

Ce mémoire, dont nous avons montré les importantes conséquences, quand on le passe au crible du raisonnement, ne constitue qu'un plaidoyer destiné à éblouir les juges.

Liège, 1942.

BIBLIOGRAPHIE

- CESARO. *Bull. Académie des Sciences de Belgique*, 1907.
 L. HOTON. *Journ. Pharmacie d'Anvers*, 1906, 1907, 1909, 1911.
 A. JORISSEN. *Bull. Société Chimique de Belgique*, 1907.
 P. A. LEGROS. *Journal de Pharmacie d'Anvers*, 1907.
 L. LEROUX. Falsification et tribunaux. Ed. Dirix, Anvers.
 LEWKOWITSCH. *Technologie des matières grasses*, t. II, p. 1341.
 Ministère de l'Agriculture. *Premier et second rapports biennaux sur la falsification des denrées alimentaires*.
 Verslag van het proces in zake botervervalsching te Roermond, 12 février 1902, éd. Cordens, Ruremonde.
 J. WAUTERS. *Bull. Société chimique de Belgique*, 1907.
 J. ZUNE. *Traité général d'analyse des beurres*.

DE L'INFLUENCE DES FACTEURS CLIMATIQUES SUR LA CONSTANTE MOLÉCULAIRE SINPLIFIÉE ET CORRIGÉE DU LAIT ET SUR LES VARIATIONS QUANTITATIVES ET QUALITATIVES DE SES ÉLÉMENTS PRINCIPAUX

Étude appliquée au lait de vache des plus hautes vallées
 alpines (1)

par

M. G. MATHIEU

Docteur en Pharmacie

(Faculté de Médecine et de Pharmacie de Marseille.
 Laboratoire du Professeur Rimattei).

Cette étude bio-climatologique appliquée à un liquide essentiel et complexe, le lait, fut effectuée dans un milieu climatique à caractères bien définis et remarquablement accusés, le domaine alpin. Afin d'obtenir des résultats d'observations et d'analyses suffisamment nets pour en tirer, à défaut de lois, des conclusions précises et judicieuses, nous avons choisi, dans la région alpine française, les plus hautes vallées et, dans celles-ci, les pâturages d'altitude élevée et les villages les plus haut situés dans lesquels nos prélèvements furent opérés le plus fréquemment possible, par tous les temps et en toutes saisons, au cours de deux ans et demi de travail.

(1) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, N° 4, 1942, page 162.

L'étude de la lactation, comme celle de beaucoup de phénomènes biologiques complexes, est loin d'être achevée. La sécrétion lactée, en effet, est soumise à de nombreuses influences dont certaines, sans doute, sont encore mal connues. C'est ainsi qu'elle varie avec l'espèce, dans une même espèce avec la race, dans une même race avec une multitude de facteurs tels que l'âge de l'animal, les phases de sa vie sexuelle, le nombre de parturitions, le mode et la fréquence des traites, l'âge du lait compté à partir du début de la lactation ; elle varie aussi avec l'alimentation, bien que celle-ci ait une importance moindre qu'on pourrait l'imaginer. Mais des facteurs d'un ordre plus général interviennent également sur la composition qualitative et quantitative du lait : ce sont les facteurs climatiques, dont les principaux sont la température, l'état hydrométrique de l'air, les vents, l'insolation. On avait, certes, remarqué depuis longtemps, surtout dans les établissements industriels qui recueillent et transforment le lait, que la production lactée était nettement sous la dépendance des régimes climatiques tels que celui des pluies et des vents. Mais, peu d'expériences furent faites à ce sujet, peu d'analyses en rapport avec des observations climatiques donc, peu de conclusions chimiques ou biologiques à ce sujet.

Le grand nombre et la variété des causes capables d'influer sur la composition du lait nous expliquent que celui-ci soit un produit mal défini quoique de qualité globale assez constante. Sa composition peut varier, naturellement, dans d'assez larges limites et, comme c'est un aliment de première nécessité que l'on consomme tel qu'il est fourni par l'animal, la première qualité que l'on exige de lui est de n'avoir pas été altéré, c'est-à-dire, de n'avoir subi aucune manipulation qui en diminue la valeur alimentaire ou qui le rende dangereux à consommer. C'est ainsi que l'expert qui a pour mission de reconnaître les altérations éventuelles subies par le lait — c'est-à-dire de reconnaître la fraude — et qui, dans ce but, établit au laboratoire des formules empiriques portant improprement le nom de « constantes » traduisant les relations qui existent entre les concentrations de tel ou tel constituant du lait, a cependant besoin, pour affirmer que tel ou tel lait a été falsifié, de connaître les moyennes régionales des éléments et des diverses constantes physiques et chimiques d'un lait. Il lui est non moins indispensable de connaître les écarts maxima qui peuvent intervenir dans la composition moyenne d'un lait d'une région donnée, surtout lorsque cette région est sous la dépendance d'un climat exceptionnellement rigoureux comme celui des hautes vallées alpines situées entre 1.000 et 2.500 mètres. A cet égard, l'étude que nous avons faite et qui, théoriquement, devait être, si le temps nous l'avait permis, un travail de

biologie pure, peut, cependant, servir de champ d'exploration pour l'expert.

Après plus de 2.000 examens physiques ou analyses chimiques effectuées sur plus de 300 échantillons de lait recueillis dans les portions les plus élevées des hautes vallées savoyardes et dauphinoises au cours de trois saisons, nous croyons pouvoir énoncer les conclusions suivantes :

1° *Le point cryoscopique* du lait alpin est sensiblement constant et d'une valeur moyenne inférieure à celle des autres laits français. On peut affirmer que le degré cryoscopique ne varie que très peu en fonction des facteurs climatiques, et qu'il reste un moyen de contrôle excellent du lait ;

2° *La densité* du lait ne semble pas, non plus, influencée directement par les variations climatiques ; dans le lait alpin, comme dans les autres laits, elle est surtout sous la dépendance de la teneur en matière grasse ;

3° *La viscosité* du lait alpin semble, par contre, influencée par les facteurs climatiques ; mais le nombre des examens effectués nous parut insuffisant pour pouvoir en tirer une indication précise sur le sens de la variation ;

4° Il en est de même des *acidités quantitatives et qualitatives* qui furent déterminées sur plus de 200 échantillons de lait : des écarts notables furent décelés dans des conditions très différentes. Mais il est particulièrement difficile, avec si peu d'éléments d'observation, de définir avec sûreté le sens et la portée de ceux-ci ;

5° *La teneur moyenne en matière grasse* du lait alpin est égale à celle des meilleurs laits français fournis par d'excellentes races laitières telles que les vaches du Nivernais ou de Normandie. Cette teneur est plus élevée dans le lait des Hautes-Alpes que dans celui de Savoie, plus élevée aussi l'été que l'hiver. Le froid semble favoriser à la fois l'augmentation de la quantité journalière du lait et du taux de matière grasse. Il résulte également de nos chiffres que l'alimentation ne paraît pas être un facteur essentiel de la richesse du lait en matière grasse puisque, en hiver où l'alimentation est plus riche en corps gras, la teneur en beurre du lait est plus faible qu'en été lorsque les animaux sont nourris avec de l'herbe fraîche. Le genre de l'alimentation semble seulement influencer sur la qualité du beurre. Mais il ne faut pas oublier que l'âge du lait intervient dans sa teneur en matière grasse et que, si le lait est plus riche en beurre l'été que l'hiver, il faut, surtout, en rechercher la cause dans le fait que, dans la plus grande partie des Hautes-Alpes, le vêlage a lieu en automne et que le lait d'été est à son maximum d'âge ;

6° *Le taux moyen de caséine* est, par contre, inférieur dans le lait

lait alpin à celui des principaux laits français. Sensiblement égal dans les Alpes du Nord et dans les Alpes du Sud, il est, comme pour le beurre, plus élevé l'été que l'hiver. Les variations du taux de caséine ne semblent pas devoir être imputées à des causes climatiques, mais, comme pour la matière grasse, à l'âge du lait qui, dans le Briançonnais et le Queyras, se trouve être au maximum en été ;

7° Le lait alpin est nettement plus riche en *lactose* que les autres laits de France ; mais, dans le domaine exclusivement montagnard, la teneur moyenne en lactose varie très peu. Cette teneur est cependant plus élevée dans les Alpes du Sud et dans les Alpes du Nord, très faiblement plus forte en hiver qu'en été. En outre, les écarts à la variation moyenne, qui sont plus élevés l'hiver que l'été, semblent démontrer, comme pour la caséine d'ailleurs, l'influence de la ration alimentaire sur le taux de lactose du lait ;

8° Le lait alpin est nettement plus riche en *chlorures* que les autres laits de France, mais si, comme pour la lactation, la concentration moyenne en chlorures est sensiblement égale dans les Alpes du Nord et les Alpes du Sud, absolument semblable en hiver comme en été, les écarts à la moyenne régionale sont beaucoup plus accentués que pour le lactose, surtout dans les Alpes du Nord, et dépassent parfois 50%. Il semble bien que les chlorures du lait, qui dans certaines vallées comme celles du Queyras, diminuent l'hiver alors que la ration alimentaire est beaucoup plus salée qu'en été, subissent plus que le lactose l'influence des divers facteurs climatiques ; et, on ne doit pas oublier que les variations du taux des chlorures ont une influence plus grande sur la valeur de la constante moléculaire simplifiée corrigée que la variation du taux du lactose : si bien qu'en définitive, si la constante moléculaire simplifiée corrigée a, dans les Alpes, une valeur moyenne supérieure à celle des autres provinces françaises, elle le doit avant tout à la teneur élevée des laits alpins en chlorures ;

9° Le lait alpin est beaucoup moins riche en *phosphates*, que les autres laits en France ; le taux des phosphates minéraux du lait alpin est plus élevé l'hiver que l'été. La cause principale paraît être l'alimentation, la ration hivernale étant infiniment plus riche en phosphore que l'herbe des pâturages. En outre, dans le domaine montagnard, les phosphates diminuent avec l'altitude, si bien que la pauvreté du lait alpin en phosphore semble devoir être imputée à une cause climatique complexe où la température joue sans doute encore le rôle principal. Les oscillations du taux phosphaté dans le lait alpin sont très importantes puisque les écarts à la valeur moyenne dépassent parfois celle-ci et c'est là une preuve de plus que les facteurs climatiques, si rapidement variables en montagne, ont

une influence remarquable sur la composition qualitative et quantitative de la sécrétion lactée ;

10° La constante de Gros a, dans les Alpes, une moyenne sensiblement égale à celle des principaux types de lait français. Elle est plus élevée l'hiver que l'été et ses écarts, qui n'excèdent pas 14% en hiver, atteignent 19% en été, tandis que ses moyennes générales par vallées sont assez constantes et n'oscillent qu'entre 90 et 93 ;

11° Le rapport de M^{lle} SARRAN (*rapport phosphore minéral/chlore*) qui, suivant son auteur, doit osciller entre 1,3 et 1,6, ne dépasse pas la moyenne de 0,08 en été et 0,21 en hiver avec un maximum de 0,20 en été et 0,27 en hiver. En outre, ses écarts, qui sont de 83% en hiver, atteignent 95% en été ; si bien que ce rapport, préconisé pour la détermination de la fraude du lait par salage, paraît inutilisable en montagne.

12° La C. M. S. C. est beaucoup plus élevée dans le lait des vaches alpines que dans celui des autres régions françaises. Dans le cadre purement alpin, elle est plus élevée dans les Alpes du Sud que dans les Alpes du Nord, plus élevée aussi en été qu'en hiver ; mais cette dernière observation est due non plus aux variations du lactose et des chlorures qui, saisonnièrement, sont très faibles, mais aux variations plus importantes de la matière grasse et de la caséine. La valeur moyenne générale de la constante moléculaire simplifiée et corrigée pour les laits alpins est voisine de 82 alors qu'elle est rarement supérieure à 75 pour les laits de toutes les provinces françaises.

Le fait qui frappe d'abord, c'est que les variations, à partir de la valeur moyenne, de la constante moléculaire simplifiée et corrigée, d'une vallée à l'autre, ou même d'un village à l'autre d'une même vallée, sont souvent très accusées et ces différences ne peuvent, en aucun cas, être attribuées à des erreurs expérimentales. Pour les autres provinces, au contraire, il y a une plus grande uniformité dans les valeurs de la constante moléculaire simplifiée et corrigée. Nous pensons que le caractère accusé du climat alpin (raréfaction de l'air, température basse, ensoleillement intense, etc...) est une des causes de ce comportement particulier de la constante moléculaire simplifiée et corrigée des laits alpins. D'où la nécessité pratique, immédiate, pour l'expert qui recherche la fraude dans un lait alpin, de tenir compte non seulement de la valeur moyenne générale de la constante moléculaire simplifiée et corrigée pour la région des Alpes, mais encore de songer aux variations importantes de cette grandeur d'une vallée à l'autre ou même d'un village à l'autre de cette même vallée.

L'influence de la saison sur la valeur de la constante moléculaire

simplifiée et corrigée ne paraît pas très grande malgré la différence fondamentale d'habitat et d'alimentation des vaches laitières. En fait, cela revient à dire que la teneur moyenne du lait alpin en lactose et en chlorures ne varie pas sensiblement quand on passe de l'hiver à l'été. Il ne faudrait pas croire, cependant, que la sécrétion lactée des vaches alpines est la même quand elles paissent l'herbe fraîche des pâturages situés à grande altitude et quand elles sont nourries à l'étable avec des rations artificielles où les tourteaux, riches en corps gras, entrent pour une bonne part. Comme nous allons le voir, l'influence de l'alimentation et de l'habitat est plus net sur la teneur du lait en phosphates et en calcium ; mais on sait que ces éléments n'interviennent pas dans le calcul de la constante moléculaire simplifiée et corrigée.

En conclusion de nos observations, il semble que la constante moléculaire simplifiée et corrigée augmente avec l'altitude moyenne des vallées productrices, c'est-à-dire quand la température moyenne de l'atmosphère s'abaisse. C'est sans doute pour cette dernière raison que la constante moléculaire simplifiée et corrigée augmente par vent violent et froid. Dans le cadre de notre étude, la constante moléculaire simplifiée et corrigée semble augmenter quand la latitude diminue, mais, sans doute, n'est-ce là que la conséquence de notre précédente observation, l'altitude moyenne des hautes vallées du Briançonnais et du Queyras étant plus élevée que celle des hautes vallées savoyardes. Malgré les variations climatiques accusées et brusques du climat alpin et malgré ses régimes de vie opposés pendant le cours de l'année, malgré une période de vélage uniforme dans la plus grande partie des Alpes, malgré les épidémies qui sévissent dans le domaine alpin, comme partout ailleurs, la constante moléculaire simplifiée et corrigée ne varie que très peu et reste presque toujours au-dessus de 80 ; ses écarts individuels atteignent 22% en été, mais ses moyennes par vallée oscillent entre 78,6 et 83,1 en été, 79,6 et 85 en hiver, tandis que sa moyenne générale ne varie que de 80 à 82 ;

13° Au cours de nos recherches, notre attention a été tout particulièrement attirée par les variations des *teneurs en calcium* du lait alpin. La teneur moyenne en calcium varie pour les différentes vallées de 1,2 à 1,6, soit de 25% environ ; cette teneur semble d'autant plus forte que l'ensoleillement est plus grand. La teneur en calcium, pour le même ensoleillement, c'est-à-dire pour la même durée d'exposition quotidienne des pâturages au soleil, augmente avec l'altitude. Nous pouvons donc penser qu'il s'agit là d'une influence particulière de la lumière solaire, qui n'est plus un simple réchauffement de l'air ou du sol, mais plutôt un effet de radiation. A grande altitude, le spectre contient plus de radiations ultra-

violettes ; or, on sait que ce rayonnement intervient fortement dans la fixation du calcium par les êtres vivants : on peut penser, dans ces conditions, que le lait alpin produit par des animaux irradiés est riche à la fois en calcium et en nombreux autres principes bienfaisants. L'influence de l'ensoleillement est encore confirmée par ce fait que les laits d'été sont plus riches en calcium que les laits d'hiver des mêmes régions et que, d'autre part, il ne s'agit pas de l'influence de l'alimentation puisque le lait des vaches enfermées dans des étables ensoleillées (vallée de la Clairée) est plus riche en calcium que celui des vaches dont les étables ne laissent guère pénétrer la lumière du jour (vallée des Aigues).

En résumé, le lait alpin est moins riche en phosphore (caséine, phosphates) que les autres laits français ; mais, par contre, il est nettement plus riche en calcium, en lactose et en chlorures. En conséquence, sa constante moléculaire simplifiée et corrigée est plus élevée. Quelle que soit l'influence importante des divers facteurs climatiques sur la composition qualitative et quantitative du lait alpin et sur les variations de sa constante moléculaire simplifiée et corrigée, il apparaît que cette constante chimique est, dans le cadre exclusivement montagnard autant que dans les autres provinces françaises, un test sûr pour le contrôle du lait.

LA FLUORESCENCE DU BEURRE

par

MAURICE DÉRIBÉRÉ

Dans une précédente étude, nous avons indiqué en ces colonnes les données générales concernant la fluorescence du lait et les indications qui peuvent en être tirées du point de vue du contrôle et des identifications [1].

Le même intérêt se retrouve dans le comportement du beurre sous les rayons ultra-violetés filtrés (lumière de Wood).

Lorsqu'on examine une motte de beurre de lait de vache, pur et frais, sous la lumière de Wood, on observe une fluorescence jaune canari, bien nette. En couches très minces cette fluorescence s'atténue, mais subsiste encore.

Toutefois, par irradiation en lumière du jour ou sous les rayons ultra-violetés, la fluorescence jaune s'affaiblit et tend à disparaître, aussi devra-t-on faire les essais sur un échantillon prélevé frais à l'intérieur de la motte et non en surface.

De ce fait l'examen en fluorescence permet, par examen de surface, de distinguer un beurre frais d'un beurre rance ancien. La