'intestin après l'ingestion de viande cuite de bœuf. Il est impossible pour le moment de reconnaître à quoi sont dues les différences signalées ci-dessus entre les résultats obtenus par les méthodes de filtration et de centrifugation selon l'espèce de viande ingérée.

TABLEAU IX.

Portion du tube digestif examinée	Espèce de viande cuite ingérée	Pour-cent de l'azote non coagulable en moyenne sous forme		
		d'acidalbumine	de protéoses	d'autres produits
corps de l'estomac	{ bœuf	4.33	83.46	12.21
	{ cheval	2.84	76.71	20.45
portion prépylorique de l'estomac	{ bœuf	3.73	50.59	45.68
	{ cheval	1.43	67.40	31.17
estomac total	{ bœuf	4.10	75.18	20.72
	{ cheval	2.35	37.31	20.34
première portion de l'intestin grêle	{ bœuf	0.03	18.01	81.96
	{ cheval	0.00	30.75	69.25

Quoi qu'il en soit, il est certain que le procédé par centrifugations successives est à l'abri de plusieurs causes d'erreur inhérentes à la méthode par filtrations successives.

Que ressort-il du tableau IX destiné à comparer la répartition moyenne de l'azote non coagulable des contenus des diverses régions du tube digestif entre l'acidalbumine, les protéoses et les autres dérivés des protéines, selon l'espèce de viande cuite ingérée?

Remarquons avant tout que les données du tableau IX, comme du reste aussi celles du tableau X, relatives à l'estomac considéré dans son ensemble et à la première partie de l'intestin grêle représentent les moyennes d'un plus grand nombre de résultats que les chiffres ayant trait au corps de l'estomac et à la portion prépylorique de cet organe.

Il y a partout davantage d'acidalbumine après ingestion de viande cuite

de bœuf qu'après celle de viande cuite de cheval. Il y a davantage de protéoses dans le corps de l'estomac et dans l'estomac total après ingestion de viande cuite de bœuf qu'après ingestion de viande cuite de cheval, moins au contraire dans la portion prépylorique de cet organe et dans l'intestin grêle. Quant aux autres dérivés des protéines (peptones et polypeptides pour l'estomac, acides aminés en outre pour l'intestin), on en observe une proportion moindre après ingestion de viande cuite de bœuf qu'après celle de viande cuite de cheval dans le corps de l'estomac, une proportion plus considérable dans la portion prépylorique de cet organe, dans l'ensemble de ce viscère et dans la première portion de l'intestin grêle.

La désintégration des protéines semble donc être poussée en moyenne un peu moins loin dans le corps de l'estomac après l'ingestion de viande cuite de bœuf qu'après celle de viande cuite de cheval, un peu plus loin dans la portion prépylorique de l'estomac et dans la première partie de l'intestin grêle.

Arrivons en à l'azote ammoniacal et à l'azote aminé aliphatique. Après l'ingestion de viande cuite de bœuf, ces deux espèces d'azote n'ont jamais fait défaut dans les trois régions du tube digestif examinées.

Les proportions d'azote ammoniacal et d'azote aminé aliphatique s'accroissent toujours du corps de l'estomac à la portion prépylorique de cet organe et de celle-ci à l'intestin. Toutefois, chez le chien G, l'accroissement de l'azote ammoniacal est insignifiant. En outre, chez le chien E, la teneur en azote aminé aliphatique de la portion prépylorique de l'estomac est inférieure à celle du corps de cet organe.

Le contenu intestinal présente toujours une teneur en azote aminé aliphatique supérieure à sa teneur en azote ammoniacal. Il en est aussi ainsi pour la portion prépylorique de l'estomac, à l'exception des chiens C et E. Tel est encore le cas pour le corps de l'estomac, sauf chez les chiens F et G, et pour le contenu total de l'estomac des chiens A, B, C, D, E et G. Chez le chien F, la teneur en azote ammoniacal et celle en azote aminé aliphatique sont les mêmes dans l'estomac considéré dans son ensemble. Chez les chiens H à J, sacrifiés huit à dix heures après le repas et dont l'estomac ne renferme plus qu'une faible quantité de bol alimentaire, l'azote ammoniacal l'emporte sur l'azote aminé dans ce viscère.

Le tableau X a pour but de comparer les teneurs en azote ammoniacal et en azote aminé aliphatique des diverses régions du tube digestif après ingestion de viande cuite, soit de bœuf, soit de cheval.

Si l'on se base sur l'azote incoagulable, la teneur du contenu des deux régions de l'estomac en azote ammoniacal est, en moyenne, moindre après

TABLEAU X.

Portion du tube digestif examinée	Espèce de viande cuite ingérée	Azote ammoniacal, en pour-cent				Azote aminé aliphatique, en pour-cent			
		de l'azote incoagulable		de l'azote total		de l'azote incoagulable		de l'azote total	
		chiffres extrêmes	moyenne	chiffres extrêmes	moyenne	chiffres extrêmes	moyenne	chiffres extrêmes	moyenne
corps de l'estomac	bœuf	0-03 à 3-25	1-40	0-01 à 2-03	0-58	1-25 à 7-09	3-93	0-15 à 2-51	1-27
	cheval	0-72 à 5-64	2-66	0-08 à 2-33	0-77	0-00 à 4-23	1-67	0-00 à 0-85	0-47
portion prépylorique de l'estomac	bœuf	0-15 à 5-89	3-25	0-06 à 3-24	1-55	3-13 à 13-65	7-38	1-50 à 3-82	2-57
	cheval	1-32 à 7-96	3-69	0-56 à 3-51	2-10	1-23 à 10-79	5-38	0-55 à 4-80	3-02
estomac total	bœuf	0-05 à 4-04	2-21	0-01 à 3-79	1-38	1-29 à 7-45	3-53	0-22 à 2-38	1-46
	cheval	0-98 à 5-82	2-65	0-17 à 2-41	0-84	0-42 à 5-25	2-13	0-05 à 1-20	0-62
première portion de l'intestin grêle	bœuf	3-21 à 8-68	6-17			5-02 à 28-82	16-60		
	cheval	1-51 à 8-33	4-45			5-86 à 16-80	10-71		

ingestion de viande cuite de bœuf qu'après celle de viande cuite de cheval. Elle est, par contre, plus élevée dans le premier cas que dans le second pour ce qui concerne le contenu de la première portion de l'intestin grêle. On observe les mêmes résultats si l'on prend pour point de départ l'azote total, sauf pour la teneur moyenne en azote ammoniacal de l'ensemble de l'estomac. Celle-ci l'emporte après ingestion de viande cuite de bœuf sur le chiffre observé après ingestion de viande cuite de cheval. Ceci est dû au fait que, chez les trois chiens H à J, sacrifiés huit à dix heures après avoir mangé de la viande de bœuf et dont on n'a pu examiner que l'ensemble de l'estomac par suite du peu de contenu encore présent dans ce viscère à ces moments, il existe une proportion relativement considérable d'azote ammoniacal pour une proportion relativement faible d'azote coagulable.

La teneur moyenne en azote aminé aliphatique est plus élevée, par rapport à l'azote incoagulable, après ingestion de viande cuite de bœuf qu'après celle de viande cuite de cheval dans toutes les régions du tube digestif examinées. Il en est encore ainsi par rapport à l'azote total pour le contenu soit du corps de l'estomac, soit de tout cet organe, mais par contre plus pour le contenu de la portion prépylorique de ce viscère.

Comme dans les expériences effectuées avec la viande cuite de cheval, on ne parvient pas, chez les chiens ayant ingéré de la viande cuite de bœuf, à déceler de relations spéciales bien nettes entre la teneur en azote ammoniacal

ou en azote aminé aliphatique des diverses régions du tube digestif et soit leur teneur en acidalbumine, en protéoses ou en autres dérivés de la désintégration des protéines, précipités ou non par l'acide phosphotungstique, soit le laps de temps écoulé depuis le repas. Néanmoins la teneur relativement considérable de la première portion de l'intestin grêle en azote ammoniacal et surtout en azote aminé aliphatique doit être rapprochée de la prédominance des peptones et des composés abiurétiques dans cette portion des voies digestives. Ceci est, d'ailleurs, aussi le cas après l'ingestion de viande cuite de cheval.

RÉSUMÉ.

1. Après l'ingestion de viande cuite de bœuf, l'estomac renferme en moyenne, chez le chien, une plus forte proportion d'azote incoagulable à l'état de protéoses, une moindre proportion d'une part à l'état d'acidalbumine, d'autre part à l'état de peptones et de composés abiurétiques, lorsqu'on sépare les diverses espèces de dérivés des protéines par centrifugations successives que lorsqu'on utilise à cet effet l'ancienne méthode des filtrations successives. Au contraire les chiffres moyens obtenus pour la répartition de l'azote incoagulable du contenu de la première portion de l'intestin grêle sont les mêmes quelle que soit la méthode expérimentale employée: pas d'acidalbumine ou seulement des traces, moins du cinquième à l'état de protéoses, plus des $\frac{2}{3}$ à l'état de peptones et surtout de composés abiurétiques.

2. L'influence de la méthode utilisée pour la séparation des diverses espèces de dérivés des protéines n'est en aucune façon la même pour le contenu de l'estomac selon l'espèce de viande cuite ingérée. Elle est nulle pour le contenu intestinal après l'ingestion de viande cuite de bœuf.

3. On constate en moyenne davantage d'acidalbumine dans le contenu du corps de l'estomac, dans celui de la portion prépylorique de cet organe et dans celui de la première portion de l'intestin grêle après ingestion de viande cuite de bœuf qu'après celle de viande cuite de cheval. Il y a davantage de protéoses dans le corps de l'estomac et dans l'ensemble de cet organe après ingestion de viande cuite de bœuf qu'après celle de viande cuite de cheval, moins au contraire dans la portion prépylorique de l'estomac et dans l'intestin grêle. Quant aux autres dérivés des protéines (peptones et polypeptides pour l'estomac, acides aminés en outre pour l'intestin), on en observe une proportion moindre après ingestion de viande cuite de bœuf qu'après celle de viande cuite de cheval dans le corps de l'estomac, une proportion plus

considérable par contre dans la portion prépylorique et dans l'ensemble de cet organe ainsi que dans la première partie de l'intestin grêle.

4. Tant la teneur en peptones et en composés abiurétiques que les teneurs en azote ammoniacal et en azote aminé aliphatique s'accroissent d'ordinaire du contenu du corps de l'estomac à celui de la portion prépylorique de cet organe et de celui-ci au contenu de la première partie de l'intestin grêle.

5. Il n'y a pas de relation bien nette entre le laps de temps écoulé depuis l'ingestion de viande cuite de bœuf par le chien et soit la répartition de l'azote incoagulable entre les divers groupes de dérivés des protéines, soit la teneur en azote ammoniacal ou en azote aminé aliphatique des diverses portions du tube digestif examinées.

6. La teneur moyenne en azote ammoniacal est moindre après ingestion de viande cuite de bœuf qu'après celle de viande cuite de cheval dans le contenu des deux régions de l'estomac, plus élevée par contre dans le contenu de la première portion de l'intestin grêle.

7. La teneur moyenne en azote aminé aliphatique est plus considérable dans le corps de l'estomac, dans la région prépylorique de cet organe et dans la première partie de l'intestin grêle après ingestion de viande cuite de bœuf qu'après celle de viande cuite de cheval.

BIBLIOGRAPHIE.

- Christiansen (1912). *Biochem. Zeitsch.*, **47**, 226.
Marshall, E. K. jr. (1913). *J. Biol. Chem.*, **14**, 283.
Van Slyke (1912). *J. Biol. Chem.*, **12**, 275.
— (1913). *J. Biol. Chem.*, **16**, 121.
— and Meyer (1912). *J. Biol. Chem.*, **12**, 399.
Zunz, E. (1910, 1). *Abderhalden's Handb. biochem. Arbeitsmeth.*, **3**, 122.
— (1910, 2). *Bull. Acad. Médéc. Belgique*, 30 Avril.
— (1913). *Int. Beiträge Pathol. Therap. Ernährungsstörungen*, **5**, Heft 3.