7. — *J.W. Gowen*. Etudes sur la conformation en relation avec la production laitière. *Journal of Dairy Science*, 1921, Vol. IV, p. 359 à 374.
8. — *J.W. Gowen*. Utilisation de la Génétique à l'amélioration du bétail laitier. *Journal of Dairy Science*, 1926, Vol. 9, p. 153 à 170.
9. — *Hittcher*. Etude de la production d'un troupeau de 63 vaches. *in Benno Marquart* (Voir n° 13).
10. — *Kleberger*. Réponse à la question « Quel rapport y a-t-il entre la production du lait, le format et la conformation des animaux », *in Benno Marquart* (Voir n° 13).
11. — *Kronacher*. Conformation et production laitière. *in Benno Marquart* (Voir n° 13).
12. — *A.M. Leroy*. Ce que doit savoir un bon contrôleur laitier. *Edition du Lait*, 2. Quai Chauveau, à Lyon.
13. — *Benno Marquart*. Livre du Contrôle laitier, p. 79 à 89. Ed. 1911. Librairie Paul Parey, à Berlin.
14. — *Schmidt*. — Recherches sur la conformation et la production des vaches laitières. *in Benno Marquart* (Voir n° 13).
15. — *Stegmann*. Observations concernant l'extérieur de la vache laitière. *in Benno Marquart* (Voir n° 13).
16. — *C.W. Turner*. Comparaison entre taureaux Guernesey. Collège d'Agriculture, University du Missouri, Agr. Exp. Stat. Bull 79.
17. — Comptes rendus des travaux de la station volante expérimentale de l'Office Agricole Régional du Nord — La Grande Revue Agricole, Août-Sept.-Oct. 1928.

L'INFLUENCE DU LAB-FERMENT SUR LA MATURATION DU FROMAGE.

EXPÉRIENCES AVEC LE BACKSTEIN RUSSE.

par J. HAWESSON, Agronome en Laiterie

(Travail de l'Institut de Laiterie de Wologda, Russie du Nord)

(Suite)

Avant l'apparition de ce travail, on croyait que les vraies bactéries provoquant la maturation des fromages, c'est-à-dire celles qui désagrègent la caséine n'étaient que les soi-disant *lactobacilles* (bactéries acido-lactiques, qui forment de longs bâtonnets). En même temps, on attribuait principalement aux bactéries lactiques du type *coccus* (*Streptococcus lactis*) une action indirecte triple : *a*) par la formation de l'acide qui conduit à la réduction de la masse fromagère après la mise en moule, par l'égouttage, *b*) puis par l'activation des enzymes du lab et *c*) empêchement du développement des microorganismes putrides.

La cause de l'incompréhension du rôle des microorganismes lactiques réside dans ce que, dans toutes les expériences qui ont précédé le travail de BARTHEL, la capacité protéolytique des cultures lactiques n'a été

observée qu'à des températures assez hautes, environ 35° C., et non à des températures plus basses, vers 20° C. BARTHEL a entrepris l'étude de la désagrégation microbienne de la caséine à 36° C., comme à des températures comprises entre 14° C. et 20° C. Citons les données d'une des expériences de l'auteur.

Les microorganismes mis en œuvre par Chr. BARTHEL ont été les suivants :

Un *Streptococcus lactis*, isolé d'un fromage, fabriqué près d'Upsal (I), un lactobacille du même fromage (I), un autre lactobacille d'un fromage acheté (II), puis un lactobacille décrit dans un autre travail de l'auteur sous le nom de *Bact. casei A* et enfin le *Bact. casei E* (de FREUDENREICH). La température pendant l'expérience oscillait entre + 14° C. et 17° C.

TABLEAU XV

Temps	Culture	Trouvé				S'est formé				Lactose fermenté pour cent de la quantité totale
		L. N.	Z. N.		A. N.	L. N.	Z. N.		N. N.	
			D'après van Slyke	Par l'acide phosphotungstique			D'après van Slyke	Par l'acide phosphotungstique		
2 mois	Expérience témoin	10,70	1,25	2,25	1,13	—	—	—	—	0,00
	<i>Str. lactis I</i>	33,24	9,04	12,96	2,20	22,54	7,79	10,71	1,07	77,94
	<i>Bact. casei A</i>	11,26	1,25	6,09	1,35	0,56	0,00	3,84	0,22	0,00
	Expérience témoin	11,59	1,49		1,16	—	—		—	0,00
	<i>Bact. casei E</i>	12,38	1,63		1,16	0,79	0,14		0,00	1,43
	<i>Lactobacillus I</i>	13,00	1,47		1,10	1,41	0,00		0,00	0,00
	<i>Lactobacillus II</i>	12,17	1,06		0,93	0,58	0,00		0,00	3,90
4 mois	Expérience témoin	10,70	1,25		1,13	—	—		—	0,00
	<i>Str. lactis I</i>	37,12	9,68		2,25	26,42	8,43		1,12	84,81
	<i>Bact. casei A</i>	16,33	2,62		1,41	5,63	1,37		0,28	0,00
	Expérience témoin	16,23	1,41		1,15	—	—		—	0,00
	<i>Bact. casei E</i>	13,91	1,59		1,21	0,00	0,18		0,06	1,43
	<i>Lactobacillus I</i>	12,17	1,54		0,98	0,00	0,13		0,00	0,00
	<i>Lactobacillus II</i>	20,86	1,97		1,77	4,63	0,56		0,58	0,00

La teneur en lactose avait été déterminée pour qu'on puisse juger, si la capacité relativement faible des microorganismes de désagréger la caséine n'était pas la suite de leur faible activité vitale car dans ce

cas leur capacité de fermenter le lactose devrait être faible aussi.

Les résultats obtenus montrent la *haute capacité du Streptococcus lactis de désagréger la caséine aux températures de 14° C.-17° C.* En même temps, à la température de 36° C., cette capacité est incomparablement plus faible, ce qui a été montré par l'auteur dans un autre tableau qui n'est pas présenté ici. Le *B. casei* donne des résultats justement contraires ; la capacité de ce dernier microorganisme de désagréger la caséine et de coaguler est très grande à 36° C. (le lactose fermente en totalité et le taux de l'azote soluble s'élève jusqu'à 41,58), mais elle est comparativement insignifiante à 14° C.- 20° C.

Maintenant que nous savons que non seulement les enzymes du lab ont la capacité de désagréger la caséine, mais que les enzymes élaborées par les microorganismes acido-lactiques possèdent aussi cette propriété dans une mesure considérable, revenons à la question de l'identité de la pepsine et de la chymosine.

En 1917, a été publié le dernier grand travail qui défend l'unité de la pepsine et de la chymosine — l'article de C. A. PEKELHARING [24] « Ueber die Frage ob neben dem Pepsin ein anderes Enzym, Chymosin anzunehmen ist » (1).

L'auteur y constate, que son explication ordinaire de l'affaiblissement ou même de la destruction de l'action d'une des enzymes, par la présence de matières empêchantes qui se forment, lorsqu'on les soumet au traitement d'HAMMARSTEN, ne peut être appliquée toujours. Ainsi, il s'exprime de cette manière : « In anderen Fällen aber hat man die Richtigkeit der Annahme, die Aufhebung einer der zwei Wirkungen würde dem Einfluss von Beimischungen [zuzuschreiben sein, nicht nachweisen können » (2).

Envisageant la découverte de HAMMARSTEN, que l'enzyme traitée par un alcali, qui ne digérait déjà pas la fibrine, mais qui coagulait rapidement le lait, se met à désagréger la caséine considérablement plus intensément en milieu acide, que dans une dissolution neutre, grâce à quoi la conclusion fut tirée que l'enzyme ne contient point de mélange, l'auteur a posé la question : « Peut-on comparer l'action de l'enzyme sur la caséine avec son action en réaction beaucoup plus acide sur la fibrine ou sur le blanc d'œuf de poule ? » « Ich glaube, répond l'auteur, dass die Untersuchungen von van Dam (3) zu einer verneinenden Antwort auf diese Frage Veranlassung geben » (4).

(1) Sur la question si on doit supposer à côté de la pepsine l'existence d'un autre enzyme, la chymosine.

(2) Dans les autres cas, on ne peut prouver la justesse de l'opinion que l'affaiblissement d'une des deux actions peut être attribuée à l'influence des mélanges.

(3) PEKELHARING s'appuie sur les articles cités dans ce travail de van DAM publiés dans « Zeitschrift für physiologische Chemie ».

(4) Je crois que les expériences de van Dam donnent une réponse négative à cette question.

Nous reviendrons sur cette déclaration d'un des fondateurs de l'hypothèse uniciste.

On peut escompter maintenant que la question de l'identité de la pepsine et de la chymosine est assez éclaircie, ou plus exactement, est résolue dans un sens déterminé. Et certainement les deux communications remarquables du professeur d'Upsal, Olof HAMMARSTEN, faites en 1918 à Strasbourg ont joué un grand rôle dans ce sens.

La première de ces communications : « Sur l'action des enzymes sur les caséinates de sodium [25] » a été entreprise dans le but de suivre l'action des deux enzymes sur la même matière — la caséine.

Selon les données de van SLYKE et BOSWORTH [19], des solutions de caséinate de sodium, contenant différentes proportions d'alcali, avaient été préparées.

Laissant de côté les points très intéressants relatifs aux produits qui se forment pendant l'hydrolyse des caséinates, à la comparaison de l'action des enzymes sur les caséinates ayant différentes teneurs en alcali et à l'action des dissolutions des enzymes de différentes concentrations sur les solutions neutres des caséinates, passons immédiatement au chapitre sur *l'action des solutions des enzymes sur les caséinates alcalins qui conduit au non-parallélisme des actions pepsique et chymosinique*.

L'idée fondamentale, que guidait l'auteur était celle-ci :

Si la pepsine et la chymosine sont identiques, deux solutions des enzymes agissant avec une intensité égale sur la caséine en milieu neutre, doivent alors agir avec une intensité égale sur la même caséine en milieu acide, toutes autres conditions étant égales. Mais si l'une des solutions, en milieu neutre agit sur la caséine beaucoup plus intensément que l'autre, on doit s'attendre que cette solution agira aussi plus intensément sur la caséine en milieu acide ; en tout cas, on ne peut escompter que dans une solution acide son action soit plus faible.

Dans les expériences, faites pour contrôler cette idée, on avait comparé les forces digérantes de préparations, dont le parallélisme de l'action des enzymes avait été altéré par un traitement par les alcalis ou par l'extraction fractionnée par le sel commun ; en outre, on avait comparé les enzymes des animaux à différents âges.

La détermination du rapport de l'action chymosinique des préparations a été faite par la comparaison des temps de coagulation du lait ; les rapports des valeurs digestives pepsiques ont été déterminés à l'aide de l'épreuve carmino-fibrique.

Une partie des solutions avait été chauffée jusqu'à 95° C. pour détruire l'action fermentaire et avait ainsi servi pour les dilutions et pour les épreuves-témoins.

Par dilutions convenables on a pu faire varier la teneur en chymosine des liqueurs.

Le tableau suivant compare les résultats du groupe donné des expériences.

TABLEAU XVI

N° de l'expérience	Pepsine	Chymosine	Quantités des albumoses qui se sont formées		Degré de l'acidité
			Dissolution du caséinate	Dissolution du caséinate acidulé	
27	1	1	0,175	0,271	0,046 % HCl
	40	1	0,176	0,349	
28	1	1	0,070	0,188	0,053 % HCl
	12	1	0,071	0,365	
29	1	1,06	0,282	0,314	0,093 % HCl
	3	1	0,273	0,371	
30	1	2	0,070	0,095	0,093 % HCl
	15	1	0,045	0,238	
31	1	4,6	0,206	0,317	0,113 % HCl
	9	1	0,060	0,393	

Ce tableau montre, qu'à action égale des deux enzymes sur le lait, elles forment des quantités égales d'albumoses dans les solutions neutres des caséinates, même avec des capacités tout à fait différentes de digérer dans un milieu acide l'albumine coagulée ou la fibrine. En même temps, une solution ayant une action pepsique plus accentuée agit plus intensément sur la caséine en milieu acide. Si une de ces solutions coagule le lait plus intensément que l'autre, mais digère plus faiblement l'albumine, alors la première solution agit plus intensément que la seconde sur le caséinate, mais plus faiblement sur la caséine en milieu acide.

On ne peut, dit l'auteur, concilier ces résultats avec l'opinion uniciste, tandis qu'ils sont en meilleure concordance avec l'explication dualistique.

Puisque la pepsine agit sur les albumines les plus différentes, alors que la chymosine ne semble agir surtout que sur le lait ou mieux la caséine du lait, l'auteur crut nécessaire, dans l'intérêt de l'étude de la question sous tous les aspects, de faire aussi une comparaison des actions de ces deux enzymes sur d'autres albumines que la caséine. Dans ce but, il a entrepris une expérience de digestion par les enzymes de l'estomac de la légumine des pois, albumine qui se distingue par sa facile hydrolyse.

La seconde communication de HAMMARSTEN [26] « Sur l'action des enzymes sur la légumine des pois » est consacrée à cette expérience.

Dans ce travail est reproduite une série d'expériences très intéressantes. Dans une d'elles l'expérimentateur a obtenu de la caillette du

veau, après traitement correspondant par les alcalis et l'acide chlorhydrique, deux solutions d'enzymes, l'une d'elles digérait la fibrine carminée 50 fois plus intensément que l'autre, et cette dernière coagulait le lait 3,15 fois plus vite que la première.

La solution plus riche en pepsine transforma en milieu neutre, en 80 minutes, à 38° C., 13,7 % de la légumine en albumoses ; la dissolution plus riche en chymosine dans les mêmes conditions — 23,5 %. La comparaison des quantités des albumoses formées a montré que le rapport de leurs carrés est 1 : 2,96, à peu près 1 : 3, presque identique à celui des quantités de chymosine 1 : 3,15, mais non à celui des quantités de pepsine 1 : 50 (1).

Dans une autre expérience, HAMMARSTEN a étudié l'action des enzymes de la caillette du veau, sur la légumine des pois avec des acidités différentes du milieu. S'en tenant à la même méthode qu'à la première expérience, l'auteur a obtenu deux solutions, dans l'une desquelles l'action pepsique a été 200 fois plus faible que dans l'autre et l'action chymosinique 4 fois plus intense. ■■

L'action de ces préparations a été éprouvée dans la solution neutrale au rouge congo et dans une solution acide. Voici quels sont les résultats obtenus.

TABLEAU XVII

La pepsine	La chymosine	Quantités d'albumoses	
		Congo négatif	HCl libre (0,065 %)
200	1	0,019 gr. = 3,16 % de légumine	0,444 gr. = 74 % de légumine
1	4	0,221 gr. = 36,83 % de légumine	0,110 gr. = 18,3 % de légumine

Cette expérience montre d'une façon très démonstrative que l'acidité du milieu influe diversement sur la manifestation de l'action des deux enzymes.

Des expériences semblables, où la solution la plus riche en chymosine ayant également l'acidité la plus grande, digère moins d'albumine, tendent à prouver que l'optimum de l'acidité pour la chymosine se trouve beaucoup plus bas que celui de la pepsine.

(1) Ainsi l'existence de l'action protéolytique intense de la chymosine sur les autres albumines que la caséine a été définitivement prouvée. Cependant même en 1924 a paru un article de J. S. ZAYKOWSKY [28], dans lequel l'auteur écrivait : « A présent il n'y a pas de doute que le lab-ferment est la protéase et probablement la caséase, c'est-à-dire le ferment protéolytique qui ne désagrège spécifiquement que les albumines du lait et qui ne touche que faiblement les autres albumines ». Evidemment l'auteur a ignoré les travaux du célèbre physiologiste suédois publiés en 1918.

Nous avons vu que van DAM (1912), étudiant l'action des enzymes de l'estomac du cochon et du veau, a fait une expérience qui rappelle bien la dernière expérience de HAMMARSTEN avec la légumine des pois (voir tableau XIV).

La comparaison des tableaux XIV et XVII montre avec évidence que les raisonnements de HAMMARSTEN côtoient plus la vérité que l'explication uniciste de van DAM.

Visant l'affirmation des unicistes sur la formation de substances spéciales qui empêchent en milieu acide la protéolyse du blanc d'œuf de poule coagulé, par suite du traitement des solutions des enzymes par les alcalis, HAMMARSTEN a noté que cela ne s'accorde pas avec l'observation faite par lui sur l'action plus intense des dites solutions sur la caséine en milieu acide et non neutre. Contre cette indication sur l'absence dans les dissolutions des enzymes traitées par les alcalis, de substances spéciales, qui ne jouent qu'en milieu acide, PEKELHARING (1917) répliqua (voir ci-dessus), en disant que, selon lui, en se basant sur les expériences de van DAM, on ne peut égaler l'une à l'autre les actions enzymatiques sur la caséine et la fibrine ou le blanc d'œuf de poule, puisque dans ces derniers cas, il est exigé une réaction considérablement plus acide.

HAMMARSTEN a remarqué en outre : « Du fait qu'on ne peut égaler l'action des enzymes sur la caséine à celle sur la fibrine ou le blanc d'œuf de poule en milieu beaucoup plus acide, je suis, naturellement en plein accord avec PEKELHARING »... « Je ne fais qu'un pas plus loin que PEKELHARING en confirmant qu'il serait tout à fait inadmissible d'égaliser ces actions. Selon moi, justement, l'action avec l'acidité la plus marquée sur le blanc d'œuf de poule coagulé ou la fibrine, est proprement pepsique, tandis que l'action sur la caséine au plus bas degré d'acidité, selon l'acidité du mélange et selon la préparation des dissolutions des enzymes, est une action chymosinique ou une action combinée chymosino-pepsique ».

Comme conclusion de son article, HAMMARSTEN se représente ainsi le rôle des deux enzymes : la pepsine est l'enzyme protéolytique la plus forte du suc gastrique ; en même temps la chymosine agit aussi dans des conditions bien déterminées. L'action de cette dernière se montre justement à un faible taux d'acidité, taux auquel la pepsine est inefficace. Grâce à la présence simultanée de ces deux enzymes protéolytiques, proche parentes, la digestion des albumines dans l'estomac est assurée à tous les degrés de l'acidité.

La présence de l'enzyme coagulant le lait même chez des animaux qui ne se nourrissent jamais de lait, pourrait déjà être envisagée comme quelque chose d'admirable ou d'énigmatique.

La coagulation du lait par le lab n'est ainsi qu'un cas partiel de

l'action chymosinique. Par conséquent, l'action de la chymosine, coagulant le lait, considérée comme la propriété principale du ferment chez le jeune, devient après la période d'alimentation par le lait maternel, accessoire par rapport à l'autre rôle, celui de contribuer avec la pepsine à la digestion des albumines dans l'estomac.

On peut plus loin, d'accord avec l'opinion de NENCKY et SIEBER, se représenter que, chez tous les animaux qui possèdent un suc gastrique acide, comme chez les nouveau-nés, ainsi que chez les animaux d'âge mûr, dans le fond, il y a toujours la même enzyme. Celle-ci serait une molécule avec deux groupes de chaînes latérales, qui se caractériseraient l'une par une action chymosinique, l'autre par une action pepsique. Chez les mammifères nouveau-nés, le nombre des chaînes chymosiniques serait beaucoup plus grand que chez les mammifères âgés ; avec l'augmentation de l'âge ce nombre diminuerait jusqu'à ce que enfin il ne reste que la pepsine typique avec une action faible de la chymosine.

En outre, on peut admettre la possibilité, que les groupes chymosiniques peuvent acquérir des propriétés un peu différentes pendant l'accroissement de l'animal, ce qui permet de comprendre que la pepsine de l'animal âgé a une action coagulante plus faible.

Sans doute, on doit considérer tout ce qui vient d'être dit sur la signification physiologique de la chymosine, avant tout comme une hypothèse de travail, qui servirait comme point de départ de recherches ultérieures.

Pour notre travail, consacré à la question de l'action des enzymes du lab sur le processus de la maturation du fromage, la question de l'identité de la pepsine et de la chymosine a une signification de premier ordre.

Toute une série de phénomènes, provoqués par l'action des enzymes dans le fromage, ne peut être expliquée d'une manière satisfaisante qu'à l'aide de l'opinion dualistique sur la nature des enzymes de l'estomac.

Ainsi, en 1905 dans le rapport de « Ontario Agricultural College » a paru une expérience de H. H. DEAN [10] sur le remplacement du lab, employé pour la coagulation du lait, par une préparation de pepsine. L'auteur a fini par conclure, qu'avec l'emploi du lab, on obtient l'acidité nécessaire plus vite qu'avec l'emploi de la pepsine. Tâchons d'éclaircir la cause de ce phénomène.

Selon A. WOYTKIEWITSCH [23], l'accroissement de l'acidité du laitensemencé par des bactéries lactiques, peut être activé considérablement par l'addition de lab.

Pour s'assurer que l'accroissement de la formation de l'acide par la culture de *Bacterium lactis acidi* est en relation avec l'augmentation de la quantité des matières azotées assimilables, l'auteur a fait une

expérience avec le lait ayant subi l'action du lab-ferment, dans laquelle « on a dû se servir de telles quantités de ferment pendant un temps tel qu'il était possible d'éviter le moindre symptôme de coagulation du lait pendant la stérilisation suivante ». Citons la description de cette expérience intéressante. « On a préparé une solution du lab-ferment (I) et une autre dix fois plus faible que la première (II). On a ajouté dans chacune des capsules II gouttes de la première solution à I goutte de la seconde ». Puis on maintenait le lait quelque temps à l'étuve et ensuite on stérilisait. Le lait stérilisé avait étéensemencé par la culture de *B. lactis acidi*. Puis, on maintenait le lait pendant trois jours à 30° C., après quoi on faisait des déterminations de l'acidité (degrés Thörner).

TABLEAU XVIII

Durée d'action du lab-ferment à 30° C	Acidité après 3 jours à 30° C.	
	I	II
1. 2 heures	99° S'est coagulé à } la stérilisation } 99°	96° 93° } 94°5
1. 2 heures		93° 90° } 90°5
2. 30 minutes	95° 93° } 94°	88° 85° } 83°5
2. 30 "	89° 89° } 89°	
3. 10 "		
3. 10 "		

« Des données présentées ci-dessus, nous voyons que l'action du lab-ferment, sur le lait frais, avait eu comme conséquence après l'ensemencement du *Bact. lactis acidi*, l'accroissement d'énergie de sa fonction acidogène. L'acidité se trouve donc dépendant directement de la quantité du ferment ajouté et de la durée de son action sur le lait.

Cette expérience offre aussi un intérêt sous le rapport qu'elle met en évidence l'action du microbe sur le phénomène de la désagrégation peu profonde de la caséine, comme un résultat de l'action de courte durée du lab-ferment sur le lait ».

De pareils résultats avaient été publiés en 1925 par J. ZAYKOWSKY et N. SLOBODSKA-ZAYKOWSKA [30], mais les auteurs, malheureusement, n'avaient pas tiré les conclusions correspondant aux données présentées ci-après.

Par conséquent, on peut supposer avec un degré suffisant de probabilité une formation d'acide plus faible suivant l'emploi de la pepsine, la protéolyse de la caséine par la pepsine étant moins intense en raison de la faible concentration des ions H, telle qu'on l'observe pour la préparation du caillé. Si cette hypothèse est justifiée, le point de vue dualistique l'est également.

La compréhension dualistique de l'action des enzymes du lab, s'est montrée surtout utile à la comparaison des résultats obtenus par l'auteur du présent travail, lors de l'étude de l'influence du lab en poudre ajouté

TABLEAU XIX

100 cm ³ de lait non stérilisé	L'acidité (degrés Thörner)	
	12/XI	25/XI
{ Race des streptococcus lactis	17,0	68,9
{ 1 cm ³ solution de lab		
{ La même race	17,0	74,5
{ 2 cm ³ solution de lab		
{ La même race	17,0	76,2
{ 4 cm ³ solution de lab		
Expérience témoin	17,0	17,7

à la masse fromagère, selon les données de l'expérience analogue de MARCAS et HUYGE, qui, eux, employaient des préparations de la pepsine.

Nous avons observé les variations du rapport $\frac{N \text{ soluble}}{N \text{ total}}$ dans le processus de la maturation du backstein russe auquel avaient été ajoutées différentes quantités de lab en poudre KYERGORD-JENSEN :

TABLEAU XX

L'âge du fromage. Le caractère du fromage.	Jours						
	1	6	14	21	30	45	60
Fromage témoin	8,0	9,1	10,1	12,4	14,7	18,9	22,2
Avec 3 parties de lab en poudre pour 1.000 p. de caillé frais...	9,0	13,4	20,1	22,4	24,6	29,1	37,4
Avec 12 parties de lab en poudre pour 1.000 p. de caillé frais...	26,4	40,0		46,5	45,9	45,4	45,2

Comparons ces données avec les données du tableau VIII A.

TABLEAU VIII A.

(Expériences de MARCAS et HUYGE)

Quantité d'azote soluble pour 100 d'azote total dans les fromages fabriqués le 23 X.

Date des déterminations	Fromage témoin		Fromage avec 1 partie de pepsine pour 1000 parties de caillé frais		Fromage avec 2 parties de pepsine pour 1000 parties de caillé frais		Fromage avec 3 parties de pepsine pour 1000 parties de caillé frais	
	Extérieur	Noyau	Extérieur	Noyau	Extérieur	Noyau	Extérieur	Noyau
Le 1 novembre .	2,38	1,25	4,18	4,24	3,59	1,13	6,09	3,80
Le 14 novembre	9,51	—	26,53	21,37	21,17	15,29	15,60	17,72
Le 2 décembre..	19,86	21,26	24,22	11,13	20,57	24,53	20,13	23,53
Le 15 décembre.	24,48	24,68	28,87	13,71	27,34	26,68	26,81	22,75

Tandis que, dans le premier cas, nous observons un changement marqué de la protéine du fromage sous la dépendance de l'âge et de la quantité de ferment ajouté, dans le second cas, l'addition de l'enzyme n'exerce qu'une influence peu importante sur la composition des fromages, ne provoque aucun écartement régulier de la normale.

On ne peut expliquer cette différence d'une manière satisfaisante que parce que, dans la préparation de pepsine utilisée par MARCAS et HUYGE, il n'y avait que peu de chymosine, tandis que dans le lab en poudre de la marque KYERGORD-JENSEN, sans doute, la chymosine domine qui montre nettement son action à la basse concentration des ions H, telle qu'elle se trouve dans backstein; la pepsine exige pour son action un milieu beaucoup plus acide. Et en effet ce n'est que dans les fromages de cuisson du printemps, ayant une acidité considérablement plus élevée, que MARCAS et HUYGE ont obtenu un certain effet par l'addition de la pepsine (voir tableau VII).

Pour tirer une conclusion définitive du rôle du lab dans le processus de la maturation des fromages, il faut faire des expériences en écartant l'action du lab-ferment.

Des résultats d'expériences de cette sorte ont déjà été publiés en 1919 par les bactériologistes suédois Chr. BARTHEL et E. SANDBERG [27]. Leur travail a été consacré à l'étude du pouvoir protéolytique des streptococcus lactiques, et fait suite au travail de BARTHEL dont nous avons déjà parlé. Discutant l'opinion de O. JENSEN et celle de van DAM sur le rôle secondaire des bactéries dans la maturation du fromage d'Edam et cherchant des preuves de la possibilité de la participation propre des *Str. lactis* dans la désagrégation de la caséine, les auteurs avaient appliqué la méthode suivante qui permettait d'exclure le lab.

10 litres de lait étaient pasteurisés pendant une demi-heure à 63° puis refroidis. A 30° C., le lait étaitensemencé par une culture fraîche de *Str. lactis*. Au bout de trois heures, pendant lesquelles s'effectuait une forte multiplication des microorganismes, le lait était chauffé jusqu'à 40° C., et on y ajoutait 1,5 litre d'une solution saturée d'alun. La caséine était précipitée en gros flocons. Elle était portée dans une autre capsule et plusieurs fois lavée, à 30° C., par du petit-lait bouilli à 100° C., préparé la veille. Pour chaque lavage, on employait 10 litres de petit-lait, préalablementensemencé par la même culture de *Str. lactis*.

Après la trituration de la masse fromagère dans le petit-lait jusqu'à la grosseur d'un grain ordinaire, elle était chauffée jusqu'à 40° C. pendant 45 minutes. Ensuite elle était brassée pendant 30 minutes. Puis on retirait la masse, la saupoudrait par 30 gr. de sel commun et 25 gr. de craie, pour la préserver de l'acidité superficielle du fromage, on mettait dans la forme, on pressait et on paraffinait.

D'après les auteurs, le produit, fabriqué par la méthode ci-dessus décrite, a eu une saveur et une odeur précisément fromagères.

Le tableau suivant donne les résultats obtenus par les auteurs des analyses de leurs fromages originaux. (Le poids de chaque fromage est d'environ 0 kg. 5).

TABLEAU XXI

	Azote total	Azote soluble pour cent d'azote total	Azote de tyro-albumine	Azote des peptones	Azote aminé	PH
Fromage frais	3,44	3,01	—	—	0,00	
Fromage I (de 3 mois) [16-IX-17 — 13-XII-17]	4,22	15,08	3,48	4,80	6,80	4,9
Fromage II (de 2 mois) [5-II-18 — 2-IV-18]	3,43	13,20	2,63	6,42	4,15	5,0
Fromage III (de 2 mois) [28-II-18 — 24-IV-18]	4,46	7,27	1,75	4,24	1,28	5,6
Fromage IV (de 4 mois) [28-II-18 — 24-VI-18]	4,99	11,21	1,46	7,32	2,43	

Il faut noter, sans parler déjà du taux faible de la protéolyse, une grande hétérogénéité des données présentées, ce qui peut s'expliquer par le petit nombre des expériences, faites à des périodes éloignées l'une de l'autre et peut-être par l'emploi de races différentes de *Str. lactis* ayant des pouvoirs protéolytiques différents.

C'est ainsi que les auteurs ont obtenu du même fromage une culture *Str. lactis* en chaîne qui ne s'était formée dans le lait qu'au bout de deux mois, donnant, toutes autres conditions égales, de 5,93 % jusqu'à 20,06 % d'azote soluble par rapport à l'azote total.

Néanmoins, il est impossible de ne pas être d'accord avec les auteurs quand ils disent que les bactéries lactiques montrent non seulement une activité secondaire, comme l'affirmait, par exemple, van Dam, mais sont capables à un certain degré d'agir par eux-mêmes sur la matière du fromage.

Tout cela ne diminue pas du tout le rôle du lab. Les mêmes Chr. BARTHEL et E. SANDBERG ont montré que le *lactococcus*, qui se distinguait par une activité protéolytique extrêmement faible, forme de très grandes quantités d'azote soluble et d'azote des amino-acides quand il est en combinaison avec le lab. [Voir aussi le tableau de ORLA-JENSEN (1904) présenté ci-dessus].

Pour constater ce phénomène, les expérimentateurs suédois ajoutaient à 500 cm³ de lait stérilisé avec de la craie 1 cm³ d'une culture fraîche des *streptococcus* et 1 cm³ d'une dissolution stérile de lab. Tout cela était maintenu pendant deux mois à la température de 20°C.

Voici quels sont les résultats de l'expérience.

TABLEAU XXII

	Azote soluble	Azote de tyroalbumine	Azote des peptones	Azote aminé
Lab	16,00	0,00	13,68	2,32
<i>Lactococcus</i> I	0,35	0,00	0,00	0,55
<i>Lactococcus</i> I + Lab ..	68,49	2,59	46,55	19,35
<i>Lactococcus</i> II	14,51	0,00	7,55	6,96
<i>Lactococcus</i> II + Lab	72,23	1,72	54,83	15,68

Donc, si l'on exclut lors de la fabrication du fromage l'action des microorganismes, plus exactement, l'action de leurs enzymes protéolytiques, dans la microflore où dominent les *lactococcus*, on ne peut, comme l'ont montré les expériences de van DAM et d'autres expérimentateurs, qui ont travaillé sur les fromages faits avec du lait aseptique, obtenir un produit possédant les propriétés du fromage plus ou moins mûr. Mais, si l'on exclut l'action des enzymes amenées avec le lab-ferment, on peut obtenir, grâce à la protéolyse provoquée par l'activité vitale des *streptococcus* lactiques, un produit analogue au fromage ordinaire. En associant les deux facteurs ci-dessus mentionnés de la protéolyse du fromage, on obtient un tableau normal des changements de la partie azotée du fromage, dont le côté physico-chimique a été, avec une grande clarté, décrit en 1910 dans l'article cité de van DAM.

MES EXPÉRIENCES AVEC LE BACKSTEIN RUSSE.

La fabrication des fromages.

Pour expliquer l'influence de l'addition de quantités supplémentaires de lab-ferment sur le cours de la maturation du backstein russe, l'auteur du présent travail a entrepris une série d'expériences.

Dans le caillé fabriqué par la méthode ordinaire à l'usine de l'Institut de Laiterie de Wologda, on ajoute certaines quantités de lab en poudre lors de la mise en moules. Le tableau suivant contient les données essentielles de l'expérience.

TABLEAU XXIII

Quelques données moyennes sur le caractère du caillé employé à la fabrication des fromages examinés.

Taux % de la matière grasse dans le mélange du lait non écrémé et du lait écrémé	3,0
Température de la coagulation	31°C. (25°R.)
Force de la présure	60
Durée de l'emprésurage	39 minutes
Température du second réchauffement	32°5 C. (26°R.)
Durée du traitement avant le second réchauffement	30 minutes
Durée du second réchauffement	8 minutes
Durée du traitement après le second réchauffement	21 minutes
Sortie du fromage frais : livres de lait pour une livre de fromage	9,12

La distribution du caillé a été effectuée dans des moules cylindriques d'un diamètre d'environ 10 cm. et 13 cm. 5 de hauteur. Le poids du caillé frais, qui remplissait ces moules était proche de 1000 grammes.

Dans une série préalable d'expériences (série A) le caillé, dans quelques moules, a été saupoudré de 1 gr. 5 de lab en poudre, soigneusement mêlé avant la répartition avec 10 fois son poids de sel commun fin, séché et tamisé. En même temps, les fromages témoins n'ont reçu que 15 gr. de NaCl.

Dans la série B des expériences, le caillé pour les fromages en expérience a été saupoudré par 3 gr. de lab en poudre et 15 gr. de NaCl; les fromages témoins ont bien entendu été obtenus de la même manière que dans la série A.

Dans la série C des expériences, le caillé pour les fromages d'expérience a été saupoudré par 12 gr. de lab en poudre et 15 gr. de NaCl; les fromages témoins ont été obtenus de la même manière que ceux qui leur correspondent dans les séries A et B. Dans tous les cas, excepté deux fois dans la série A, on a utilisé le lab en poudre de la marque danoise KYERGORD-JENSEN.

Les fromages fabriqués ont été salés pendant deux jours. Une salaison de plus longue durée, appliquée dans les deux premières expériences de la série préalable, a donné de mauvais résultats, ce qui s'explique par les petites dimensions des fromages et par l'addition du sel commun avec le lab.

Après la salaison, les fromages ont été soumis à la surveillance ordinaire dans des caves à la température d'environ 15° C.

La méthode analytique.

On découpe une tranche du fromage, on en ôte la croûte et après avoir égalisé la surface avec un couteau on prend le plus vite que possible des échantillons à peser pour l'analyse.

L'azote total du fromage est déterminé d'après KJELDAHL; on prend des pesées d'environ 2 grammes. L'azote des combinaisons solubles dans l'eau est déterminé d'après van SLYKE. Pour cela, 25 gr. de fromage sont triturés avec du sable de rivière, fin, soigneusement lavé et calciné. Le mélange obtenu est porté dans un matras d'Erlenmeyer, de 400 cm³ et on l'arrose avec 100 cm³ d'eau, chauffée à 50° C.; une partie de cette eau a servi à laver préalablement le mortier et le pilon. Le matras d'Erlenmeyer est placé a peu près une heure dans une armoire à la température d'environ 50-60° C. D'ailleurs on l'agite à diverses reprises.

Après cela, le liquide est filtré à travers de l'ouate recouverte de sable, sous pression réduite. Le résidu dans le matras d'Erlenmeyer est lavé quatre fois par de l'eau à la température d'environ 50° C. Le filtrat est porté dans un matras de 500 cm³ et l'on complète avec de l'eau jusqu'au trait. On en prend 50 cm³ pour y déterminer l'azote

soluble par la méthode Kjeldahl, après avoir concentré par évaporation à peu près à 10 cm³. Pour éviter la volatilisation possible de l'ammoniaque, on prend la précaution d'ajouter au préalable 1 cm³ de SO⁴H² fort.

Pour la détermination de l'ammoniaque, une pesée de 10 gr. de fromage est triturée avec 200 cm³ d'eau, puis on distille en présence de MgO; NH³ est absorbé par $\frac{n}{10}$ SO⁴H². On trouvait la quantité de l'ammoniaque dans la pesée en grammes, en multipliant le nombre des cm³ de l'acide saturé, trouvé par le titrage en retour, par le coefficient 0,0017. La méthode indiquée n'est pas tout à fait exacte, mais donne néanmoins des résultats de grande valeur.

L'acidité est déterminée en Thörner. Pour cela, 10 gr. de fromage sont triturés avec 50 cm³ d'eau, chauffée à 50° C.; ensuite, le volume est porté à peu près à 100 cm³, après quoi le mélange est titré par $\frac{n}{10}$ NaOH en présence de phénolphthaléine et le nombre de cm³ de la solution alcaline employée pour la neutralisation est multiplié par 10 pour ramener à 100 gr. de fromage. Les degrés d'acidité, obtenus de cette manière, ne donnent pas une représentation suffisante de l'acidité réelle du fromage, traduite par la concentration en ions H⁺. C'est pourquoi il ne faut leur attribuer qu'une valeur relative.

L'appréciation.

Outre l'analyse chimique, on donnait aux fromages une cote d'appréciation basée sur l'odeur, la saveur et la consistance.

LES RÉSULTATS DE L'EXPÉRIENCE

Dans les tableaux annexés à la fin de ce travail, sont donnés les résultats de l'analyse chimique et de l'appréciation des fromages A, B et C (1). Pour mieux apprécier les résultats, les données de l'analyse chimique ont été présentées graphiquement : en abscisses sont les nombres des jours et en ordonnées le taux de l'azote soluble, le taux de l'ammoniaque etc. Ensuite on prend les moyennes arithmétiques de toutes les ordonnées correspondantes à la même valeur du temps.

Pour obtenir des conclusions assez exactes nous avons tenu pour nécessaire d'exprimer quelques relations, trouvées par nous par la voie expérimentale, sous la forme des fonctions mathématiques.

Dans ce but nous avons appliqué la méthode dite des moindres carrés.

$$\text{soit } p + qt + rt^2 + st^3 + \dots = \alpha$$

(1) La série préalable A et la série B contiennent chacune 3 expériences; la série C deux expériences fondamentales et deux supplémentaires.

En obtenant la grandeur de α par une seule mesure directe, nous faisons inévitablement une certaine faute.

Après avoir mesuré plusieurs fois à différents t , nous obtenons :

$$\begin{aligned} p + qt + rt^2 + st^3 + \dots &= \alpha_1 \\ p + qt_2 + rt_2^2 + st_2^3 + \dots &= \alpha_2 \\ p + qt_3 + rt_3^2 + st_3^3 + \dots &= \alpha_3 \end{aligned}$$

D'ailleurs le nombre des mesures est plus grand que le nombre des inconnues $p, q, r, s, \dots$

Si les mesures étaient absolument exactes, après avoir pris dans une des combinaisons à notre choix du nombre total des équations un nombre correspondant de ces dernières, nous aurions obtenu, après avoir résolu ces systèmes, les significations égales de $p, q, r, s, \dots$. En effet donc, grâce aux fautes, ça n'a pas lieu.

Admettons maintenant que les vraies significations de $p, q, r, s, \dots$ nous sont connues. Alors, après les avoir substituées dans les premières parties de nos équations, nous obtiendrons des quantités qui diffèrent de celles, obtenues par la voie expérimentale.

Dans le calcul des probabilités, il est prouvé que si la somme des carrés de ces différences

$$\begin{aligned} S &= (p + qt_1 + rt_1^2 + st_1^3 + \dots - \alpha_1)^2 + \\ &+ (p + qt_2 + rt_2^2 + st_2^3 + \dots - \alpha_2)^2 + \dots \\ \text{ou } \Sigma &(p + qt + rt^2 + st^3 + \dots - \alpha)^2 \end{aligned}$$

aura la moindre grandeur pour quelques significations de $p, q, r, s, \dots$ alors se sont eux qui seront les significations les plus probables des inconnues.

S a toujours un minimum, puisqu'il est composé d'une chaîne de membres du second degré, toujours positifs.

Pour déterminer les significations de $p, q, r, s, \dots$ qui transforment S dans un minimum, mettons en équations :

$$\frac{\partial S}{\partial p} = 0; \quad \frac{\partial S}{\partial q} = 0; \quad \frac{\partial S}{\partial r} = 0; \quad \frac{\partial S}{\partial s} = 0.$$

En résolvant ce système des équations du premier degré, nous obtiendrons les significations les plus probables de p, q, r, s , la formation des combinaisons azotées solubles, selon la teneur en lab, dans le fromage.

*La formation des combinaisons azotées solubles selon la teneur
en lab dans le fromage.*

Le tableau suivant montre les variations du taux de la teneur en azote soluble dans le backstein russe sous la dépendance de la quantité de lab.

TABLEAU XXIV

Formation d'azote soluble % du poids total du fromage, dans le processus de la maturation des fromages ordinaires (témoins) et des fromages additionnés de lab en poudre.

L'âge du fromage. Le caractère du fromage.		Les jours						
		1	6	14	21	30	45	60
Fromage témoin								
	Trouvé	0,30	0,34	0,39	0,48	0,58	0,75	0,89
	Calculé	0,29	0,34	0,41	0,48	0,57	0,73	0,90
Avec 3 parties de lab en poudre pour 1.000 p. de caillé frais.								
	Trouvé	0,35	0,51	0,76	0,90	1,04	1,17	1,52
	Calculé	0,39	0,52	0,70	0,85	1,03	1,28	1,47
Avec 12 parties de lab en poudre pour 1.000 p. de caillé frais.								
	Trouvé	0,86	1,38		1,72	1,72	1,705	1,73
	Calculé	0,93	1,27	1,62	1,75	1,77	1,655	1,745

Le tableau montre que l'addition du lab en poudre change tout à fait le caractère de la formation ordinaire des combinaisons azotées dans le fromage. C'est au commencement qu'a lieu une dissolution très intense de la paracaséine ; par la suite, l'intensité de ce processus diminue peu à peu.

La détermination mathématique des résultats obtenus donne la possibilité de tirer toute une série de conclusions non privées d'intérêt.

a) *Les fromages témoins.*

La formation de l'azote soluble dans ces fromages a été exprimée par nous, pour l'intervalle des changements de t allant de 1 jour jusqu'à 60 jours, par la formule suivante :

$$\alpha = 0,280 + 0,00932 t + 0,00001667 t^2 \quad (1),$$

où α est le taux de l'azote soluble par rapport au poids total du fromage.

Différenciant l'équation (1) et prenant la seconde dérivée, nous avons

$$\frac{d^2 \alpha}{dt^2} = 0,000033 \quad (2)$$

L'expression (2) montre, que dans les fromages témoins n'a lieu qu'une très petite augmentation de la vitesse de formation de l'azote soluble. La seconde dérivée est positive.

Cependant, on pourrait s'attendre à ce que la vitesse de la dissolu-

Formation d'azote soluble dans le processus de la maturation des fromages ordinaires (témoins) et des fromages avec du lab en poudre

tion de la paracaséine diminue, puisque les quantités de produits de désagrégation qui se forment commencent à empêcher l'action fermentaire du lab ; l'activité des microorganismes et de leurs ferments protéolytiques s'affaiblit peu à peu.

Par conséquent, il y a des procédés, dont l'action l'emporte sur les influences indiquées. On doit y rapporter, outre l'agglomération du nombre général des cellules de la microflore (1), l'action du sel commun sur la masse fromagère. Ainsi, en 1911 van DAM [16] dans son article sur la consistance des fromages d'Edam s'exprima ainsi : « Lors de la salaison, le sel commun diffuse à l'intérieur du fromage ; cela a pour conséquence le gonflement de la pâte, jusqu'à la formation d'un gel de plus ou moins grande dispersion. Grâce à ce changement dans la structure, la matière fromagère devient encore plus sensible à l'action du lab-ferment, tandis que l'enzyme même se défend de la destruction au moyen du sel commun ».

Evidemment, dans nos fromages témoins l'agglomération des produits de désagrégation primaire de la paracaséine a été si loin de ce niveau, avec lequel on atteint l'état d'équilibre, qu'elle n'a pu entraver le cours du procédé ; les autres influences entravantes ont été compensées par cette action de NaCl, décrite par van DAM.

Il faut pourtant noter que la courbure du côté des ordonnées positives, laquelle dépend du caractère positif de la seconde dérivée, est si petite qu'elle est à peine visible à l'examen de la construction graphique de la courbe obtenue par nous.

b) *Les fromages de la série B.*

Le changement de la teneur en azote soluble dans le même intervalle du temps, que pour les fromages témoins, est exprimé par nous par la formule :

$$\alpha = 0,366 + 0,02578 t - 0,000123 t^2 \quad (3)$$

De là :

$$\frac{d^2 \alpha}{dt^2} = - 0,000246 \quad (4)$$

L'expression (4) montre, que la vitesse de la formation d'azote soluble dans les fromages additionnés de lab en poudre tombe. Par conséquent, dans le cas présent, nous observons une agglomération progressive des produits de désagrégation primaire de la paracaséine qui empêchent la dissolution ultérieure de cette dernière. Notons d'ailleurs, que les fromages de la série B contiennent à l'âge de trois semaines autant d'azote soluble, que les fromages témoins à l'âge de 60 jours.

(1) Y compris même les cellules mortes, dont les enzymes doivent agir sans doute après la destruction des enveloppes des cellules.

Malgré cela l'état d'équilibre, d'après van DAM (1910), ne s'était pas établi dans les fromages de la série B.

c) *Les fromages de la série C.*

Ce ne sont que les fromages de la série C, à la fabrication desquels on ajoutait dans le caillé quatre fois plus de ferment que dans les fromages de la série B, qui donnent un tableau éclatant de l'établissement de cet état, quand, grâce au lab, il se forme une si grande quantité d'azote soluble, que ce dernier, saturant le système, commence à s'opposer de plus en plus à la désagrégation ultérieure de la paracaséine jusqu'à l'interruption complète du processus(1). D'ailleurs la vitesse de formation de l'azote soluble commence à diminuer de plus en plus lentement puisque le fromage venant à maturité marche, comme tout autre système vers un état d'équilibre qui ne change plus après sous l'action du temps (2).

En effet, en présentant la formation de l'azote soluble dans les fromages de la série C sous la forme de la fonction du troisième degré — les fonctions plus simples du second degré ne permettant pas d'obtenir dans le cas présent une approximation suffisante —, nous aurons :

$$\alpha = 0,846 + 0,085315 t - 0,0024697 t^2 + 0,000021626 t^3 \quad (5)$$

De là :

$$\frac{d^2 \alpha}{d t^2} = -0,004939 + 0,0001298 t, \quad (6)$$

c'est-à-dire un ralentissement (une accélération négative) de la formation de l'azote soluble puisque avec :

$$t = 1, \text{ on a } \frac{d^2 \alpha}{d t^2} = -0,00481$$

$$t = 10, \text{ on a } \frac{d^2 \alpha}{d t^2} = -0,00364$$

$$t = 20, \text{ on a } \frac{d^2 \alpha}{d t^2} = -0,00234$$

Les changements de la paracaséine dans le fromage ne se bornent pas à la formation des produits de désagrégation primaire sous l'influence du lab, mais ils vont, grâce à l'action des microorganismes, beaucoup plus loin, jusqu'à la décomposition complète des matières azotées, accompagnée de la formation de l'ammoniaque. Aussi, après

(1) L'interruption de la solubilisation de l'azote a lieu déjà à l'âge de trois semaines,

En outre, les fromages de la série C contenaient VINGT QUATRE heures après la fabrication à peu près autant d'azote soluble que les fromages de la série B au bout de trois semaines et les fromages témoins au bout de deux mois.

(2) Voir W. OSTWALD. *Prinzipien der Chemie* (Principes de la chimie). 1907. Chapitre X. Dans l'édition russe, page 260.

Changements de $\frac{d\alpha}{dt}$ (vitesse de formation de l'azote soluble) dans le processus de la maturation des fromages témoins et des fromages additionnés de lab en poudre.

être parvenu à l'état d'équilibre ci-dessus décrit, commencent à se manifester les facteurs du second ordre : dégagement d'ammoniaque, de gaz acide carbonique et d'eau.

Le dégagement d'ammoniaque qui retentit beaucoup plus sur le poids de l'azote des produits de désagrégation de la paracaséine que sur le poids du fromage, provoque la diminution du taux de l'azote soluble dans ce dernier, ce que nous observons chez les fromages de la série C. Par la suite, quand il y a ralentissement de l'activité protéolytique des microorganismes, le dégagement d'eau et d'acide carbonique peuvent prendre le dessus, ce qui diminue le poids total du fromage et par conséquent, augmente le taux de l'azote soluble. Ces changements, qui ont été constatés dans les fromages de la série C sont présentés sur l'avant-dernière ligne du tableau XXIV.

Vitesse de formation de l'azote soluble (intensité de la désagrégation des albumines) selon la teneur en lab dans le fromage.

En voici le tableau :

TABLEAU XXV

Vitesse de formation de l'azote soluble (pour cent du poids total du fromage en vingt quatre heures) dans le processus de la maturation des fromages ordinaires (témoins) et des fromages additionnés de lab en poudre.

L'âge du fromage. Le caractère du fromage.	Les jours						
	1	5	10	20	30	45	60
Fromage témoin	0,0094	0,0095	0,0097	0,0100	0,0103	0,0108	0,0113
Avec 3 parties de lab en poudre pour 1.000 p. de caillé frais...	0,0255	0,0246	0,0233	0,0209	0,0184	0,0147	0,0110
Avec 12 parties de lab en poudre pour 1.000 p. de caillé frais...	0,0804	0,0622	0,0424	0,0125	0,0005	0,000	0,003

(A suivre.)

BIBLIOGRAPHIE ANALYTIQUE

1^o LES LIVRES

PLIMMER R. H. A. et PLIMMER Violet G. — **Food, Health, Vitamines** (Aliments, santé, vitamines). — Brochure, 120 pages. Longmans, Green and Co. Ltd., éditeurs, Londres, 1928.

Ce petit ouvrage est une nouvelle édition du livre publié d'abord sous ce titre : *Food, Health.*