

Facteurs de variations du rapport des teneurs en matières grasses et protéiques du lait de vache : étude dans les exploitations des Alpes du Nord⁽¹⁾

Parallèlement aux teneurs en matières grasses et en protéines du lait, l'équilibre entre ces 2 fractions peut avoir des répercussions sur la qualité du fromage. Dans les régions de fabrication à base de lait cru entier, il est important de connaître l'ampleur et les causes de variations de cet équilibre.

La qualité du fromage dépend de très nombreux facteurs, liés non seulement aux techniques de fabrication, mais aussi à la qualité de la matière première et en particulier à sa composition chimique. La teneur en protéines du lait et les caractéristiques de ces protéines sont ainsi des facteurs prépondérants du rendement fromager (Vertès *et al* 1989 ; Remeuf *et al* 1989 ; Garel et Coulon 1990) et de la qualité des fromages affinés (Lawrence *et al* 1984 ; Kerjean 1984). Par ailleurs, la teneur en matière grasse du lait, qu'il n'est pas possible de maîtriser dans les fabrications réalisées à partir de lait cru et entier, joue aussi un rôle important sur cette qualité (ITG 1985). Or la composition chimique du lait varie de manière importante au cours de l'année, sous l'effet conjugué de nombreux facteurs physiologiques, saisonniers et alimentaires (Journet et Rémond 1980 ; Rémond 1985 ; Hoden *et al* 1985 ; Journet et

Chilliard 1985 ; Agabriel *et al* 1990). L'équilibre entre les matières grasses et protéiques du lait peut donc varier fortement et avoir un effet propre sur le produit transformé (Chapman 1974 ; Banks *et al* 1981 et 1984 ; Barbano et Sherbon 1984 ; Oeuvarard, communication personnelle).

L'objectif de cette étude a été d'identifier, dans les conditions particulières de conduite des troupeaux des Alpes du Nord (alimentation hivernale à base de foin, conduite estivale incluant parfois l'alpage, transformation systématique du lait en fromage d'appellation), les principales caractéristiques d'élevage qui influencent la composition chimique du lait, et en particulier le rapport taux butyreux/taux protéique (TB/TP). Elle s'inscrit dans une démarche plus générale visant à préciser les facteurs zootechniques pouvant influencer la production fromagère (quantité et qualité). Elle comporte une première partie décrivant la composition du lait de 869 exploitations (étude préliminaire), et une seconde mettant en relation cette composition avec les principales caractéristiques (enquêtées) de 62 de ces exploitations.

Résumé

Soixante deux exploitations laitières des Alpes du Nord ont fait l'objet d'une enquête détaillée concernant à la fois la structure de l'exploitation et du troupeau, la qualité des fourrages et les pratiques alimentaires hivernales et estivales. Ces données ont permis d'analyser les variations de la composition chimique du lait d'une exploitation à l'autre, et en particulier du rapport taux butyreux/taux protéique. Celui-ci a présenté des variations très importantes d'une exploitation à l'autre et d'un mois à l'autre. Selon les exploitations, ces variations sont dues surtout à celles du taux butyreux (cas le plus fréquent), ou plutôt à celles du taux protéique. Les différences de niveau de ce rapport d'une exploitation à l'autre sont difficiles à expliquer par les seules données disponibles : en particulier, compte tenu du type des vaches présentes (Abondance, Tarine et Montbéliarde), l'effet de la race ne semble pas prépondérant. Ce sont les exploitations qui maîtrisent le mieux l'alimentation hivernale et estivale des animaux (et qui présentent par ailleurs des effectifs importants et stables au cours de l'année) qui ont présenté les rapports les plus stables au cours de l'année.

1 / Etude préliminaire

1.1 / Origine des données

Dans un premier temps, on a décrit l'évolution, entre janvier 1987 et décembre 1989, des teneurs en matières grasses et en protéines du lait (1 ou 2 prélèvements réalisés par les laitières sur les laits de mélange de chaque troupeau) de 869 exploitations, dont 479 en Savoie

(1) Etude réalisée dans le cadre du programme de Recherche-Développement des Alpes du Nord.

Tableau 1. Principales caractéristiques moyennes des exploitations enquêtées (voir signification des critères dans annexe 1). Les valeurs entre parenthèses correspondent aux données issues de l'étude préliminaire (population totale).

Coopératives	Moutiers	Flumet	Beaufort	Arves	Bornes	Isère	Ensemble des exploitations	Alpagistes
Nombre d'exploitations	11 (153)	7 (100)	12 (183)	9 (132)	12 (125)	11 (133)	62 (869)	11 (34)
Altitude moyenne du siège d'exploitation (m)	1194	1084	928	859	774	1030	971 ± 203	1071
Superficie du siège d'exploitation (ha)	30	10	15	27	42	29	27 ± 17	28
Race : - Montbéliarde				2	6	11	19	
- Abondance		7	5	5	3		20	5
- Tarine	9		7				16	6
- Autre	2			2	3		7	
Période de vêlage :								
- Automne ou hiver	3	2	1		2	2	10	1
- Automne + hiver	7	2	8	6	4	6	33	8
- Autre	1	3	3	3	6	3	19	2
Alimentation estivale (hors exploitations mettant en pension)								
- Pâturage seul		3	5	3		2	13	4
- Pâturage + concentré	3	2	4		1	3	13	5
- Pâturage + conc. + fourrage		1		6	11	6	24	2
Alimentation hivernale :								
- Foin	1	1	3	1	1	9	16	3
- Foin et regain	4	6	8	6	6		30	6
- Foin et autre fourrage	6		1	2	5	2	16	2
Qualité du foin : - Bonne	3	1	1	5	6		16	2
- Moyenne	5	3	5	4	5	6	28	5
- Faible	3	3	6		1	5	18	4
Distribution du concentré								
- En fonction de la production	7	3	5	6	9	11	41	6
- Non raisonnée	4	4	7	3	3		21	5
Effectif VL	20	10	17	20	34	20	21	25
Evolution des effectifs								
- Stable	3	4	7	8	12	10	44	8
- Variable	8	3	5	1		1	18	3
Mouvement d'animaux								
- Bas		3	4	7	12	11	37	
- Alpage	3	3	3	2			11	11
- Mise en pension	8	1	5				14	
Production annuelle (1)	47 800 (19 714)	35 440 (26 233)	47 800 (34 095)	86 350 (36 781)	154 460 (100 742)	82 650	78 830	63 070 (70 219)
Taux butyreux (g/kg)	36,1 (35,5)	37,2 (37,0)	35,1 (35,4)	38,1 (37,1)	36,5 (36,7)	36,2 (36,0)	36,4 ± 1,6 (36,2)	36,9 (35,1)
Taux protéique (g/kg)	30,5 (30,3)	30,7 (31,0)	31,6 (31,2)	31 (30,8)	31,7 (31,3)	30,6 (30,6)	31,0 ± 1,0 (30,9)	31,3 (31,2)
TB/TP								
- Moyenne	1,19 (1,16)	1,21 (1,19)	1,12 (1,13)	1,23 (1,20)	1,15 (1,17)	1,18 (1,17)	1,17 ± 0,06 (1,17)	1,18 (1,12)
- Variabilité annuelle (*)	0,07 (0,06)	0,09 (0,08)	0,08 (0,08)	0,04 (0,07)	0,06 (0,04)	0,04 (0,05)	0,06 ± 0,04 (0,06)	0,07 (0,09)

(réparties en 4 coopératives), 257 en Haute-Savoie (issues de 15 coopératives) et 133 en Isère (provenant de 2 coopératives).

Compte-tenu de la petite taille des coopératives en Haute-Savoie, ces données ont été regroupées en 2 zones, le plateau des Bornes (8 coopératives, 125 exploitations) et la vallée d'Arve (7 coopératives, 132 exploitations). En Savoie, pour la coopérative de Beaufort, les

données concernant les exploitations qui utilisaient un alpage (n = 34) ont été traitées séparément de celles qui n'en utilisaient pas (n = 140).

1.2 / Résultats

En moyenne, les taux butyreux et protéique annuels observés sur ces 869 exploitations ont

été de 36,2 et 30,9 g/kg, soit un rapport TB/TP moyen de 1,17 (tableau 1). Entre les coopératives présentant des valeurs extrêmes, le taux butyreux moyen annuel a varié de 35,4 à 37,6 g/kg et le taux protéique de 30,3 à 31,3 g/kg. Ces différences de taux ont conduit à des moyennes annuelles des rapports TB/TP variant de 1,13 à 1,23.

La composition chimique du lait a d'autre part varié plus ou moins fortement au cours de l'année selon les coopératives. D'une manière générale, les taux butyreux et protéique ont toujours été les plus élevés en début d'automne, et les plus faibles en hiver (figure 1), mais les écarts entre ces 2 périodes ont été beaucoup plus importants en Savoie (7,0 g/kg de matière utile (MU = matières grasses + protéines)) qu'en Haute-Savoie (3,4 g/kg) et qu'en Isère (2,6 g/kg). La mise à l'herbe (début mai) s'est d'autre part accompagnée d'une augmentation de la richesse du lait beaucoup plus forte en Savoie (+ 3,1 g/kg de taux de MU entre avril et mai) que dans les autres départements (+ 1,5 g/kg).

Les variations du rapport TB/TP au cours de l'année ont été les plus importantes à Beaufort. Dans les autres coopératives, ce rapport a été beaucoup plus stable au cours de l'année.

De plus, le niveau de livraison a été très variable d'une coopérative à l'autre (19 700 l/an en moyenne à Moutiers (Savoie) contre 100 700 sur le plateau des Bornes (Haute-Savoie)) et au cours de l'année ; si la période hivernale est caractérisée par une augmentation continue de la livraison plus ou moins importante, la période estivale présente des évolutions très variables selon les coopératives et le système de conduite estival des vaches (figure 1).

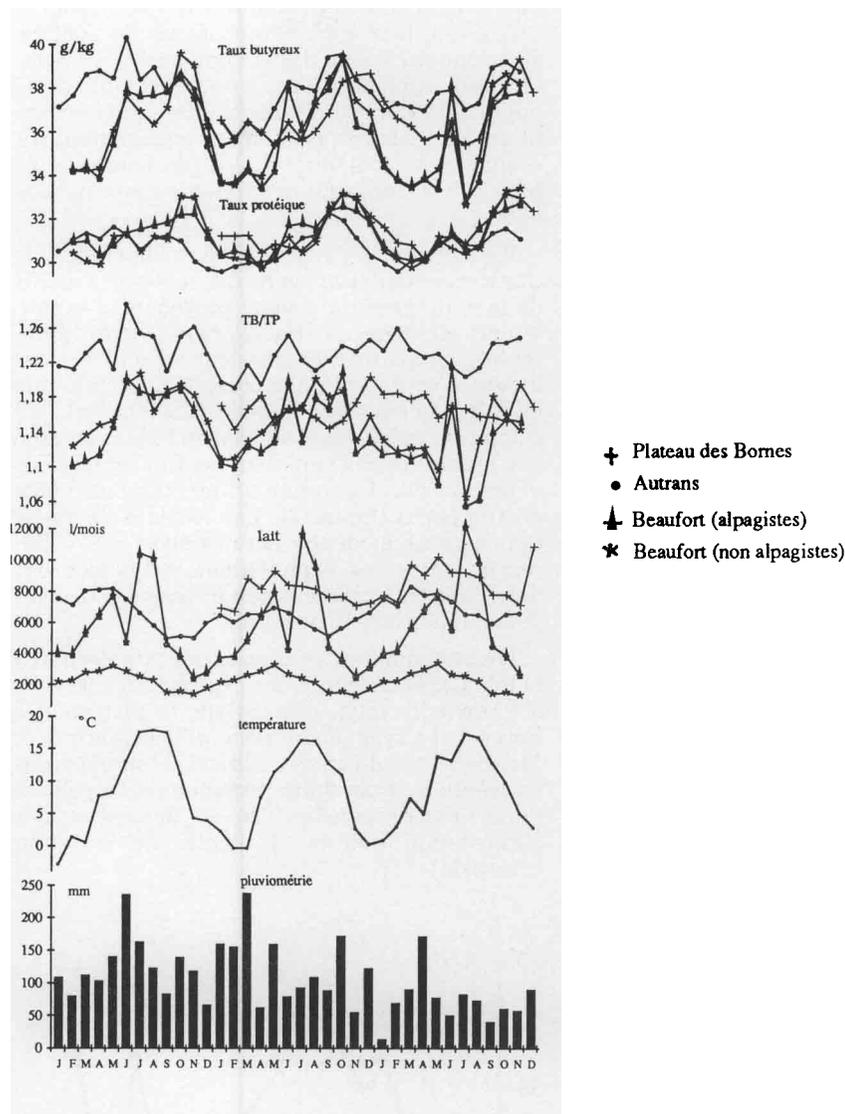
Enfin, malgré une pluviométrie très inférieure en 1989 (851 mm contre 1468 mm en 1987 et 1484 mm en 1988), les évolutions des livraisons et de la composition du lait au cours de l'année ont été remarquablement semblables durant les 3 années (figure 1).

2 / Liaison entre la composition du lait et les caractéristiques des exploitations

2.1 / Choix des données

A la suite des résultats de cette étude préliminaire, 62 exploitations livrant au moins 15 000 l de lait par an ont été enquêtées. Elles représentaient à la fois chacune des coopératives concernées, et les différentes caractéristiques du rapport TB/TP (niveau annuel et variabilité d'un mois à l'autre⁽¹⁾) décrites dans l'étude préliminaire. Sur ces exploitations (25 en Savoie, 26 en Haute-Savoie et 11 en Isère) des données relatives 1) à la structure de l'exploitation et aux caractéristiques du troupeau, 2) à la récolte des fourrages, 3) à l'alimentation hivernale et estivale des animaux et 4) à la conduite de la traite ont été recueillies (annexe 1).

Figure 1. Evolution des caractéristiques du lait dans quelques coopératives.



2.2 / Analyse des données

L'étude des données concernant les 62 exploitations enquêtées a été réalisée à l'aide d'une classification ascendante hiérarchique (CAH, logiciel ADDAD), construite à partir des résultats d'une analyse factorielle des correspondances (AFC). Cette AFC a été réalisée à partir des variables de composition chimique du lait (niveau et variabilité des taux et du rapport TB/TP, Cf annexe 1). La classification des exploitations a ensuite été effectuée à partir de leurs coordonnées sur les 12 premiers axes de cette AFC (expliquant les 3/4 de la variance totale des données). Une partition en 5 classes a été retenue et pour chaque classe la composition du lait a été analysée en relation avec les principales caractéristiques des exploitations (données d'enquête).

(1) Les exploitations ont été réparties dans 3 classes de niveau et 3 classes de variabilité (estimée par l'écart-type intra exploitation) du rapport TB/TP. L'échantillonnage a été réalisé en supprimant les 3 classes de variabilité moyenne.

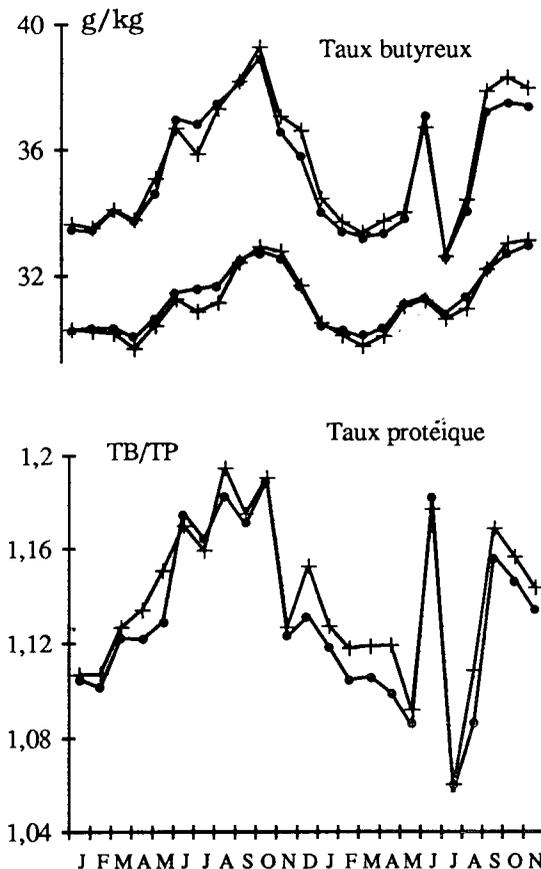
2.3 / Résultats

Sur les 62 exploitations enquêtées, les taux butyreux et protéique annuels moyens (36,9 et 31,3 g/kg), leur évolution au cours de l'année, ainsi que les écarts d'une coopérative à l'autre ont été semblables à ceux de l'ensemble de la population (tableau 1). Ainsi, bien que l'échantillon n'ait pas été exactement représentatif (Cf origine des données), il n'a pas entraîné de biais sur la composition chimique moyenne des laits.

Par ailleurs, à l'échelle de la coopérative, la transformation fromagère est réalisée à partir de laits de grand mélange, provenant d'exploitations de caractéristiques parfois très différentes, en particulier par leur effectif et leur litrage. L'évolution de la composition chimique du lait au cours de l'année est cependant voisine selon qu'elle est calculée en tenant compte des livraisons des exploitations (moyenne pondérée) ou non (moyenne arithmétique des laits de troupeau) (figure 2). Les facteurs de variation mis en évidence par l'analyse des différences entre les exploitations enquêtées ont donc bien une répercussion directe sur la composition des laits de mélange.

Les coopératives se différencient (tableau 1) à la fois par la structure des exploitations (petites à Flumet (Savoie), grosses sur le plateau des Bornes), le type d'animaux utilisé (Tarines à Moutiers, Abondances à Flumet, Montbéliardes en Isère), leur conduite (pratique de l'alpage et de la mise en pension l'été en Savoie) et leur alimentation (nature et qualité de la ration hivernale).

Figure 2. Evolution de la composition chimique du lait sur la coopérative de Beaufort pondérée (●) ou non (+) par les livraisons individuelles des exploitations.



a / Variabilité du rapport TB/TP

En moyenne, les taux butyreux ont été plus variables d'une exploitation à l'autre (écart-type de 1,6 g/kg) et d'un mois à l'autre dans une même exploitation (2,3 g/kg), que les taux protéiques (respectivement 1,0 et 1,4 g/kg). Sur l'ensemble des exploitations, les variations inter et surtout intra-exploitation du rapport TB/TP ont été plus liées à celles du taux butyreux (respectivement $R^2 = 0,60$ et $R^2 = 0,78$) qu'à celles du taux protéique (respectivement $R^2 = 0,32$ et $R^2 = 0,13$) (figure 3).

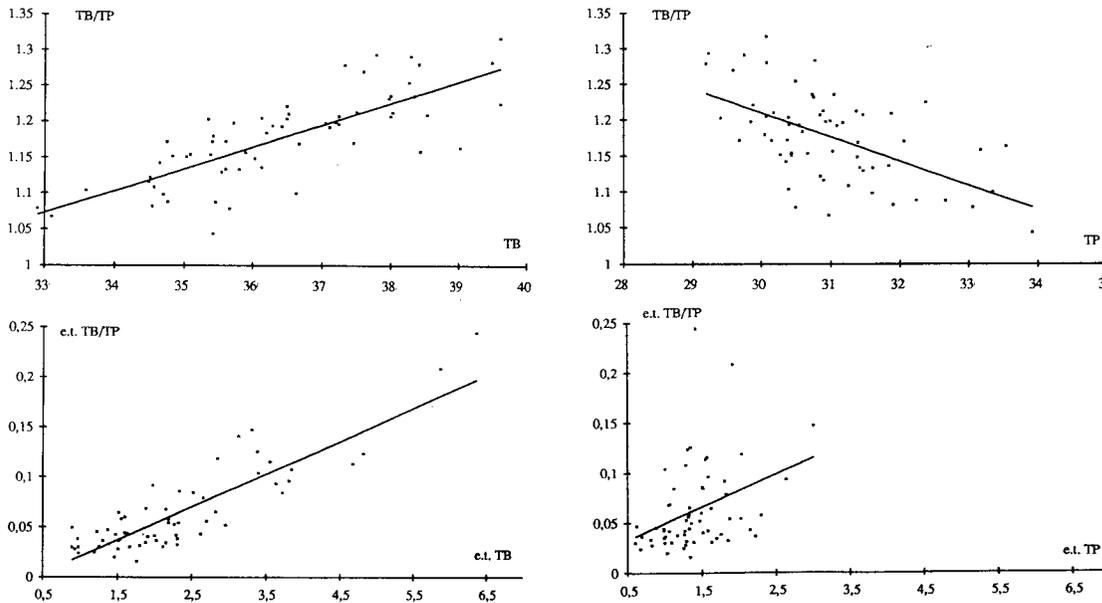
b / Typologie des exploitations d'après la composition chimique du lait

A partir de la classification réalisée, 5 classes de 8 à 15 exploitations ont été retenues. Cette partition permet de différencier nettement les exploitations suivant le niveau et la variabilité du rapport TB/TP. Les caractéristiques principales de ces classes sont détaillées au tableau 2 et à la figure 4.

Les classes 1 et 2 regroupent des exploitations présentant un rapport TB/TP élevé ou très élevé (respectivement 1,20 et 1,25) et très variable ou variable (écart-type de respectivement 0,10 et 0,07), en raison d'un taux protéique faible, et d'un taux butyreux très variable. Les vaches sont de race Tarine ou Abondance dans la classe 1 (14/15), mais variable dans la classe 2. L'alimentation hivernale est à base de foin avec (classe 1) ou sans regain (classe 2), de qualité médiocre. Dans la classe 1, les effectifs d'animaux sont variables au cours de l'année, en raison de la mise en pension fréquente des vaches au cours de l'été (9/15). Durant cette période, les exploitations qui gardent leurs vaches pratiquent un pâturage sans apport de fourrage conservé et souvent réalisé en alpage (classe 1). Les vêlages sont souvent groupés en automne ou en hiver dans la classe 1, alors qu'ils sont plus étalés sur l'année dans la classe 2. Ces caractéristiques sont associées à des surfaces, des effectifs et des livraisons annuelles faibles. La plupart des exploitations de ces 2 classes ne bénéficient d'aucun encadrement technique. La classe 1 regroupe essentiellement des exploitations de Savoie (11/15), alors que la classe 2 présente des exploitations des 3 départements.

Les classes 3 et 4 sont caractérisées par un rapport TB/TP élevé ou moyen (respectivement 1,21 et 1,16) et peu variable (écart type de 0,04). La différence de niveau du rapport est dû à celui du taux butyreux, élevé dans la classe 3 (38,3 g/kg) et faible dans la classe 4 (35,7 g/kg). Les vaches sont de race Montbéliarde ou Abondance (19/25), et les vêlages sont étalés sur la période hivernale ou l'année. L'alimentation des animaux semble mieux maîtrisée que dans les classes 1 et 2, aussi bien l'hiver (présence de séchage en grange, distribution du concentré au prorata de la production) que l'été (distribution fréquente de fourrages d'appoint). Les livraisons annuelles sont élevées de même que les effectifs (supérieurs à 30 vaches), stables au cours de l'année. La majorité des exploitations de ces 2 classes sont situées en Haute-Savoie (17/25).

Figure 3. Liaisons entre le rapport TB/TP moyen des exploitations (ou sa variabilité annuelle, mesurée par l'écart-type des données mensuelles : e.t.) et chacun des 2 taux (ou leur variabilité annuelle).



La classe 5 présente un rapport TB/TP faible (1,10) et variable (écart-type de 0,06). Ce rapport faible est lié à la fois à un taux butyreux faible (34,9 g/kg) et à un taux protéique élevé (31,8 g/kg). Comme dans la classe 1, les animaux sont de race Tarine ou Abondance. L'alimentation hivernale est en général de qualité moyenne, mais la conduite de la période estivale est variable d'une exploitation à l'autre. Cette classe présente par ailleurs une très grande variabilité de structure (surfaces et effectifs variant de respectivement 7 à 52 ha et de 5 à 70 vaches) et donc de livraison de lait. La majorité de ces exploitations livrent à la coopérative de Beaufort (9/14).

Discussion et conclusions

Les différences de niveau du rapport TB/TP sont plus délicates à interpréter que celles de chacun de ses constituants dont on connaît bien les facteurs de variations et leurs interactions à l'échelle du troupeau. Le niveau de ce rapport est cependant en moyenne mieux expliqué par les variations du taux butyreux que par celles du taux protéique, en grande partie parce que les premières sont plus importantes que les secondes aussi bien sous l'effet des facteurs génétiques (Bonaïti 1985), alimentaires ou saisonniers (Hoden *et al* 1985; Agabriel *et al* 1990) que liés à la traite (Labussière 1985). Les situations apparaissent cependant différentes selon les exploitations : le niveau du rapport TB/TP semble en effet plutôt déterminé par celui du taux butyreux dans les classes 3 et 4, par celui du taux protéique dans les classes 1 et 2 et par les 2 taux dans la classe 5. Ces différences de niveau ne sont pas dues aux races utilisées (Montbéliarde, Tarine et Abondance) dont les rapports moyens sont semblables (respectivement 1,17, 1,16 et 1,18) et très voisins de ceux observés dans les départements concernés

Figure 4. Evolution des caractéristiques du lait dans les différentes classes d'exploitations.

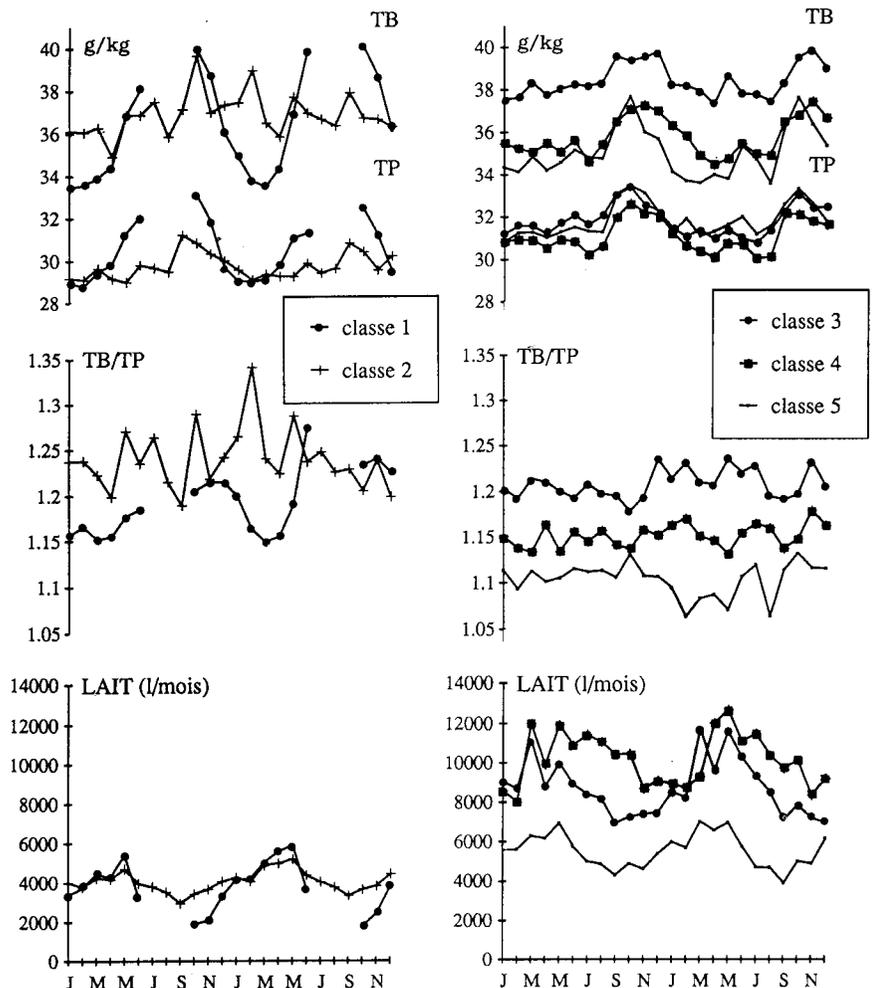


Tableau 2. Composition du lait et principales caractéristiques des exploitations des 5 classes constituées à partir de la CAH.

	Classe 1 15	Classe 2 8	Classe 3 12	Classe 4 13	Classe 5 14
Composition du lait					
Taux butyreux (g/kg)					
- Moyenne annuelle	36,6	37	38,3	35,7	34,9
- Variabilité (*)	3,4	2	1,7	1,7	2,2
Taux protéique (g/kg)					
- Moyenne annuelle	30,4	29,8	31,6	30,9	31,8
- Variabilité (*)	1,7	1,1	1,2	1,3	1,6
TB/TP					
- Moyenne annuelle	1,2	1,25	1,21	1,16	1,1
- Variabilité (*)	0,1	0,07	0,04	0,04	0,06
Caractéristiques des exploitations					
Altitude moyenne du siège d'exploitation (m)	1049	1128	921	840	960
Superficie du siège d'exploitation (ha)	23	23	31	34	22
Nombre d'exploitants					
- Ayant reçu une formation	3/15	3/8	6/12	7/13	7/14
- Bénéficiant de suivi technique	7/15	3/8	10/12	8/13	8/14
Race : - Montbéliarde		4	4	8	3
- Abondance	6	2	5	2	5
- Tarine	8		1	1	6
- Autre	1	2	2	2	
Période de vêlage :					
- Automne ou hiver	6	1		2	1
- Automne + hiver	7	4	9	5	8
- Autre	2	3	3	6	5
Alimentation estivale (hors exploitations mettant en pension)					
- Pâturage seul	3	3	1	1	5
- Pâturage + concentré	2	2	3	1	5
- Pâturage + concentré + fourrage	1	2	8	10	3
Alimentation hivernale :					
- Foin	2	4	2	3	5
- Foin et regain	10	2	7	6	5
- Foin et autre fourrage	3	2	3	4	4
Séchage du foin :					
- En grange	1		6	5	3
- Au champ	14	8	6	8	11
Qualité du foin :					
- Bonne	2	1	8	3	2
- Moyenne	8	5	3	6	6
- Mauvaise	5	2	1	4	6
Distribution du concentré :					
- En fonction de la production	6	6	11	9	9
- Non raisonnée	9	2	1	4	5
Moyen de traite :					
- Manuelle	2			1	2
- Pots	12	6	8	6	7
- Lactoduc ou salle de traite	1	2	4	6	5
Production annuelle (l)	47 160	50 916	106 656	119 510	68 724
Effectif VL	15	13	23	28	23
Evolution des effectifs au cours de l'année					
- Stable	5	6	11	12	11
- Variable	10	2	1	2	3
Mouvement d'animaux :					
- Bas	1	7	9	12	8
- Alpage	5		3		3
- Mise en pension	9	1		1	3
Département :					
- Savoie	11	2	1	2	9(8 à Beaufort)
- Haute-Savoie	4	2	9	8	3
- Isère		4	2	1	2

(*) moyenne des écart-types intra-exploitation.

(respectivement 1,17, 1,16 et 1,14, Contrôle Laitier 1989). Des variations inter-exploitations considérables de ce rapport (1,09 à 1,20) ont d'ailleurs été observées dans des troupeaux de race Abondance recevant des rations à base de foin (Martin et Coulon 1991). Elles peuvent par contre être liées 1) à des niveaux génétiques individuels différents ; sur les 25 exploitations où les index taux étaient disponibles, il n'est cependant pas apparu de liaison entre le niveau moyen du rapport TB/TP annuel et l'écart entre les index TB et TP ; 2) à l'effet de facteurs alimentaires autres que le simple type de ration hivernale (à base de foin dans cette étude), ou la proportion de concentré dans la ration (généralement faible dans cette étude). En alpage, des modifications importantes du rapport TB/TP ont ainsi été observées lors de changement de zone de pâturage (Haltel et Bornard 1989).

La variabilité du rapport TB/TP au cours de l'année apparaît aussi plus liée à celle du taux butyreux pour les mêmes raisons que celles invoquées précédemment. A l'échelle de l'exploitation, les laits qui présentent un rapport TB/TP stable au cours de l'année (classes 3 et 4) sont aussi ceux dont les taux protéiques sont parmi les plus élevés, ce qui contribue encore à accroître leur qualité fromagère. Ces exploitations sont caractérisées par une bonne maîtrise de l'ensemble des facteurs de conduite hivernale, et en particulier de l'alimentation des animaux ; la période de mise à l'herbe ne s'accompagne alors pas de modifications de la composition du lait, contrairement à ce qui est observé quand les conditions d'alimentation hivernale ne sont pas optimales (classes 1 et 2) et/ou lorsque cette mise à l'herbe est suivie d'une montée à l'alpage. Cette dernière conduit en effet souvent à des modifications plus importantes de la composition chimique du lait que lorsque les animaux restent au pâturage dans la vallée (Zemp *et al* 1989) ; dans cette étude, cette pratique ne semble cependant pas la plus déterminante pour la variabilité du rapport TB/TP : dans la classe 2 où la variabilité est élevée, les alpagistes ne sont pas représentés. La stabilité du rapport TB/TP est renforcée dans les classes 3 et 4 par l'utilisation systématique l'été de fourrages conservés en supplément du pâturage, qui permet de tamponner les variations de quantité et de qualité de l'herbe. Ces résultats confirment les observations réalisées dans d'autres conditions de milieu (Agabriel *et al* 1990). Ces différences de maîtrise

technique sont associées à des différences importantes de structure, et en particulier d'effectifs (faibles et variables au cours de l'année dans la classe 1) qui ont pu accentuer la variabilité de la composition chimique du lait.

En définitive, cette étude a permis de mettre en évidence la grande variabilité de la composition chimique du lait dans les troupeaux des Alpes du Nord, aussi bien d'une exploitation à l'autre qu'au cours de l'année dans une même exploitation (figure 1). Elle a aussi montré la liaison entre les caractéristiques du rapport TB/TP et la maîtrise de la conduite des animaux. Alors que la classification a été réalisée uniquement à partir des caractéristiques du lait, elle permet de mettre en évidence une intensification et une maîtrise croissante de la production parallèle à l'amélioration des caractéristiques du rapport TB/TP entre la classe 1 (rapport élevé et variabilité très élevée) et les classes 3 et 4 (variabilité faible). Par ailleurs, si chaque classe est composée majoritairement d'exploitations d'un même département (sauf la classe 2), on trouve cependant des exploitations d'un même département dans plusieurs classes (c'est particulièrement le cas pour la Haute-Savoie) (tableau 2).

L'étude de fabrications fromagères réalisées à partir de laits provenant de certaines des exploitations étudiées présentant, entre autres, des rapports TB/TP très différents devraient, à l'avenir, permettre de préciser l'influence de cette caractéristique du lait, et d'une manière plus générale de certains facteurs de production, sur la qualité des fromages. Sur la zone de fabrication du Beaufort, on peut en particulier se demander si le niveau généralement plus élevé de ce rapport au cours de la période de pâturage est une des causes de la meilleure qualité organoleptique des fromages d'été.

Remerciements

Nous tenons à remercier les élèves de l'ENITA de Clermont-Ferrand (C. Balay, S. Coulomb, H. Georges, V. Gontier, L. Hugonin, L. Jacquemin, A. Latil, Y. Pechuzal, O. Poiseau, J.M. Vacelet, H. Robin) pour la conduite des enquêtes chez les éleveurs et leur participation au dépouillement des données, ainsi que X. Folliet, A. Hauwy, P. Moyroud, G. Ouevrard, et les présidents des différentes coopératives qui ont permis la réalisation de ce travail.

Références bibliographiques

- AGABRIEL C., COULON J.B., MARTY G., CHENEAU N., 1990. Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache. Etude dans les exploitations du Puy de Dôme. INRA Prod. Anim., 3, 137-150.
- BANKS J.M., BANKS W., MUIR D.D., WILSON A.G., 1981. Cheese yield, composition does matter. Dairy Ind. Int., 46, 15-22.
- BANKS J.M., MUIR D.D., TAMIME A.Y., 1984. A comparison of cheese yield and cheesemaking efficiency using seasonal and standardized milk. J. Soc. Dairy Techn., 37, 83-88.
- BARBANO D.M., SHERBON J.W., 1984. Cheddar cheese yields in New-York. J. Dairy Sci., 67, 1873-1883.
- BONAFI B., 1985. Composition du lait et sélection laitière chez les bovins. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, 59, 51-61.
- CHAPMAN H.R., 1974. The effect the chemical quality of milk has on cheese quality. Dairy Ind., 39, 329-334.
- FLEURY P., 1985. La variabilité micro-climatique en montagne : son expression par la phénologie du dactyle des prairies permanentes. Etudes et Recherches n° 5, 42 pp.
- GAREL J.P., COULON J.B., 1990. Effet de l'alimentation et de la race des vaches sur la fabrication de fromage d'Auvergne de Saint-Nectaire. INRA Prod. Anim., 3, 127-136.

- HALTEL L., BORNARD A., 1989. Production laitière permise par le pâturage des pelouses de haute montagne. 6^e réunion du sous-réseau FAO des herbages de montagne, Cracovie (Balice).
- HODEN A., COULON J.B., DULPHY J.P., 1985. Influence de l'alimentation sur la composition du lait. 3. Effets des régimes alimentaires sur les taux butyreux et protéiques. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, 62, 69-79.
- ITG, 1985. Influence de l'augmentation du gras sur sec sur le rendement et la qualité de l'Emmental. Etude ZS 85/11/B.
- JOURNET M., REMOND B., 1980. Influence de l'alimentation et de la saison sur les fractions azotées du lait de vache. Le Lait, 60, 140-159.
- JOURNET M., CHILLIARD Y., 1985. Influence de l'alimentation sur la composition du lait. 1. Taux butyreux : facteurs généraux. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, 60, 12-23.
- KERJEAN J.R., 1984. La composition chimique du lait et ses incidences technologiques. Dans « La composition du lait et ses incidences technologiques ». Colloque INRA-ENSA-INAPG, Rennes, Septembre 1984.
- LABUSSIÈRE J., 1985. Composition du lait et techniques de traite chez quelques espèces domestiques. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, 61, 49-58.
- MARTIN B., COULON J.B., 1991. Aptitude fromagère du lait de vache : influence de l'alimentation. INRA Prod. Anim., 4(3), sous presse.
- LAWRENCE R.C., HEAP H.A., GILLES G., 1984. A controlled approach to cheese technology. J. Dairy Sci., 67, 1632-1645.
- REMEUF F., LENOIR J., DUBY C., 1989. Etude des relations entre les caractéristiques physico-chimiques des laits de chèvre et leur aptitude à la coagulation par la présure. Le Lait, 69, 499-518.
- REMOND B., 1985. Influence de l'alimentation sur la composition du lait de vache. 2. Taux protéique : facteurs généraux. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, 62, 53-67.
- VERTES C., HODEN A., GALLARD Y., 1989. Effet du niveau d'alimentation sur la composition chimique et la qualité fromagère du lait de vache Holstein et Normandes. INRA Prod. Anim., 2, 89-96.
- ZEMP M., LEUENBERGER H., KUNZI N., BLUM J.W., 1989. Influence of high altitude grazing on productive and physiological traits of dairy cows. 1. Influence on milk production and body weight. J. Anim. Breed. Genet., 106, 278-288.

Summary

A survey on fat content : protein content ratio in milk from dairy cows.

A detailed survey was conducted on 62 dairy farms located in the northern Alps to determine some of the factors in herd management that influence milk fat content : protein content ratio (FC/PC). Large variations were noted between farms (1.10 to 1.25) and between months in the same farm. Depending on the farms, these variations result mainly either from differences of fat content (more frequent

situation) or from differences of protein content. Differences of FC/PC among farms were not well related to the different herd characteristics available. Low FC/PC variations between months in the same farm were associated with good feeding practices (during winter and summer).

AGABRIEL C., COULON J.B., MARTY G., 1991. Facteurs de variation du rapport des teneurs en matières grasses et protéiques du lait de vache : étude dans les exploitations des Alpes du Nord. INRA Prod. Anim., 4 (2), 141-149.

Annexe 1. Caractéristiques du lait et principales caractéristiques des exploitations enquêtées retenues dans l'AFC.

CARACTÉRISTIQUES DU LAIT (variables actives)			CARACTÉRISTIQUES DU TROUPEAU		
Critères	Classes	Effectif	Critères	Classes	Effectif
Taux butyreux hivernal (jan. à avr.) 88 (g/kg)	30,2 - 34,3 34,4 - 36,2 36,3 - 41,0	20 21 21	Formation agricole de l'exploitant	non oui	36 26
Taux butyreux estival (jun. à aou.) 88 (g/kg)	32,4 - 35,8 35,9 - 37,7 37,8 - 43,7	19 22 22	Suivi technique et économique	aucun un suivi plusieurs	26 10 26
Taux butyreux hivernal (jan. à avr.) 89 (g/kg)	30,2 - 34,1 34,2 - 36,3 36,4 - 41,0	20 21 21	Activité extérieure à l'exploitation	oui (toute l'année ou l'hiver) non	25 37
Taux butyreux estival (jun. à aou.) 89 (g/kg)	30,7 - 35,3 35,4 - 37,6 37,7 - 48,0	21 21 20	Main d'œuvre présente	une personne deux personnes trois personnes ou plus	8 37 17
Taux butyreux moyen en 88 (g/kg)	33,5 - 36,0 36,1 - 36,9 37,0 - 40,7	19 22 21	Moyen de traite	manuel pois lactoduc ou salle de traite	5 39 18
Variabilité du taux butyreux en 88 (g/kg)	faible (écartype 0,5 à 1,7) moyenne (écartype 1,8 à 2,5) forte (écartype 2,5 à 5,8)	21 22 19	Age et vérification de l'installation de traite	récente (après 1980) et vérifiée (au moins une fois par an) traite à la main ou machine à traire ancienne (avant 1980) et vérifiée machine à traire non vérifiée	21 30 21
Taux butyreux moyen en 89 (g/kg)	32,9 - 35,5 35,6 - 37,1 37,2 - 39,6	22 20 20	CARACTÉRISTIQUES DU TROUPEAU		
Variabilité du taux butyreux en 89 (g/kg)	faible (écartype 0,9 à 1,6) moyenne (écartype 1,7 à 2,3) forte (écartype 2,4 à 6,4)	23 20 19	Effectif de vaches laitières	5-12 VL 12-23 VL 23-70 VL	21 20 21
Taux protéique hivernal (jan. à avr.) 88 (g/kg)	27,8 - 29,5 29,6 - 30,9 31,0 - 33,6	20 21 21	Evolution de l'effectif de vaches	Stable sur l'année variable entre été et hiver (***)	44 18
Taux protéique estival (jun. à aou.) 88 (g/kg)	28,4 - 30,6 30,7 - 31,7 31,8 - 35,1	23 19 20	Race dominante (+ de 75 % des VL dans la race)	Montbéliarde Tarine Abondance autre (croisés et/ou pas de race dominante)	19 16 20 7
Taux protéique hivernal (jan. à avr.) 89 (g/kg)	27,7 - 29,5 29,6 - 30,6 30,7 - 35,1	22 22 18	Quantité de lait livrée par vache et par mois (l)	79-263 l 263-332 l 332-497 l	21 21 20
Taux protéique estival (jun. à aou.) 89 (g/kg)	27,7 - 30,2 30,3 - 31,5 31,6 - 34,8	20 21 20	% de lait d'hiver (rapport entre les livraisons de novembre à avril et les livraisons totales)	31-50 % 50-70 %	26 23
Taux protéique moyen en 88 (g/kg)	29,4 - 30,9 31,0 - 31,5 31,6 - 33,6	20 21 21	Période principale de vêlage (plus de 75 % des vêlages sur cette période)	pas de livraison l'été (100 %) oct-déc ou jan-mar sep-mar autre répartition	13 10 33 19
Variabilité du taux protéique en 88 (g/kg)	faible (écartype 0,5 à 1,2) moyenne (écartype 1,3 à 1,5) forte (écartype 1,6 à 2,8)	22 16 16	% de génisses (sur une génération par rapport à l'effectif total de VL.)	< 31 % 31-63 %	31 31
Taux protéique moyen en 89 (g/kg)	29,2 - 30,4 30,5 - 31,1 31,2 - 33,9	20 22 20	Mode de renouvellement	autorenouvellement achat extérieur ou les deux	34 28
Variabilité du taux protéique en 89 (g/kg)	faible (écartype 0,6 à 1,1) moyenne (écartype 1,2 à 1,5) forte (écartype 1,6 à 3,0)	20 22 20	Utilisation de l'insémination artificielle	plus de 75 % des VL moins de 75 % des VL	45 17
Rapport TB/TP hiver 88	105 - 113 114 - 118 119 - 131	21 20 21	Etat de santé du troupeau	mammites et éventuellement autres problèmes boiteries et/ou autres problèmes pas de problème de santé	36 13 13
Rapport TB/TP été 88	102 - 114 115 - 119 120 - 132	15 22 25	ALIMENTATION DES VACHES LAITIÈRES		
Rapport TB/TP hiver 89	93 - 112 113 - 119 120 - 141	21 16 25	Utilisation d'alpage	non mise en pension oui avec livraison de lait	37 14 11
Rapport TB/TP été 89	101 - 114 115 - 119 120 - 162	17 16 29	Déprimage au printemps 89	oui sur toute ou partie de la surface non	22 40
Rapport TB/TP moyen en 88	103 - 114 115 - 119 120 - 128	12 28 22	Durée moyenne de la transition alimentaire	0-10 j 10-25 j 25-45 j	17 23 22
Variabilité du TB/TP en 88	faible (écartype : 0,02 à 0,04) moyenne (écartype : 0,05 à 0,06) forte (écartype : 0,07 à 0,20)	26 29 7	Mode d'alimentation estivale (hors période de transition et sur une période > 2 mois)	mise en pension pendant 2 à 4 mois pâturage seul pâturage et distribution de concentré pâturage et distribution de concentré et d'autre fourrage	12 13 13 24
Rapport TB/TP moyen en 89	104-114 115-119 120-132	16 17 29	Mode de pâturage (hors période de transition)	pendant le jour uniquement pendant le jour et la nuit	34 28
Variabilité du TB/TP en 89	faible (écartype : 0,02 à 0,03) moyenne (écartype : 0,04 à 0,06) forte (écartype : 0,07 à 0,24)	30 21 11	Condition de récolte du foin (en 88)	par beau temps par temps couvert ou de pluie	42 20
CARACTÉRISTIQUES DES EXPLOITATIONS (variables supplémentaires)			Nombre de jours d'écart entre le début épiaison (*) et la date de fenaison	≤ 14 j 14-28 j 28-60 j	18 26 18
Altitude moyenne de l'exploitation (hors alpage)	500-850 m 850-1050 m 1050-1430 m	21 22 19	Durée de fenaison	≤ 30 j > 30 j	35 27
Dénivellé au siège de l'exploitation	< 100 m 100-270 m 270-1200 m	24 18 20	Condition de séchage du foin	en grange au champ	15 47
SAU du siège de l'exploitation (hors alpage)	5-16 ha 16-31 ha 31-93 ha	21 21 20	Note de qualité du foin (**)	bonne moyenne mauvaise	16 28 18
Age moyen de l'exploitant	> 50 ans < 50 ans	26 36	Récolte de regain en 88	< 180 kg par VL et par hiver > 180 kg par VL et par hiver	47 15
Année d'installation laitière	avant 1970 après 1970	27 35	Achat de foin pour stocks hiver 88/89	oui (foin de Crau, luzerne, foin de pays, regain) non	21 41
Possibilité de succession	assurée ou incertaine aucune non concerné	17 26 19	Composition de la ration de base hivernale	uniquement foin foin et regain foin et autres fourrages	16 30 16
			Type d'aliment distribué aux VL en hiver	fourrage sec et autre aliment (betterave, pulpes, luzerne) fourrage sec seul	18 44
			Distribution du concentré hivernal	en fonction du niveau de production non raisonnée	41 21

(*) La date de début épiaison a été estimée d'après les équations proposées par Ph. Fleury (1985).

(**) La note de qualité a été estimée en prenant en compte l'écart entre le début épiaison et la date de fenaison, la durée de fenaison modulée par la surface récoltée, les conditions de récolte et de séchage du foin, et la quantité de regain récoltée.

(***) + 50 % si troupeau < 10 VL. ou + 25 % si troupeau > 10 VL.