

LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

SOMMAIRE

Mémoires originaux :

A.-M. GUÉRAULT. — Quelques réflexions d'ordre pratique sur le rôle du calcium en fromagerie 593

L. M. BURUIANA et V. PAVLU. — Recherches polarographiques sur les protéines du lait 601

J. CASALIS. — L'évolution de la production laitière en France 615

SUPPLÉMENT TECHNIQUE

G. GÉNIN. — L'emploi de l'urée dans le traitement de la caséine utilisée dans la fabrication du papier couché 620

Bibliographie analytique :

1^o Les livres 633
 2^o Journaux, Revues, Sociétés savantes 639
 3^o Brevets 679

Bulletin bibliographique :

1^o Les livres 682
 2^o Journaux, Revues, Sociétés savantes 683

Documents et informations :

M. BEAU. — La situation laitière 692

L'ensilage et la production laitière 694

Le froid à la ferme 696

Transport du lait des hauts pâturages aux installations de la vallée par tuyaux en polyéthylène 697

Quelques renseignements statistiques 698

Hommage au Docteur Pierre PORCHER 699

Un arbre généalogique du lait 699

Table des matières 700

Table des auteurs 704

Table des ouvrages analysés 719

MÉMOIRES ORIGINAUX (1)

QUELQUES RÉFLEXIONS D'ORDRE PRATIQUE SUR LE RÔLE DU CALCIUM EN FROMAGERIE

par

A. M. GUÉRAULT

On a remarqué depuis quelque temps, chez certains spécialistes des questions fromagères, les signes cliniques d'une maladie nouvelle, heureusement sans gravité, qui tantôt les plonge dans un état de dépression latente et tantôt, au contraire, provoque chez eux une excitation toute passagère.

En raison des symptômes qui la caractérisent, on lui a donné le nom de calciomanie. Elle est le plus souvent insidieuse à l'origine

(1) Reproduction interdite sans indication de source.

et ses progrès sont assez lents. Mais le diagnostic devient aisé aussi bien que certain lorsque le sujet commence de rapporter tout ce qu'il constate dans les fabrications à l'évolution du système calcaïque dans les laits de fromagerie.

A temps nouveaux, mal nouveau, pourrait dire un proverbe. On n'avait jamais signalé de cas jusqu'à ces dernières années si ce n'est celui d'un certain PORCHER qui, en 1929, avait consacré d'innombrables heures à l'étude de la coagulation du lait, découvrant que le calcium jouait un rôle considérable dans le processus du phénomène.

Il n'en est plus de même aujourd'hui et l'auteur de ces lignes reconnaît bien volontiers qu'il a contracté le mal, ce qui n'a rien, en soi, de péjoratif !

A une époque où l'on est de plus en plus disposé à parler du Progrès, à le mettre en courbes ascendantes pour faire apparaître son évolution toujours plus favorable dans presque tous les domaines, il faut bien, cependant, se rendre à l'évidence et constater qu'en matière de fromagerie les difficultés que l'on rencontre se développent beaucoup plus vite que les satisfactions que l'on obtient.

Pourtant, l'artisanat qui était de règle il y a deux ou trois décades seulement, a cédé la place à l'industrie et les usines, même les plus petites, se servent maintenant d'équipements et d'installations modernes, simplifiant le travail et le rendant plus facile et plus prompt.

Mais si les moyens dont dispose le fromager sont meilleurs, si les techniques sont plus précises et surtout plus mécanisées, l'ensemble s'applique à utiliser et transformer une matière première qui, dans l'hypothèse la plus favorable, n'a pas changé. Le lait est toujours un milieu vivant, merveilleux support et aliment pour une multitude de germes divers qui le modifient sans cesse... par rapport à ce qu'il était au sortir du pis.

Il n'a pas changé, disions-nous, et pourtant ceux qui le travaillent se plaignent chaque jour un peu plus et se trouvent dérouterés devant ses réactions imprévisibles, malgré toute leur expérience et leur souvent très longue pratique. Il n'a pas changé, et l'on a même réussi, dans bien des cas, à le rendre moins vulnérable et plus constant — bactériologiquement parlant — en lui appliquant les méthodes de pasteurisation. Tout devrait donc aller mieux, et pourtant...

S'il était autrefois, parmi toutes celles qu'il réalisait, une opération que le fromager considérait comme élémentaire et sans dangers, c'était bien l'emprésurage. En se basant sur l'acidité titrable mesurée à l'appareil Dornic — et l'empirisme suppléait même parfois, sans grand mal, à l'emploi de cet engin très simple — en

faisant varier légèrement la température de chauffage du lait, il arrivait, d'une manière générale, à déterminer aisément la dose de présure à utiliser pour obtenir un coagulum satisfaisant.

Que les temps sont changés ! En des régions de plus en plus nombreuses on signale des difficultés de coagulation. Quand on n'en parle pas, cela ne veut pas dire qu'elles n'existent pas, mais simplement qu'on ne leur a pas attribué l'importance qu'elles ont dans le développement des opérations ultérieures et particulièrement de l'égouttage.

Or, si l'on veut bien y réfléchir un instant, on s'aperçoit très vite que lorsqu'un fromage n'est pas réussi, cela provient en fait, presque toujours, du premier stade de la fabrication. La mise en présure conditionne le résultat futur et ceci d'autant plus nettement que le travail est moins mécanique. L'avenir d'un fromage à pâte molle est inscrit dans l'emprésurage du lait et celui qui prétend pouvoir le modifier grandement après coup, peut être, sans aucun doute, pris pour un présomptueux à moins qu'il ne soit inconscient !

C'est un fait d'expérience. Les laits ne caillent plus comme autrefois, et l'égouttage des caillés est devenu un problème souvent angoissant pour bien des fromagers. Dans certains cas, la différence est relativement faible par rapport à ce qui se passait il y a dix ou vingt ans. En d'autres, par contre, elle est considérable et jette le désarroi dans l'usine. Quel est donc l'élément dont le déséquilibre vient ainsi troubler la quiétude de maintes entreprises ? Interrogez le Calciomane, il n'hésitera pas à vous le dire, car il « sait à quoi s'en tenir ». Pour lui, pas de doute, c'est le calcium qui fait des siennes.

Certes, on discute encore aujourd'hui sur le mode d'action de la présure dans le lait. Mais on admet généralement qu'elle se réalise en deux phases distinctes que les mêmes facteurs n'influencent pas de la même façon. La première est purement préparatoire. C'est une sorte de découpage qui sépare le phosphocasinat en deux parties inégales et provoque l'apparition du paracasinat qui précipitera dans le deuxième temps. Mais précipitera-t-il ? Et comment ? Cela dépendra du calcium ou plus exactement de la forme sous laquelle il se trouvera dans le lait soumis à la présure.

PORCHER l'avait démontré, non sans mérite, sinon sans compréhension de la part de ses contemporains. Il avait prouvé le rôle primordial joué par les ions Ca^{++} libres et la nécessité absolue de leur présence pour qu'il y ait formation d'un caillé. Mais il n'avait, chose curieuse, tiré aucune conclusion pratique de ses études que les fromagers continuèrent d'ignorer pendant fort longtemps. Affirmation aventureuse dira-t-on peut-être, puisque

nombreux sont ceux qui, depuis des lustres, n'hésitent pas à ajouter du chlorure de calcium à leur lait. Bien sûr, mais savent-ils pourquoi ? Sont-ils sûrs d'en mettre toujours à bon escient ? Et l'empirisme ne continue-t-il pas d'en guider l'emploi aussi bien que d'en fixer les doses ?

Les fromagers ne sont d'ailleurs pas les seuls à faire usage des sels de chaux. Ceux-ci jouissent d'une grande vogue depuis quelques années. Poudres, cachets, comprimés, ampoules buvables ou pour injection, suppositoires, tous les moyens sont bons pour introduire dans l'organisme humain ce précieux métal, nouvelle panacée que les médecins conseillent d'autant plus volontiers qu'elle ne peut, pensent-ils, faire de mal à personne ! Mais l'introduction ne présuppose pas forcément — il s'en faut — l'assimilation, c'est-à-dire l'efficacité.

Ce problème de l'efficacité ne se pose-t-il pas de même pour le lait de fromagerie ? Celui-ci contient toujours du calcium, beaucoup plus en tout cas qu'il n'en faut, chimiquement parlant, pour permettre la coagulation normale du lait. Mais il n'est pas, mais il n'est plus toujours sous une forme directement utilisable et son dosage par les méthodes analytiques classiques n'apporte aucun renseignement valable. De deux laits contenant l'un 1 gr. 40 et l'autre 0 gr. 85 de calcium par litre, c'est parfois le second qui caillera mieux que le premier.

Les traités de chimie élémentaire expliquent comment un sel métallique peut s'ioniser c'est-à-dire se diviser, non pas chimiquement, mais électriquement en éléments chargés positivement ou négativement qui apparaissent dès que l'on met le produit en solution dans l'eau, pour autant qu'il soit soluble, évidemment.

Or le calcium du lait se présente en principe sous la forme de sels qui sont généralement des phosphates, plus ou moins étroitement associés aux éléments protéiques, particulièrement à la caséine. Il s'agit d'une association à caractère amical qui peut, de ce fait, se dénouer sans trop de difficultés sous certaines influences, et permettre ainsi à ses constituants salins de s'ioniser ultérieurement.

Certes, le phosphate tricalcique est réputé insoluble et toute l'eau que contient un litre de lait ne suffirait sûrement pas à en faire une solution complète. Mais par une vertu bien particulière, tout se passe, dès que les ferments lactiques interviennent pour transformer le lactose en acide faible, comme si celui-ci, peut-être parce que produit à l'état naissant, à la fois en tous les points du milieu, s'avérait capable de déplacer l'acide phosphorique plus fort et de lui arracher une partie de son calcium en lui cédant, en échange, des ions hydrogènes. De telle sorte que dans un lait en voie d'acidi-

fication, le phosphate tricalcique se transformerait en bicalcique moins insoluble, voire même en monocalcique parfaitement soluble, donc l'un et l'autre plus ou moins ionisables.

Nous avons parlé d'acidification du lait. Mais nous n'avons pas dit qu'elle était toujours mesurable et nous devons constater que l'acidimètre si familier aux praticiens leur fournit des indications parfois trompeuses puisque en réalité, il ne fait apparaître que l'excédent d'acidité produite. Un exemple frappant nous est donné par les fruitières de l'Est où l'on fabrique de l'Emmental ou du Comté. On laisse reposer le lait dans la chambre de garde après l'avoir versé dans des rondots, souvent rafraîchis par l'eau courante venue des montagnes. S'agit-il de favoriser la lente montée, à la surface du lait, d'une couche de crème que l'on enlèvera à la poche, évitant ainsi d'utiliser l'écrèmeuse encore suspecte à quelques vieux fromagers ? Oui certes, mais il y a bien plus.

Le lait reçu à la coulée, très peu de temps après la traite, est encore dans sa phase bactériostatique, période pendant laquelle il est peu enclin à tolérer le développement de la fermentation lactique. Mais ce stade ne dure d'ailleurs que quelques heures, en nombre variable du reste, au bout desquelles, comme lassé d'y faire opposition, le lait s'abandonne à la flore qui l'habite et lui permet, alors, de travailler à sa guise. Et cela est vrai, même s'il est maintenu à une température relativement basse comme c'est le cas dans la chambre à lait. Alors les germes lactiques s'en donnent à cœur joie, commençant leur extraordinaire travail de grignotage du lactose dont ils se nourrissent, d'abord pour pouvoir se multiplier, ensuite pour produire de l'acide lactique.

Mais celui-ci n'est pas immédiatement décelé par la simple réaction de décoloration de la phénolphtaléine. Au départ, l'appareil Dornic (ou tout autre similaire) ne mesure que l'acidité purement « chimique » fournie par certains éléments salins du lait. Lorsque les premières traces d'acide lactique sont produites, celui-ci attaque immédiatement — non sans courage, pourrait-on dire — les phosphates calciques dont l'élément acide est pourtant plus fort. Mais il vient de naître, il est en pleine effervescence et décroche un peu de calcium auquel il se combine en se neutralisant.

Ceci explique pourquoi le lendemain matin, le fromager trouve son lait titrant à très peu près le même nombre de degrés Dornic que la veille. Et pourtant, ce n'est déjà plus le même lait puisque le calcium n'y est plus, du moins partiellement, sous la même forme et que le nombre d'ions Ca^{++} libres a nettement augmenté, facilitant ainsi la coagulation par la présure ou plutôt consécutive à l'addition de présure.

C'est ce qui devrait toujours se produire soit à la fruitière

lorsqu'elle reçoit le lait très frais aussitôt la traite, soit à la ferme si celle-ci ne délivre son lait qu'une fois par jour. Mais il est des cas de plus en plus nombreux où le processus est bien différent.

Si les ferments lactiques transforment bien le lactose en acide, celui-ci paraît absolument impuissant devant son grand adversaire phosphorique. Malgré tous ses efforts, il ne parvient pas à lui arracher la moindre parcelle de calcium qui reste délibérément sous sa forme primitive non ionisée. Pourtant, le fromager a bon espoir car l'acidimètre lui fournit des indications très nettes, traduisant une acidité croissante. Le praticien, en bonne logique, diminue sa dose de présure et se trouve tout surpris lorsqu'il constate que son lait tarde à coaguler et qu'ensuite son caillé ne parvient pas à durcir comme il l'aurait voulu.

Alors il fait machine arrière et force son emprésurage, mais sans grand succès. Il chauffe son lait plus fort et n'hésite pas à aller jusqu'à 34°, voire même à les dépasser. Les résultats restent décevants. Et le voilà désespéré, ne sachant plus à quel saint se vouer, prêt à admettre que son lait a été subitement ensoreolé !

Que s'est-il passé ? Les savants ont adopté un mot pour définir le phénomène et disent que le calcium du lait s'est trouvé « séquestré ». Soudé, beaucoup plus intimement que dans la normale, à la caséine, et sans doute aussi aux autres albumines du lait, il est, grâce à elles, protégé contre l'attaque de l'acide lactique. Celui-ci, ne trouvant rien à se mettre sous la dent, reste sous sa forme libre, immédiatement décelé par l'acidimètre donc perceptible au fromager, qui commet une erreur en accordant le même crédit aux indications de son appareil analysant soit un lait normal soit un lait au calcium séquestré.

Il est facile de mettre en équation les faits constatés. Si nous appelons AT l'acidité totale acquise ou produite, AN la portion de celle-ci qui est neutralisée et AD celle mesurée par l'acidimètre, on a :

$$AD = AT - AN$$

Dans le lait anormal, l'acidité neutralisée est nulle, on a donc cette fois :

$$AD = AT$$

Est-il possible de remédier à cet inconvénient ? On a vu précédemment que le « mûrissement » avait une influence favorable sur les laits très frais dans lesquels une flore lactique peu nombreuse n'a pas encore provoqué l'ionisation du calcium. On peut donc être tenté d'employer le même procédé pour tous les laits. Mais le succès sera très variable et, dans certains cas, fort aléatoire.

Cependant il est prévisible lorsqu'il intervient après pasteurisation, qui a pour effet — et ceci d'autant plus que la température

a été plus élevée — de réinsolubiliser une certaine proportion de phosphates. Le mûrissement permet de libérer à nouveau le calcium ce qui est sans doute préférable à l'addition de Cl^2Ca .

Mais celle-ci sera parfois inévitable, notamment lorsqu'il y a séquestration. Elle apporte les ions Ca^{++} libres indispensables, même — et ceci peut apparaître paradoxal — à des laits riches en calcium. Cependant, comme on le verra plus loin, lorsqu'il s'agira de fromages à pâte molle, on ne devra pas oublier que cette pratique accroît, en fait, la quantité totale à extraire du coagulum pour le déminéraliser, rendant ainsi l'égouttage complet plus difficile à réaliser.

Evidemment, cet apport de Cl^2Ca n'est qu'un palliatif et l'on peut trouver étrange d'être obligé d'y recourir pour un lait que la nature a si richement doté. Mais ce n'est sûrement pas elle qui provoque la séquestration. Il y aurait donc un très grand intérêt à déterminer les causes extra-naturelles responsables de cet état de choses. Sans aucun doute, l'action de l'homme doit être examinée au premier chef. Mais quand et comment se produit-elle ? Faut-il incriminer l'emploi de certains types d'engrais phosphatés ou, plus tard, l'usage de certaines catégories de détergents pour le nettoyage de la vaisselle laitière ? Comment s'en rendre compte sinon en commençant l'enquête dès le départ, à la ferme, bien avant l'étable, c'est-à-dire, dans les champs ou les pâturages qui fournissent l'alimentation du bétail. C'est un gros travail sans doute, mais qui mérite d'être entrepris.

Car ceci nous ramène à une constatation primordiale en matière de fromagerie : le sol et les modes de cultures d'une zone de ramassage marquent le lait de leur empreinte pratiquement indélébile. Pendant fort longtemps, on n'a envisagé ce problème que sous l'aspect très particulier du « cru » auquel de nombreux commerçants, qui se faisaient gloire d'affiner les fromages, attachaient une importance certaine. Ils voyaient leur opinion partagée par un grand nombre de leurs clients, qui savaient, en connaisseurs, apprécier les produits qu'ils aimaient déguster.

Aujourd'hui — et malgré de louables efforts tentés pour faire revivre et redonner un lustre à l'origine — la masse des consommateurs est de moins en moins capable, hélas, d'un jugement qualifié. Suivant le détestable exemple de maints pays étrangers où le fromage est considéré comme un aliment mais non comme un mets de choix, ils recherchent le goût neutre et, pour eux, le cru ne joue pas ou bien peu.

Ce sont donc maintenant les autres caractères imprimés au lait, et à travers lui au produit, qui deviennent primordiaux et dont il faudra, à l'avenir, tenir compte de plus en plus. Certes, l'extrait

sec total, et, par voie de conséquence, le rendement en fromage auront une influence déterminante, mais nous venons de voir qu'il ne sera pas possible de négliger le calcium ni d'ignorer la forme sous laquelle on le trouvera dans le lait.

Or ce métal qui ne représente guère plus de un pour mille de la matière première que l'on transformera en fromage, n'a pas fini d'étonner le praticien. Indispensable, sous réserve d'une ionisation satisfaisante, pour la constitution d'un coagulum normal permettant une bonne synérèse ultérieure, il n'est pas moins important, mais cette fois à l'état insoluble, comme futur constituant de la pâte et particulièrement responsable de la texture de celle-ci.

C'est au deuxième stade de la fabrication, celui de l'égouttage, que l'on retrouvera le calcium et qu'on lui verra jouer un rôle nouveau dont la connaissance fournira au fromager le moyen de guider et d'orienter le travail de son caillé. Plus il voudra obtenir une pâte longue et bien liée, et plus il aura besoin de retenir une forte proportion de calcium dans le fromage où ce métal interviendra comme le fait la chaux dans le mortier du maçon. Dans ce cas, le praticien évitera au maximum de le laisser partir dans le sérum, c'est-à-dire qu'il s'opposera à ce qu'une action lactique poussée à l'excès en arrache une trop grande quantité au complexe formé avec la caséine.

A l'inverse, lorsqu'il recherchera une pâte friable, peu homogène tant que la protéolyse n'aura pas solubilisé la caséine, il essaiera d'obtenir une déminéralisation massive et presque totale. C'est le cas des fromages à pâte molle et encore plus des fromages frais. Mais, pour ceux-ci, le résultat sera moins apparent que pour ceux-là. En effet, le calcium aura bien quitté le coagulum pour se retrouver dans le sérum, mais la forte humidité recherchée dans le produit fini obligera d'y conserver une part importante de ce sérum qui apportera, avec lui, le calcium éliminé du caillé.

Lorsque l'on veut bien y réfléchir, rien n'est plus passionnant que ce contraste entre les deux actions contradictoires du calcium qui, dans la fabrication des fromages, joue un perpétuel double jeu. Il n'est donc pas étonnant que le simple praticien soit fréquemment dérouté devant les phénomènes qu'il constate et dont il ne songe pas, assez souvent, à imputer la responsabilité à ce métal si vulgaire dans la nature et si précieux dans le lait.

Si bien que l'on peut se demander si, dans la profession fromagère, le calciomane ne serait pas, en fait, l'homme normal tandis que celui qui se flatterait d'être indemne de la maladie ne ferait preuve que d'une lamentable et dangereuse déficience... calcique.