

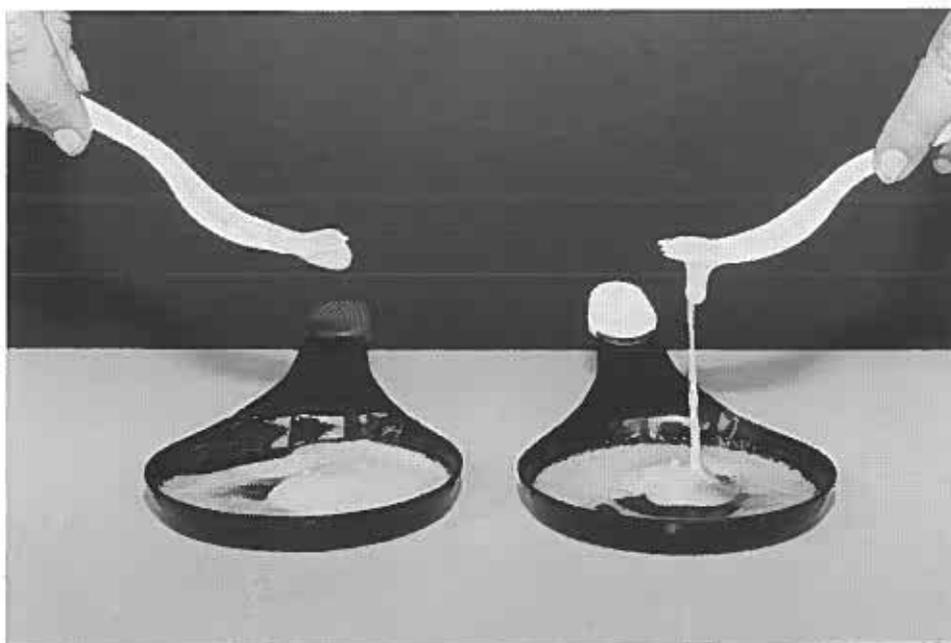


Septembre 1988/172 W

Station de recherches laitières  
CH-3097 Liebefeld

## Composition et propriétés physiques de fromages à raclette de bonne qualité et de qualité de fonte insuffisante

Parties I et II



P. Eberhard, U. Moor et M. Rüegg

# Composition et propriétés physiques de fromages à raclette de bonne qualité et de qualité de fonte insuffisante

P. Eberhard, U. Moor et M. Rüegg

## Partie I. Fromage à raclette à partir de lait pasteurisé

### Résumé

La qualité de fonte de 60 fromages à raclette fabriqués à partir de lait pasteurisé a été examinée par analyse sensorielle et avec un instrument de mesure du point de goutte. La composition chimique des fromages a également été analysée. Les résultats confirment que la détermination du point de goutte est un moyen approprié de caractériser la qualité de fonte du fromage à raclette fabriqués à partir de lait pasteurisé. Un point de goutte inférieur à 65 °C assure une bonne qualité de fonte.

Les fromages de qualité de fonte insuffisante présentaient en moyenne des teneurs en eau, en graisse et en NPN plus basses et des teneurs en chlorure de sodium, en calcium et en WLN plus élevées que les fromages de bonne qualité de fonte. Les fromages qui fondaient mal avaient déjà à froid une pâte plus dure que ceux qui fondaient bien.

### 1. Introduction

Au cours des dernières années, le fromage à raclette a gagné en importance. De 3800 t en 1975, la production a augmenté à 8100 t en 1985. Cela correspond à 20 % de la production totale de fromages à pâte mi-dure et à pâte molle. Cette variété est donc au même rang que l'appenzell et le tilsit. Elle compte désormais parmi les trois sortes les plus importantes du fromage à pâte mi-dure. L'"Ordre du marché" adopté récemment par l'Union centrale des producteurs suisses de lait pour le fromage à raclette témoigne également de l'intérêt accru qu'on porte à cette variété.

En général, le fromage à raclette se consomme à l'état fondu. Il est donc essentiel d'apprécier objectivement sa qualité de fonte. Pour compléter l'analyse sensorielle, qui répond aux exigences pratiques, mais qui demande beaucoup de temps, il s'est révélé utile d'introduire la détermination du point de goutte et du point de ramollissement, qui permet dans certains cas d'apprécier l'aptitude du fromage à être consommé comme raclette (1).

Grâce à la standardisation des conditions de mesure et à l'utilisation d'un appareil automatique, il a été possible d'améliorer la détermination de ces deux paramètres et d'en détecter les différences zonales dans le fromage (3). Schluép et Puhan (5) ont publié récemment un travail sur les méthodes utilisées pour caractériser la qualité de fonte; ils ont analysé des fromages à raclette suisses et étrangers, fabriqués à partir de laits cru, thermisé ou pasteurisé, ainsi que des sortes apparentées. Cette étude confirme que les points de goutte et de ramollissement et les différences entre ces deux paramètres sont en rapport étroit avec les résultats de l'analyse sensorielle de la qualité de fonte.

Les essais préliminaires que nous avons nous-mêmes effectués ont montré que le fromage à raclette à partir de lait cru nécessite d'autres critères d'appréciation que le fromage à raclette de lait pasteurisé, dont la teneur en matière grasse est en général inférieure. Pour cette raison, un nombre important des deux types de fromages à raclette ont été analysés séparément. Cette première partie comprend la comparaison et l'évaluation des résultats d'analyses de fromages à raclette de lait pasteurisé.

Les analyses étaient destinées à répondre aux questions suivantes:

1. Comment les fromages à raclette de bonne et de mauvaise qualités de fonte se distinguent-ils dans leur composition chimique et leurs paramètres physiques?
2. Dans quelle mesure les points de goutte et de ramollissement comme seuls critères permettent-ils de classer les fromages à raclette en fromages de bonne et de mauvaise qualités de fonte?

La solution de ces problèmes contribuera à améliorer les propriétés de fonte et la qualité du fromage à raclette.

## **2. Matériel et méthodes**

### **2.1 Echantillons de fromage**

60 fromages à raclette de lait pasteurisé ont été soumis à l'analyse. Les échantillons ont été fournis par le commerce de détail ou prélevés lors de taxations de la Société des fabricants de fromages à pâte molle et mi-dure ou lors d'essais de la fromagerie expérimentale à Moudon. Les fromages étaient âgés de 2 à 7 mois, dont la plupart de 3 à 4 mois.

## 2.2 Analyse sensorielle

Chacun des fromages d'essai a été apprécié à l'état fondu par 6 à 7 dégustateurs d'après les critères énumérés dans Fig. 1. De plus, ils ont défini l'odeur et le goût ainsi que les propriétés de la pâte du fromage non fondu, mais les résultats de cette appréciation n'ont pas été considérés dans l'évaluation.

Des tranches de fromages de 40 x 40 x 5 mm env. ont été découpées dans le centre des meules et fondues dans des conditions pratiques dans un appareil à raclette muni de raclonnettes comme on l'utilise dans les ménages (A. Stöckli Söhne, Netstal, type L 11). La température initiale obtenu avec cet appareil est de 180 °C. La durée de chauffage fluctuait, selon le fromage, entre 1.5 et 3 minutes.

La floculation et la séparation de graisse ont été observées visuellement. L'absence de faute a reçu la note 0, les défauts légers la note 1 et les défauts graves la note 2. La viscosité, la consistance et la structure ont été appréciées selon l'échelle et dans l'ordre suivants:

Séparation de graisse	aucune	légère	forte				
Floculation	aucune	légère	forte				
Echelle	+-----+o-----+						
	0	1	2				
Viscosité	<-	fluide	épaisse ->				
Consistance	<-	courte	normale   longue ->				
Structure	<-	molle	dure ->				
Echelle	+-----+-----+-----+-----o+-----+-----+						
	1	2	3	4	5	6	7
(o = valeur critique)							

Fig. 1. Echelle de l'appréciation sensorielle

La viscosité a été examinée en remuant avec une fourchette les échantillons fondus dans les raclonnettes. Pour apprécier la consistance, il fallait soulever l'échantillon avec la fourchette pour constater la rupture. La structure, le critère de qualité organoleptique le plus important, a été défini par la sensation perçue lors de la mastication et de la déglutition de l'échantillon. Le classement des fromages en bonne qualité de fonte et en qualité de fonte insuffisante a été fait d'après les valeurs moyennes de l'analyse sensorielle.

Les critères étaient les suivants:

bonne qualité de fonte: toutes les valeurs moyennes inférieures à 4,8 pour la viscosité, la consistance et la structure et inférieures à 1,1 pour la floculation et la séparation de graisse

qualité de fonte insuffisante: une ou plusieurs valeurs moyennes supérieures aux valeurs limites sus-mentionnées.

A titre d'exemple: la valeur limite est dépassée lorsque 5 personnes parmi les 6 membres du groupe de dégustateurs (ou plus de 80 %) donnent la note 5 (léger défaut) et une personne la note 4 (normal).

Si le fromage est chauffé sous forme de demi-meule au feu nu ou dans un four prévu à cet effet, il faut attacher plus d'importance à la viscosité. Une consistance trop liquide ne serait pas appropriée à cet usage et devrait être prise en considération lors de l'appréciation de la qualité. Pour cette catégorie de fromage à raclette, il faudrait également fixer une limite inférieure de la viscosité.

### 2.3 Mesures physiques

Dureté de la pâte (par pénétrométrie)	(4)
Extension de la surface (épreuve de Schreiber modifiée)	(3)
Point de ramollissement (PR)	(3)
Point de goutte (PG)	(3)

La différence entre point de goutte et point de ramollissement a été comprise comme paramètre supplémentaire dans l'évaluation des résultats.

### 2.4 Analyses chimiques

Les analyses chimiques ont été faites selon des méthodes standardisées, couramment appliquées pour la détermination des composants suivants:

Teneur en eau	(6)
Teneur en matière grasse	(6)
Azote total (TN)	(6)
Azote soluble dans l'eau (WLN)	(7)
Azote non protéinique (NPN)	(7)
Teneur en sel (NaCl) norme internationale FIL n° 88: 1979	

Teneur en calcium (Ca)	(7)
Calcium soluble dans l'eau (WLCa)	(7)
pH	(6)

Les teneurs étant des valeurs relatives, rapportées à 1 kg de masse de fromage, certaines variations proviennent uniquement de dépendances directes indésirables. Afin d'éviter cette dépendance directe de la composition macrochimique, l'eau, la matière grasse et les fractions d'azote ont été recalculées de la façon suivante:

Humidité du produit dégraissé	(HPD)
Matière grasse dans la matière sèche	(MG/MS)
N soluble dans l'eau (WLN) en % de l'azote total (TN)	(WLNP)
N non protéinique (NPN) en % du N soluble dans l'eau (WLN)	(NPNP)

Les abréviations entre parenthèses seront utilisées dans le texte.

## 2.5 Evaluation statistique

L'évaluation statistique des résultats a été faite à l'aide de programmes BMDP (8).

## 3. Résultats

### 3.1 Caractérisation des fromages de bonne qualité de fonte et de qualité de fonte insuffisante

Sur la base des critères sus-mentionnés, les dégustateurs ont jugé bonne la qualité de fonte de 32 fromages et insuffisante celle de 28 fromages. Le tableau 1 présente la composition et les propriétés des deux groupes de fromages. La dernière colonne indique les valeurs et la signification statistique des différences entre les moyennes.

#### Appréciation sensorielle

Le tableau 1 montre que les plus grandes différences entre les deux groupes de fromages ont été constatées pour la structure. Cela confirme l'importance de cette position dans l'analyse sensorielle. Les notes inférieures étaient plus fréquentes pour la viscosité, la consistance et la structure (normales) que les notes supérieures, qui déterminent respectivement trois caractères de la pâte (épais, long et dur). Un seul fromage a été jugé insuffisant quant à la séparation des graisses, et aucun fromage n'a été déclassé à cause de la seule floculation.

Tableau 1. Composition et propriétés de fromages à raclette de qualités de fonte bonne et insuffisante (valeurs moyennes, écarts types et valeurs extrêmes; resp. 32 et 28 fromages)

Paramètre	Unité	Bonne qualité de fonte		Qualité de fonte insuffisante		Différence $x_i - x_b$				
		$\bar{x}_b$ $s_x$ Min. Max.	$\bar{x}_i$ $s_x$ Min. Max.	$\bar{x}_i$ $s_x$ Min. Max.	$\bar{x}_i - \bar{x}_b$					
<b>Appréciation sensorielle</b>										
Floculation		0.06	0.12	0.00	0.50	0.09	0.17	0.00	0.70	n.s.
Séparation de MG		0.27	0.25	0.00	0.30	0.45	0.40	0.00	1.50	0.18 *
Viscosité		3.82	0.32	2.50	4.50	4.42	0.63	3.50	6.00	0.60 ***
Consistance		3.83	0.55	2.30	4.60	4.99	1.19	3.00	6.90	1.16 ***
Structure		3.99	0.46	3.00	4.70	5.44	0.80	3.50	7.00	1.45 ***
<b>Mesures physiques</b>										
Point de ramollissement	°C	56.4	2.4	51.7	61.8	59.3	2.9	54.1	67.1	2.9 ***
Point de goutte	°C	64.3	3.9	57.5	72.0	70.3	4.0	62.3	81.0	6.0 ***
Différence (PG-PR)	°C	7.9	2.3	3.4	11.9	11.0	2.9	4.6	16.5	3.1 ***
Test Schreiber	cm <sup>2</sup>	16.7	1.9	12.7	20.8	15.8	2.1	12.8	21.7	n.s.
Dureté de la pâte (profondeur de pénétration)	mm	17.5	5.3	7.7	28.0	14.9	4.0	7.0	24.0	-2.6 *
<b>Analyses chimiques</b>										
Eau	g/kg	434	14	402	459	427	21	374	459	n.s.
HPD	g/kg	602	14	567	633	588	22	527	621	-14 **
MG	g/kg	280	11	257	310	274	14	244	293	n.s.
MG/MS	g/kg	494	15	467	529	478	17	446	516	-16 ***
NaCl	g/kg	21.8	4.0	9.6	30.9	24.2	5.4	12.2	37.0	2.4 *
Ca	g/kg	6.3	0.5	4.8	7.4	6.6	0.7	5.3	7.9	0.3 *
WLCa	g/kg	4.2	0.3	3.5	4.8	4.2	0.3	3.6	4.9	n.s.
NT	mol/kg	2.67	0.10	2.49	2.88	2.73	0.14	2.43	2.99	n.s.
WLN	mol/kg	1.24	0.44	0.61	2.12	1.31	0.41	0.83	2.10	n.s.
WLANP	%	46.7	16.4	24.4	77.4	47.8	14.6	28.6	73.0	n.s.
NPN	mol/kg	0.42	0.09	0.29	0.64	0.41	0.10	0.16	0.53	n.s.
NPNP	%	37.6	12.9	21.7	66.4	34.6	13.4	13.7	62.4	n.s.
pH		5.59	0.23	5.03	6.18	5.61	0.17	5.31	6.00	n.s.

\* = p < 0.05; \*\* = p < 0.01

\*\*\* = p < 0.001;

n.s. = non significatif

### Mesures physiques

Déterminée avec un pénétromètre à 15 °C, avant la fonte, la profondeur de pénétration était significativement plus élevée dans les fromages de bonne qualité de fonte que dans les fromages insuffisants. Cela est probablement dû aux différences des teneurs en eau et en matière grasse (HPD, MG/MS).

Les points de goutte et de ramollissement ainsi que les différences entre ces deux paramètres étaient significativement plus bas dans les fromages de bonne qualité de fonte que dans les fromages de qualité de fonte insuffisante. Pour le point de goutte, la différence entre les deux groupes était deux fois plus élevée que pour le point de ramollissement. Cela prouve que le point de goutte est un critère plus approprié pour le classement des fromages à raclette. D'autre part, le test de Schreiber, qui mesure l'extension de la surface d'une tranche de fromage après chauffage à 140 °C, n'a pas donné une différence significative entre les deux groupes. Ces variations deviennent plus manifestes quand on compare les histogrammes des deux catégories de fromage (fig. 2).

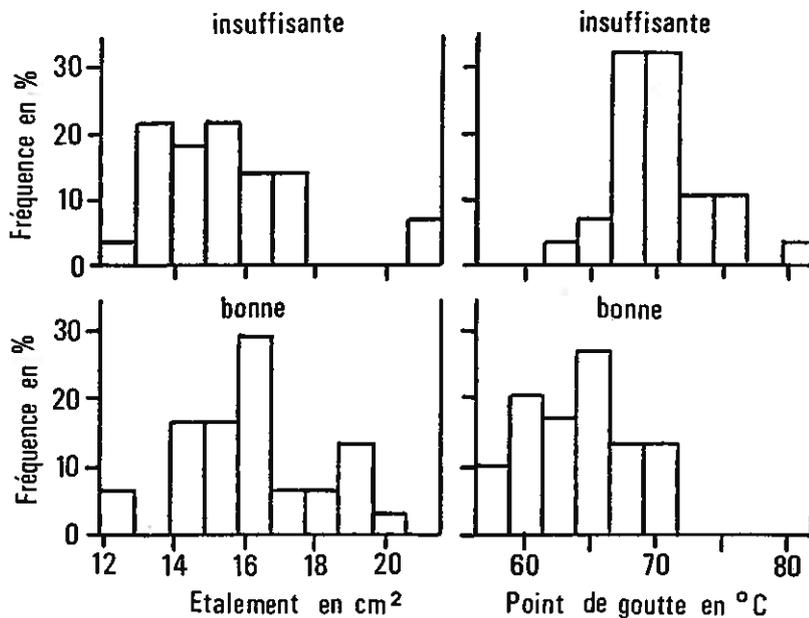


Fig. 2. Distribution des fréquences des fromages à raclette de bonne qualité de fonte et de qualité de fonte insuffisante selon l'épreuve de Schreiber modifiée (étalement) et le point de goutte

Dans le test de Schreiber, quelques fromages de qualité de fonte insuffisante présentaient une très grande extension de la surface. Les fromages de bonne qualité de fonte avaient des points de goutte nettement plus bas. Cela montre que le test de Schreiber seul ne suffit pas pour apprécier la qualité de fonte de fromages à raclette.

L'évaluation suivante ne tient compte que du point de goutte et du point de ramollissement comme critères d'une caractérisation objective de la qualité de fonte.

### Analyses chimiques

Les analyses chimiques ont donné des taux de HPD et de MG/MS significativement plus élevés et des teneurs en calcium et en sel plus basses pour les fromages de bonne qualité de fonte. Rapportées à la masse de fromage, les teneurs en eau et en matière grasse ne présentaient pas des différences significatives, à cause de leur dépendance directe et du fait qu'à ce niveau les différences numériques sont plus basses.

### 3.2 Rapports entre l'analyse sensorielle de la qualité de fonte et la composition chimique des fromages

Dans l'analyse de corrélation bivariée des variables sensorielles et des variables chimiques, il faut tenir compte du signe négatif ou positif et de la valeur absolue du coefficient de corrélation (tableau 2). Les coefficients (négatifs) les plus élevés ont été obtenus pour la MG/MS et le HPD. Pour les teneurs en Ca et en NaCl, les corrélations directes sont positives, ce qui correspond aux résultats de l'analyse bivariée des deux groupes de fromages (tableau 1). La teneur en WLN était en corrélation négative avec la viscosité et la consistance. Plus "la protéolyse en largeur" était intense plus les échantillons fondus étaient épais et longs.

Tableau 2. Corrélation entre l'analyse sensorielle et la composition de fromages à raclette

Paramètre	Viscosité	Consistance	Structure
MG/MS	- 0.33	- 0.44	- 0.44
HPD	- 0.56	- 0.39	- 0.40
NaCl	0.27	n.s.	0.35
Ca	n.s.	n.s.	0.33
WLCa	n.s.	n.s.	n.s.
WLN	0.32	0.27	n.s.
NPN	n.s.	n.s.	n.s.
pH	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. = non significatif (< 0,254)

Les meilleures combinaisons des paramètres chimiques obtenues par régression multiple et à l'aide du programme BMDP9R (tableau 3) confirment, dans l'ensemble, les rapports déjà établis dans l'analyse bivariable de ces variables. Le coefficient de régression exprime le changement de la note moyenne de l'analyse sensorielle lorsque la concentration du composant chimique augmente d'une unité (g/kg ou mol/kg). Le signe négatif indique que la qualité de fonte est améliorée (note inférieure) lorsque la concentration du composant chimique augmente. Le coefficient de détermination montre dans quelle mesure les différences organoleptiques de la qualité de fonte peuvent être expliquées par des variations des paramètres chimiques. La teneur en Ca a exercé un effet significatif sur les trois paramètres de l'analyse sensorielle. Pour la viscosité et la consistance, la protéolyse a influencé essentiellement le coefficient de détermination. Cela n'était pas le cas lors de la comparaison des résultats des groupes "bonne qualité de fonte / qualité de fonte insuffisante", où les valeurs du WLN et du NPN n'ont pas permis une différenciation significative (tableau 1).

Une "protéolyse en largeur" (WLN) rend les échantillons fondus plus épais et plus longs, alors que la "protéolyse en profondeur" (NPN), en raccourcissant les chaînes de caséines et la valeur  $a_w$ , a pour résultat une pâte plus courte (2). Les fromages ayant subi une protéolyse intense (NPN) semblent posséder une meilleure qualité de fonte, c.-à-d. une pâte plus fluide et plus courte à l'état fondu, alors que la structure n'en est pas influencée de manière significative. Les signes positifs ou négatifs des coefficients de régression des paramètres chimiques et sensoriels répondent aux attentes et sont entièrement explicables.

**Tableau 3.** Combinaison optimale des paramètres chimiques pour l'interprétation des différences organoleptiques de la qualité de fonte

Analyse sensorielle	Paramètre chimique	Coefficient de régression	Contribution au coefficient de détermination
Viscosité	HPD	- 0.014	0.225
	WLN	0.580	0.155
	Ca	0.263	0.067
	NPN	- 1.500	0.055
Consistance	WLN	0.817	0.082
	NPN	- 3.131	0.068
	MG/MS	- 0.016	0.049
	HPD	- 0.042	0.042
	Ca	0.309	0.024
Structure	NaCl	0,082	0.153
	Ca	0.522	0.095
	MG/MS	- 0.017	0.085

### 3.3 Rapports entre les points de goutte et de ramollissement et la composition chimique

Les coefficients de corrélation entre les mesures instrumentales de la qualité de fonte et la composition chimique des fromages sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 4. Corrélations entre la composition chimique et la mesure instrumentale de la qualité de fonte

Paramètre	Point de ramollissement (PR)	Point de goutte (PG)	PG - PR
MG/MS	- 0.33	- 0.49	- 0.48
HPD	- 0.62	- 0.48	- 0.17
NaCl	0.52	0.47	n.s.
Ca	n.s.	0.27	n.s.
WLCa	n.s.	n.s.	n.s.
NPN	n.s.	n.s.	n.s.
pH	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. = non significatif ( $< 0.254$ )

On retrouve plus ou moins les mêmes relations avec la composition chimique que dans l'analyse sensorielle. Cependant, aucun paramètre de la protéolyse ne présente un rapport significatif, ni avec les points de goutte et de ramollissement, ni avec la différence (PG - PR). Le tableau 5 montre les combinaisons des paramètres chimiques qui permettent de caractériser de façon optimale la qualité de fonte par mesure instrumentale.

Tableau 5. Combinaison optimale des paramètres chimiques pour l'interprétation des différences de la qualité de fonte obtenues par mesure instrumentale

Mesure instrumentale	Paramètre chimique	Coefficient de régression	Contribution au coefficient de détermination
Point de ramollissement	HPD	- 0.062	0.114
	NaCl	0.243	0.107
	Ca	0.906	0.028
Point de goutte	NaCl	0.525	0.240
	MG/MS	- 0.101	0.117
	Ca	2.312	0.072

### 3.4 Rapports entre l'analyse sensorielle et les mesures instrumentales de la qualité de fonte

Le tableau 6 contient les coefficients de corrélation de l'analyse bivariée des paramètres de l'analyse sensorielle et des mesures instrumentales de la qualité de fonte. Ils sont tous statistiquement significatifs.

Tableau 6. Corrélations entre l'analyse sensorielle et la mesure instrumentale de la qualité de fonte

Paramètre	Viscosité	Consistance	Structure
Point de ramollissement (PR)	0.44	0.31	0.58
Point de goutte (PG)	0.43	0.41	0.71
PG - PR	0.27	0.37	0.58

(Valeur critique de  $p = 0.05$  : 0.254)

Parmi les trois critères sensoriels, l'appréciation de la structure présentait le rapport le plus étroit avec les mesures instrumentales. Les notes données pour la consistance et la structure étaient en corrélation plus étroite avec le point de goutte qu'avec le point de ramollissement. La figure 3 représente graphiquement les rapports entre structure et point de ramollissement et entre structure et point de goutte.

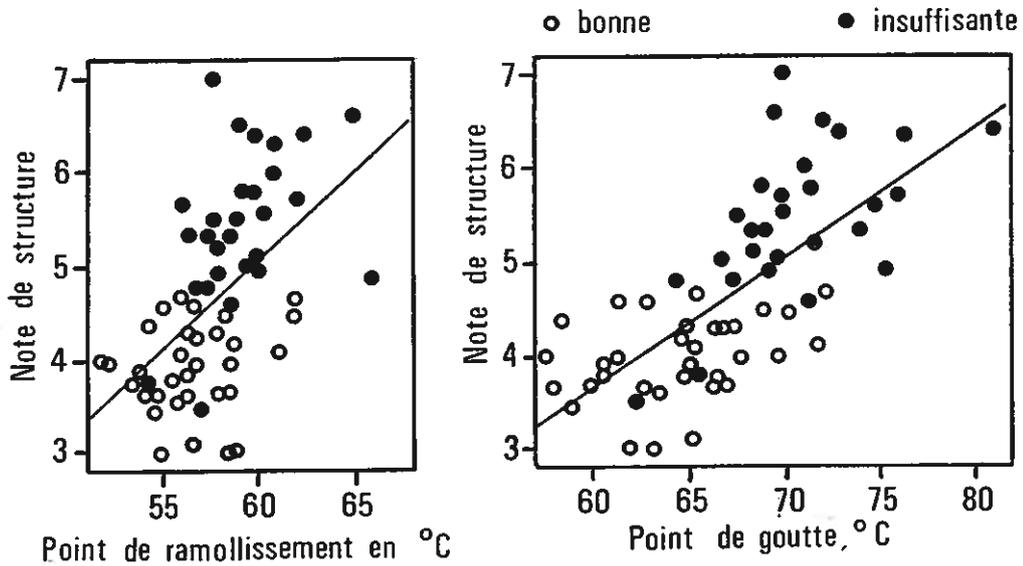


Fig. 3. Relation entre la structure, le point de ramollissement et le point de goutte (o = bonne qualité de fonte, ● = qualité de fonte insuffisante)

L'analyse des discriminants montre que le point de goutte seul suffit pour caractériser de manière satisfaisante la qualité de fonte du fromage à raclette. Le rapport entre le point de goutte et la différence (PG - PR) comme critère de la qualité de fonte ne permet pas de mieux distinguer les deux groupes de fromage. Le choix d'une valeur limite du point de goutte pour le classement des fromages à raclette implique le risque de ranger des fromages insuffisants dans la catégorie des fromages de bonne qualité de fonte:

PG < 64 °C:	5 % de fromages insuffisants classés comme fromages de bonne qualité de fonte	
PG < 65 °C:	10 %	" "
PG < 67 °C:	20 %	" "

Un point de goutte de 67 °C assure une séparation optimale des deux groupes, mais à peu près 20 % des échantillons de bonne qualité et 20 % des échantillons insuffisants sont mal classés. Une valeur limite de 64 °C permet d'éliminer les fromages insuffisants avec une sécurité relativement grande, mais aux dépens de nombreux fromages de bonne qualité de fonte, qui sont déclassés. Nos analyses semblent confirmer que la valeur maximum de 65 °C, fixée préalablement pour le fromage à raclette de bonne qualité de fonte (1), est raisonnable, puisque la part de fromages mal classés n'est que de 10 %.

#### 4. Discussion et conclusions

Les résultats obtenus permettent de répondre de la manière suivante aux questions posées dans l'introduction:

Les fromages de qualité de fonte insuffisante présentent des taux plus bas de HPD et de MG/MS et des teneurs plus élevées en Ca et en NaCl (tableau 7). La protéolyse a uniquement influencé la viscosité et la consistance: une viscosité faible et une consistance courte allaient de pair avec une protéolyse en largeur (WLN) moins intense et une protéolyse en profondeur (NPN) plus forte. Les fromages de bonne qualité de fonte étaient déjà plus mous (pénétrométrie) avant le chauffage que les fromages insuffisants, ce qui est sans doute dû aux HPD et MG/MS plus élevés. Ces résultats complètent ceux obtenus par Schluiep et Puhan (5) dans un matériel plus restreint et moins homogène. Contrairement à cette étude, le présent essai n'a pas mis en évidence un effet significatif du pH sur la qualité de fonte, bien que la plage des valeurs pH (5.09 à 6.18) était plus large que celle du travail précité (5). Il semble que d'autres facteurs (HPD, MG/MS, Ca, NaCl, protéolyse) exercent une influence plus forte et plus directe sur la qualité de fonte du fromage à raclette que le pH.

Lors de l'analyse sensorielle, il est apparu que la structure de la pâte (molle - dure) comme sensation perçue en mastiquant l'échantillon dans la bouche, est le critère de qualité le plus important.

Parmi les mesures objectives effectuées pour caractériser la qualité de fonte, le point de goutte présente la meilleure corrélation avec l'appréciation sensorielle. Les essais réalisés confirment que la valeur limite de 65 °C fixée préalablement (1, 5) est justifiée.

Les conclusions sur les valeurs limites du point de goutte se fondent sur l'hypothèse que la majorité des consommateurs partagent l'opinion des dégustateurs de cet essai sur la qualité de fonte du fromage à raclette. Une généralisation des résultats ne serait donc permise que si ce jury est comparé avec un groupe de "consommateurs moyens". La plupart des dégustateurs étant des spécialistes du fromage, il est pourtant vraisemblable que leur notation correspond à celle de consommateurs très exigeants. Comme il a déjà été mentionné dans la partie expérimentale, le goût et l'odeur n'ont pas été compris dans l'évaluation des résultats, la qualité de fonte étant le principal critère à examiner.

**Tableau 7.** Composition de fromages à raclette de bonne qualité de fonte et de qualité de fonte insuffisante

Composant	Unité	Teneurs moyennes qualité de fonte	
		bonne	insuffisante
Eau	g/kg, HPD	602	588
MG	g/kg, MG/MS	494	478
NaCl	g/kg	21.8	24.2
Ca	g/kg	6.3	6.6
WLN	g/kg	1.24	1.31
NPN	g/kg	0.42	0.41

## 6. Références

1. BLUMENTHAL, A., WEYMUTH H. und HANSEN W.:  
Schweiz. Milchtzg, **102**, 391 (1976)
2. EBERHARD P.:  
Rheologische Eigenschaften ausgewählter Käsesorten  
ETH Diss. Nr. 7836, Zürich (1985)
3. EBERHARD P., MOOR U., RUEGG M. und FLUECKIGER E.:  
Schweiz. Milchw. Forsch., **15** (4) 93 (1986)
4. FLUECKIGER E. und WALSER F.:  
Schweiz. Milchtzg, **102**, 571 (1976)
5. SCHLUEP K. und PUHAN Z.:  
Schweiz. Milchw. Forsch., **16** (3) (1987)
6. Schweiz. Lebensmittelbuch, Band 2, spez. Teil  
Eidg. Drucksachen u. Materialzentrale, Bern (1976)
7. STEIGER G. und FLUECKIGER E.:  
Schweiz. Milchw. Forsch., **8**, 39-43 (1979)
8. BMDP Statistical Software, W.J. Dixon (Chief ed.),  
University of California Press, Berkeley (1985)

## Zusammenfassung

### Zusammensetzung und physikalische Eigenschaften gut und ungenügend schmelzender Raclettekäse

#### I. Raclettekäse aus pasteurisierter Milch

Die Schmelzeigenschaften von 60 aus pasteurisierter Milch hergestellten Raclettekäsen wurden sensorisch und mit einem Tropfpunktmessgerät untersucht. Gleichzeitig wurde die chemische Zusammensetzung der Käse analysiert. Es bestätigte sich, dass die Bestimmung des Tropfpunktes zur Charakterisierung der Schmelzbarkeit von Raclettekäse geeignet ist. Wenn der Tropfpunkt unter  $65^{\circ}\text{C}$  liegt, schmilzt der Käse mit grosser Wahrscheinlichkeit gut. Käse mit ungenügender Schmelzqualität wiesen einerseits durchschnittlich tiefere Wasser-, Fett- und NPN-Gehalte, andererseits höhere NaCl-, Ca- und WLN-Gehalte auf als gut schmelzende Käse. Die schlecht schmelzenden Käse hatten schon im kalten Zustand einen festeren Teig als die gut schmelzenden Käse.

## Summary

### Composition and physical properties of Raclette cheeses of good and of insufficient melting quality

#### I. Raclette cheese from pasteurized milk

The melting quality of 60 Raclette cheeses made of pasteurized milk was tested by sensoric analysis and with a dropping point measuring instrument. The chemical composition of the cheeses was also analyzed. The results confirm that the determination of the dropping point is appropriate for characterizing the melting quality of Raclette cheese. When the dropping point is lower than  $65^{\circ}\text{C}$ , the meltability of the cheese is mostly good. Raclette cheeses of insufficient melting quality had less water, fat and non protein nitrogen but higher contents of sodium chloride, calcium and water-soluble nitrogen. They also had a firmer texture before melting than cheese of good melting quality.

## Partie II. Fromage à raclette valaisan

### Résumé

La qualité de fonte de 66 fromages à raclette valaisans fabriqués à partir de lait cru a été examinée par analyse sensorielle et avec un instrument de mesure du point de goutte. En outre, la composition chimique des fromages, leur pH et la consistance de la pâte ont été analysés et comparés avec les résultats obtenus préalablement pour le fromage à raclette fabriqué à partir de lait pasteurisé (partie I).

Il n'a pas été possible de déterminer le point de goutte de tous les fromages à raclette valaisan: plusieurs échantillons ont exsudé de la graisse avant d'atteindre la température du point de goutte. Le point de ramollissement a pu être déterminé pour tous les échantillons. Ce paramètre est cependant moins approprié pour classer les échantillons en fonction de leur qualité de fonte que la combinaison de certains paramètres chimiques. L'analyse discriminante montre que la meilleure combinaison de ces derniers est le pH et la teneur en calcium ou le pH et la teneur en eau du produit dégraissé.

Les fromages de bonne qualité de fonte présentent des valeurs plus élevées pour les teneurs en eau, en azote soluble dans l'eau, en azote non protéinique et pour le pH et des taux plus bas de matière grasse, de calcium et d'acide lactique.

Le fromage à raclette valaisan se distingue considérablement de son homologue fabriqué à partir de lait pasteurisé, à la fois par sa composition chimique et par ses propriétés de fonte.

### 1. Introduction

Dans la première partie de cette étude, nous avons déjà mentionné l'importance économique grandissante du fromage à raclette (1) et la nécessité d'analyser séparément les deux types de fromage à raclette, fabriqués à partir de lait cru et à partir de lait pasteurisé, ce dernier type ayant une teneur en graisse inférieure.

La première partie était consacrée au fromage à raclette fabriqué à partir de lait pasteurisé. Les résultats des analyses sensorielles et instrumentales (point de goutte et point de ramollissement) ont été mis en rapport avec la composition chimique, ce qui a permis de déterminer des facteurs importants influençant la qualité de fonte.

La deuxième partie a pour objet d'analyser les mêmes problèmes pour le fromage à raclette valaisan fabriqué à partir de lait cru, à savoir:

- Comment les fromages à raclette de bonne et de mauvaise qualité de fonte se distinguent-ils dans leur composition chimique et leurs paramètres physiques?
- Quels sont les principaux facteurs influençant la qualité de fonte?
- Dans quelle mesure la détermination du point de goutte et du point de ramollissement permet-elle d'apprécier la qualité de fonte ?

## 2. Matériel et méthodes

Les 66 fromages d'analyse ont été choisis par MULTIVAL. Dans une appréciation préliminaire, cette association a classé 22 fromages en bonne et 44 en mauvaise qualité de fonte. Au moment des analyses, les fromages étaient âgés en moyenne de 4.2 mois.

Les méthodes utilisées pour les analyses sensorielles, physiques et chimiques sont celles décrites dans la 1ère partie de cette publication (1).

L'analyse sensorielle a de nouveau été effectuée avec du fromage fondu dans un appareil à raclette courant (A. Stöckli Söhne, Netstal, type L11) dans des conditions pratiques. Les critères suivants ont été appréciés: floculation, séparation de graisse, viscosité, consistance, structure (Fig. 1). Les paramètres physiques étaient: le point de goutte, le point de ramollissement et la consistance de la pâte mesurée à 15 °C par pénétrométrie. Pour la caractérisation chimique, les mêmes teneurs ont été déterminées que dans la 1ère partie: eau, matière grasse, sel (NaCl), calcium (Ca), azote total (TN), azote soluble dans l'eau (WLN), azote non protéinique (NPN) et pH. De plus, l'acide L-lactique (ALL) et l'acide D-lactique (ADL) ont été mesurés. Afin d'éviter des dépendances indésirables dans l'évaluation statistique, les teneurs en eau et en matière grasse ont été converties en humidité du produit dégraissé (HPD) et en matière grasse dans la matière sèche

(MG/MS). A titre comparatif, nous avons en outre indiqué l'azote soluble dans l'eau (WLN) en pour cent de l'azote total (WLNP) et l'azote non protéinique (NPN) en pour cent de l'azote soluble dans l'eau (NPNP).

Séparation de graisse	aucune	légère	forte
Floculation	aucune	légère	forte
Echelle	+-----+-----o-----+		
	0	1	2
Viscosité	<-	fluide	épaisse ->
Consistance	<-	courte	normale
Structure	<-	molle	dure ->
Echelle	+-----+-----+-----+-----o-----+-----+		
	1	2	3
	4	5	6
	7		
(o = valeur critique)			

Fig. 1. Echelle de l'appréciation sensorielle

### 3. Résultats

#### 3.1 Caractérisation des fromages de bonne qualité et de qualité de fonte insuffisante

Pour fabriquer du fromage à raclette valaisan, on utilise en général du lait entier sans adapter la teneur en matière grasse. Ce fromage, qui en contient donc plus que le fromage à raclette standardisé de lait pasteurisé, a tendance à exsuder de la graisse. Le tableau 1 présente, pour tous les paramètres examinés, les valeurs moyennes, les écarts standards et les différences entre les moyennes des deux types de fromage. A une exception près (TN), toutes les différences entre les moyennes sont statistiquement significatives. La corrélation entre la teneur en matière grasse et la séparation de graisse lors de la fonte, appréciée par analyse sensorielle, est hautement significative ( $r = 0.58$ ). Pour le classement des fromages de qualité de fonte insuffisante, la note limite de la séparation de graisse a été augmentée de 1.1 à 1.5 afin de tenir compte du taux de graisse accru.

Les autres critères d'appréciation n'ont pas été modifiés. 22 fromages ont été classés en bonne qualité de fonte et 44 en qualité de fonte insuffisante. L'appréciation préliminaire de MULTIVAL présentait la même proportion de fromages de bonne qualité et de qualité insuffisante, mais 18 fromages (27 %) ont été classés différemment par les dégustateurs de la FAM.

Tableau 1. Comparaison de la composition et de propriétés de fromages à raclette valaisans de lait cru (66) et de fromages à raclette de lait pasteurisé (60) (valeurs moyennes et écarts types)

Paramètre	Unité	Raclette cru		Raclette past.		Différence entre les moyennes $x_c - x_p$
		$x_c$	$s_x$	$x_p$	$s_x$	
<b>Mesures physiques</b>						
Point ramollissement	°C	62.3	4.0	57.8	3.0	4.5
Dureté de la pâte	mm	13.6	3.9	16.3	4.9	2.7
<b>Analyses chimiques</b>						
Eau	g/kg	388	21	431	18	-43
HPD	g/kg	576	22	595	20	-19
Mat. grasse	g/kg	327	17	277	13	50
MG/MS	g/kg	534	17	486	18	48
NaCl	g/kg	17.7	2.7	22.9	4.8	-5.2
Ca	g/kg	6.78	0.76	6.41	0.63	0.37
TN	mol/kg	2.67	0.10	2.70	0.12	-0.03
WLN	mol/kg	1.71	0.58	1.27	0.42	0.44
WLNP	%	64.1	21.9	47.2	15.5	16.9
NPN	mol/kg	0.46	0.12	0.42	0.09	0.04
NPNP	%	29.9	11.6	36.2	13.1	-6.3
pH		5.79	0.28	5.60	0.20	0.19

La séparation de graisse était en moyenne plus forte dans les fromages à raclette valaisan que dans les fromages à raclette pasteurisés. Elle était nettement plus intense dans les fromages de qualité de fonte insuffisante que dans les fromages de bonne qualité de fonte.

Déterminée par pénétrométrie avant la fonte, la pâte des fromages de bonne qualité était plus molle que celle des fromages insuffisants.

34 fromages exsudaient de la graisse avant d'atteindre la température du point de goutte. Le point de goutte n'a pu être mesuré fiablement que dans 32 fromages. En moyenne, il était de 63.9 °C pour les 14 fromages de bonne qualité de fonte et de 65.6 °C pour les fromages de qualité de fonte insuffisante. Pour le fromage à raclette de lait pasteurisé, ces valeurs étaient de 64.3 et de 70.3 °C.

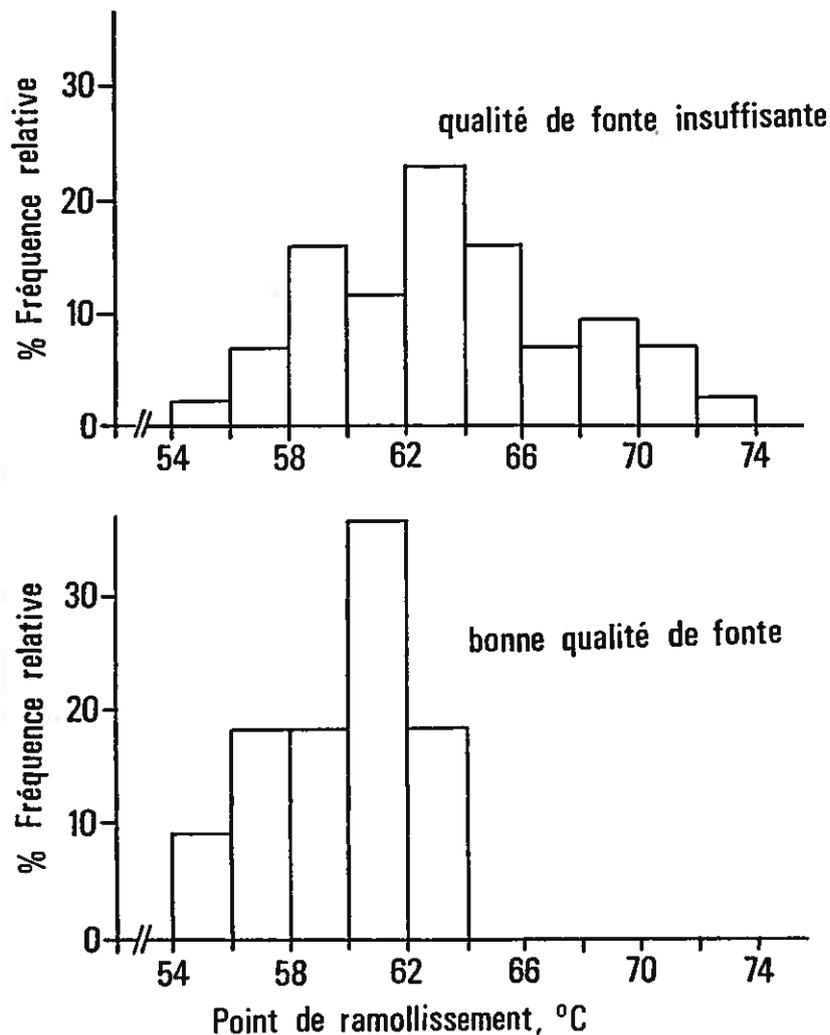


Fig. 2. Distribution des points de ramollissement selon leur fréquence (fromages à raclette valaisans de bonne et d'insuffisante qualité de fonte)

Le point de ramollissement a pu être déterminé sans difficulté dans tous les fromages. En moyenne, il était de 3.5 °C plus bas dans les fromages de bonne qualité que dans les fromages de qualité de fonte insuffisante. La figure 2 montre la grande dispersion des valeurs des fromages insuffisants. Pour les fromages de bonne qualité, la température la plus élevée était inférieure à 64 °C.

Au tableau 2 figurent les détails de la composition chimique et des propriétés physiques des deux qualités de fonte ainsi que les différences entre les moyennes et la signification statistique. Parmi les critères sensoriels, la structure présentait la plus grande différence entre les moyennes des deux groupes. Il en était de même pour le fromage à raclette de lait pasteurisé. Les teneurs en eau et le HPD étaient significativement plus élevés dans les fromages de bonne qualité de fonte que dans les fromages insuffisants.

La teneur moyenne en graisse était plus élevée dans les fromages de qualité de fonte insuffisante, alors que les taux de MG/MS n'étaient pas significativement différents. Cela est sans doute dû à la dépendance entre la teneur en graisse et la teneur en eau: l'augmentation de la teneur en matière grasse entraîne une diminution de la teneur en eau de toute la masse du fromage. L'accroissement de la teneur en matière grasse ne permet donc pas d'améliorer sans autre la qualité de fonte. Celui-ci favorise plutôt la séparation indésirable de graisse et, du fait de la diminution d'eau, raffermi la pâte, ce qui influence négativement la viscosité et la structure. Le coefficient de corrélation entre la séparation de graisse et la structure est statistiquement significatif (0.47).

Les fromages de bonne qualité de fonte présentaient une protéolyse plus intense et un pH plus élevé. La figure 3 montre le rapport étroit entre le pH et la protéolyse. Comme pour les fromages à raclette de lait pasteurisé, la teneur en calcium était significativement plus basse dans les fromages de bonne qualité de fonte. Les ions de calcium abaissent la capacité d'absorption d'eau de la caséine et favorisent la formation d'aggrégats de caséine (2, 3). Cela explique le rapport entre teneur en calcium élevée et mauvaise qualité de fonte et vice versa. La différence entre les teneurs en calcium des fromages de bonne qualité de fonte et des fromages de qualité insuffisante était encore plus marquée que dans le groupe de raclette pasteurisé (tableau 2).

Tableau 2. Composition et propriétés de fromages à raclette de bonne qualité de fonte (22) et de qualité de fonte insuffisante (44) (valeurs moyennes, écarts types et valeurs extrêmes)

Paramètre	Unité	Bonne qualité de fonte		Qualité de fonte insuffisante		Différence <sup>1</sup> $x_i - x_b$
		$\bar{x}_b$	$s_x$ Min. Max.	$\bar{x}_i$	$s_x$ Min. Max.	
<b>Appréciation sensorielle</b>						
Floculation		0.02	2) 0.00 0.30	0.10	2) 0.00 1.10	n.s.
Séparation de la graisse		0.49	2) 0.00 1.50	0.94	2) 0.00 2.60	0.45 ***
Viscosité		3.58	0.48 2.40 4.20	4.11	0.33 3.50 5.20	0.53 ***
Consistance		3.77	0.72 2.00 4.70	5.00	0.84 2.70 6.30	1.23 ***
Structure		3.89	0.53 2.90 4.70	5.41	0.65 4.20 6.90	1.52 ***
<b>Mesures physiques</b>						
Point ramollissement	°C	59.9	2.5 54.7 63.8	63.4	4.1 55.5 73.6	3.5 ***
Point de goutte	°C	(63.9)	3) 3) 3)	(65.6)	3) 3)	
Dureté pâte (pénétration)	mm	15.6	3.3 10.6 20.7	12.5	3.8 6.5 22.5	-3.1 **
<b>Analyses chimiques</b>						
Eau	g/kg	398	13 379 423	383	23 331 429	-15 **
WFF	g/kg	585	13 567 609	571	24 508 616	-14 **
Mat. grasse	g/kg	319	12 300 344	331	18 285 381	12 *
MG/MS	g/kg	530	14 501 554	535	19 499 610	n.s.
NaCl	g/kg	17.8	2.8 12.3 23.2	17.7	2.7 12.0 22.7	n.s.
Ca	g/kg	6.3	0.5 5.3 7.1	7.0	0.8 5.5 9.1	0.7 ***
TN	mol/kg	2.67	0.08 2.46 2.79	2.67	0.11 2.44 2.90	n.s.
WLN	mol/kg	2.01	0.45 1.05 2.49	1.56	0.59 0.59 2.48	-0.45 **
WLNP	%	75.4	15.9 41.4 93.4	58.5	22.5 21.1 94.2	-16.9 **
NPN	mol/kg	0.55	0.13 0.33 0.89	0.42	0.10 0.21 0.68	-0.13 ***
NPNP	%	28.8	10.8 17.8 57.8	30.4	12.1 15.0 62.7	n.s.
pH		6.03	0.28 5.49 6.54	5.67	0.19 5.21 5.98	-0.36 ***
Ac. lact. tot.	µmol/kg	42.0	26.9 4.4 104.3	68.5	25.1 22.1 106.6	26.6 ***
ALL	µmol/kg	20.8	13.4 2.8 55.8	32.4	12.9 12.4 75.1	11.6 **
ADL	µmol/kg	21.1	13.7 1.6 48.5	36.1	15.0 9.7 75.1	15.0 ***

1 \* =  $p < 0.05$ ; \*\* =  $p < 0.01$ ;

\*\*\* =  $p < 0.001$ ;

n.s. = non significatif

2) distribution fortement asymétrique

3) déterminé dans resp. 14 et 18 fromages

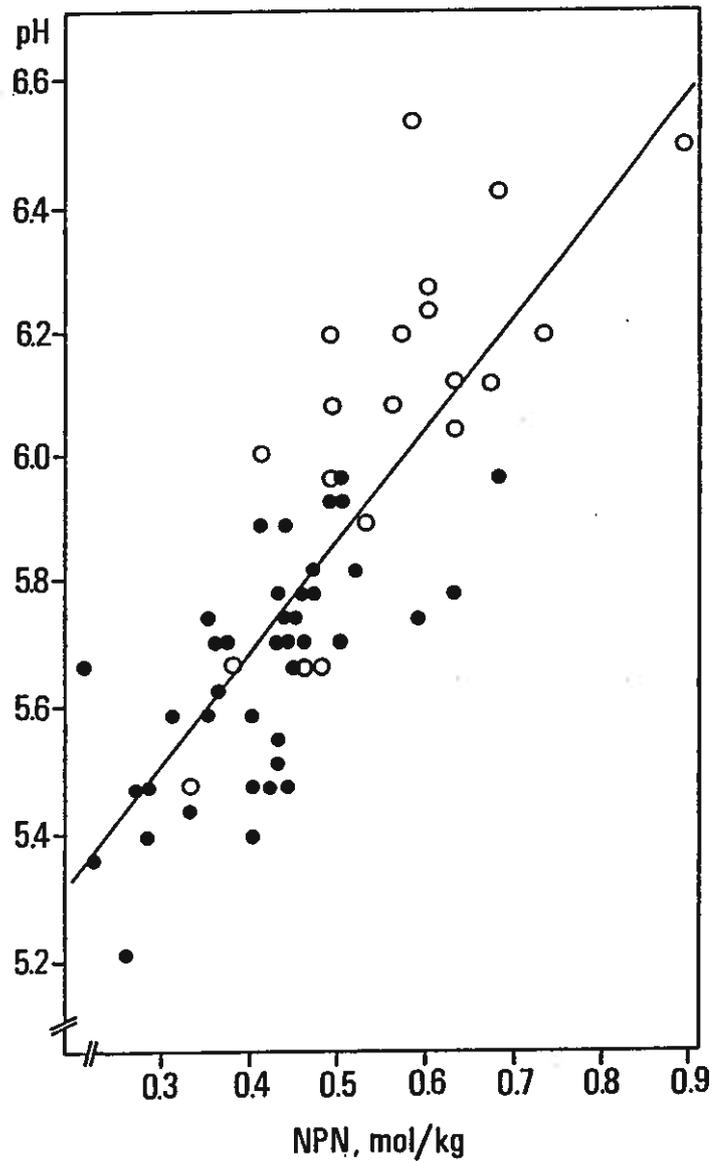


Fig. 3. Rapport entre la teneur en azote non protéinique et le pH de fromages à raclette valaisans prêts à la consommation (o: bonne qualité de fonte, ●: qualité de fonte insuffisante)

Les teneurs en acide lactique étaient significativement plus basses dans les fromages de bonne qualité de fonte, la dégradation des deux isomères y étant plus forte.

### 3.2 Rapports entre l'appréciation sensorielle de la qualité de fonte et la composition chimique

La valeur numérique et le signe du coefficient de corrélation de l'analyse bivariée des variables chimiques et sensorielles renseignent dans une certaine mesure sur les facteurs susceptibles d'influencer la qualité de fonte (tableau 3).

Tableau 3. Corrélation entre l'appréciation sensorielle et la composition chimique

Paramètre chimique	Appréciation sensorielle		
	Viscosité	Consistance	Structure
MG/MS	- 0.25	- 0.27	n.s.
HPD	- 0.32	n.s.	- 0.32
NaCl	n.s.	n.s.	n.s.
Ca	0.35	0.33	0.54
WLN	n.s.	n.s.	- 0.39
NPN	- 0.58	- 0.57	- 0.55
pH	- 0.47	- 0.49	- 0.66
ALL	0.43	0.31	0.44
ADL	0.38	0.45	0.49

n.s. = non significatif

Les corrélations les plus élevées ont été établies pour "la protéolyse en profondeur" (NPN), le pH, les teneurs en acide lactique (acide L-lactique, acide D-lactique) et la teneur en calcium. Il ne faut cependant pas surestimer la valeur informative des coefficients de corrélation, car il y a des dépendances entre les paramètres qui ne constituent pas de vrais liens causaux.

Les résultats de l'analyse de régression multiple sont résumés dans le tableau 4. Dans l'essentiel, ils confirment ceux de l'analyse bivariée. Le coefficient de régression exprime le changement de la note de l'analyse sensorielle entraîné par l'augmentation d'une unité (g/kg ou mol/kg) de la concentration du composant chimique. Le signe négatif indique que l'augmentation de la concentration du composant chimique provoque une amélioration de la qualité de fonte (note plus basse). Les

paramètres sont inscrits dans l'ordre décroissant de la contribution au coefficient de détermination. Celui-ci montre dans quelle mesure les différences organoleptiques de la qualité de fonte peuvent être expliquées par des variations des paramètres chimiques correspondants.

Tableau 4. Combinaison optimale des paramètres chimiques pour l'interprétation des différences organoleptiques de la qualité de fonte (analyse de régression linéaire multiple)

Appréciation sensorielle	Paramètre chimique	Coefficient de régression	Contribution au coefficient de détermination
Viscosité	NPN	- 2.188	0.370
	HPD	- 0.008	0.113
	MG/MS	- 0.008	0.061
Consistance	NPN	- 4.236	0.180
	MG/MS	- 0.025	0.109
	DMS	0.029	0.075
Structure	pH	- 1.803	0.252
	Ca	0.458	0.104

"La protéolyse en profondeur", caractérisée par la teneur en azote non protéinique (NPN), s'est révélée très importante pour la viscosité et la consistance du fromage à raclette valaisan fondu. Contrairement au fromage à raclette de lait pasteurisé, ces paramètres n'ont pas été influencés significativement par la teneur en calcium et l'humidité du produit dégraissé.

Le pH et la teneur en calcium ont exercé un effet significatif sur la structure, le critère sensoriel le plus important. Elle s'affine avec l'augmentation du pH et la diminution du taux de calcium dans les échantillons fondus.

Une analyse discriminante a montré que le pH et la teneur en calcium sont les meilleurs critères de distinction entre bonne qualité de fonte et qualité de fonte insuffisante du fromage à raclette valaisan. (L'acide lactique n'ayant pas été dosé dans tous les fromages, il n'a pas été considéré dans cette analyse). Ces deux paramètres chimiques ont permis de classer correctement 52 fromages

sur 66. En outre, 73 % des fromages ainsi classés en bonne qualité de fonte et 82 % des fromages de qualité de fonte insuffisante ont été taxés correctement à l'aide de la fonction discriminante  $D = -0.568 \cdot \text{Ca} + 3.786 \cdot \text{pH} - 18.086$ ). La figure 4 montre le pouvoir discriminant de cette fonction. Une deuxième analyse discriminante comprenant l'acide lactique a été effectuée pour 60 fromages seulement (dans 6 fromages, celui-ci n'avait pas été déterminé). La meilleure séparation a été obtenue par la fonction discriminante  $D = 4.076 \cdot \text{pH} + 0.023 \cdot \text{HPD} - 37.211$ . Le classement était correct pour 71 % des fromages de bonne qualité de fonte et pour 82 % des fromages de qualité de fonte insuffisante. Ce pouvoir discriminant est donc comparable à celui mentionné plus haut.

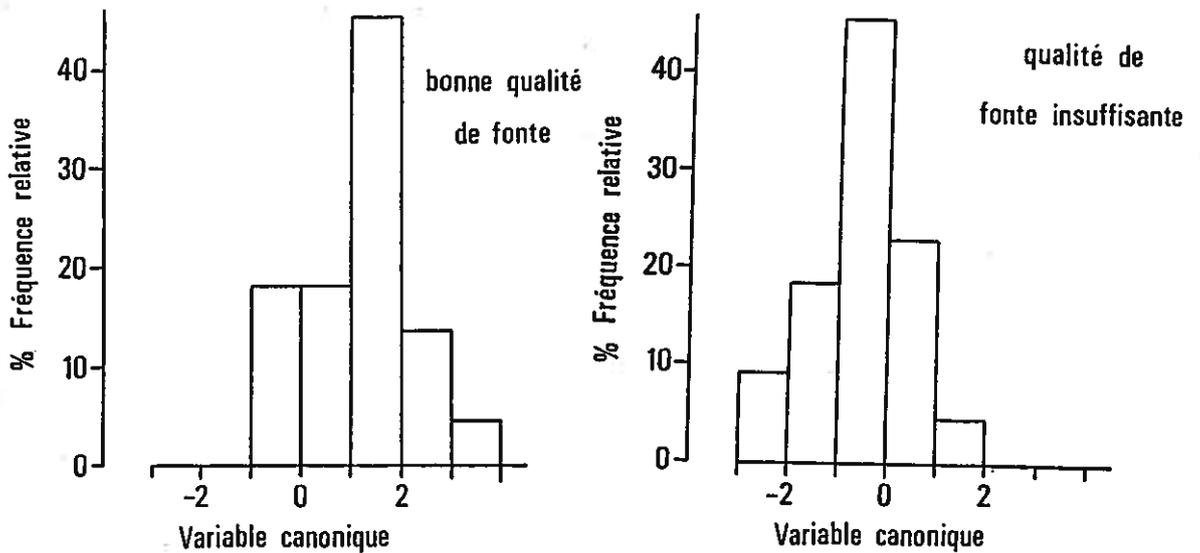


Fig. 4. Discrimination de fromages à raclette valaisans basée sur leur teneur en calcium et leur pH. Fonction discriminante  $D = 18.086 - 0.568 \cdot \text{Ca} + 3.786 \cdot \text{pH}$  ( $D =$  variable canonique)

### 3.3 Rapports entre le point de ramollissement et la composition chimique

Dans l'analyse de corrélation bivariée, l'humidité du produit dégraissé ( $r = -0.77$ ) et le pH ( $r = -0.41$ ) présentaient la meilleure corrélation avec le point de ramollissement. L'analyse de régression multiple confirme que ces deux variables sont les principaux facteurs influençant la température du point de ramollissement du fromage à raclette valaisan (tableau 5).

Tableau 5. Combinaison optimale des paramètres chimiques pour déterminer les facteurs influençant le point de ramollissement (obtenu par mesure instrumentale)

Variable dépendante	Paramètre chimique	Coefficient de régression	Contribution au coefficient de détermination
Point de ramollissement	HPD	-0.116	0.366
	pH	-9.513	0.120
	MG/MS	0.078	0.082
	NPN	11.050	0.046

Comme facteurs influençant le point de goutte (déterminé dans 32 fromages), les mêmes paramètres chimiques, avec les mêmes signes, étaient significatifs que pour les fromages à raclette de lait pasteurisé: des teneurs élevées en sel et en calcium et une basse humidité du produit dégraissé correspondent à un point de goutte élevé et, par conséquent, à une mauvaise qualité de fonte.

### 3.4 Rapports entre l'appréciation sensorielle et la détermination instrumentale de la qualité de fonte

Pour les fromages à raclette de lait cru, la concordance entre la détermination instrumentale et l'appréciation sensorielle de la qualité de fonte était moins bonne que pour les fromages à raclette de lait pasteurisé. Le point de goutte n'a pu être mesuré que sur environ la moitié des fromages à raclette valaisans. Les rapports entre le point de ramollissement et l'analyse sensorielle sont pré-

sentés graphiquement dans la figure 5. Comme de la figure 2, il en ressort une certaine interférence entre les deux groupes. Le coefficient de corrélation de 0.48 est plutôt bas. Une analyse discriminante a montré que le classement des fromages à raclette valaisans en bonne et en insuffisante qualités de fonte à l'aide du point de ramollissement est susceptible d'être entaché des erreurs suivantes:

PR < 57 °C 5 % de fromages insuffisants classés comme bonne qualité  
 PR < 58 °C 10 % " " " " " "  
 PR < 60 °C 20 % " " " " " "

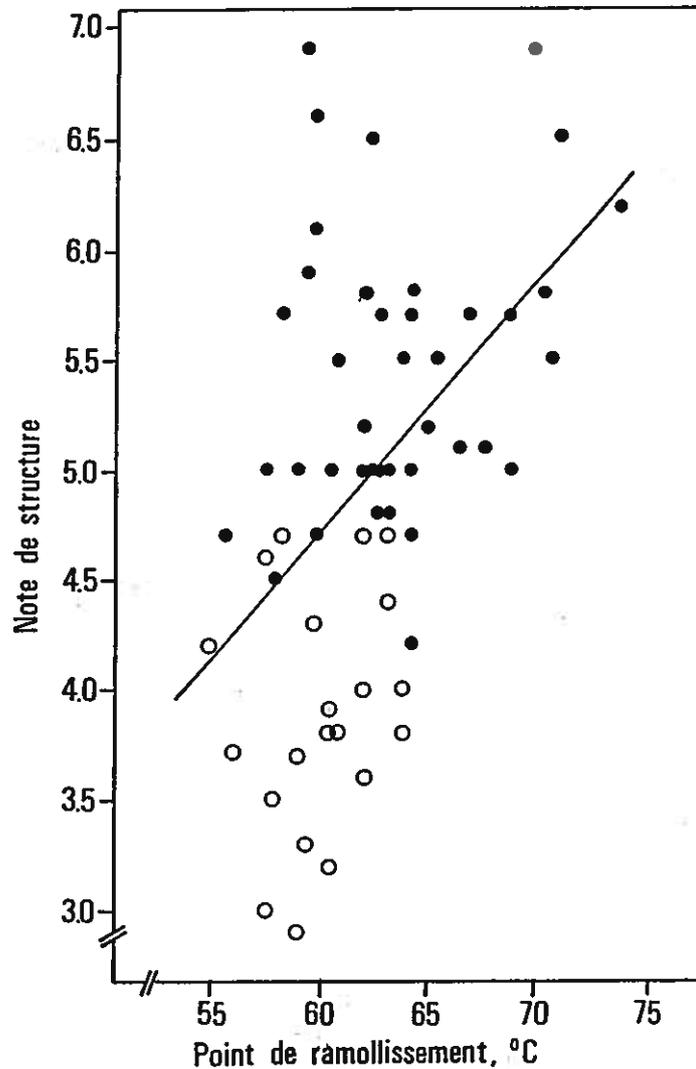


Fig. 5. Rapport entre les notes données pour la structure (analyse sensorielle) et le point de ramollissement de fromages à raclette valaisans (o: bonne qualité de fonte, ●: qualité de fonte insuffisante)

#### 4. Conclusion

Les fromages à raclette valaisans de qualité de fonte insuffisante et ceux de bonne qualité se distinguent nettement en ce qui concerne la composition macro-chimique, la protéolyse, le pH et la structure de la pâte à l'état froid. Les fromages de bonne qualité de fonte présentent en moyenne des valeurs plus élevées pour l'eau, l'humidité du produit dégraissé, l'azote non protéinique et le pH ainsi que des teneurs plus basses en matière grasse, en calcium, en acide D-lactique et en acide L-lactique. Parmi les paramètres examinés, l'azote non protéinique, le pH, l'humidité du produit dégraissé, la matière grasse dans la matière sèche et le calcium influencent le plus la qualité de fonte. La teneur en calcium et le pH ou l'humidité du produit dégraissé et le pH permettent une séparation acceptable des fromages de bonne et de mauvaise qualité de fonte.

Si le point de ramollissement peut être mesuré dans tous les fromages à raclette, il n'est pas très approprié à l'appréciation de la qualité de fonte. Le point de goutte, qui serait plus adéquat, ne peut pas être déterminé quand la graisse se sépare. Pour pouvoir le mesurer dans tous les fromages, il faudrait agrandir le diamètre d'orifice de la cupule de mesure (4). Si le point de goutte ne peut pas être déterminé, il est recommandé d'utiliser le calcium et le pH ou l'humidité du produit dégraissé et le pH pour caractériser la qualité de fonte.

Les résultats de ces analyses montrent les possibilités théoriques pour améliorer ou maintenir la qualité de fonte du fromage à raclette. Les mesures technologiques à appliquer dans la pratique restent à être mises au point.

L'étude séparée des deux types de fromage à raclette (lait cru et lait pasteurisé) s'est révélée justifiée, car ils se distinguent considérablement dans leur composition et leur propriétés de fonte.

#### 5. Remerciments

Nous remercions Monsieur J.C. Probst (MILTIVAL) et le Dr Pierre Lavanchy (FAM) pour l'organisation et le premier jugement des fromages étudiés, les laboratoires d'analyses de la station pour les mesures soigneusement effectuées et les dégustations pour leurs jugements sensoriels sur la qualité de fonte.

## 6. Références

- 1 EBERHARD, P., MOOR, U. und RUEGG, M., Schweiz. Milchw. Forsch., 17 (1) (1988)
- 2 RUEGG, M. und MOOR, U., J. Dairy Res. 51, 103-111 (1984)
- 3 RUEGG, M. und MOOR, U., Lebensm.-Wiss. u. Technol. 19, 386-391 (1986)
- 4 RUEGG, M. und MOOR, U., Schweiz. Milchw. Forsch. 17 (1988)

## Zusammenfassung

### Zusammensetzung und physikalische Eigenschaften gut und ungenügend schmelzender Raclettekäse

#### II Walliser Raclettekäse

Die Schmelzeigenschaften von 66 aus Rohmilch hergestellten Walliser Raclettekäsen wurden sensorisch und mit einem Tropfpunktgerät untersucht. Gleichzeitig wurden die chemische Zusammensetzung der Käse, der pH-Wert und die Konsistenz des Teiges bestimmt und mit den im 1. Teil erhaltenen Resultaten der Raclettekäse aus pasteurisierter Milch verglichen.

Die Bestimmung des Tropfpunktes eignet sich bei Walliser Raclettekäse nicht zur Charakterisierung der Schmelzbarkeit, weil viele Käse Fett abscheiden, bevor die Tropftemperatur erreicht wird. Mit der Erweichungstemperatur, welche bei allen Käsen bestimmt werden konnte, wurden die Käse bezüglich ihrer Schmelzqualität weniger gut klassiert als durch die Kombination von zwei chemischen Parametern. Als beste Kombination chemischer Parameter zur Klassierung der Walliser Raclettekäse nach Schmelzqualität erwiesen sich pH-Wert und Ca-Gehalt oder pH-Wert und WFF-Gehalt.

Der Vergleich der Käse mit guter und ungenügender Schmelzbarkeit zeigte, dass gut schmelzende Käse höhere Wasser-, WLN-, NPN-Gehalte sowie pH-Wert und tiefere Gehalte an Fett, Kalzium und Milchsäure aufwiesen.

Beim Vergleich mit Raclettekäse aus pasteurisierter Milch wurde die Annahme bestätigt, dass der Walliser-Raclettekäse nicht nur aufgrund der unterschiedlichen chemischen Zusammensetzung, sondern auch nach dem unterschiedlichen Schmelzverhalten als eigenständige Käsesorte zu betrachten ist.

### **Composition and physical properties of Raclette cheeses of good and of insufficient melting quality**

#### **II Walliser Raclette cheese**

##### **Abstract**

The melting properties of 66 Raclette cheeses made in a traditional way of raw milk were tested by sensoric analysis and with an automatic dropping point apparatus. The chemical composition of the cheeses and their pH were also measured as well as the consistency of the cheeses at 15 °C. The dropping point could not be determined for all cheeses. Oiling off occurred in several cases before the temperature of the dropping point was reached. The softening point could be determined for all samples, but it was a less efficient criterion for separating the sample of good and insufficient melting quality than the combination of some chemical parameters. A discriminant analysis revealed that a linear combination of calcium content and pH or alternatively, water content (on a fat-free basis) and pH allows a fairly good separation of the groups of cheeses with good and insufficient melting quality.

Cheeses with a good melting quality had more water, water soluble nitrogen, non protein nitrogen and higher pH values but less fat calcium and lactic acid than cheeses with a poor melting quality.

The chemical composition and the melting properties of Raclette cheese made from raw milk differed significantly from those of Raclette cheese made from pasteurized milk.