



**HAL**  
open science

## Relation entre le pH, la composition chimique et la texture des fromages de type Camembert

L. Vassal, Véronique Monnet, D. Le Bars, Colette Roux, J.C. Gripon

### ► To cite this version:

L. Vassal, Véronique Monnet, D. Le Bars, Colette Roux, J.C. Gripon. Relation entre le pH, la composition chimique et la texture des fromages de type Camembert. *Le Lait*, 1986, 66 (4), pp.341-351. hal-00929074

**HAL Id: hal-00929074**

**<https://hal.science/hal-00929074>**

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.

## Relation entre le pH, la composition chimique et la texture des fromages de type Camembert

L. VASSAL\*, Véronique MONNET\*, D. LE BARS\*, Colette ROUX\*\*  
et J.C. GRIPON\*

\* I.N.R.A., Laboratoire de Biochimie et Technologie Laitières,  
78350 Jouy-en-Josas, France

\*\* I.N.R.A., Laboratoire de Biométrie associé à la chaire de l'I.N.S.A.M.,  
Ecole Nationale Supérieure Agronomique, 9, place Viala,  
34406 Montpellier cedex, France

### Résumé

L'influence du pH et de certains facteurs physico-chimiques (teneur en azote total, en azote soluble, en matière grasse, en calcium, en sel, en eau) sur la texture du camembert a été étudiée par analyse de régression multiple progressive. Le pH est le paramètre qui influe le plus sur la texture, même à l'intérieur du fromage. L'extrait sec est le second paramètre qui intervient dans l'explication du phénomène.

L'incubation de camemberts jeunes (2 à 3 jours) en atmosphère ammoniacale permet de reproduire artificiellement l'augmentation du pH provoquée par le *Penicillium camemberti* sans modifier la protéolyse du caillé. Le ramollissement de la pâte observé dans la zone externe de ces caillés incubés en présence d'ammoniaque confirme le rôle majeur du pH dans les modifications de texture lors de l'affinage du camembert.

*Mots clés* : Texture - pH - Fromage à pâte molle - Camembert.

### Summary

*Relation between pH, chemical composition and texture of Camembert cheese*

Influence of pH and other physicochemical parameters (dry matter, total nitrogen, soluble nitrogen, fat, salt, calcium) on camembert cheese texture has been studied by a stepwise regression analysis. pH is the most significant variable and dry matter the second one. Incubation of young camembert cheese (2 to 3 days old) in an NH<sub>3</sub> atmosphere simulates the increase of pH due to *Penicillium camemberti* without modification of the proteolysis of the curd. Softening of the outer part of these curds confirms the major role of the pH in the softening occurring during camembert cheese ripening.

*Key words* : Texture - pH - Soft cheese - Camembert cheese.

### Introduction

La texture est un élément majeur de la qualité des fromages à pâte molle. Dans le cas précis du camembert, on assiste au cours de la maturation à l'amollissement de la partie externe du fromage. Cette zone modifiée s'étend progressivement vers l'intérieur et dans le cas des fromages ayant une teneur en eau

trop élevée, on peut même observer l'obtention d'une pâte coulante. Ce changement de texture était généralement attribué à l'activité des protéases synthétisées par le *Penicillium camemberti* (KNOOP et PETERS, 1971 et 1972). En fait, LENOIR (1970) et NOOMEN (1983) ont montré que la diffusion de ces enzymes est limitée aux premiers millimètres sous la croûte et ne peut, par conséquent, expliquer à elle seule le phénomène rhéologique observé.

Outre la protéolyse, d'autres paramètres physico-chimiques gouvernent la texture des fromages, parmi lesquels interviennent en premier lieu les teneurs en eau, en matière grasse mais aussi les teneurs en calcium, en sel et le pH (CHEN *et al.*, 1979). Toutefois dans un fromage de nombreux paramètres physico-chimiques sont interdépendants et, de ce fait, il est difficile de définir et d'évaluer la part prise par chacun d'eux. Afin de s'affranchir de cette difficulté, des méthodes statistiques multivariées, portant sur des données analytiques issues de variétés de fromages très différentes, ont été utilisées (RUEGG *et al.*, 1980 ; CHEN *et al.*, 1979).

Toutefois certains paramètres peuvent n'agir que dans des domaines très étroits et la comparaison de fromages différents peut masquer certains phénomènes propres à une seule variété. Dans le présent travail, la fermeté du camembert a été mesurée par pénétrométrie et l'importance relative de différents facteurs physico-chimiques sur la texture a été évaluée en soumettant les données analytiques à une régression multiple progressive. L'importance du pH de la pâte mise en évidence par cette analyse statistique a été confirmée par incubation de caillés de camembert nonensemencés en *Penicillium* dans une atmosphère ammoniacale, ce qui permet, comme l'a observé NOOMEN (1983), de simuler la remontée du pH de la zone externe créée par la moisissure.

## I. Matériel et méthodes

### A. Origine des fromages

L'étude statistique a porté sur 24 fromages. Seize d'entre eux étaient fabriqués à partir de lait cru dans quatre usines différentes. Ils ont été analysés en fin d'affinage à un stade correspondant à un optimum de qualité organoleptique. Les 8 autres étaient fabriqués à partir de lait pasteurisé à la laiterie expérimentale du Centre de Recherches de Jouy (C.R.J.) selon un procédé décrit précédemment (VASSAL et GRIPON, 1984). Les analyses de ces derniers fromages ont été effectuées après 7, 14, 21 et 28 jours d'affinage sur 2 fromages par prélèvement.

Les caillés utilisés 48 à 72 h après leur fabrication lors des incubations en présence d'ammoniac ont été produits également à la laiterie expérimentale du C.R.J. selon le même protocole. Cependant aucun ensemencement en *Penicillium camemberti* n'était fait. Les fromages étaient immergés après salage dans une solution de pimarinine (4 g/l) pour éviter tout développement de flore fongique.

### B. Incubation en atmosphère ammoniacale

48 à 72 h après leur fabrication, les caillés étaient incubés sous des cloches en plastique d'un volume de 20 l en présence de 200 ml d'une solution

d'ammoniaque (5 M, 7,5 M ou 10 M pendant 1 h, 1 h 30 ou 2 h). Ils étaient ensuite incubés à 4° C, pendant 24 h, pour permettre au gradient de pH de s'établir, puis soumis à l'analyse rhéologique et aux mesures de pH.

### C. Mesures rhéologiques

Les caractéristiques rhéologiques des fromages ont été déterminées par des tests pénétrométriques qui permettent une évaluation de la texture de la pâte en plusieurs endroits d'une même tranche de fromage. Une tranche de 2 cm d'épaisseur était découpée selon un diamètre du fromage. Les tests de pénétrométrie étaient effectués sur la tranche perpendiculairement à la coupe, après que l'échantillon soit équilibré à la température de 20° C. Dans le cas des fromages analysés pour l'étude statistique, une aiguille de 2 mm de diamètre était fixée sur la traverse mobile d'un appareil Instron et était enfoncée dans l'échantillon à une vitesse constante de 25 mm par minute. La tranche de fromage était posée sur un capteur de force (balance Sartorius) et la force nécessaire à la pénétration était directement enregistrée sur un micro-ordinateur Apple II. La fermeté de la pâte (F) était représentée par le travail (mesuré en g.cm) effectué pendant l'enfoncement de l'aiguille jusqu'à une profondeur de 5 mm (fig. 1). Pour l'étude statistique concernant la partie externe, 3 piqûres étaient effectuées à environ 2 mm de la croûte de chaque face, l'une au centre et les 2 autres à mi-rayon. Pour l'étude de la zone centrale, 3 piqûres étaient effectuées selon l'axe longitudinal de l'échantillon, également au centre et à mi-rayon du fromage.

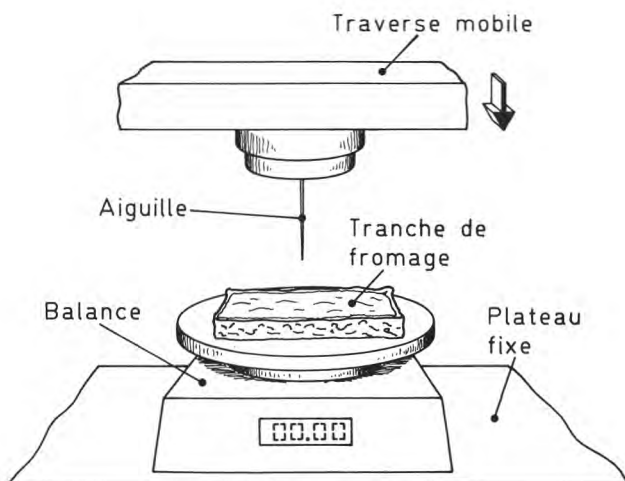


Fig. 1

*Dispositif utilisé pour les mesures rhéologiques.*

*Apparatus used for the texture measurements.*

Dans le cas des fromages expérimentaux incubés en atmosphère ammoniacale, les mesures rhéologiques étaient analogues mais l'aiguille était remplacée par une lame de 0,5 mm d'épaisseur et 20 mm de largeur pour tenter de pallier l'hétérogénéité de ce type de caillé. Les pénétrations étaient effectuées à des distances de 2, 4, 10 et 15 mm de la surface d'une face du fromage.

#### D. Analyses physico-chimiques

L'extrait sec (ES) était déterminé par dessiccation à l'étuve à 101° C (F.I.L., 1958) et la matière grasse (MG) par la méthode butyrométrique de VAN GULIK (SERRES *et al.*, 1973). L'azote total (NT) et l'azote soluble (NS) à pH 4,6 étaient mesurés selon la méthode de GRIPON *et al.* (1975). Le calcium était dosé par photométrie de flamme sur les cendres du fromage et le sel par une méthode coulométrique à l'aide d'un appareil Corning. Ces paramètres étaient déterminés, pour les parties externes, sur des échantillons de 8 mm d'épaisseur prélevés sur chaque face du fromage et pour la partie interne sur le reste du fromage en excluant la couronne externe sur une largeur de 8 mm.

Le pH était mesuré à l'aide d'une électrode de pénétration de type aiguille de 3 mm de diamètre enfoncée au voisinage immédiat de chaque puits résultant de l'enfoncement de l'aiguille ou dans le puits même dans le cas de l'utilisation de la lame. Le pH et la texture étaient par conséquent mesurés aux mêmes endroits de la pâte.

#### E. Analyse statistique

Les données expérimentales ont été soumises à une analyse par régression multiple progressive (TOMASSONNE *et al.*, 1983) qui permet de sélectionner les variables explicatives de la texture.

## II. Résultats

### A. Etude par régression linéaire multiple progressive

Le tableau 1 indique les moyennes et la variabilité des différents paramètres, au centre et en périphérie des fromages. Le coefficient de variation est faible pour l'azote total, l'extrait sec, la matière grasse et le sel. Ceci s'explique par le fait que les mesures ont porté sur une seule variété de fromage dont les normes de composition varient peu. Par contre, la fermeté, l'azote soluble, le pH évoluent au cours de l'affinage et présentent des coefficients de variation élevés (fermeté : 65 et 68 % à la périphérie et au centre respectivement ; azote soluble 33 et 42 % ; pH écart-type égal à 0,78 et 0,81 unité). Les coefficients de variation des teneurs en calcium sont également élevés. Ceci s'explique d'une part par les teneurs plus fortes des fromages fabriqués à la laiterie expérimentale du C.R.J. et, d'autre part, par les migrations importantes de calcium qui se produisent au cours de l'affinage du centre vers la périphérie (LE GRAËT *et al.*, 1983).

Le tableau 2 présente la matrice des coefficients de corrélation pour les différentes variables. Comme l'on pouvait s'y attendre, des coefficients de corrél-

TABLEAU I

Composition des fromages (les analyses ont porté sur 24 fromages)  
Cheese composition (analysis were made for 24 cheeses)

	ZONE PERIPHERIQUE			ZONE INTERNE		
	Moyenne	Ecart-type	Coeff-de variation P.100	Moyenne	Ecart-type	Coeff-de variation P.100
NT (g/100g)	3,04	0,179	5,8	3,26	0,435	13,3
NS (g/100g)	1,19	0,400	3,3	0,96	0,412	42,6
ES (g/100g)	44,40	1,775	3,9	45,01	2,848	6,3
MG (g/100g)	22,23	1,681	7,5	22,37	1,939	8,6
Ca (g/100g)	0,331	0,0903	27,2	0,134	0,0926	68,8
NaCl (g/100g)	2,13	0,259	12,1	2,21	0,334	15,1
pH -	6,43	0,781	-	5,56	0,813	-
F (g. cm)	45,23	31,12	68,8	122,42	80,67	65,8

lation élevés sont observés entre l'extrait sec et l'azote total ainsi qu'entre l'extrait sec et la matière grasse. Des coefficients élevés sont également observés à la périphérie du fromage entre la matière grasse et l'azote soluble (coefficient égal à 0,68) et au centre entre l'azote soluble et le calcium (— 0,79). Les coefficients les plus élevés sont observés entre l'azote soluble et le pH (0,93 et 0,92 respectivement en périphérie et au centre), ce qui s'explique par la double activité du *Penicillium* (protéolytique et désacidifiante) lors de sa croissance. Parmi les corrélations simples entre la fermeté et les autres variables, seuls l'azote soluble et le pH présentent des valeurs élevées respectivement de — 0,74 et — 0,81 en périphérie et — 0,70 et — 0,72 au centre du fromage.

Lors de la régression multiple progressive, trois variables ont été retenues pour expliquer la variation de la fermeté. En zone périphérique, ce sont par ordre d'importance le pH, l'extrait sec et la matière grasse. Le coefficient de corrélation multiple est de 0,81 avec le pH seul et de 0,87 après l'introduction des deux autres variables. En zone centrale, deux variables contribuent de façon significative à l'explication de la fermeté, ce sont le pH et l'extrait sec. Le coefficient de corrélation multiple est de 0,72 avec le pH seul et de 0,78 avec le pH et l'extrait sec. Les coefficients des équations de régression multiple progressive sont donnés dans le tableau 3 pour les deux zones.

Il faut noter que l'azote soluble n'apparaît pas comme une des premières variables explicatives de la fermeté que ce soit en périphérie ou au centre du fromage, ceci bien que les coefficients de corrélation entre les deux variables soient assez élevés (— 0,74 en périphérie et — 0,70 au centre). Ceci est dû au fait qu'il existe une corrélation étroite entre le pH et l'azote soluble et qu'en

TABLEAU II

*Coefficient de corrélation entre les différents paramètres pour la zone périphérique et la zone centrale du Camembert*

(NT : azote total ; NS : azote soluble à pH 4,6 ; ES : extrait sec ; MG : matière grasse ; F : fermeté)

\*\* , \* : seuil de signification < 1 % ou < 5 %

*Correlation coefficient between the different parameters for the outer area and the central area of Camembert cheese*

(NT : total nitrogen ; NS : pH 4.6 soluble nitrogen ; ES : dry matter ; MG : fat content ; F : firmness)

\*\* , \* : significance level < 1 % or < 5 %

		NT	NS	ES	MG	Ca	NaCl	pH	F
		Zone centrale							
Zone périphérique	NT		0,52**	0,52**	0,28	-0,60**	0,41*	0,51*	0,22
	NS	0,50**		0,54**	0,51*	-0,79**	0,06	0,92**	-0,70**
	ES	0,69**	0,58**		0,87**	-0,43**	0,11	0,35	0,03
	MG	0,36	0,68**	0,82**		-0,41*	-0,03	0,34	-0,01
	Ca	-0,32	-0,27	-0,33	-0,34		-0,39	-0,69**	0,52**
	NaCl	0,18	-0,32	0,10	-0,11	-0,17		0,14	0,05
	pH	0,57**	0,93**	0,54**	0,56**	-0,17	-0,15		-0,72**
	F	-0,29	-0,74**	-0,25	-0,44**	0,28	0,19	-0,81**	

TABLEAU III

*Coefficient des équations de régression multiple progressive*

(ES : extrait sec ; MG : matière grasse)

\*\* , \* : seuil de signification < 1 % ou < 5 %

*Coefficient of the stepwise regression equations*

(ES : dry matter ; MG : fat content)

\*\* , \* : significance level < 1 % or < 5 %

Paramètres significatifs	Zone périphérique	Zone centrale
pH	-35,37 ± 5,32**	-82,55 ± 14,53**
ES	9,94 ± 3,41**	9,04 ± 4,14*
MG	- 7,58 ± 3,66*	- -

conséquence l'introduction du paramètre azote soluble améliore peu l'explication de la fermeté après l'introduction du paramètre pH. Dans la mesure où l'évolution de ces deux variables est très liée, il est nécessaire, pour mesurer le rôle de chacune d'entre elles, de les faire varier indépendamment. C'est ce qui a été réalisé, en ce qui concerne le pH, en incubant des caillés non ensemencés en *Penicillium* en présence d'une atmosphère ammoniacale, l'ammoniac se fixant en périphérie et simulant les variations de pH créées par le *Penicillium* sans qu'il y ait de protéolyse.

### B. Incubation de caillés jeunes en atmosphère ammoniacale

Dès la fin des incubations en atmosphère ammoniacale, deux zones bien distinctes pouvaient être observées sur les fromages :

— une zone externe dont la texture fine rappelait celle de la partie affinée d'un camembert traditionnel. Les valeurs de pH mesurées dans cette zone étaient élevées (supérieures à 6,0) ;

— une zone interne dont la texture était dure et friable analogue à celle du caillé initial et dont le pH n'avait pas ou n'avait que peu varié.

Lorsque les concentrations en ammoniac étaient trop élevées (supérieures à 10 M) ou lorsque les temps d'incubation étaient trop longs (supérieurs à 2 h), la couche externe des fromages se liquéfiait et toute mesure rhéologique devenait impossible.

L'incubation des fromages pendant 24 h à 4° C permettait l'établissement d'un gradient de pH. Un exemple représentatif de l'évolution de la fermeté et du pH de la pâte après 24 h est donné figure 2. Des variations de texture sont observées entre pH 4,5 et 6,0. Elles sont peu importantes lorsque le pH reste proche de 4,5 mais le deviennent beaucoup plus lorsqu'il est voisin ou supérieur à 5,0.

Les droites de régression entre le pH et le logarithme de la fermeté ont un coefficient de corrélation généralement supérieur à 0,9 et suggèrent l'existence d'une relation simple entre ces deux paramètres (fig. 3).

## III. Conclusion

L'étude par régression multiple progressive révèle que le pH est le paramètre qui influe le plus sur la texture du camembert. Son augmentation, qui est due à la consommation de l'acide lactique et à la production de composés alcalins par la flore de surface et principalement par le *Penicillium*, joue donc un rôle majeur dans l'amollissement de la pâte du camembert. Ceci est vérifié en zone externe mais aussi dans la partie centrale du fromage, où, dans le cas des camemberts traditionnels, l'augmentation du pH reste non négligeable (pH de l'ordre de 5,5-6,0 en fin d'affinage au lieu de 4,5 après fabrication ; LENOIR, 1963). Sur des fromages à pâte molle dépourvus de flore de surface et de forte teneur en eau (environ 59 %), NOOMEN (1977, 1978) a observé que le pH est également un facteur majeur pour l'amollissement de la pâte, une valeur de 5,2 permettant d'obtenir une pâte très souple.



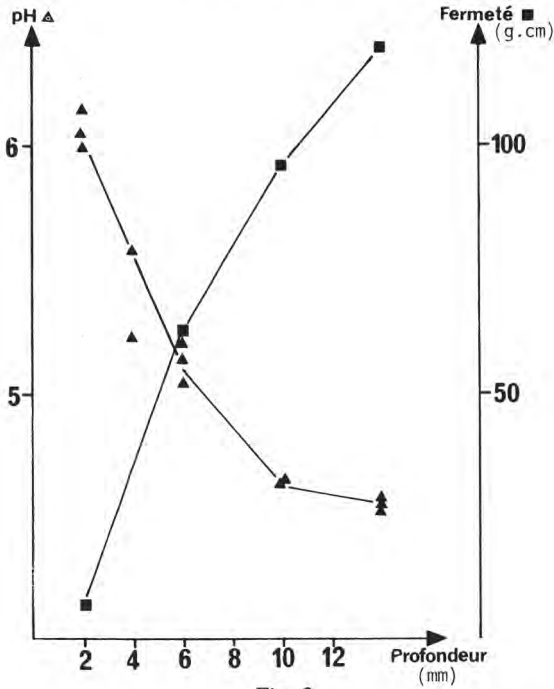


Fig. 2

*Evolution du pH et de la fermeté de la pâte en fonction de la profondeur.*

*Evolution of the pH and the firmness of the curd as a function of the depth.*

Au cours de la maturation du camembert l'élévation du pH et l'augmentation de la protéolyse se produisent conjointement. Les deux phénomènes sont dus à la flore de surface et présentent des courbes d'évolution voisines (LENOIR, 1963), ce qui se traduit par le coefficient de corrélation élevé que nous avons observé entre les deux paramètres NS et pH (tabl. 2). De ce fait, la variable NS n'est pas prise en compte lors de l'étude par régression multiple progressive car son introduction n'améliore pas l'explication apportée par le pH. L'incubation de caillés jeunes en atmosphère ammoniacale permet de dissocier les deux facteurs en simulant l'action désacidifiante du *Penicillium* sans variation sensible de la protéolyse. Elle confirme les résultats de la régression multiple progressive puisque l'augmentation du pH seule est capable de modifier la texture. Dans le cas du camembert la protéolyse jouerait donc un rôle plus faible que le pH, qui aurait, en l'occurrence, le rôle majeur. Ceci est en accord avec les suggestions de NOOMEN (1977) sur l'influence du pH sur la texture des fromages à pâte molle. Cependant, par incubation de fromages expérimentaux âgés de quelques semaines en présence d'ammoniac, il a été observé (NOOMEN, 1983) que la désacidification du caillé n'est pas à elle seule suffisante pour expliquer les modifications de texture des fromages à pâte molle. L'action de la présure, en particulier sur la caséine  $\alpha_{s1}$ , serait également nécessaire pour obtenir le ramollissement de la pâte.

L'influence de l'augmentation du pH sur la texture peut s'expliquer par son action sur les caséines. Dans le camembert traditionnel le pH est, après fabri-

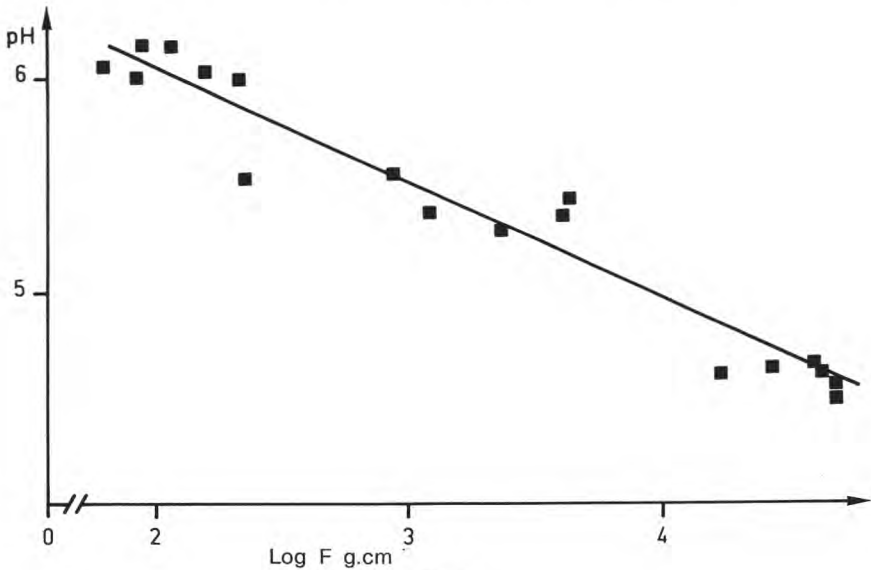


Fig. 3

Corrélation linéaire obtenue entre les pH et les logarithmes des fermetés ( $F$ ) mesurées aux mêmes endroits du fromage.

$$pH = -0,54 (\text{Log } F) + 7,13.$$

Coefficient de corrélation = 0,97.

Linear correlation obtained between the pH and the logarithms of firmness ( $F$ ) measured at the same locations in the cheese.

$$pH = -0.54 (\text{Log } F) + 7.13.$$

Correlation coefficient = 0.97.

cation, de l'ordre de 4,5-4,6, c'est-à-dire proche du point isoélectrique des caséines. Lorsqu'il remonte, la charge nette des caséines augmente et les interactions protéines-protéines et protéines-eau sont modifiées. Les caséines s'éloignent de leur zone d'insolubilité et leur capacité de sorption d'eau augmente (RUEGG et BLANC, 1976). Ces modifications influent sur le réseau protéique tridimensionnel qui constitue la « charpente » des fromages et expliquent les variations de textures observées.

Il faut noter que des études par régression multiple progressive, portant à la fois sur des fromages à pâte dure, demi-dure ou molle ne font pas apparaître le pH comme un facteur dominant des caractéristiques de texture (RUEGG *et al.*, 1980 ; CHEN *et al.*, 1979). Cependant ces travaux ont porté principalement sur des fromages où les variations de pH au cours de l'affinage sont peu importantes et dont les teneurs en eau sont plus faibles.

L'extrait sec est, par ordre d'importance, la seconde variable explicative observée dans notre travail alors qu'il est généralement considéré comme le facteur dominant de la texture des fromages. L'étude par régression multiple progressive effectuée par RUEGG *et al.* (1980) indique d'ailleurs que l'extrait sec est la variable la plus explicative de la texture. Les résultats présentés ici ne portent que sur une seule variété de fromages, aussi les variations d'extrait sec sont beaucoup plus limitées. Ils révèlent cependant qu'à l'intérieur des normes d'extrait sec des

camemberts, les variations de pH ont une plus grande influence sur la texture que les variations d'extrait sec.

L'introduction dans l'analyse statistique de la variable MG « matière grasse » contribue peu à l'explication de la texture après la prise en compte du pH et de l'extrait sec. Ceci est peut-être dû au fait que cette variable est corrélée à l'extrait sec et que d'autre part son amplitude de variation est trop faible pour que son influence puisse être clairement détectée. L'introduction des paramètres « teneur en sel » et « teneur en calcium » n'améliore pas significativement la régression. Ceci suggère un rôle limité du calcium dans le cas du camembert alors que son influence sur la texture est reconnue dans d'autres variétés telles que les pâtes cuites. Dans le cas du camembert, des migrations de calcium interviennent au cours de l'affinage et une grande partie est immobilisée dans la croûte sous forme de phosphate de calcium de faible solubilité (LE GRAËT *et al.*, 1983). Cela pourrait expliquer que la contribution du calcium à la fermeté de la pâte soit très faible dans la zone périphérique (tabl. 2) alors qu'elle semble plus importante dans la zone interne.

Reçu le 30 janvier 1986.

Accepté pour publication le 15 juin 1986.

### Remerciements

Les auteurs remercient très vivement Mme Elisabeth PERROT, MM. R. LE GOUAR, G. PITEL pour leur collaboration technique efficace, ainsi que les fabricants de camembert de lait cru qui nous ont fourni les échantillons.

### Références bibliographiques

- CHEN A.M., LARKIN J.W., CLARK G.J., IRWIN W.E., 1979. Textural analysis of cheese. *J. Dairy Sci.*, 62, 901-907.
- F.I.L., norme 4, 1958.
- GRIPON J.C., DESMAZEAUD M., LE BARS D., BERGÈRE J.L., 1975. Etude du rôle des micro-organismes et des enzymes au cours de la maturation des fromages. II. Influence de la présure commerciale. *Lait*, 55, 502-516.
- KNOOP A.M., PETERS K.H., 1971. Submikroskopische Strukturveränderungen in Camembert-Käse während der Reifung. *Milchwissenschaft*, 26, 193-198.
- KNOOP A.M., PETERS K.H., 1972. Die submikroskopische Struktur der Labgallerte und des jungen Camembert-Käseteiges in Abhängigkeit von den Herstellungsbedingungen. *Milchwissenschaft*, 27, 153-159.
- LE GRAËT Y., LEPIENNE A., BRULÉ G., DUCRUET P., 1983. Migration du calcium et des phosphates inorganiques dans les fromages à pâte molle de type Camembert au cours de l'affinage. *Lait*, 63, 317-332.
- LENOIR J., 1963. Sur la dégradation des protides au cours de la maturation du Camembert. *C.R. Acad. Agric.*, 48, 160-169.
- LENOIR J., 1970. L'activité protéasique dans les fromages à pâte molle de type Camembert. *Rev. Lait. Fr.*, (275), 231-243.

- NOOMEN A., 1977. Noordhollandse Meshanger cheese : a model for research on cheese ripening. 2. The ripening of the cheese. *Neth. Milk Dairy J.*, 31, 75-102.
- NOOMEN A., 1978. Activity of proteolytic enzymes in simulated soft cheeses (Meshanger type). 2. Activity of rennet. *Neth. Milk Dairy J.*, 32, 49-68.
- NOOMEN A., 1983. The role of surface flora in the softening of cheeses with a low initial pH. *Neth. Milk Dairy J.*, 37, 229-232.
- RUEGG M., BLANC B., 1976. Effect of pH on water vapor sorption by caseins. *J. Dairy Sci.*, 59, 1019-1024.
- RUEGG M., EBERHARD P., MOOR U., FLUCKIGER E., BLANC B., 1980. Beziehungen, zwischen Teigbeschaffenheit und Zusammensetzung von Käse. *Schw. Milchw. Forschung.*, 9, 3-8.
- SERRES L., AMARIGLIO S., PETRANSIENE D., 1973. Contrôle de la qualité des produits laitiers. Ed. Ministère de l'Agriculture, Paris, I, VII.
- TOMASSONNE R., LESQUOY E., MILLIER C., 1983. La régression : nouveaux regards sur une ancienne méthode statistique. I.N.R.A. Actualités scientifiques et agronomiques, 13, éd. Masson, Paris.
- VASSAL L., GRIPON J.C., 1984. L'amertume de fromages à pâte molle de type Camembert : rôle de la présure et de *Penicillium caseicolum*, moyen de la contrôler. *Lait*, 64, 397-417.