

*INRA Prod. Anim.,
2000, 13 (4), 257-267*

*R. RUPP¹, D. BOICHARD¹,
C. BERTRAND², S. BAZIN³*

*¹ INRA, Station de Génétique Quantitative
et Appliquée, 78352 Jouy-en Josas Cedex*

*² INRA, Centre de Traitement de
l'Information Génétique,
78352 Jouy-en Josas Cedex*

*³ France Contrôle Laitier, 167 rue du
Chevaleret, 75013 Paris*

courriel : rupp@germinal.toulouse.inra.fr

Bilan national des numérations cellulaires dans le lait des différentes races bovines laitières françaises

La concentration des cellules somatiques dans le lait est mesurée régulièrement dans le cadre du Contrôle laitier. Ces mesures alimentent une base de données qui contient actuellement plus de 130 millions d'enregistrements. Leur analyse donne un état des lieux pour l'ensemble du cheptel français.

La numération cellulaire du lait est un témoin de l'état inflammatoire de la mamelle et donc, indirectement, de la présence d'une infection. Elle est utilisée depuis longtemps chez les bovins laitiers pour le dépistage et la maîtrise des mammites dans les élevages. Par ailleurs, elle a une répercussion directe sur le prix du lait payé aux éleveurs dans le système de paiement du lait à la qualité.

Au vu de sa signification biologique, de son importance économique, ainsi que de la simplicité de sa mesure qui est réalisée à grande échelle et à faible coût dans le cadre du Contrôle Laitier, et de ses propriétés génétiques (Rupp et Boichard 1999), la numération cellulaire apparaît comme le critère de sélection de choix pour améliorer la résistance aux mammites chez les bovins laitiers.

Résumé

Cet article présente le premier bilan descriptif des données de numérations cellulaires disponibles dans la base de données nationale pour les principales races bovines laitières au Contrôle Laitier, depuis 1995. Les numérations cellulaires varient avec la race, le lait des vaches des races les moins productives (Abondance, Simmental Française) étant moins concentré en cellules que celui des races plus productives (Prim'Holstein, Pie Rouge des Plaines). Ces différences entre races se maintiennent à niveau de production équivalent. Elles ne sont donc pas attribuable au niveau de production en tant que tel et leur origine reste à éclaircir. Intra-race, les vaches faibles productrices ont des numérations cellulaires élevées, ce qui reflète probablement l'effet dépressif des infections sur la production laitière. Intra-race, les numérations cellulaires augmentent avec le rang de lactation, traduisant l'augmentation de l'incidence et de la persistance des infections mammaires avec l'âge. Au cours de la lactation, la numération cellulaire présente un profil inversé par rapport à la production laitière. Excepté au début de la lactation, ce profil semble résulter essentiellement d'un phénomène de concentration avec la diminution du volume de lait produit puisque la quantité de cellules excrétées est stable en milieu et fin de lactation. Les numérations cellulaires apparaissent plus élevées en été et plus faibles en automne ; elles varient entre régions d'élevage. Elles apparaissent, en revanche, relativement stables au cours des dernières années, dénotant une bonne maîtrise de la part des éleveurs.

Dans cet objectif, les données de numération cellulaire mesurées en routine dans le cadre du Contrôle Laitier sont centralisées dans la base de données nationale du Centre de Traitement de l'Information Génétique de l'INRA depuis 1995, et dans le Système d'Information Génétique (SIG) depuis 2000. Ces données ont permis la mise en place, en 1997, d'une évaluation génétique annuelle des taureaux d'insémination artificielle sur le critère de numération cellulaire de leurs filles (Boichard et Rupp 1997) et constituent un matériel de choix pour diverses études. Cette base contient à ce jour plus de 130 millions de contrôles mensuels avec numération cellulaire, correspondant à environ 15 millions de lactations dans toutes les races bovines laitières françaises.

Cet article présente le premier bilan national concernant les numérations cellulaires dans les principales races bovines laitières. Cet état des lieux se présente sous la forme d'une

image brute de la situation, telle qu'on peut l'observer en découpant le cheptel national en différentes strates définies selon des facteurs liés à l'animal (race, niveau de production, rang et stade de lactation) ou à l'environnement (région, année et saison de production). Les différences observées ne sont donc pas toujours directement attribuables au facteur décrit, du fait d'une confusion toujours possible entre facteurs. Toutefois, pour limiter ces risques, la plupart des analyses sont réalisées intra race, année et numéro de lactation.

1 / Données et critères

1.1 / Origine des données

Le bilan porte sur les données de numération cellulaire disponibles dans la base de données nationale pour les 15 races bovines laitières au Contrôle Laitier. L'essentiel des données traitées concerne la campagne de vêlage 1997, c'est-à-dire les lactations ayant débuté entre le 1er septembre 1996 et le 31 août 1997, de façon à disposer de lactations complètes récentes. Ce panorama est également complété par l'évolution des numérations cellulaires dans le temps depuis 1995. Par ailleurs, pour les 8 principales races laitières, un bilan par troupeau est réalisé sur un total de 67 167 troupeaux ayant au moins 10 vaches contrôlées durant la campagne 1997. Les effectifs considérés sont présentés au tableau 1.

1.2 / Critères de mesure du niveau cellulaire

La base de données nationale contient les numérations cellulaires individuelles mesurées chaque mois, ou comptages de cellules somatiques (CCS). Ces CCS présentent une distribution très dissymétrique avec une majorité de valeurs inférieures à 100 000 cellules par millilitre (C/ml) et une minorité de valeurs élevées, voire très élevées. De façon à obtenir des propriétés plus propices à une modélisation et à une analyse génétique (normalité de la distribution des données, additivité des effets), le caractère utilisé pour l'évaluation génétique (Boichard et Rupp 1997) est

le score de cellules somatiques (SCS), défini par la transformation logarithmique suivante: $SCS = \log_2(CCS/100000) + 3$. En pratique, le SCS varie de façon continue entre 0 et 8 environ, il est égal à 3 pour une numération de 100 000 C/ml et augmente ou diminue de un point quand la numération est multipliée ou divisée par deux.

Le bilan présenté dans cet article est dressé à partir des données brutes (CCS) ainsi que des données transformées : SCS et quantité de cellules excrétées en 24h (CCS x volume de lait). Par ailleurs, les numérations cellulaires sont analysées à trois niveaux : à l'échelle du contrôle, de la lactation et du troupeau.

La distribution des données par contrôle est caractérisée par les proportions de CCS inférieurs à 50 000 C/ml, supérieurs à 300 000 C/ml et supérieurs à 800 000 C/ml. Les critères par lactation sont les moyennes arithmétiques des valeurs mensuelles de CCS, de SCS et de la quantité de cellules excrétées, ainsi que la moyenne géométrique des CCS. La moyenne géométrique est directement comparable au score moyen par lactation, mais elle est simplement exprimée sur une échelle différente ; c'est la mesure la plus souvent utilisée sur le terrain. Par ailleurs, la règle élaborée par Serieys (1985) et basée sur le dépassement des seuils de 300 000 C/ml et 800 000 C/ml, permet de prédire le statut infectieux de la mamelle en fonction de l'évolution des CCS mensuels au cours de la lactation. Elle a été proposée de façon à disposer, en pratique, d'un outil de dépistage des infections chroniques et durables pour la maîtrise des mammites dans les élevages. Elle conduit à une répartition des vaches en trois classes : 'infectées', 'non infectées' (de façon durable par un pathogène majeur) et 'douteuses'. A noter que cette classification ne permet pas de discriminer les vaches bactériologiquement saines des vaches infectées par des pathogènes mineurs, dont les numérations cellulaires mensuelles peuvent ne jamais dépasser 300 000 C/ml. A l'échelle du troupeau, les critères utilisés sont les moyennes arithmétiques de tous les CCS et SCS élémentaires, la moyenne géométrique du troupeau et les proportions de CCS supérieurs à 300 000 C/ml et supérieurs à 800 000 C/ml.

Tableau 1. Effectifs considérés pour la campagne de vêlage 1997.

Race	Comptages mensuels de cellules somatiques en 1ère lactation	Vaches en 1ère lactation	Troupeaux
Prim'Holstein	5 375 545	588 233	50 354
Montbéliarde	784 321	92 390	8 758
Normande	775 087	90 650	6 651
Abondance	33 873	4 041	443
Pie Rouge des Plaines	24 875	3 080	170
Brune	32 458	3 545	311
Tarentaise	13 938	1 720	168
Simmental Française	29 162	3 621	312
Jersiaise	2 965	343	
Bleue du Nord	2 019	253	
Vosgienne	2 031	241	
Flamande	2 719	310	

2 / Résultats

2.1 / Numérations cellulaires individuelles et facteurs liés à l'animal

a / Race

Parmi les huit races principales (tableau 2), les races Abondance et Simmental Française présentent les moyennes de CCS par lactation les plus faibles (143 000 C/ml), suivies des races Brune, Montbéliarde et Tarentaise (180 000 à 195 000 C/ml). Les moyennes les plus élevées sont celles des races Prim'Holstein, Normande et Pie Rouge des Plaines (>200 000 C/ml).

Ce classement est grossièrement conservé quel que soit le critère considéré (tableau 2), avec quelques nuances cependant. En effet, la moyenne géométrique ou la moyenne des scores par lactation est plus sensible à la proportion de valeurs de CCS faibles, tandis que la moyenne des comptages bruts par lactation est particulièrement sensible aux valeurs de CCS élevées. Le classement établi à partir des données brutes est ainsi modifié dans deux cas. En premier lieu, les scores moyens sont plus faibles en races Montbéliarde (2,56) et Tarentaise (2,61) qu'en race Brune (2,67). Ceci résulte d'une plus forte proportion de CCS élémentaires faibles (<50 000 C/ml) en races Tarentaise et Montbéliarde (environ 40 %) qu'en race Brune (environ 35 %). En second lieu, le score moyen en race Prim'Holstein (2,85) est plus faible qu'en race Normande (3,03), alors que les comptages moyens sont identiques. Ce phénomène résulte de la plus grande variabilité des CCS en race Prim'Holstein, avec plus de valeurs faibles et élevées et moins de valeurs intermédiaires (tableau 2).

La situation est toujours favorable pour les races Abondance et Simmental Française et défavorable pour les races Prim'Holstein et Pie Rouge des Plaines lorsqu'on considère les proportions de CCS supérieurs à 800 000 C/ml et les proportions de primipares classées 'infectées'. La race Tarentaise, pour laquelle la distribution de CCS apparaît très variable, est sensiblement moins bien classée sur ces deux critères que sur les critères moyens par lactation, alors que la race Normande voit son classement s'améliorer.

b / Niveau de production laitière

De façon générale, dans les races les plus productives, comme les races Prim'Holstein, Pie Rouge des Plaines, Brune et Flamande, les numérations cellulaires sont plus élevées (score moyen supérieur à 2,65) que dans les races moins productives comme la Simmental Française, l'Abondance, la Tarentaise ou la Vosgienne (score moyen inférieur à 2,61). Néanmoins, les races Normande et Jersiaise présentent des scores moyens par lactation élevés (>3,00) et supérieurs à celui de la race Prim'Holstein (2,85) alors qu'elles produisent moins de lait (tableau 2). Les différences entre races ne semblent pas liées uniquement aux variations de leur potentiel laitier puisqu'à niveau de production équivalent, les différences entre races de scores et comptages moyens par lactation se maintiennent (figure 1).

Intra race, il n'y a pas d'opposition phénotypique entre production et numération cellulaire. Au contraire, en première lactation, les numérations cellulaires augmentent lorsque le niveau de production (exprimé en moyenne journalière de lait durant les 100 premiers jours de lactation) diminue (figure 1). Ceci se traduit, pour les vaches produisant moins de 12 kg de lait par jour au cours des trois pre-

Tableau 2. Production laitière et numérations cellulaires moyennes calculées pour les premières lactations débutées au cours de la campagne de vêlage 1997 dans les 12 principales races laitières.

Race	Production laitière ¹ (kg)	Numération cellulaire								Quantité de cellules excrétées (millions)
		CCS moyen ²	SCS moyen ²	MG ²	% de CCS (*1000 C/ml)			% de vaches ³		
					<50	>300	>800	infectées	saines	
Pie Rouge des Plaines	5 538	215	3,03	156	26,5	14,1	4,3	14,1	56,0	3765
Normande	4 971	206	3,03	148	25,7	13,1	3,7	13,1	56,0	3154
Prim'Holstein	6 855	206	2,85	140	31,7	12,5	4,1	15,0	55,9	4010
Tarentaise	3 522	195	2,61	116	39,9	13,6	4,3	15,2	52,1	2210
Montbéliarde	5 472	187	2,56	126	41,1	11,1	3,6	12,6	61,4	3267
Brune	5 762	180	2,67	122	34,6	10,8	3,2	12,8	56,8	2635
Simmental Française	4 414	143	2,33	99	46,3	8,1	2,4	8,4	68,9	1903
Abondance	4 300	133	2,09	81	53,4	8,0	2,4	8,3	66,9	1810
Flamande	5166	215	2,65	148	38,9	13,6	4,9	17,4	56,5	3347
Jersiaise	3710	180	3,01	136	23,2	12,0	2,6	10,2	56,3	1955
Bleue du Nord	3758	170	2,62	113	38,1	11,2	3,1	10,3	58,1	2044
Vosgienne	3164	163	2,52	104	42,5	9,6	2,9	10,0	63,5	1757

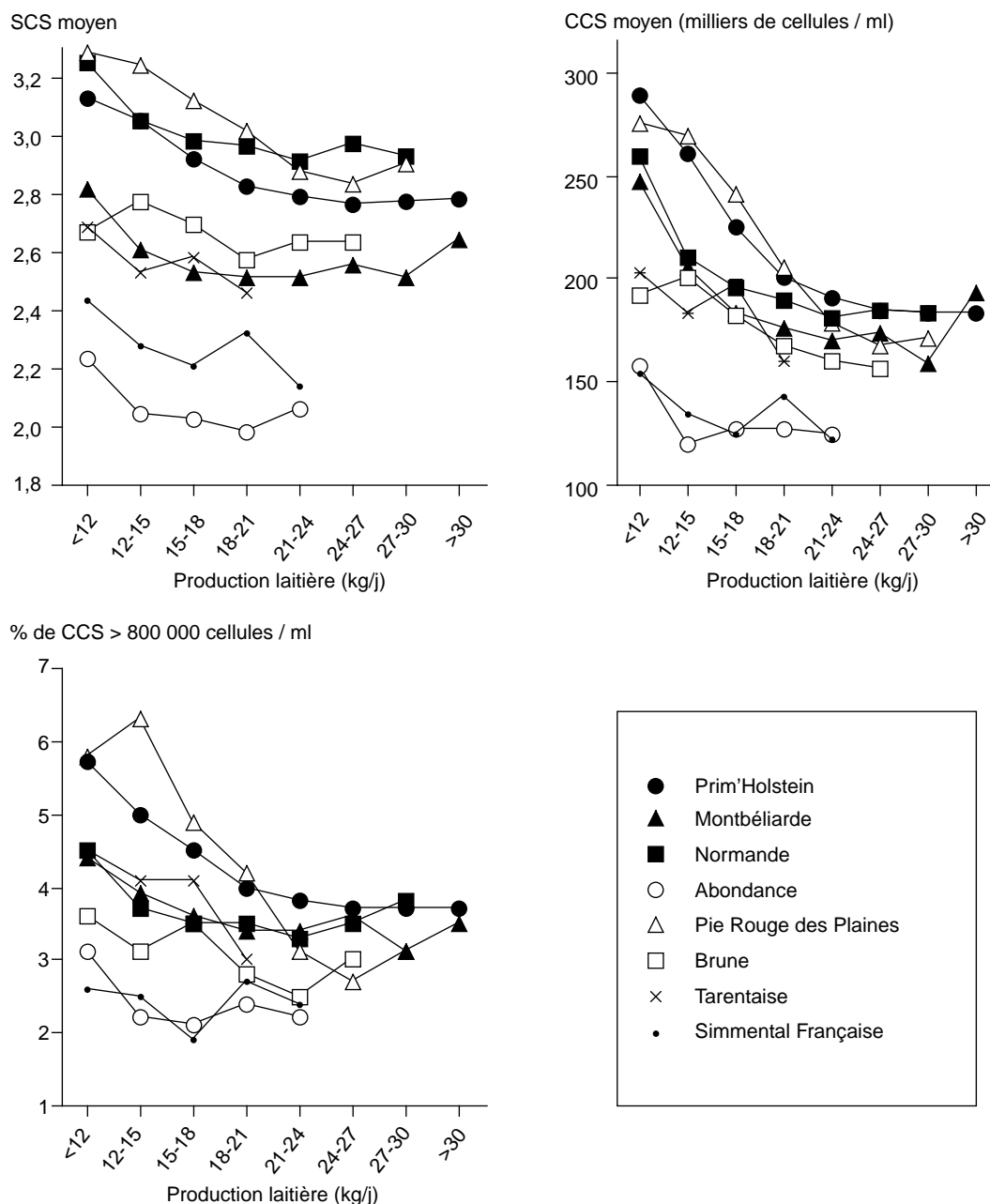
¹ Production moyenne par lactation calculée sur l'ensemble des premières lactations connues, quelle que soit leur durée (Anonyme 1999).

² Moyenne arithmétique des comptages de cellules somatiques (CCS moyen, en milliers de C/ml) ou scores mensuels de cellules somatiques (SCS moyen, voir texte) ; MG = moyenne géométrique des comptages mensuels de cellules somatiques, en milliers de C/ml.

³ Statut infectieux de la mamelle d'une vache d'après Serieys (1985) : vache classée infectée (de façon durable par un pathogène majeur) = au moins 2 CCS mensuels >300 000 C/ml dont au moins 1 > 800 000 C/ml ; vache classée saine (non infectée durablement par un pathogène majeur) = tous les CCS mensuels <300 000 C/ml.

Figure 1. Numérations cellulaires (CCS et SCS, voir paragraphe 1.2) par lactation, en fonction du niveau de production, pour les premières lactations débutées au cours de la campagne de vêlage 1997 dans les huit principales races laitières.

Les écarts de numération cellulaire entre races existent quel que soit le niveau de production laitière.



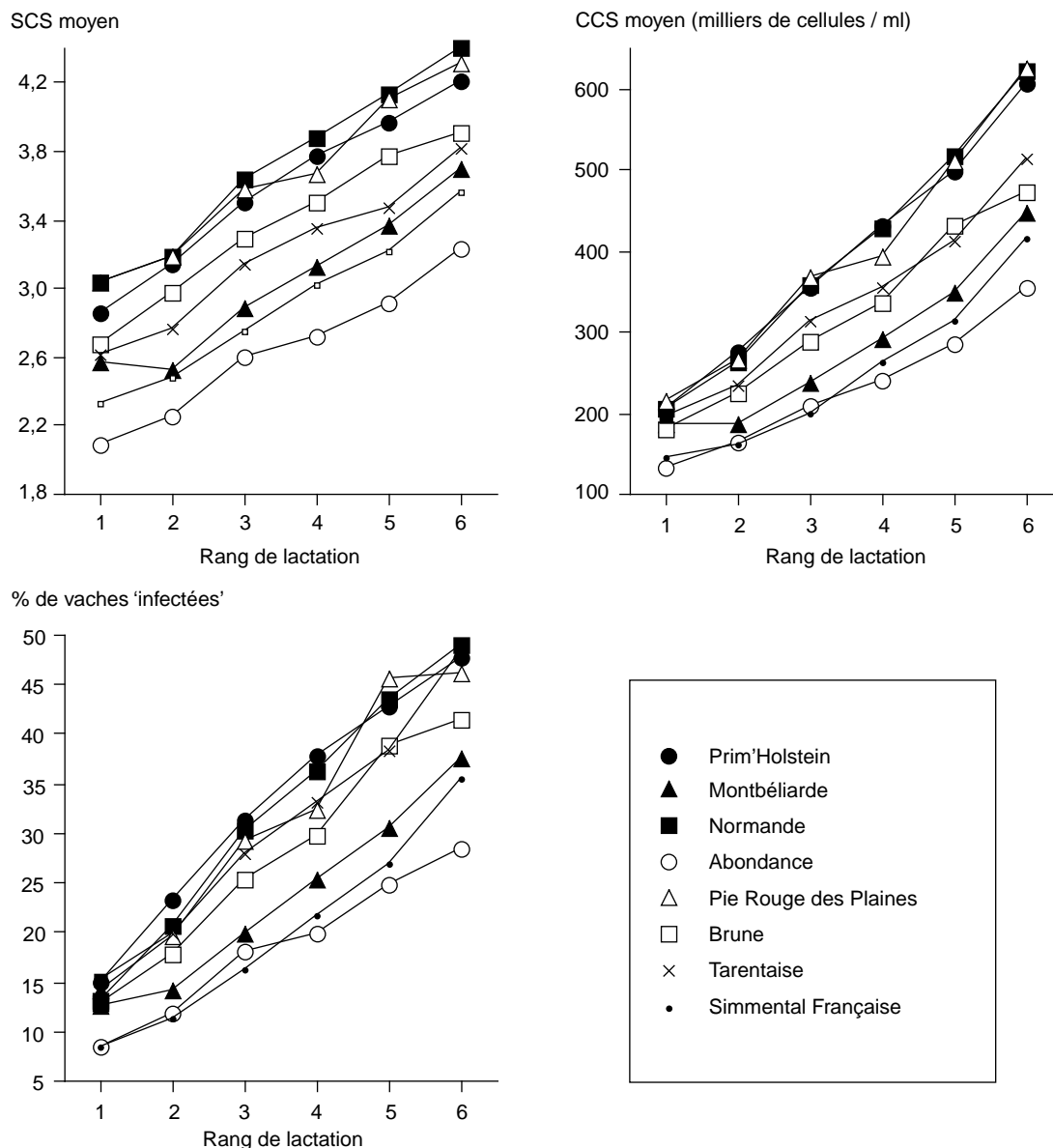
miers mois, par une proportion élevée de primipares classées 'infectées', proportion qui varie de 9,4 à 19,4 % selon les races. Ces résultats reflètent sans doute le fait que les vaches les moins productives correspondent souvent à des animaux largement infectés et dont la production est fortement diminuée. Pour les niveaux de production les plus élevés on observe parfois une légère augmentation des numérations cellulaires, en particulier dans la proportion de contrôles supérieurs à 800 000 C/ml, ce qui pourrait refléter une augmentation de la fréquence des mammites cliniques avec le niveau de production.

c / Rang de lactation

Quel que soit le critère analysé, les numérations cellulaires augmentent avec le rang de

lactation. Le score moyen par lactation augmente de façon linéaire d'environ 0,20 à 0,25 unité par lactation (figure 2). Parallèlement, la proportion de CCS inférieurs à 50 000 C/ml diminue de façon linéaire de 3 à 5 % par lactation, en moyenne. L'augmentation des comptages moyens par lactation et de la proportion de vaches classées 'infectées' est plutôt de type exponentiel avec des valeurs en moyenne triplées entre la première et la sixième lactation (figure 2). De la même façon, la proportion de comptages élémentaires élevés augmente de façon exponentielle avec le rang de lactation. En sixième lactation, 9 à 18,5 % des CCS mensuels sont supérieurs à 800 000 C/ml selon les races. De même, 28 à 48 % des vaches sont considérées comme durablement infectées, contre 6 à 15 % en première lactation.

Figure 2. Numérations cellulaires (CCS et SCS, voir paragraphe 1.2) par lactation et proportion (%) de vaches classées 'infectées' en fonction du rang de lactation, pour les premières lactations débutées au cours de la campagne de vêlage 1997 dans les huit principales races laitières.

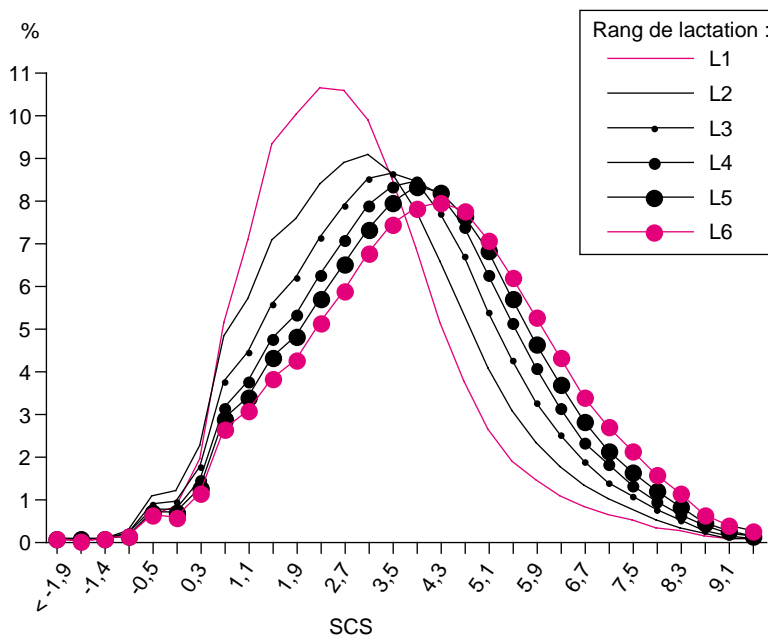


Dans toutes les races, la numération cellulaire augmente avec le rang de lactation.

Par ailleurs, plus le comptage moyen est élevé en première lactation et plus son augmentation avec le rang de lactation est importante. Par conséquent, les différences entre races s'accroissent avec l'âge. Ainsi, l'écart entre les races Abondance et Normande, d'environ 70 000 C/ml en première lactation, atteint 270 000 C/ml en lactations 6 et plus (figure 2). Ceci n'est pas le cas pour le score moyen, dont les valeurs augmentent de façon parallèle pour les différentes races.

De même que les moyennes par lactation, le mode et l'écart type des distributions des scores mensuels augmentent avec le rang de lactation (figure 3) et l'évolution de ces distributions est semblable dans toutes les races.

Figure 3. Distribution des scores mensuels de cellules somatiques (SCS, voir paragraphe 1.2) en fonction du rang de lactation, pour les lactations débutées au cours de la campagne de vêlage 1997 en race Prim'Holstein.



d / Stade de lactation

Dans toutes les races, l'évolution moyenne de la numération cellulaire au cours de la lactation présente un profil inversé par rapport à la production laitière. La figure 4 présente cette évolution en race Prim'Holstein. Chez les adultes, les valeurs de SCS sont élevées en début de lactation, elles diminuent rapidement pour présenter un minimum à la fin du premier mois de lactation puis augmentent progressivement jusqu'à la fin de la lactation. Les différences entre lactations se traduisent simplement par des courbes parallèles. En première lactation, le profil est légèrement différent puisque les SCS sont plus élevés dans les premiers jours, le minimum est atteint plus tardivement (vers 50 jours), et l'augmentation en fin de lactation est plus lente et moins importante que pour les lactations des adultes. Les proportions de comptages mensuels supérieurs à 300 000 C/ml et inférieurs à 50 000 C/ml présentent respectivement le même profil et un profil inversé à celui des scores mensuels (tableau 3).

Figure 4. Scores mensuels de cellules somatiques (SCS, voir paragraphe 1.2) en fonction du stade et du rang de lactation, pour les lactations débutées au cours de la campagne de vêlage 1997 en race Prim'Holstein.

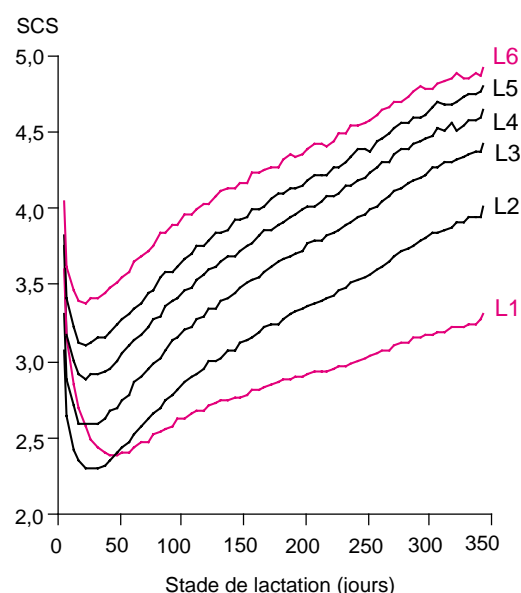


Tableau 3. Répartition des numérations cellulaires mensuelles (CCS) et quantité de cellules excrétées, en fonction du stade de lactation, pour les premières (L1), troisièmes (L3) et sixièmes (L6) lactations débutées au cours de la campagne de vêlage 1997 en race Prim'Holstein.

Stade de lactation (jour, ±2)	% de CCS < 50 000 C/ml			% de CCS > 300 000 C/ml			% de CCS > 800 000 C/ml			Quantité de cellules excrétées (*1000 millions)		
	L1	L3	L6	L1	L3	L6	L1	L3	L6	L1	L3	L6
8	27	40	27	18	19	31	8	9	16	6,2	8,9	13,2
30	44	46	30	11	18	30	5	8	15	4,3	8,0	12,9
60	45	40	27	9	19	32	4	8	17	3,7	8,2	13,3
120	36	26	17	10	23	38	4	9	18	3,7	8,2	13,0
180	30	16	10	12	26	41	4	9	18	3,7	7,4	11,1
240	26	9	5	13	30	46	4	9	17	3,5	6,5	9,4
300	22	4	2	15	37	54	4	10	19	3,4	5,7	7,9

Les quantités de cellules excrétées (tableau 3) sont, en dehors du premier mois, relativement stables au cours de la lactation et tendent à diminuer en fin de lactation. L'augmentation des numérations cellulaires en fin de lactation semble donc résulter principalement d'un phénomène de concentration lié à la diminution de la production laitière. La proportion de CCS supérieurs à 800 000 C/ml évolue parallèlement à la quantité de cellules excrétées (tableau 3). Néanmoins, dans les dix premiers jours de la lactation, et particulièrement chez les primipares, les quantités de cellules excrétées et la proportion de CCS supérieurs à 800 000 C/ml présentent des valeurs particulièrement élevées, reflétant donc non seulement le phénomène de concentration mais aussi une plus forte fréquence d'inflammation après le vêlage.

2.2 / Numérations cellulaires individuelles et facteurs environnementaux

a / Saison

Les numérations cellulaires moyennes sont généralement plus élevées pour les vaches vêlant au printemps ou en été que pour les vaches vêlant en automne ou en hiver (figure 5). Néanmoins, l'amplitude de ces variations est faible chez les primipares.

Les différences entre saisons sont plus marquées au cours du premier mois que durant le reste de la lactation (figure 6). Pour les mises bas de septembre, les numérations cellulaires sont nettement plus faibles, dès le vêlage et dans les deux tiers de la lactation. Toutefois, les numérations cellulaires au cours de la lactation n'évoluent pas parallèlement pour des

Figure 5. Numération cellulaire moyenne par lactation (score, voir paragraphe 1.2) en fonction du mois de vêlage, pour les premières et troisièmes lactations débutées au cours de la campagne de vêlage 1997 en races Prim'Holstein, Normande et Montbéliarde.

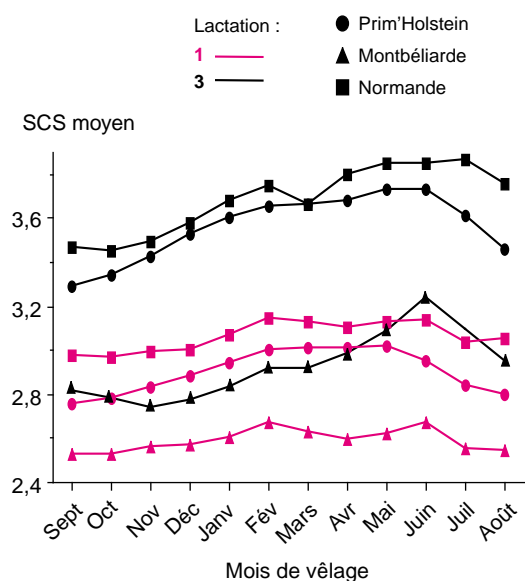
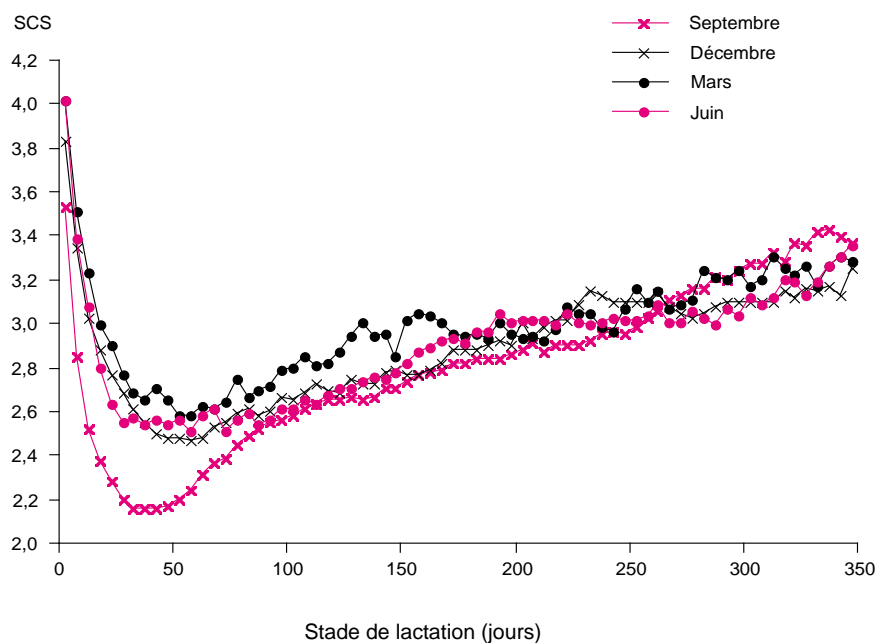


Figure 6. Scores mensuels de cellules somatiques (SCS, voir paragraphe 1.2) en fonction du stade de lactation et du mois de vêlage, pour les premières lactations débutées au cours de la campagne de vêlage 1997 en race Prim'Holstein.



vaches vêlant à différents moments de l'année (figure 6), ce qui traduit une interaction entre stade de lactation et mois de vêlage ou, plus simplement, un effet du mois de production. L'effet défavorable du printemps s'explique sans doute avec la saisonnalité des mise bas dans de nombreuses régions. En effet, avec des mise bas majoritairement réparties de septembre à avril pour l'ensemble du cheptel, et en automne pour les primipares, la pression infectieuse qui augmente avec l'effectif trait et avec la proportion de vaches adultes, ne fait qu'augmenter de septembre à juin.

b / Campagne de vêlage

Pour les huit principales races laitières, aucune évolution systématique à la hausse ou

à la baisse n'est observée entre 1995 et 1998. Les scores moyens en première lactation présentent des variations entre années en général inférieures à 0,2 (tableau 4). Cette stabilité est observée pour l'ensemble des critères de numération cellulaire analysés. En particulier, la proportion de vaches classées 'infectées' varie peu d'une campagne à l'autre avec des différences inférieures à 3 %. Pour les races d'effectif réduit (Flamande, Vosgienne et Bleue de Nord), les différents critères de numération cellulaire présentent des valeurs plus faibles en 1998 (tableau 4), ce qui résulte du fait que de nombreuses lactations étaient encore en cours au moment de l'analyse.

Tableau 4. Scores moyens (voir paragraphe 1.2) par lactation en fonction de la campagne de vêlage, pour les premières lactations dans les 12 principales races laitières.

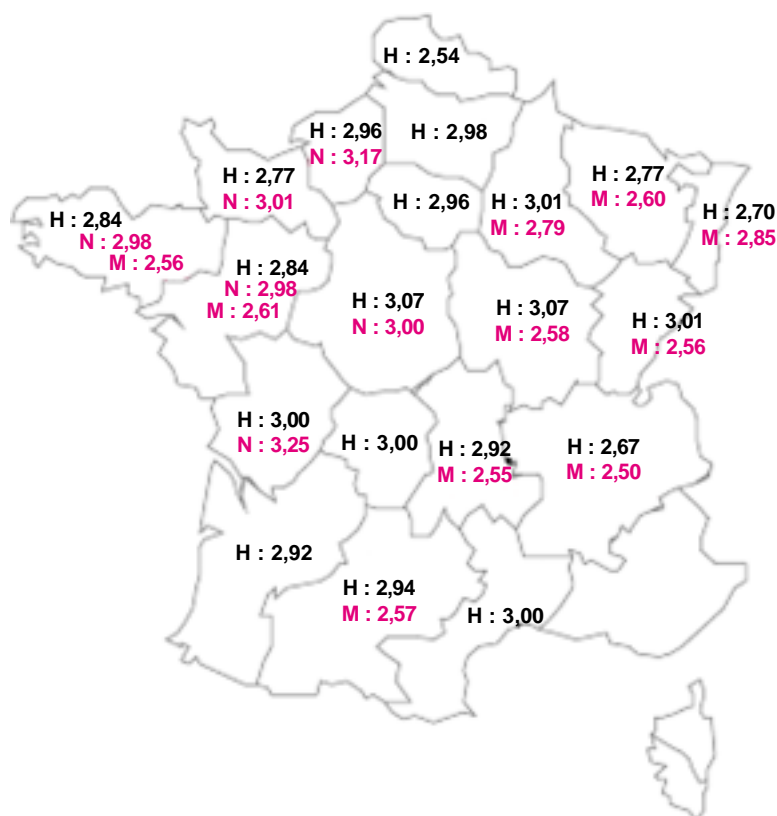
Race	Campagne de vêlage			
	1995	1996	1997	1998
Prim'Holstein	2,85	2,77	2,85	2,69
Montbéliarde	2,51	2,45	2,56	2,48
Normande	2,98	2,99	3,03	2,90
Abondance	1,99	2,06	2,09	1,95
Pie Rouge des Plaines	2,94	2,92	3,03	2,82
Brune	2,45	2,33	2,67	2,55
Tarentaise	2,46	2,61	2,61	2,52
Simmental Française	2,19	2,09	2,33	2,20
Jersiaise	2,88	2,86	3,01	2,89
Bleue du nord	2,74	2,46	2,62	2,32
Vosgienne	2,61	2,31	2,52	2,13
Flamande	2,72	2,52	2,65	2,35

De 1995 à 1998, les valeurs observées sont relativement stables.

c / Région d'élevage

Les numérations cellulaires moyennes varient selon la région d'élevage. Durant la campagne de vêlage 1997 (figure 7), les scores moyens en première lactation (*versus* toutes lactations) varient de 2,54 (3,00) dans le Nord à 3,07 (3,62) dans le Centre en race Prim'Holstein, de 2,50 (2,85) en Rhône-Alpes à 2,85 (3,12) en Alsace en race Montbéliarde et de 2,98 (3,35) en Pays de Loire à 3,25 (3,73) en Poitou-Charentes en race Normande. Ces moyennes varient parfois sensiblement entre départements d'une même région. Ainsi, en Bretagne, le score moyen des vaches de race Prim'Holstein est de 3,32 mais varie de 3,18 dans le Finistère à 3,52 dans le Morbihan.

Figure 7. Numérations cellulaires moyennes (score moyen, voir paragraphe 1.2) en fonction de la région d'élevage, pour les premières lactations débutées au cours de la campagne de vêlage 1997 en races Prim'Holstein, Montbéliarde et Normande.



2.3 / Numérations cellulaires par troupeau

Le tableau 5 présente les moyennes des trois critères de numération cellulaire par troupeau et leur distribution par l'intermédiaire des quantiles à 10 %, 25 %, 50 %, 75 % et 90 %. Les différences entre races, observées à l'échelle de la lactation, sont conservées à l'échelle des troupeaux. Par ailleurs, comme attendu, la variabilité entre troupeaux est plus faible que la variabilité entre lactations, les caractéristiques de troupeau correspondant à des moyennes de valeurs individuelles. Suivant les races, les troupeaux présentant les numérations cellulaires les plus faibles (dans les 10 % inférieurs) ont moins de 5 à 11 % de valeurs supérieures à 300 000 C/ml, et moins de 1 à 3 % de valeurs supérieures à 800 000 C/ml. Au contraire, dans les troupeaux présentant les numérations cellulaires les plus élevées (dans les 10 % supérieurs), ces proportions atteignent respectivement entre 24 % et 36 % et entre 9 % et 14 % (tableau 5). C'est dans les races Prim'Holstein et Normande, qui constituent 85 % des troupeaux, que les valeurs sont les plus défavorables. Les proportions de troupeaux dépassant certains seuils pour différents critères de numération cellulaire sont présentés au tableau 6. Peu de troupeaux (entre 0 et 5,3 % selon la race) présentent des moyennes géométriques supérieures à 250 000 C/ml.

Dans toutes les races, les numérations cellulaires moyennes d'un troupeau sont faiblement et négativement corrélées à la proportion de vaches en première lactation ($r=-0,2$) et à la proportion de mise bas en automne ($r=-0,15$). Les numérations cellulaires apparaissent indépendantes de l'effectif du troupeau. La liaison avec le niveau de production est assez forte et négative ($r=-0,3$ à $-0,4$), montrant qu'entre troupeaux, plus le niveau de production est élevé, plus le niveau cellulaire est faible, sans que l'on puisse conclure que l'on mesure l'effet du niveau technique de l'éleveur sur les deux caractères ou l'effet dépressif des infections sur le niveau de production.

Tableau 5. Caractéristiques de la distribution des numérations cellulaires (CCS) par troupeau à la campagne de vêlage 1997 dans les 8 principales races laitières.

	Score par troupeau						% de CCS >300 000 C/ml						% de CCS >800 000 C/ml					
	Moyenne		Quantiles				Moyenne		Quantiles				Moyenne		Quantiles			
			10%	25%	50%	75%	90%	10%	25%	50%	75%	90%	10%	25%	50%	75%	90%	
Prim'Holstein	3,3	2,5	2,9	3,3	3,7	4,0	22,4	10	15	21	28	36	8,0	3	4	7	10	14
Montbéliarde	2,8	2,1	2,4	2,8	3,2	3,6	17,2	7	11	16	22	29	5,8	2	3	5	8	11
Normande	3,4	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	22,9	11	16	22	29	36	7,6	3	4	7	10	14
Abondance	2,5	1,7	2,1	2,5	2,9	3,2	13,5	5	8	12	18	24	4,4	1	2	3	6	9
Pie Rouge des Plaines	3,3	2,5	2,9	3,3	3,6	3,9	22,1	11	15	20	27	34	7,8	2	4	7	10	14
Brune	3,1	2,4	2,7	3,1	3,5	3,8	20,0	9	13	18	25	35	6,2	2	3	5	9	11
Tarentaise	3,0	2,4	2,7	3,0	3,4	3,7	22,3	11	16	21	28	34	8,2	3	5	8	11	14
Simmental Française	2,7	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	14,6	6	9	13	19	26	4,6	1	2	4	6	9

Tableau 6. Proportions (%) de troupeaux au-delà de divers seuils de numération cellulaire (CCS) à la campagne de vêlage 1997 dans les 8 principales races laitières.

	Moyenne géométrique des CCS					% de CCS >300 000 C/ml					% de CCS >800 000 C/ml				
	>200	>250	>300	>350	>400	>10%	>20%	>30%	>40%	>50%	>5%	>10%	>15%	>20%	>25%
Prim'Holstein	10,8	4,1	1,7	0,8	0,4	92,4	55,9	22,0	6,7	1,8	74,3	29,7	9,8	3,2	1,2
Montbéliarde	2,8	0,8	0,3	0,1	0,0	80,5	34,2	10,0	2,0	0,4	55,2	15,4	3,8	1,1	0,4
Normande	11,5	3,8	1,3	0,6	0,2	93,9	59,6	22,8	6,2	1,4	71,7	27,2	8,0	2,8	0,8
Abondance	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	64,3	19,4	4,5	0,7	0,2	36,6	9,3	2,3	0,5	0,0
Pie Rouge des Plaines	8,2	5,3	1,8	1,2	1,2	91,8	52,9	18,8	6,5	2,4	71,8	27,1	8,8	3,5	2,4
Brune	7,1	2,3	0,0	0,0	0,0	88,1	42,8	16,1	6,1	0,6	57,6	16,4	5,5	1,6	0,6
Tarentaise	3,0	1,8	0,0	0,0	0,0	93,5	59,5	19,6	3,6	0,0	78,0	33,9	9,5	1,8	0,6
Simmental Française	1,3	0,3	0,0	0,0	0,0	70,2	22,4	4,5	0,6	0,0	41,3	9,6	1,0	0,6	0,0

3 / Discussion et conclusion

Cette étude a permis de dresser un bilan des données de numération cellulaire disponibles dans la population bovine française au Contrôle Laitier. Elle présente les valeurs brutes observées pour différents niveaux de la population. Du fait des associations possibles entre les niveaux d'observation, et parce que chacun d'entre eux est considéré seul et indépendamment des autres, les différences observées peuvent ne pas refléter directement les effets des facteurs mentionnés, mais aussi des effets associés ou confondus. Néanmoins, pour limiter ce risque, toutes les observations ont été réalisées intra race et, en général, intra rang de lactation. Par ailleurs, aucune information concernant le statut infectieux réel des animaux (analyses bactériologiques des laits, connaissance des cas cliniques) n'étant disponible pour l'ensemble des animaux étudiés, il n'est pas possible de préciser la nature, infectieuse ou non, des variations observées. En effet, une inflammation de la mamelle sans présence d'un agent pathogène peut également être à l'origine d'une élévation des numérations cellulaires. Néanmoins, le statut bactériologique reste le facteur prépondérant de variation des numérations cellulaires (Sheldrake *et al* 1983, Harmon 1994) : les mesures mensuelles représentent un bon indicateur des infections subcliniques ou chroniques (Serieys 1985). Elles permettent plus difficilement de diagnostiquer les mammites cliniques qui s'accompagnent, en général, d'une élévation plus importante mais moins persistante de la numération cellulaire. Il n'est donc pas rare que de telles infections passent inaperçues sur la base de mesures disponibles au mieux une fois par mois.

Les variations les plus importantes observées pour les numérations cellulaires sont celles associées à la race, au rang et au stade de lactation. En général, le lait des vaches des races les moins productives (Abondance, Simmental Française) contient moins de cellules (moins de 70 000 C/ml) que celui des races plus productives (Prim'Holstein, Pie Rouge des Plaines), à l'exception de la race Normande dont la situation est défavorable en terme de numération cellulaire. Ces diffé-

rences entre races se maintiennent à niveau de production équivalent et n'est donc pas attribuable au niveau de production en tant que tel. L'origine de ces différences de numération cellulaire entre races mérite de plus amples investigations. En particulier, l'effet du niveau d'infection (clinique et subclinique) et de l'aptitude des animaux à résister aux mammites devra être exploré. D'autre part, du fait des risques de confusion entre effets, la part d'origine réellement génétique dans ces différences doit être estimée de façon rigoureuse à milieu identique, par l'analyse des troupeaux mixtes, constitué de vaches de différentes races.

Intra-race, les numérations cellulaires augmentent avec le rang de lactation (0,2 à 0,25 unité SCS par lactation), comme cela a été rapporté par de nombreux auteurs (Sheldrake *et al* 1983, Serieys 1985, Harmon 1994, Laevens *et al* 1997). Néanmoins, chez des animaux totalement indemnes de germes, cette évolution apparaît modérée, voire négligeable. Cette élévation des numérations cellulaires reflète donc probablement l'augmentation de l'incidence et de la persistance des infections mammaires avec l'âge (Poutrel 1985, Seegers *et al* 1997), mais aussi l'augmentation de l'intensité et de la durée des réactions inflammatoires des animaux (Poutrel 1983).

Au cours de la lactation, la numération cellulaire présente un profil inversé par rapport à la production laitière avec une amplitude de variation importante (1 à 1,5 unité SCS). Ce type d'évolution avec le stade de lactation a également été observé chez des animaux bactériologiquement sains (Sheldrake *et al* 1983, Serieys 1985). Par ailleurs, la quantité de cellules excrétées est relativement stable en milieu et fin de lactation, comme l'ont également observé Coulon *et al* (1996). Ces éléments suggèrent que l'augmentation de la teneur du lait en cellules en fin de lactation résulte d'un effet de concentration des cellules excrétées dans le volume de lait produit (Kennedy *et al* 1982, Sheldrake *et al* 1983). Les numérations cellulaires élevées en début de lactation pourraient toutefois résulter de modifications physiologiques profondes liées à la mise en place de la lactation (Schutz *et al* 1990) et d'une fréquence élevée d'inflammation, voire d'infection, au moment du vêlage.

Les écarts entre troupeaux sont plus faibles que la variabilité due au rang de lactation.

Des variations de moindre amplitude ont également été observées. Intra-race, les vaches plus faibles productrices ont les numérations cellulaires les plus élevées, ce qui suggère qu'une majorité d'entre elles sont largement infectées. Ainsi, dans notre étude, on n'observe pas l'effet de la production sur la numération cellulaire mais plutôt l'effet dépressif des infections sur la production laitière. Ce résultat semble contredire l'augmentation du risque de mammites avec le niveau de production rapporté par de nombreux auteurs (Bigras-Poulin *et al* 1990, Gröhn *et al* 1995, Lescourret *et al* 1995, Chassagne *et al* 1998). En fait, cette augmentation du risque avec le niveau de production concerne surtout les mammites cliniques, dont la liaison avec la numération cellulaire moyenne est assez faible. La relation phénotypique entre niveau de production et numération cellulaire est la résultante de deux effets opposés : l'augmentation du risque d'infection avec le potentiel de production, d'origine génétique, qui est plus que compensée par l'effet dépressif des infections sur la production. Ainsi, la production réalisée est plutôt négativement corrélée avec la numération cellulaire.

Les numérations cellulaires apparaissent plus élevées en été et plus faibles en automne. Cet effet doit sans doute être interprété avec la saisonnalité des vêlages. Si des variations sont observées entre régions, les numérations cellulaires apparaissent, en revanche, relativement stables au cours des dernières années. Ceci dénote une bonne maîtrise de la part des éleveurs, motivée par les changements de réglementation et les répercussions sur le prix du lait.

Les différents critères de numération cellulaire par lactation suivent des évolutions comparables pour un niveau d'observation donné. En particulier, ils donnent le même classement entre races, à quelques exceptions près pour la moyenne des comptages par lactation : ce critère dépend fortement de valeurs brutes mensuelles élevées, dont l'influence est moindre après transformation logarithmique. Par ailleurs, et comme prévu, l'effet du rang de lactation est de type multiplicatif sur les comptages moyens et de type additif sur les scores moyens. L'ensemble de ces observations conduit à privilégier ce dernier critère pour des analyses statistiques plus poussées.

Références

- Anonyme, 1999. Résultats de contrôle laitier des espèces bovine et caprine - France 1998. CR 2828. Institut de l'Élevage et France Contrôle Laitier, Paris, 74 p.
- Bigras-Poulin M., Meek A.H., Martin S.W., 1990. Interrelationships among health problems and milk production from consecutive lactations in selected Ontario Holstein cows. *Prev. Vet. Med.*, 8, 15-24.
- Boichard D., Rupp R., 1997. Genetic analysis and genetic evaluation for somatic cell score in French dairy cattle. *Interbull, Bulletin* 15, 54-60.
- Chassagne M., Barnouin J., Chacornac J.P., 1998. Biological predictors for early clinical mastitis occurrence in Holstein cows under field conditions in France. *Prev. Vet. Med.*, 35, 29-38.
- Coulon J.B., Dauver F., Garel J.P., 1996. Facteurs de variation de la numération cellulaire du lait chez des vaches laitières indemnes de mammites cliniques. *INRA Prod. Anim.*, 9, 133-139.
- Gröhn Y.T., Eicker S.W., Hertl J.A., 1995. The association between previous 305-day milk yield and disease in New York state dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 78, 1693-1702.
- Harmon R.J., 1994. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *J. Dairy Sci.*, 77, 2103-2112.
- Kennedy B.W., Sethar M.S., Tong A.K.W.W., Moxley J.E., Downey B.R., 1982. Environmental factors influencing test-day somatic cell counts in Holsteins. *J. Dairy Sci.*, 65, 275-280.
- Laevens H., Deluyker H., Schukken Y.H., De Meulemeester L., Vandermeersch, De Muelenaere E., De Kruif A., 1997. Influence of parity and stage of lactation on the somatic cell count in bacteriological negative dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 80, 3219-3226.
- Lescourret F., Coulon J.B., Faye B., 1995. Predictive model of mastitis occurrence in the dairy cow. *J. Dairy Sci.*, 78, 2167-2177.
- Poutrel B., 1983. La sensibilité aux mammites : revue des facteurs liés à la vache. *Ann. Rech. Vet.*, 14, 89-104.
- Poutrel B., 1985. Généralités sur les mammites de la vache laitière : processus infectieux, épidémiologie, diagnostic, méthodes de contrôle. *Rec. Med. Vet.*, 161, 497-511.
- Rupp R., Boichard D., 1999. Genetic parameters for clinical mastitis, somatic cell score, production, udder type traits, and milking ease in first lactation Holsteins. *J. Dairy Sci.*, 82, 2198-2204.
- Schutz M.M., Hansen L.B., Steurernagel G.R., Kuck A.L., 1990. Variation of milk, fat, protein and somatic cells for dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 73, 484-493.
- Seegers H., Menard J.L., Fourichon C., 1997. Mammites en élevage bovin laitier : importance actuelle, épidémiologie et plans de prévention. *Renc. Rech. Ruminants*, 4, 233-242.
- Serieys F., 1985. Concentration cellulaire du lait individuel de vache : influence de l'état d'infection mammaire, du numéro de lactation et de la production laitière. *Ann. Rech. Vét.* 16, 255-261.
- Sheldrake R.F., Hoare R.J.Y., McGregor G.D., 1983. Lactation stage, parity and infection affecting somatic cells, electrical conductivity, and serum albumin in milk. *J. Dairy Sci.*, 66, 542-547.

Abstract

Overview of milk somatic cell counts in the French dairy cattle breeds.

This paper presents a descriptive overview of milk somatic cell counts in the French dairy cattle breeds. Data originated from the national data base, with complete information since 1995.

Cell count level varied according to breeds, and the milk was less concentrated in cells in low producing breeds (Abondance, Simmental Française) than in more high-yielding breeds (Prim'Holstein, Pie Rouge des Plaines). These differences across breeds were still observed for a given production level and, therefore, could not simply be explained by production. Within breed, the lowest producing cows had the highest cell count level. These cows were likely to be infected and their low production probably reflected the depressive effect of infections on milk production. Within breed,

cell counts increased with parity. This illustrated the increase in incidence and persistency of intramammary infections with age. The cell counts evolution with days in milk showed a trend inverted to that of milk yield. Except in the beginning of the lactation, this trend likely resulted from a concentration effect due to the change in milk volume over the lactation, as the number of excreted cells was found to be stable after the first two months of lactation. Cell counts were higher in summer and lower in fall, whatever the lactation stage. They also varied among regions. On the other hand, cell count level was stable over time during the last five years and denoted the technical control ability of the farmers.

RUPP R., BOICHARD D., BERTRAND C., BAZIN S., 2000. Bilan national des numérations cellulaires dans le lait des différentes races bovines laitières françaises. INRA Prod. Anim., 13, 257-267.