



**HAL**  
open science

# LA CONSTITUTION PHYSICO-CHIMIQUE DE LA POUDRE DE LAIT DESSÉCHÉ. LES MATIÈRES GRASSES DE LA POUDRE DE LAIT DESSÉCHÉ PAR PULVÉRISATION

G. Genin

► **To cite this version:**

G. Genin. LA CONSTITUTION PHYSICO-CHIMIQUE DE LA POUDRE DE LAIT DESSÉCHÉ. LES MATIÈRES GRASSES DE LA POUDRE DE LAIT DESSÉCHÉ PAR PULVÉRISATION. *Lait*, 1931, 11 (106), pp.589-597. hal-00895025

**HAL Id: hal-00895025**

**<https://hal.science/hal-00895025>**

Submitted on 11 May 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

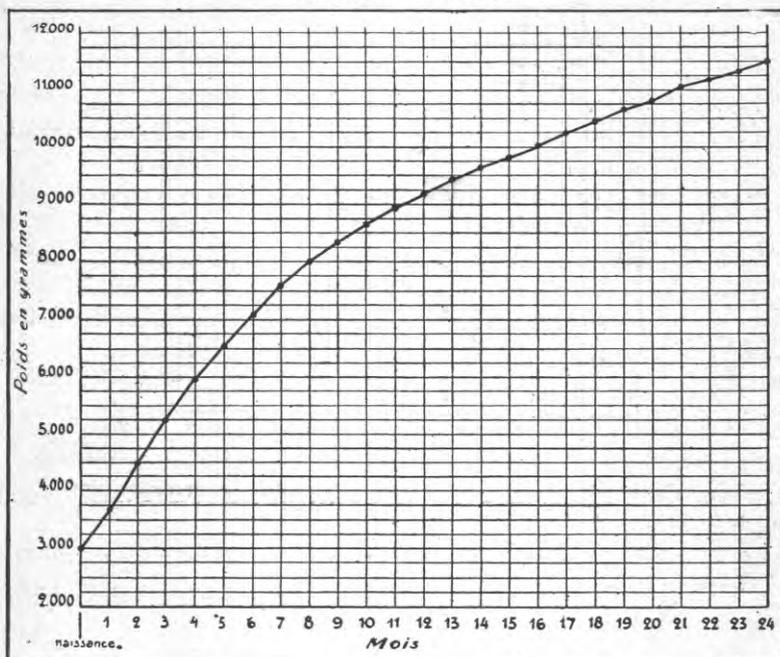
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

	Accroissement mensuel	Accroissement quotidien
De 0 à 4 mois	750 gr.	25 gr.
4 à 8 »	500 »	16 »
8 à 12 »	250 »	8 »
12 à 14 »	250 »	8 »

D'après LÉON BINET et LESNÉ, pendant la seconde année, l'augmentation journalière de poids est de 8 grammes en moyenne pour

PL. XV.

CROISSANCE MENSUELLE DE L'ENFANT DE LA NAISSANCE  
A L'ÂGE DE 2 ANS



les premiers mois (250 gr. par mois) et de 5 gr. pour les derniers (150 gr. par mois). A deux ans, l'enfant a quadruplé son poids de naissance. Le poids des filles est légèrement inférieur à celui des garçons. (A suivre.)

## REVUE

### LA CONSTITUTION PHYSICO-CHIMIQUE DE LA POUDRE DE LAIT DESSÉCHÉ

LES MATIÈRES GRASSES DE LA POUDRE DE LAIT DESSÉCHÉ  
PAR PULVÉRISATION

par G. GENIN

L'étude de la littérature scientifique montre qu'il a été fait de

nombreux travaux sur la composition de la poudre de lait. Par contre, on ne connaît que très peu de choses concernant les caractères physiques et chimiques de cette poudre de lait, car les travaux qui ont porté sur les produits ont surtout été effectués dans un but commercial.

C'est qu'en effet les études qui portent sur ces produits nécessitent une collaboration très étroite entre le chercheur et le fabricant et seuls les chimistes liés aux usines de fabrication de lait desséché sont à même d'étudier ces questions et ils le font, bien entendu, dans un but pratique.

Tous ces travaux peuvent en général se classer en deux groupes : le premier qui contient les travaux ayant trait à l'apparition des odeurs désagréables dans la poudre de lait, le second qui renferme les travaux effectués dans le but de mettre en évidence l'influence des conditions d'emmagasinage sur la solubilité de la poudre de lait. La plupart de ces travaux conduisent d'ailleurs à des résultats le plus souvent contradictoires et il est probable que cette contradiction est due à ce que les essais ont porté sur des poudres possédant des caractères physiques très différents.

Dans le but de compléter nos connaissances sur cette question, L. H. LAMPITT et J. H. BUSHILL ont étudié la constitution physico-chimique de la poudre de lait et ils viennent de publier les résultats de cette étude. Leurs recherches ont porté sur des poudres contenant 26 % de matières grasses du beurre, minimum légal en Angleterre et aux Etats-Unis (1).

Il est évident qu'au point de vue constituants du lait, une distinction doit être faite entre deux groupes de substances, d'une part les matières grasses et produits similaires et d'autre part les matières solides existant dans la phase aqueuse du lait initial. Les premiers de ces produits ont seuls été étudiés.

### **1<sup>o</sup> L'influence des solvants des matières grasse sur la poudre de lait.**

Différents travaux avaient dès 1923 conduit à penser que les matières grasses contenues dans la poudre de lait desséché devaient être englobées dans les protéines puisque les matières colorantes et les solvants avaient beaucoup de difficulté à venir au contact de ces matières grasses. LAMPITT et BUSHILL ont donc défini comme matière grasse libre la portion de la matière grasse du lait desséché susceptible d'être extraite par des solvants dans des conditions standards. Voici quelles sont ces conditions :

On pèse 2 gr. de poudre de lait sur un morceau de papier noir glacé et on place cette poudre dans un flacon parfaitement sec de

(1) *J. Soc. Chem. Ind.*, t. 50, p. 457, 1931.

250 cm<sup>3</sup>. On introduit du sulfure de carbone sec et distillé ou un autre solvant (100 cm<sup>3</sup>) dans le récipient au moyen d'un entonnoir gradué, on bouche parfaitement le récipient et on le laisse reposer pendant 18 heures après avoir agité pendant la première heure.

Le contenu de la bouteille est alors filtré sur un papier filtre dans un flacon gradué de 50 cm<sup>3</sup>. On élimine les premiers cm<sup>3</sup> qui filtrent et on recueille exactement les 50 cm<sup>3</sup> qui suivent. On place ensuite ces 50 cm<sup>3</sup> dans un flacon Soxhlet sec et taré. On lave le flacon de 50 cm<sup>3</sup> au moyen d'un solvant, trois fois de suite, et les liquides de lavage sont placés dans le Soxhlet. On élimine le solvant par ébullition au bain-marie et pour chasser les dernières traces de liquide on place le flacon sur un bain de vapeur pendant 4 heures, en faisant passer s'il y a lieu un courant d'air à l'intérieur du flacon pour éliminer les vapeurs. Après refroidissement dans un dessiccateur, on pèse et on obtient ainsi la matière grasse *libre* contenue dans 1 gr. de poudre de lait.

On a constaté que, en opérant sur un nombre important d'échantillons de poudre de lait, la variation du pourcentage d'humidité contenue dans la poudre ne modifie pas la quantité de matière grasse libre. Pourtant, les conditions d'emmagasinage peuvent faire varier considérablement ce pourcentage d'humidité. On a également étudié l'influence de la durée de contact entre la poudre et le solvant sur la proportion de matière grasse libre contenue dans le lait. En opérant avec des durées de contact variant de 18 heures à 15 jours, on a constaté que le pourcentage de matière grasse libre ne variait que très peu.

On a étudié l'influence de l'agitation sur l'extraction des matières grasses libres par le lait. A cet effet, des échantillons de 2 gr. de poudre de lait étaient placés dans des flacons contenant chacun 100 cm<sup>3</sup> de sulfure de carbone. Ces flacons étaient montés sur des agitateurs de laboratoire, la période d'agitation étant variable d'une expérience à l'autre. Les chiffres obtenus pour des périodes d'agitation variant de 5 minutes à plus de 6 heures donnent des résultats sensiblement identiques pour le pourcentage de matière grasse.

## 2° L'influence de la méthode de fabrication sur le pourcentage de matière grasse libre.

Les travaux que nous reproduisons ont été effectués presque entièrement sur des échantillons de lait « Milkal ». Ce lait Milkal est un lait obtenu par séchage par pulvérisation. Le tableau 1, qui reproduit les résultats d'analyses ayant porté sur des échantillons de lait différents, tous obtenus par pulvérisation, montre que ces échantillons sont assez voisins par leur composition.

N° de l'échantillon	Pourcentage d'humidité	Matière grasse libre en %	Matière grasse totale en %	Proportion de matière grasse libre
A	2,97	1,03	27,92	3,7
B	2,61	3,00	27,91	10,7
C	1,45	3,96	27,84	14,2
D	4,98	1,13	26,40	4,3
E	5,17	1,56	24,92	6,3
F	2,68	3,21	28,95	11,1
G	3,64	2,27	29,02	7,8
H	2,43	0,77	23,15	3,3

Donc la poudre de lait préparée par pulvérisation possède un pourcentage de matière grasse libre par rapport à la totalité des matières grasses qui est du même ordre de grandeur quelle que soit la marque de fabrique du lait.

Examinons maintenant les matières grasses libres contenues dans les laits desséchés par cylindres chauffants. On sait que si l'on mélange la poudre de lait ainsi préparée avec une quantité d'eau chaude en proportion voulue pour donner un lait régénéré, on constate que la matière grasse s'élève à la surface, non pas en donnant une couche de crème, mais en formant une masse huileuse contrairement à ce que l'on observe dans le cas du lait obtenu par pulvérisation.

On constate également que la presque totalité de la matière grasse contenue dans le lait préparé par cylindres chauffants est libre, c'est-à-dire appartient à la classe des matières grasses libres obtenues par la méthode préalablement indiquée. Le tableau 2 reproduit les analyses de différents échantillons de lait obtenus par cylindres chauffants :

N° de l'échantillon	Pourcentage d'humidité	Matière grasse libre en %	Matière grasse totale en %	Proportion de matière grasse libre
J	4,39	23,46	25,61	91,6
K	4,58	25,48	27,62	92,2
L	7,31	26,60	28,14	94,5
M	5,93	27,10	28,30	95,8
N	7,68	26,51	28,66	92,5

On voit donc qu'il existe une très grande différence entre le lait obtenu par cylindres chauffants et le lait desséché par pulvérisation au point de vue de la dissolution de la matière grasse de ces laits dans les solvants. Ceci est dû probablement à ce que la structure des particules de poudre est différente dans les deux cas et ceci s'explique puisque dans l'un des cas le lait est séché à l'état de particule, tandis que dans l'autre cas le lait à l'état de pellicule continue est d'abord séché, puis ensuite broyé.

A côté de ces différences fondamentales dans la technique de la préparation des laits, il faut également faire intervenir un autre facteur : la dimension des particules. Dans le séchage par pulvéri-

sation, ces dimensions sont déterminées par les conditions de l'atomisation du lait avant séchage. Dans l'autre cas, au contraire, les dimensions des particules sont liées à la finesse du broyage après séchage.

Il est pratiquement impossible de déterminer les dimensions moyennes des particules d'une poudre de lait, car il arrive fréquemment que dans un même échantillon le diamètre des différentes particules varie de 10 à 200  $\mu$  lorsque la poudre est préparée par pulvérisation. Néanmoins, il peut être intéressant de voir s'il existe une relation entre la solubilité des matières grasses dans les solvants et le diamètre, c'est-à-dire la surface des particules. On a constaté que par broyage d'une poudre de lait obtenue par pulvérisation on augmente le pourcentage des matières grasses libres, car on augmente la surface des particules du lait.

Dans le cas du lait desséché obtenu sur cylindres chauffants, au contraire, le broyage n'a que peu d'effet car la matière grasse du lait se trouve à l'état libre dans la pellicule même de lait desséché.

Nature de la poudre	Durée du broyage en h.	Matière grasse totale en %	Matière grasse libre en %	Proportion de matière grasse libre
Lait obtenu par atomisation.	0	30,35	5,86	19,3
	3	30,35	25,28	83,3
	11	30,35	26,77	88,2
	18	30,35	27,94	92,1
Lait obtenu sur cylindres chauffants.	non broyé	28,30	26,75	94,5
	broyé	26,67	25,32	91,5

On peut émettre plusieurs hypothèses pour expliquer la différence qui existe entre la structure de la matière grasse contenue dans ces deux types de lait.

1° On peut supposer que, dans le lait liquide, il existe une pellicule protectrice autour des globules de matière grasse. Cette pellicule dans le procédé par atomisation n'est pas détruite, ou tout au moins elle se reforme après l'atomisation, de sorte qu'elle continue à exercer son action protectrice autour du globule de matière grasse dans le lait desséché. Au contraire, dans la fabrication du lait par cylindres chauffants, cette pellicule protectrice serait détruite.

2° On peut supposer que dans le procédé par atomisation il se forme autour de la gouttelette de lait atomisé un film protecteur, par suite, les globules de matière grasse (que ces globules soient eux-mêmes protégés ou non par une pellicule protectrice), ne sont pas accessibles à l'action des solvants. Ce film ne se formerait pas dans le procédé sur cylindres chauffants.

3° On peut supposer enfin que dans le procédé par atomisation le globule de matière grasse entouré ou non de sa pellicule protectrice

est noyé dans une masse continue de matière solide non grasse, séchée, empêchant le contact entre les matières grasses et les solvants. Dans le procédé sur cylindres chauffants, il n'y aurait pas formation de cette masse de matière solide empêchant le contact.

Il faut signaler que dans la première de ces hypothèses on pré-suppose que le globule de matière grasse est lui-même brisé par l'atomisation. On n'a pas vérifié cette hypothèse, mais les chiffres reproduits dans les tables ci-dessous, qui donnent le nombre de globules de matière grasse de diamètre variant de 1 à 2,5  $\mu$  sous forme de pourcentage du nombre total de globules présents, semblent confirmer cette hypothèse.

Dans le tableau A, on a donné ces différentes indications pour un échantillon de lait cru, pour le même lait condensé et pour ce lait desséché et additionné d'eau, de façon à régénérer le lait initial.

Dans le tableau B, on a donné les valeurs correspondant à un lait condensé et à un lait en poudre de même origine :

Tableau A

Dimension des globules en $\mu$	Pourcentage des globules de matière grasse		
	lait frais	lait condensé	lait desséché reconstitué
12,5	—	—	0,3
9,4	0,5	0,1	0,5
6,25	4,8	2,9	5,3
3,10	28,5	21,7	11,9
3,10	66,2	75,3	82,0

Tableau B

Dimension des globules en $\mu$	Pourcentage des globules de matière grasse	
	Lait condensé	lait desséché reconstitué
8	0,5	—
6	5,8	1,4
4	20,4	5,6
3	20,2	8,8
2	33,5	39,5
1	19,6	44,7

### 3<sup>o</sup> L'influence de l'humidité sur les matières grasses libres et sur le lactose du lait desséché par atomisation.

Du lait en poudre sur une profondeur de 1/2 à 1 cm a été répandu sur une petite plaque placée dans un récipient de grand volume contenant de l'eau à la température ordinaire. Ce dispositif permettait donc de placer la poudre au contact d'une atmosphère saturée d'humidité. Toutes les demi-heures, la poudre était mélangée de façon à régulariser l'absorption de l'humidité. Au bout de périodes de temps différentes on prélevait des échantillons de 5 gr. de la poudre et on déterminait sur ces échantillons l'humidité et les matières grasses libres.

Nous ne reproduirons pas ici tous les résultats numériques publiés par les auteurs dans leur travail original. Nous nous contenterons d'indiquer la conclusion à laquelle ces résultats conduisent : il existe un pourcentage d'humidité bien défini pour lequel dans des conditions standards la matière grasse de la poudre de lait est mise en liberté, Ce pourcentage d'humidité, que l'on peut définir comme étant le pourcentage d'humidité critique, correspond, pour une poudre contenant 27 à 28 % de matière grasse du beurre, à une teneur en humidité de 8,6 à 9,2 % (ces deux chiffres étant donnés par rapport au poids de solide sec).

La question de l'absorption de l'humidité sera discutée plus complètement à la fin de ce travail. Il est intéressant de citer néanmoins dès maintenant que la poudre de lait peut absorber facilement d'après RICHARD jusqu'à 8 % d'humidité.

Au cours de l'absorption de l'humidité par la poudre de lait, on observe des changements bien définis de cette poudre. Celle-ci commence à devenir pâteuse, puis elle durcit et présente au toucher un aspect pulvérulent. Ce dernier stage coïncide avec la mise en liberté de la matière grasse. De même, l'aspect au microscope de cette poudre varie également. On a constaté enfin qu'au cours de l'action de l'humidité, le lactose de la poudre de lait desséché, primitivement amorphe, devenait cristallin.

On peut donc déduire de ce qui précède que lorsqu'un lait entier a été desséché par atomisation et qu'il a absorbé 8,6 à 9,2 % d'humidité, ses particules subissent un changement radical. Le lactose qui était primitivement à l'état amorphe cristallise, la forme primitivement sphérique des particules est également modifiée avec rupture de la masse de matière solide non grasse, ce qui facilite l'action du solvant.

L'extraction répétée de la poudre de lait par le sulfure de carbone conduit également à des observations intéressantes. La matière grasse libre d'un échantillon de poudre contenant 29 % de matière grasse totale ayant été déterminée, cette poudre fut *exposée à l'air*, puis extraite en vue de déterminer la matière grasse libre au moyen de sulfure de carbone. Cette opération fut répétée plusieurs fois, la poudre résiduaire étant déterminée après chaque extraction au sulfure de carbone. De nombreux essais furent effectués dans ces conditions et tous montrèrent que la majeure partie de la matière grasse était extraite soit lors du second traitement, soit lors du troisième traitement. On a constaté également qu'au cours du traitement qui déplaçait la majeure partie de la grasse, la poudre devenait optiquement active et présentait les caractéristiques d'un produit cristallin. La même expérience faite en conservant la même durée de contact avec le sulfure de carbone, mais *sans exposition* à l'air entre deux

opérations successives, ne permettait pas d'observer les mêmes résultats.

Il faut donc en conclure que les observations qui précèdent sont dues à l'exposition à l'air, mais que par ailleurs la mise en liberté de la majeure partie de la graisse est accompagnée de la cristallisation du lactose.

Le temps peut être un facteur dans la mise en liberté de la matière grasse sous l'influence de l'humidité, car on a constaté que des poudres renfermant un pourcentage d'humidité supérieur au pourcentage critique n'avaient pas la totalité de la matière grasse mise en liberté sous l'action des solvants. Ce point a d'ailleurs été étudié plus complètement et a été confirmé entièrement.

On a donc cherché à déterminer quels étaient les autres facteurs qui pouvaient influencer sur la mise en liberté de la matière grasse. On a d'abord cherché à savoir si le pourcentage initial de l'humidité dans la poudre, c'est-à-dire la proportion d'humidité contenue dans la poudre lorsqu'elle vient d'être fabriquée, pouvait avoir un effet sur la mise en liberté de la matière grasse. On a constaté qu'en fait cette proportion initiale d'humidité n'avait aucune influence.

On a cherché également à montrer l'influence de l'âge de la poudre, c'est-à-dire de la durée de contact de la poudre et de l'atmosphère saturée d'humidité. On a constaté que par exemple alors que le pourcentage critique est compris entre 10,6 et 11,3 quand la période de contact est de 1 jour, ce pourcentage critique est diminué lorsque la période de contact est prolongée.

En résumé, on peut donc dire que, dans une poudre fraîchement préparée, la mise en liberté de la matière grasse sous l'influence de l'humidité est une réaction relativement lente. Avec une poudre plus âgée, ce phénomène est moins apparent.

Nous venons donc de voir que l'absorption de l'humidité par la poudre de lait desséché a pour effet la mise en liberté de la matière grasse. La question se pose de savoir si l'élimination de l'humidité fera revenir la matière grasse à son état initial. En fait, si la mise en liberté de la matière grasse est due à une déformation définitive de la particule ou à une destruction de la pellicule protectrice qui entoure le globule de matière grasse, l'élimination de l'humidité absorbée ne devrait pas avoir d'effet sur le pourcentage de matière grasse libre. L'expérience qui a été faite par séchage de différents échantillons, soit à 15°, soit à 35°, soit à 45° à l'air ou soit dans le vide à 100°, a montré qu'effectivement l'élimination de l'humidité ne fait pas revenir la poudre à son état initial.

Ces expériences ont permis de noter toutefois que la poudre retient très fortement une certaine quantité d'humidité approximativement égale à 5%. Un essai de séchage fait au moyen d'air sec et qui a été

prolongé pendant 532 heures a donné une poudre de lait qui renfermait encore 4 % d'humidité.

#### 4<sup>o</sup> La relation entre la matière grasse totale et l'humidité critique de la poudre de lait.

Dans le but d'établir cette relation, un certain nombre d'échantillons de poudre de lait furent préparés et ces échantillons furent soumis au traitement usuel en atmosphère humide, la matière grasse libre et l'humidité étant déterminées au bout de périodes de temps variables.

On constate, en établissant une courbe au moyen des résultats obtenus, que cette courbe présente un palier ayant beaucoup d'analogie avec le palier signalé plus haut lors de la détermination de l'humidité critique. On a constaté en outre que l'humidité critique, ce que l'on pouvait d'ailleurs prévoir, est pratiquement directement proportionnelle à la quantité de matière solide non grasse. Dans le tableau ci-dessous, on a indiqué dans la colonne A l'humidité critique déterminée expérimentalement et dans la colonne B l'humidité critique calculée en se servant de cette relation. On voit qu'il y a une similitude très étroite entre les colonnes A et B.

Pourcentage de matière grasse	Humidité critique	
	A	B
20,28	9,9 à 10,1	9,9 à 10,1
27,86	8,6 à 9,2	8,9 à 9,1
32,47	7,9 à 8,4	8,3 à 8,5

Comme le pourcentage de lactose est proportionnel au pourcentage de matière solide non grasse, on peut dire, en notant l'influence que la cristallisation du lactose a sur les matières grasses libres, que l'humidité critique est proportionnelle au pourcentage de lactose.

Pour résumer tout ce qui précède, il n'est pas encore possible d'émettre une théorie définitive concernant la structure de la particule de poudre de lait. Il faudra en particulier étudier la question protéine qui fera l'objet d'un prochain travail. Toutefois, on peut assurer que le lactose dans son état amorphe possède une influence importante sur la non-dissolution des matières grasses par les solvants et que toute opération ayant pour effet la cristallisation du lactose entraîne une mise en liberté de la matière grasse.

## BIBLIOGRAPHIE ANALYTIQUE

### 1<sup>o</sup> LES LIVRES

- FRASER (W. J.). — **Dairy Farming. Most Milk and Profit per Acre** (La ferme laitière. Plus de lait et de profit par hectare).  
Un vol. relié toile, 334 pp., avec de nombreuses figures. John