

INRA SAD  
Le Robillard  
14170 Saint-Pierre-sur-Dives  
\* COVAL - Craménil 61220 Briouze  
\*\* Université de Rennes, Institut de Gestion  
2, rue George-Sand - 35000 Rennes

# Composition et qualité technologique des laits de vaches Normandes et Pie-Noires

## 1 - Effets de la race

En Normandie, 62 % des vaches laitières sont de race Normande et 36 % de race Pie-Noire. Le lait produit dans cette région est transformé pour environ 55 % en fromage, il est donc important de connaître les avantages relatifs de chacune de ces races pour les aptitudes fromagères des laits.

L'évolution des techniques de production du lait a eu une influence sur l'évolution de sa composition. La comparaison, pour la Basse-Normandie, des taux moyens sur 3 ans entre les années 1977-78-79 et 1984-85-86 (intervalle de temps de 7 ans) donne les résultats suivants. Pour les adhérents au contrôle laitier, le taux bu-

tyreux a baissé de 1 point (40,9 à 39,9 ‰) et le taux protéique a baissé de 0,8 point (32,5 à 31,7 ‰) (source Contrôle laitier). Pour l'ensemble des laits livrés, le taux butyreux a baissé de 0,1 point (42,0 à 41,9 ‰) et le taux protéique a baissé de 0,5 point (33,7 à 33,2 ‰) (source Laboratoire interprofessionnel d'analyses). Cette évolution a pour conséquences une diminution du rendement fromager et des problèmes de qualité pour les produits finis (enquêtes auprès des laiteries).

## Résumé

Cette étude porte sur 1663 échantillons de lait produits par des vaches des deux races élevées simultanément dans 30 fermes, au cours de deux périodes (printemps-hiver 1985), réparties dans trois zones de Normandie (Cotentin, Bocage, Caux).

Le temps de raffermissement et la fermeté du caillé sont très liés entre eux et leurs relations avec les autres variables sont très voisines : ils dépendent principalement des taux de protéines, de calcium, de matières grasses, de lactose et du diamètre des micelles de caséine. Ils se démarquent nettement du temps de floculation qui dépend relativement moins des taux protéiques et butyreux et plus des taux de lactose et de cellules.

La comparaison des deux races fait apparaître de grandes différences pour la plupart des variables, la race Normande produisant moins de lait que la Pie-Noire (- 4 kg/j), mais ayant des taux protéiques (+ 2 à + 2,5 ‰), butyreux (+ 2 à + 3 ‰) et calciques (+ 0,1 ‰) nettement plus élevés, des micelles de caséine plus petites et des tests technologiques très supérieurs (différence relative de - 26 % pour le temps de floculation, - 72 % pour le temps de raffermissement, + 20 % pour la fermeté du caillé).

L'effet période (incluant les effets saison et alimentation et, dans une moindre mesure, l'effet stade de lactation) a une grande importance, avec des laits hivernaux plus pauvres en matières azotées et minérales et très largement dépréciés par rapport aux laits de printemps pour les tests technologiques.

Les deux races et les deux périodes sont mieux discriminées par les tests technologiques que par les divers taux montrant des effets propres race et période sur l'aptitude fromagère des laits et suggérant que des variables laitières, non prises en compte dans la présente étude (nature des caséines, forme des minéraux, pH...), interviennent dans le déterminisme des propriétés technologiques.

La comparaison entre zones révèle peu d'effets significatifs pour les taux (teneur en matières utiles inférieure pour le Caux) et aucun effet pour les tests technologiques : la variabilité de conduite entre élevages est plus grande que celle entre zones.

Les facteurs de variation de la composition chimique du lait ont fait l'objet de nombreuses études (Auriol et Jarrige 1962, Journet et Rémond 1980, Bonaiti 1984, Journet 1984, Rémond 1984, Hoden *et al* 1985). Ce sont principalement l'alimentation (liaison entre le niveau des apports énergétiques et le taux protéique du lait), le stade de lactation, la saison. Les facteurs génétiques interviennent de façon complexe (effets opposés sur la quantité et la composition du lait) et sont certainement en cause dans la baisse du taux protéique constatée, avec l'accroissement du potentiel de production et la substitution progressive des vaches Normandes par des animaux de type Pie-Noir, de plus en plus « holsteinisés ». Enfin, les facteurs pathologiques (mammites...) modifient la composition du lait.

Cette étude a été conduite dans les fermes où tous ces facteurs agissent de façon combinée. D'autres facteurs tels que la saison et la zone géographique sont également pris en compte.

## 1 / Conduite de l'étude

### 1.1 / Choix des élevages et des animaux

Nous avons choisi 30 élevages où les deux races étaient conduites simultanément afin de

Tableau 1. *Caractéristiques techniques des élevages (n = 30).*

	Moyenne	Minimum	Maximum
Nombre de vaches laitières (VL)	46	30	72
% VL normandes	46	22	65
SFP totale % SAU	87	43	100
SFP VL par VL (ares)	58	40	76
STH VL par VL (ares)	35	11	60
Maïs par VL (ares)	19	9	27
Concentré par VL par an (kg)	715	347	1 504
% vêlages automne-hiver	70	45	91
Intervalle vêlage-vêlage (jours)	377	351	399
Lait moyen par vache par an (kg)	5 170	4 100	6 500
Lait par ha SFP VL (kg)	9 250	4 300	10 300

se situer dans les mêmes conditions de milieu. Les systèmes de production devaient présenter certains caractères de modernisme (traite mécanique, ensilage de maïs...) et être répandus largement en Normandie (ITEB 1985) ; les principales caractéristiques techniques (tableau 1) montrent une assez grande variabilité entre fermes quant au niveau moyen alimentaire et productif. Les autres conditions requises étaient un nombre suffisant de vaches de chaque race (15 au minimum, mais cet objectif n'a pas toujours pu être atteint, tableau 2), l'adhésion au contrôle laitier, l'acceptation par les éleveurs des contraintes diverses.

Afin d'analyser les éventuelles différences selon les zones (milieu, pratiques), nous avons choisi 10 fermes dans chacune des 3 zones suivantes : Manche maritime (appelée « Cotentin »), Bocage central Normand (appelé « Bocage ») et pays de Caux (appelé « Caux »).

Certains animaux ont été exclus de l'expérience selon les critères suivants : animaux croisés, malformations, maladies connues (dont mammites), lactations trop longues ( $\geq 12$  mois), proximité du vêlage (15 jours) et tarissement en cours.

## 1.2 / Prélèvements et analyses

Deux périodes ont été retenues principalement parce qu'elles correspondent à 2 types d'alimentation. Les prélèvements de printemps ont été réalisés de fin avril à début juin 1984 (alimentation à base d'herbe pâturée), ceux d'hiver de mi-février à mars 1985 (fourrages conservés). Pour chaque période, deux prises d'échantillons, séparées de 15 à 21 jours, ont été effectuées. Les laits de deux traites successives (soir

et matin) ont été prélevés avec pondération par traite pour les laits individuels et pondération par animal pour les laits de mélange. Dans 60 % des cas, nous avons pu prélever les laits des mêmes vaches en hiver et au printemps (tableau 2). Les analyses effectuées sont présentées dans le tableau 3.

## 1.3 / Paramètres zootechniques

Le numéro de lactation (recouvrant le paramètre « âge ») est voisin de 3 et l'intervalle entre les vêlages précédant la lactation concernée est voisin de 1 an. Ces deux paramètres présentent très peu de variabilité en regard des trois facteurs race, période et zone. Le stade de lactation ne présente pas de différences entre races, mais des différences sensibles entre zones et surtout entre périodes (environ 6 mois au printemps et 4 mois en hiver). Cette dernière remarque devra être prise en compte dans l'interprétation des résultats.

## 1.4 / Traitement des données

Deux traitements complémentaires sont réalisés : une analyse de variance et une analyse en composantes principales.

L'analyse de variance vise à étudier en détail les valeurs des différentes variables laitières et à tester les effets des facteurs race, période et zone. Les résultats seront présentés (tableau 6) toutes zones confondues, les différences éventuelles entre zones étant mentionnées dans le texte.

L'analyse en composantes principales a pour objet d'apprécier les relations entre les variables laitières. Deux ACP ont été construites, une

Tableau 2. *Effectifs des vaches laitières dont les laits ont été prélevés.*

Période	Race	Cotentin	Bocage	Caux	Toutes zones
Printemps	Normande	143	127	132	402
	Pie-Noire	143	133	160	436
Hiver	Normande	145	115	118	378
	Pie-Noire	140	134	173	447
Animaux présents sur les 2 périodes	Normande	80	57	79	216
	Pie-Noire	102	81	102	285

Tableau 3. Analyses réalisées sur les échantillons de lait.

<b>Prélèvements individuels</b>	avec répétition	Matière grasse, lactose, cellules, azote total, azote soluble, caséine par différence, azote non protéique.
	sans répétition	Coagulation : temps de coagulation, de raffermissement, fermeté du caillé (formagraph) Minéraux : calcium, phosphore, magnésium, zinc (chlore : uniquement Caux)
	traites séparées	Diamètre des micelles de caséine (N4 Coultronic)
<b>Prélèvements par troupeau par race</b>	sans répétition	Diamètre des globules gras Triglycérides et acides gras
	traites séparées	Lipolyse

Tableau 4. Variables de l'analyse en composantes principales.

<b>Variables constitutives</b>	Matières azotées totales (MAT)	Protéines solubles (P Sol)	Lactose (Lact)
	Matières protéiques (MP)	Azote non protéique (ANP)	Cellules (Cell)
	Caséines (Cas)	Matières grasses (MG)	
<b>Variables illustratives</b>	Paramètres zootechniques	Autres caractères de composition	Caractères technologiques
	Numéro de lactation (Age) Jours de lactation (Stade) Production de lait (Lait)	Calcium (Ca) Phosphore (P) Magnésium (Mg) Zinc (Zn) Diamètre des micelles (MIC)	Temps de floculation (Floc) Temps de raffermissement (Raff) Fermeté gel 20' (Ferm 20) Fermeté gel 30' (Ferm 30)

pour les laits de printemps (toutes races confondues) et une pour les laits d'hiver. On a choisi 8 variables constitutives, toutes variables de composition, en prenant comme critère le fait qu'elles sont (ou peuvent être) analysées en routine par les laboratoires interprofessionnels (tableau 4). Les corrélations 2 à 2 sont toutes positives sauf celles où intervient le lactose (tableau 5). Les trois premières composantes principales conservent ensemble près de 80 % de la variance totale et seront donc les seules étudiées.

Un groupe de variables (corrélées entre elles) a joué un rôle déterminant dans la construction de la première composante principale (CP 1) : ce sont MAT, MP, Cas, Psol et MG, avec des coefficients de corrélation de 0,98 ; 0,97 ; 0,85 ; 0,63 et 0,67 respectivement. CP 1 qualifie la richesse des laits en protéines et matières grasses (48 % de la variance totale).

La deuxième composante principale (CP 2) est liée à l'infection mammaire avec des coefficients de corrélation de + 0,73 (lact) ; - 0,73 (Cell) ; - 0,45 (Psol) ; + 0,39 (Cas). CP 2 qualifie la pauvreté en cellules et la richesse en lactose (19 % de la variance totale).

La troisième composante principale (CP 3) est essentiellement liée à l'azote non protéique (r = - 0,73). CP 3 qualifie les laits pauvres en azote non protéique (12 % de la variance totale).

Tableau 5. Corrélations 2 à 2 entre variables constitutives des ACP significatives au seuil P = 0,05.

<b>MP</b>	0,99 *						
	0,99 **						
<b>Cas</b>	0,88	0,88					
	0,94	0,94					
<b>Psol</b>	0,52	0,50	NS				
	0,63	0,63	0,33				
<b>ANP</b>	0,23	0,17	0,00	0,32			
	0,49	0,45	0,43	0,39			
<b>MG</b>	0,55	0,56	0,49	0,28	NS		
	0,55	0,56	0,53	0,33	0,20		
<b>Lact</b>	- 0,09	- 0,09	- 0,07	- 0,31	NS	- 0,11	
	- 0,19	- 0,19	- 0,09	- 0,34	- 0,09	- 0,26	
<b>Cell</b>	0,12	0,12	NS	0,27	NS	0,09	- 0,39
	0,14	0,14	NS	0,31	NS	NS	- 0,32
	<b>MAT</b>	<b>MP</b>	<b>Cas</b>	<b>Psol</b>	<b>ANP</b>	<b>MG</b>	<b>Lact</b>

$r \geq |0,50|$   
 $|0,25| \leq r < |0,50|$

\* Chiffres du haut : printemps  
\*\* Chiffres du bas : hiver

## 2 / Résultats

La comparaison entre races, présentée dans le tableau 6, fait apparaître des différences hautement significatives pour la majorité des variables laitières. On retiendra principalement les observations suivantes.

La production laitière des vaches Pie-Noires est significativement ( $P < 0,01$ ) plus élevée que celle des Normandes, aussi bien au printemps (+ 3,3 kg/j) qu'en hiver (+ 4,3 kg/j). On n'observe pas d'effet période malgré des lactations plus avancées de 45 jours au printemps.

Le taux butyreux des Normandes est supérieur à celui des Pie-Noires (+ 3,0 g/l au printemps et + 2,0 g/l en hiver). L'effet période est significatif avec des taux plus élevés de 2 à 3 g/l en hiver, malgré des lactations moins avancées.

Pour le taux protéique, les laits des Normandes sont supérieurs à ceux des Pie-Noires (+ 2,3 g/l au printemps et + 2,0 g/l en hiver). L'effet période est significatif avec des taux hivernaux plus faibles de 1,4 à 1,7 g/l. Le pourcentage de caséines dans les protéines totales (81 %) ne présente pas de différences raciales ou périodiques. Le diamètre des micelles de ca-

séines des laits de Normandes est inférieur à celui des Pie-Noires (- 14 et - 18 nm); celui des laits de printemps est inférieur à celui des laits d'hiver (- 12 et - 17 nm).

En ce qui concerne les minéraux, l'effet race est significatif pour le calcium, mais avec une différence faible (+ 0,09 g/l) en faveur des laits de Normandes. Il est très faible pour le magnésium et nul pour le phosphore. L'effet période est très marqué, avec une baisse des taux en hiver ( $Ca = - 0,15$  g/l;  $P = - 0,10$  g/l;  $Mg = - 0,25$  g/l).

Pour les variables technologiques, l'effet race est hautement significatif en faveur des laits de Normandes. Les différences relatives Normandes/Pie-Noires sont en moyenne de - 26 % pour le temps de floculation, - 72 % pour le temps de raffermissement, + 20 % pour la fermeté du caillé. La période n'a pas d'influence sur le temps de floculation; son effet est par contre très marqué, en faveur du printemps, sur le temps de raffermissement (- 95 %) et la fermeté du caillé (+ 49 %). On peut noter que les coefficients de variation (écart-type % moyenne) sont plus élevés pour le temps de floculation (de l'ordre de 30 %) et le temps de raffermissement (50 %) que pour la fermeté du gel (15 %).

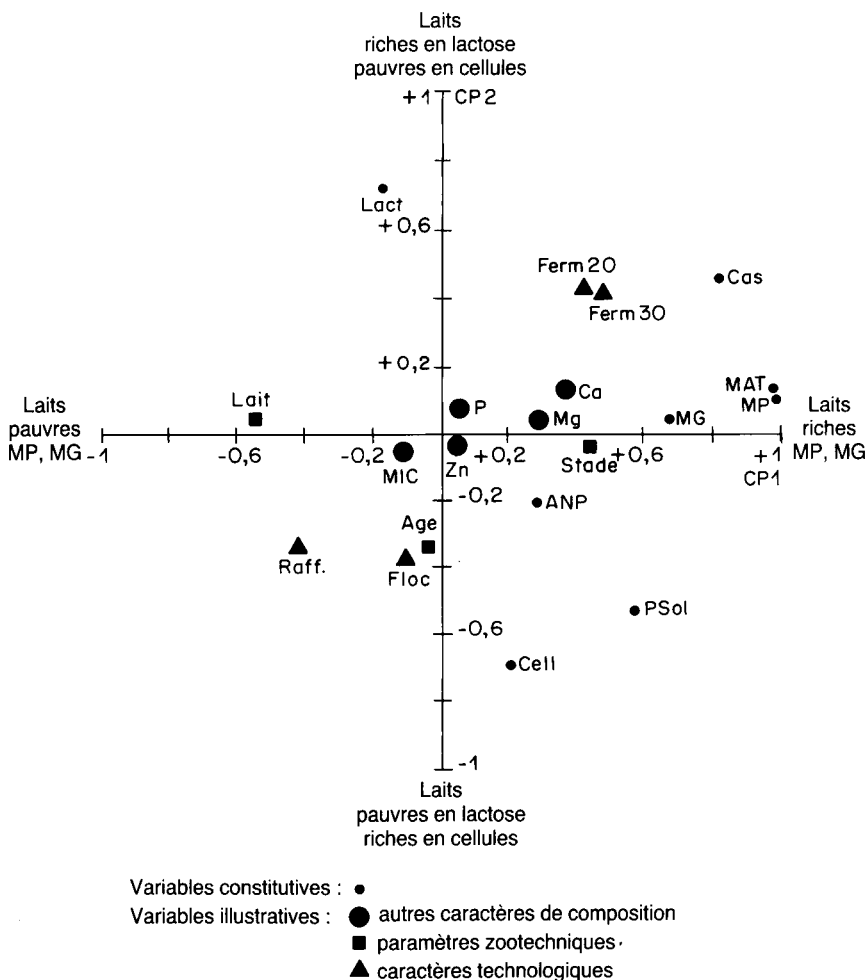
Si l'on cherche à établir un classement des variables selon leur aptitude à discriminer les 2 races, par valeur décroissante de la variable de Student-Fisher, on constate, d'une part, que le classement est sensiblement le même pour le printemps et l'hiver et, d'autre part, que le temps de raffermissement et la fermeté du gel (F de l'ordre de 200) sont largement prédominants sur le taux protéique, le diamètre des micelles, la production laitière et le temps de floculation (F de l'ordre de 100) et sur le taux de matières grasses et le taux de calcium (F de l'ordre de 50). Temps de raffermissement et fermeté du caillé sont donc très liés à la race.

L'effet zone est significatif pour certaines variables; on retiendra, en particulier, que les moyennes du Bocage sont inférieures pour la production laitière hivernale (- 3 kg), la teneur en lactose (- 1 ‰) et en azote non protéique (- 0,1 ‰) et supérieures pour le taux de cellules au printemps (+ 200 000/ml). Les moyennes des taux protéiques et des taux de matières grasses du Caux sont inférieures à ceux des autres zones (- 1 à 2 ‰), surtout pour la race Normande, des taux de calcium et magnésium supérieurs au printemps et inférieurs en hiver. On n'observe aucun effet zone sur le diamètre des micelles et les tests technologiques.

La relation entre les variables a été appréhendée par des analyses en composantes principales à partir de 8 variables de composition (cf. 1-4). Les relations statistiques des variables illustratives avec les 3 premières composantes principales sont remarquablement concordantes pour les laits de printemps et d'hiver; elles sont très faibles ou nulles avec CP 3 (caractérisant la teneur en azote non protéique). Dans la figure 1, est présentée la position des variables laitières dans le plan constitué par les 2 premières composantes principales.

Pour les variables constitutives, on distingue très nettement le groupe de variables matières

Figure 1. Projection des variables constitutives et illustratives sur le plan constitué par les première et deuxième composantes principales (laits de printemps).



**Tableau 6. Résultats par race et par période, toutes zones confondues. Moyennes et écart-types.**

		Normandes	*	Pie-Noires
Production laitière (l)	Prin.	16,5 (4,5)	SS	19,8 (5,4)
	Hiver	15,7 (4,8)	SS	20,1 (6,3)
Taux butyreux (g/l)	Prin.	42,3 (5,3)	SS	39,2 (4,8)
	Hiver	44,0 (6,3)	SS	42,0 (5,7)
Taux de lactose (g/l)	Prin.	51,2 (2,4)	S	50,8 (2,0)
	Hiver	51,4 (2,4)	SS	50,6 (2,3)
Taux de cellules (10 <sup>3</sup> /ml)	Prin.	477 (637)	S	387 (470)
	Hiver	400 (550)	NS	414 (558)
Matières azotées totales (g/l)	Prin.	37,7 (3,2)	SS	35,4 (2,9)
	Hiver	35,9 (3,1)	SS	33,8 (3,2)
Taux protéique (g/l)	Prin.	35,8 (3,0)	SS	33,5 (2,7)
	Hiver	34,1 (2,8)	SS	32,1 (2,9)
Diamètre micelles (nm)	Prin.	168 (15)	SS	181 (21)
	Hiver	180 (20)	SS	198 (25)
Taux de calcium (g/l)	Prin.	1,36 (0,16)	SS	1,27 (0,15)
	Hiver	1,21 (0,20)	SS	1,14 (0,20)
Taux de phosphore (g/l)	Prin.	0,80 (0,32)	NS	0,81 (0,34)
	Hiver	0,70 (0,11)	NS	0,71 (0,11)
Taux de magnésium (mg/l)	Prin.	121 (14)	S	119 (16)
	Hiver	97 (18)	NS	96 (19)
Temps de floculation (cm/5 mn)	Prin.	0,95 (0,32)	SS	1,20 (0,33)
	Hiver	1,00 (0,34)	SS	1,26 (0,38)
Temps de raffermissement (cm/5 mn)	Prin.	0,52 (0,27)	SS	0,86 (0,45)
	Hiver	0,97 (0,44)	SS	1,75 (0,90)
Fermeté du gel à 20 mn	Prin.	4,85 (0,78)	SS	4,08 (0,83)
	Hiver	3,29 (0,57)	SS	2,59 (0,69)
Fermeté du gel à 30 mn	Prin.	5,04 (0,77)	SS	4,42 (0,77)
	Hiver	3,56 (0,53)	SS	2,98 (0,60)

\* Test de comparaison inter-race, intra-période, toutes zones confondues  
 NS = non significatif au seuil  $P = 0,05$  - S = significatif au seuil  $P = 0,05$  -  
 SS = significatif au seuil  $P = 0,01$

**Les caractéristiques technologiques des laits sont meilleures en race Normande qu'en race Pie-Noire avec une fermeté du caillé supérieure de 20 % et des temps de floculation et de raffermissement beaucoup plus courts.**

azotées totales, matières protéiques, caséine et matières grasses, très liées entre elles et avec CP 1. Le groupe cellules et protéines solubles est directement opposé au taux de lactose et lié à CP 2. Enfin, l'azote non protéique, plus proche du centre, est peu dépendant des autres variables.

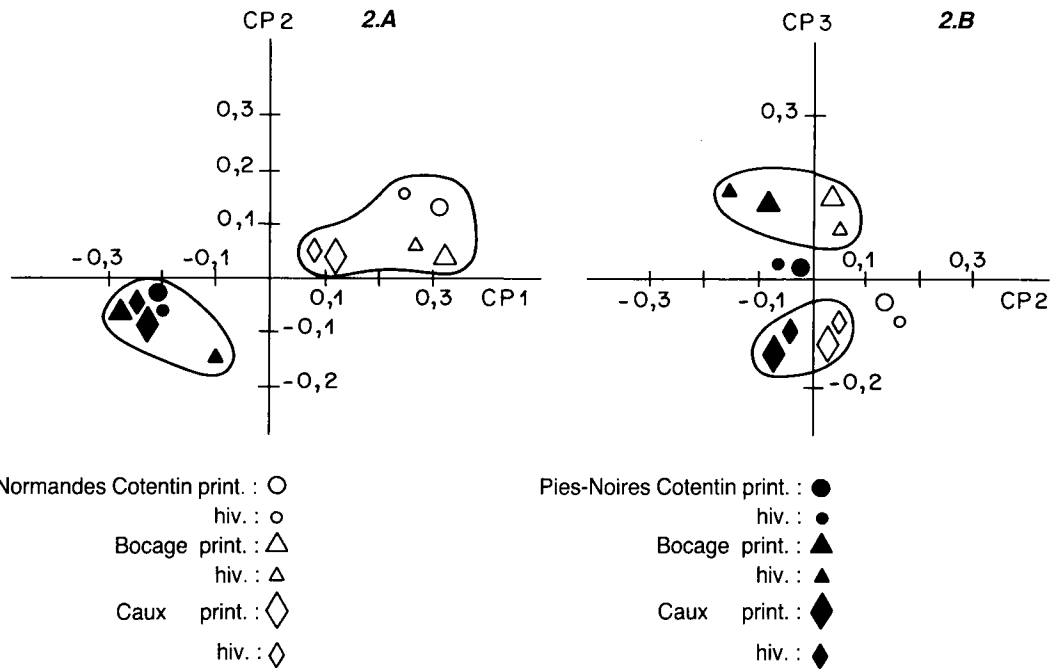
Pour les variables illustratives, le calcium et le magnésium ont un comportement identique : leurs taux sont d'autant plus élevés que le lait est riche en MP et MG, mais ne sont pas influencés par les taux de cellules-lactose. Le phosphore, le zinc et le diamètre moyen des micelles sont statistiquement peu liés aux variables constitutives. Le taux de phosphore est la seule variable dont la position change très sensiblement en hiver ; il est alors plus proche du calcium et du magnésium (taux plus élevés pour les laits riches).

Le positionnement des paramètres zootechni-

ques confirme des propriétés bien connues. L'âge est sans relation avec la richesse du lait, mais les vaches plus âgées ont en moyenne plus de cellules. La quantité journalière de lait et le stade de la lactation sont strictement opposés et en forte relation avec la richesse du lait ; ils ne sont pas en relation avec le taux de cellules.

Pour les caractères technologiques, on observe une opposition très nette entre le temps de raffermissement et la fermeté du caillé (symétrie par rapport au centre) : le temps de raffermissement est d'autant plus grand que le lait est plus pauvre en MP et MG et lactose et plus riche en cellules et protéines solubles, la fermeté ayant les relations opposées. Le temps de floculation est aussi opposé à la fermeté du caillé, mais de façon moins nette : il est moins influencé par la richesse du lait en MP et MG, mais dépend positivement du taux de cellules et de protéines solubles et négativement du taux de lactose.

Figure 2. Position des sous-ensembles race-période-zone dans les plans constitués par les 3 premières composantes principales.



Les effets des facteurs race et zone peuvent être visualisés par la position des moyennes des corrélations des sous-ensembles des laits individuels avec les CP 1, 2 et 3 (figures 2.a et 2.b).

On retrouve, sur la figure 2.a, la supériorité moyenne des laits provenant des vaches Normandes par rapport à ceux des vaches Pie-Noires. On doit signaler que la variabilité est très grande, montrant l'importance des facteurs liés à l'animal (autres que la race) et au milieu. On n'observe pas de différences raciales pour les relations avec CP 3 caractérisant la teneur en azote non protéique (figure 2.b).

Pour la qualité globale des laits (figure 2.a), l'effet zone est très peu marqué en hiver (pas de différences significatives) ; au printemps, on note une tendance des laits du Caux à être de qualité inférieure (significatif au seuil  $P < 0,10$ ). Enfin (figure 2.b), les taux d'azote non protéique sont supérieurs dans le Caux et inférieurs dans le Bocage.

### 3 / Discussion - Conclusion

Les productions correspondent à des niveaux d'étable de 5 500 kg (printemps) et 4 500 kg (hiver) pour la Normande et de 6 500 kg (printemps) et 5 800 kg (hiver) pour la Pie-Noire, ce qui est supérieur à la moyenne de Normandie.

Les taux butyreux sont élevés, particulièrement en hiver malgré une lactation moins avancée ; ces bons taux hivernaux sont dus à l'effet propre de la saison (Journet 1984) et à l'utilisation de l'ensilage de maïs (Hoden *et al* 1985) ; on

doit signaler que la variation individuelle du taux butyreux est supérieure à celle rapportée par Auriol et Jarrige (1962). Les taux protéiques moyens sont élevés, la baisse hivernale reste limitée. Il est intéressant de comparer les différences raciales avec celles d'autres études.

Tant les bons niveaux moyens de production laitière, de TB et de TP que les différences raciales relativement faibles pour les TB et TP font penser à une alimentation en moyenne d'un bon niveau pour les fermes de l'échantillon.

Les moyennes des taux de cellules sont élevées et comparables à celles des laits normands de 1985 (440 000 cellules/ml ; mois extrêmes 356 000 - 582 000). Une proportion non négligeable des vaches de l'échantillon présentaient une infection mammaire : la tentative de sélection des élevages sur ce critère a été peu efficace. L'effet race significatif au printemps est en accord avec les résultats de Barnouin *et al* (1986 a et 1986 b) montrant des taux de leucocytes supérieurs en race Normande par rapport à la race Pie-Noire ; cet effet n'apparaît pas en hiver dans notre échantillon.

La variabilité du taux de lactose est faible (écart-types de 2 %), en accord avec Chilliard et Sauvant (1984). Pour les protéines solubles, les valeurs moyennes et les écart-types sont comparables aux valeurs habituellement observées (Chilliard et Sauvant 1985). Pour l'azote non protéique, elles sont légèrement supérieures ; les différences raciales sont faibles, en accord avec les résultats de Vignon (1976) ; les valeurs supérieures au printemps proviennent d'une augmentation du niveau des apports azotés (Journet et Rémond 1980) fournis par les pâturages de printemps bien conduits, analysés par ailleurs (Gilibert *et al* 1987).

Les taux de phosphore (et de magnésium en hiver) sont inférieurs aux moyennes présentées par Brulé (1984) et aux valeurs trouvées par Mahieu *et al* (1976, 1977 a et b) ; le rapport Ca/P oscille autour de 1,65 contre 1,35 chez ces derniers auteurs. Il convient de signaler la forte va-

**La fermeté du caillé est d'autant plus grande que le lait est riche d'abord en matières protéiques, puis en matières grasses, calcium et lactose.**

		Différence	Lait/jour (kg)	TB (g/l)	TP (g/l)
Présente étude	FFPN		+ 3,5	- 2	- 2
	Normande		à + 4,5	à - 3	à - 2,5
Delaval <i>et al</i> (Maine-et-Loire) 1980	FFPN		+ 2,7	- 4,3	- 3,5
	Normande				
Colleau <i>et al</i> (Station Le Pin) 1979	Holstein		+ 6,7	- 4,5	- 4,2
	Normande		à + 7		

riabilité individuelle des laits de printemps pour le phosphore (double de celle du calcium) avec inversion du phénomène en hiver ; ces résultats justifieraient des investigations ultérieures.

Parmi les paramètres technologiques, le temps de raffermissement et la fermeté du caillé sont très liés entre eux et leurs relations avec les autres variables sont très voisines ; ils dépendent principalement, dans l'ordre, des taux de protéines, de calcium, de matières grasses, de lactose et du diamètre des micelles de caséines. Ils se démarquent très nettement du temps de floculation qui dépend relativement moins des taux azotés et butyreux et plus des taux de lactose et de cellules ; si le taux de lactose vient en première variable liée au temps de floculation, il ne semble pas que le lactose intervienne directement, mais par ses relations avec d'autres composants (Grandison (1984) n'a pas obtenu d'effet sur la vitesse de coagulation par addition de lactose). D'une façon générale, les corrélations relatives au temps de floculation sont plus faibles que pour les deux autres paramètres technologiques, suggérant que les mesures effectuées dans cette expérience ne rendent compte que d'une partie de sa variabilité ; pour une meilleure compréhension, il faudrait prendre en compte des caractères supplémentaires, et en particulier le pH.

L'effet période (couplé ici avec un effet alimentation), a une très grande importance, avec des laits hivernaux, certes plus riches en matière grasse, mais plus pauvres en composants azotés et minéraux, et très largement dépréciés par rapport aux laits de printemps pour les résultats des tests technologiques ; un stade de lactation plus précoce de 45 jours en hiver ne saurait expliquer seul de telles différences dont le déterminisme est certainement complexe. Différents indices permettent de penser qu'un effet propre de la saison intervient sur les relations entre certaines variables laitières observées, effet qui interfère avec les fortes liaisons bien connues, telles que taux de caséine-fermeté par exemple. Pour illustrer ce propos, on citera, en particulier, le cas de deux groupes de lait (Normandes-hiver et Pie-Noires-printemps), qui ont des laits très similaires du point de vue des taux de matières azotées et des dimensions des micelles et dont les qualités technologiques sont significativement très différentes : les laits des Normandes-hiver sont meilleurs pour le temps de floculation et moins bons pour le temps de raffermissement et la fermeté du caillé. Ces observations montrent la nécessité d'études plus fines concernant les variations saisonnières des laits.

La comparaison entre zones révèle certes un certain nombre d'effets significatifs, mais ils ne portent que sur certaines variables et interfèrent avec les effets race et période. On n'observe pas d'influence de la zone pour les tests technologiques. Ceci ne signifie pas que les facteurs du milieu ont peu d'influence sur les laits, mais que la variabilité de conduite inter-élevages est plus grande que la variabilité de conduite inter-zones. Si des différences laitières entre zones existent, elles ne pourraient être mises en évidence que par des échantillons beaucoup plus grands d'élevages. Un prochain article visera à identifier et à tenter d'interpréter l'effet des élevages.

## Remerciements

Les auteurs remercient les 30 éleveurs concernés par l'étude ainsi que les E.D.E. de la Manche, de l'Orne, du Calvados et de Seine-Maritime pour leur active collaboration.

Les analyses ont été réalisées par le C.I.L. du Calvados (Caen), le L.I.L. de Haute-Normandie (Rouen), le L.A.I.L.P. (Amiens), l'Union Laitière Normande (Condé), le Laboratoire de Microbiologie de l'U.E.R. de Rouen, les Laboratoires de Technologie Laitière de l'INRA de Jouy-en-Josas et de Grignon.

Cette étude a été réalisée avec la participation financière de l'ANVAR de Basse-Normandie, la DATAR, la Direction des Industries Agro-Alimentaires, les EPR de Haute et Basse-Normandie.

## Principales références bibliographiques

- AURIOL P., JARRIGE R., 1962. Possibilité de modifier la composition du lait. Bull. Ann. Feder. Internat. Lait., Partie II.
- BARNOUIN J., FAYET J.C., JAY M., BROCHART M., 1986 a. Enquête éco-pathologique continue : facteurs de risque des mammites de la vache laitière. I. Analyses multidimensionnelles sur données d'élevage. Can. Vet. J. ; 27 : 135 - 145.
- BARNOUIN J., FAYET J.C., JAY M., BROCHART M., FAYE B., 1986 b. Enquête éco-pathologique continue : facteurs de risque des mammites de la vache laitière. II. Analyses complémentaires sur données individuelles et d'élevage. Can. Vet. J. ; 27 : 173 - 184.
- BONAITI B., 1984. Composition du lait et sélection laitière chez les bovins In « La composition chimique du lait et ses incidences techniques ». Colloque INRA - ENSA - INAPG - Rennes - Septembre 1984.
- BRULE G., 1984. Les minéraux. In « La composition chimique du lait et ses incidences technologiques ». Colloque INRA - ENSA - INAPG - Rennes - Septembre 1984.
- CHILLIARD Y., SAUVANT D., 1984. Origine et biosynthèse des lipides et des protéines du lait. In « La composition chimique du lait et ses incidences technologiques ». Colloque INRA - ENSA - INAPG - Rennes - Septembre 1984.
- COLLEAU J.J., LIENARD G., JOURNET M., 1979. Comparaison économique entre race Holstein et race Normande. Premiers résultats. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix - INRA, 35, 67 - 84.
- DELAVAL G., HONORE A., KRYCHOWSKI T., 1980. Contribution à l'étude de l'incidence de la race sur les résultats technico-économiques. Résultats de troupeaux Normands et Français Frisons spécialisés en lait dans le Maine et Loire. PURPAN - N° 114 - Janvier - Mars 1980 - 63 - 68.
- HODEN A., COULON J.B., DULPHY J.P., 1985. Influence de l'alimentation sur la composition du lait. - Effets des régimes alimentaires sur les taux butyreux et protéiques. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, INRA, 62, 69 - 79.
- JOURNET M., REMOND B., 1980. Influence de l'alimentation et de la saison sur les fractions azotées du lait de vache. Le Lait, LX, 140 - 159.
- MAHIEU H., LUQUET F.M., MOUILLET L., 1976. A propos de la teneur des laits individuels et de mélange en matières minérales et urée. Le Lait, N° 559 - 560, 657 - 698.
- MAHIEU H., LUQUET F.M., MOUILLET L., 1977 a. A propos de la teneur des laits individuels et de mélange en matières minérales et urée. Le Lait, N° 561 - 562, 55 - 112.
- MAHIEU H., LUQUET F.M., MOUILLET L., 1977 b. A propos de la teneur des laits individuels et de mélange en matières minérales et urée. Le Lait, N° 563 - 564, 184 - 214.
- MASSON C., DECAEN C., ROUSSEAU P., BOUTY J.L., 1978. Variation géographique et saisonnière de la composition du lait destiné à la fabrication du gruyère de Comté. Le Lait, Mai-Juin 1978, 575 - 576.
- REMOND B., 1984. Effets du stade de lactation et de l'âge sur la composition du lait. In « La composition chimique du lait et ses incidences technologiques ». Colloque INRA - ENSA - INAPG - Rennes - Septembre 1984.

J. FROC, J. GILIBERT, T. DALIPHAR, P. DURAND. **Composition and cheese making ability of milk from Friesian and Normandy cows. 1/ Breeding effects.**

This study involves 1663 samples of milk produced by the two breeds kept simultaneously, during 2 seasons (spring - winter 1985), in 3 areas of the Normandy province (Cotentin, Bocage, Caux). There is a direct relationship between the time for the curds to become firmer and their degree of firmness. This depends mainly on the levels of protein, calcium fat and lactose, and on the diameter of casein micelles. Coagulation starting times may differ, which depends mainly on lactose and cell contents of the milk and rather less on protein and fat contents.

The two breeds show large differences for most variables, the Normandy breed producing less milk than the Friesian one (- 4 kg/day), but showing higher protein (+ 2 to 2.5 ‰), fat (+ 2 to 3 ‰) and calcium (+ 0.1 ‰) levels, smaller casein micelles and far superior technological tests (relative differences of - 26 % for coagulation starting times, - 72 % for the time for curds to become firmer, + 20 % for the firmness of the curds).

The effect of season, feeding and, to a lesser degree, the stage of lactation, are very high, with winter milks being poor in nitrogenous and mineral components and greatly inferior to « spring » quality milk with respect to cheese making ability.

The two breeds and the two periods are distinguished better by the technological tests than by the levels of the various contents, showing the effects of breed and season towards the cheese-making ability of milks and suggesting that some milk parameters, not taken into account in this study (nature of caseins, chemical form of minerals, pH...) have a role in determining technological properties.

Different areas showed few significant effects on the milk composition (less protein and fat in Caux area) and no effect at all on the technological tests ; the inter-farms production systems variability is higher than the inter-areas one.

FROC J., GILIBERT J., DALIPHAR T., DURAND P., 1988. Composition et qualité technologique des laits de vaches Normandes et Pie-Noires. 1/ Effets de la race. *INRA Prod. Anim.*, 1(3), 171-177.