

Octobre 2012

Compte-rendu final 00 12 38 040

Département Technique d'Élevage et Qualité

Service Bien-être, Santé, Traçabilité et Hygiène

Renée de Cremoux

Service Biométrie

Carlos Lopez

ACTA Informatique

Thierry Brun

COLLECTION RÉSULTATS

Flore totale en filières de petits ruminants - Investigations sur les élévations inexplicables de germes totaux



INSTITUT DE
L'ÉLEVAGE



Flore totale en filières de petits ruminants. Investigations sur les élévations inexpliquées de germes totaux.

R. de Cremoux, C. Lopez, T. Brun

Rapport de synthèse

Octobre 2012



*Cette étude a été conduite avec l'appui de l'ANICAP et de la Confédération Générale de Roquefort dans le cadre de l'Axe 2 de l'Unité Mixte Technologique « Santé des Petits Ruminants ».
Elle a bénéficié du soutien financier de FranceAgriMer.*

Résumé

Au cours de ces dernières années, une dégradation de la flore totale du lait a été constatée dans les filières ovine et caprine. Dans le bassin de Roquefort, elle a plus particulièrement été enregistrée entre janvier et avril 2009 même si des phénomènes similaires, mais de moindre ampleur, avaient été signalés antérieurement. De même, chez la chèvre, on a assisté à une altération des résultats de qualité du lait. Par ailleurs, des cas de dégradation de la flore totale du lait dans lesquels l'état sanitaire du troupeau (infections mammaires subcliniques) peut être incriminé sont régulièrement rapportés. Cette situation globale recouvre vraisemblablement différentes problématiques, analytique (recours à de nouvelles techniques de dénombrement de la flore, origine bactérienne des élévations de flore) et sanitaire (part de l'excrétion mammaire dans ces élévations).

Une étude préliminaire a donc été conduite afin de préciser les problématiques rencontrées. Après une analyse des informations disponibles sur le plan analytique (techniques mises en œuvre, corrélation entre dénombrements automatisés et obtenus par la méthode de référence, nature des flores dénombrées), elle s'est intéressée à la description des résultats de flore totale des élevages de petits ruminants laitiers. Ce faisant, elle s'est attachée à (1) objectiver la dégradation de la flore totale des laits de petits ruminants au cours de ces dernières années (ampleur, saisonnalité), (2) étudier les relations entre les différents critères de qualité du lait et caractériser les cinétiques d'évolution des résultats obtenus par les producteurs (concentrations cellulaires et flore totale) afin d'identifier les situations ou profils d'élevages à problème (approche typologique).

Sur le plan analytique, les connaissances disponibles font apparaître des particularités des laits de chèvres et de brebis nécessitant l'établissement de procédures de calibration spécifiques. L'existence de concentrations cellulaires parfois très élevées (au-delà de 4 millions de cellules par ml) serait susceptible d'influer sur les dénombrements de flore totale. Cette incidence, vraisemblablement modérée, mériterait toutefois d'être quantifiée, particulièrement en élevages caprins. De façon plus générale, l'existence de cas de non concordance entre résultats obtenus par la méthode de référence et par les techniques de comptages automatisés, en relation ou non avec des élévations inexpliquées de la flore totale, incite à encourager la réalisation d'une étude comparative entre les différents types et/ou générations de BactoScan® et la technique FMAR (flore mésophile aérobie revivable) dans des contextes variés tenant compte des typologies d'évolution de la flore totale au cours du temps (cinétique, amplitude des variations, persistance des élévations) telle que définies dans le second volet de cette étude.

Dans nos travaux, les niveaux moyens de flore totale s'établissent en moyenne géométrique à 28 000 ufc/ml en troupeaux ovins et à 13 800 ufc/ml en troupeaux caprins soit des résultats faibles dans l'ensemble et témoignant d'une maîtrise globale des conditions d'hygiène des élevages, en particulier concernant la traite, la collecte et le stockage du lait. Le pourcentage moyen de contrôles pour lesquels la flore totale dépasse les seuils de 80 000 ou 50 000 cellules par ml est de 6 % (élevages ovins – seuil de 80 000 ufc/ml) et 8,4 % (élevages caprins – seuils de 50 000 ufc/ml). Les périodes au cours desquelles les résultats peuvent être considérés comme détériorés, sont de durée courte et majoritairement inférieure à 3 décades (un mois environ) pour 80 à 85 % des élevages présentant des dépassements de seuil, soit des phénomènes le plus souvent accidentels. Peu fréquents, les cas d'élévations récurrente ou persistante de la flore totale recouvrent vraisemblablement des situations diverses comment tendent à le montrer les typologies réalisées sur les cinétiques d'évolution de la flore totale et des concentrations cellulaires.

Ces dernières, établies par filière, s'appuient sur les critères suivants : niveaux et dispersion de la flore totale et des concentrations cellulaires, fréquence et durée des périodes de dépassement persistant de seuils de concentrations cellulaires ou de flore totale définis en fonction de leur pertinence pour les filières (seuils 80 000 et 50 000 ufc/ml, de 500 000 et 3 millions de cellules/ml pour les filières ovine et caprine respectivement), existence éventuelle de dépassements conjoints pour ces critères. Deux partitions à 6 classes ont été retenues. Malgré des corrélations moyennes entre flore totale et concentrations cellulaires avoisinant 0,3 (ovins) à 0,4 (caprins), l'association entre ces paramètres diffère selon les classes typologiques. De même le

caractère saisonné des cinétiques est inconstant. La compréhension et l'interprétation de ces cinétiques nécessitent de décrire les phénomènes sous-jacents. Pour ce faire, il conviendrait de disposer à la fois d'informations sur la nature des flores, sur les pratiques d'élevage ainsi que sur la gestion des laits (collecte, stockage, refroidissement,...). Pour les caprins, de premiers travaux ont été engagés en ce sens en région Poitou-Charentes. Ils mériteraient d'être complétés et étendus à la filière ovine, de manière à approfondir les notions de facteurs de risque en matière de flore totale dans le(s) contexte(s) de production français.

Les typologies réalisées peuvent permettre d'orienter les investigations ultérieures dans ce domaine comme sur le plan plus strictement analytique de la caractérisation microbienne des flores. Elles laissent également présager d'une valorisation possible des cinétiques d'évolution de la flore totale et/ou des concentrations cellulaires sous un angle prédictif, la définition d'indicateurs de risque ou de critères d'alerte pouvant favoriser une plus grande réactivité dans l'élucidation et la maîtrise des problèmes rencontrés.

Sommaire

Analyse de la flore totale des laits de tank en laboratoire..... 6

1. Principes des méthodes d'analyse et de dénombrement de la flore totale 6
2. Tables de conversion : mise en relation des dénombrements de bactéries individualisées et des unités formant colonies 7
3. Relation entre cytométrie de flux et méthode de référence 8
4. Nature des flores isolées des laits de tank 9
5. Discussion 12

Exploitation des bases de données de flore totale et de concentrations cellulaires en filières de petits ruminants.....13

1. Matériel et méthodes 13
2. Exploitation des bases de données en filière ovine 14
 - 2.1 Description de la base 14
 - 2.2 Analyse de la flore totale 15
 - 2.3 Analyse des concentrations cellulaires 16
 - 2.4 Analyse des élévations conjointes de la flore totale et des concentrations cellulaires..... 19
 - 2.5 Matrice des corrélations et analyse en composantes principales 21
 - 2.6 Typologie de la population des élevages ovins 23
3. Exploitation des bases de données en filière caprine 25
 - 3.1 Description de la base 25
 - 3.2 Analyse de la flore totale 26
 - 3.3. Analyse des concentrations cellulaires 28
 - 3.5. Matrice des corrélations et analyse en composantes principales 33
 - 3.6 Typologie de la population des élevages caprins 33
4. Discussion 39
5. Conclusion 44
6. Bibliographie 44

Annexes46

- Annexe 1* : En filière ovine : Distribution de la population des élevages*campagnes (N=6107) selon le nombre de décades associées à des dépassements des seuils de concentrations cellulaires de 500 000, 800 000 et 1 100 000 cellules par ml. 47
- Annexe 2* : En filière ovine : Valeurs propres des axes de l'Analyse en Composantes Principales réalisée sur les variables-résumées de flore totale et de concentrations cellulaires 48
- Annexe 3* : En filière caprine : Valeurs propres des axes de l'Analyse en Composantes Principales réalisée sur les variables-résumées de flore totale et de concentrations cellulaires 49
- Annexe 4* : En filière caprine : Agrégation des 19 classes typologiques obtenues à partir des variables-résumés, en 6 classes consolidées par classification ascendante hiérarchique 50
- Annexe 5* : En filière caprine : Partition consolidée en 8 classes à partir des 8 variables résumés de niveaux (flore totale et concentrations cellulaires), dispersion (écarts-types des résultats de flore totale et concentrations cellulaires), corrélation flore-cellules, pourcentages de dépassements des seuils de flore totale et de concentrations cellulaires, pourcentage de dépassements conjoints 51

Flore totale en filières de petits ruminants

Investigations sur les élévations inexplicables de germes totaux

Au cours de ces dernières années, une dégradation de la flore totale du lait a été constatée dans les filières ovine et caprine. Dans le bassin de Roquefort, elle a plus particulièrement été enregistrée entre janvier et avril 2009 même si des phénomènes similaires, mais de moindre ampleur, avaient été signalés antérieurement. Chez la chèvre, on a assisté à une altération des résultats de qualité du lait. Par ailleurs, des cas de dégradation de la flore totale du lait dans lesquels l'état sanitaire du troupeau (infections mammaires subcliniques) peut être incriminé, sont régulièrement rapportés.

Cette situation globale recouvre vraisemblablement différentes problématiques.

- Sur le plan analytique, le recours à de nouvelles techniques de dénombrement de la flore (recours à de nouvelles générations d'appareils et utilisation de méthodes en flux réduit) est susceptible d'avoir une incidence sur les résultats. Par ailleurs, l'existence de discordances entre techniques automatisées (mise en évidence des acides nucléiques) et de référence (dénombrement des bactéries revivifiables) conduit à s'interroger sur l'origine bactérienne des élévations de flore. Enfin, chez les caprins, certains laboratoires ont fait état d'un lien entre fortes concentrations cellulaires et flore totale.

- Sur le plan sanitaire, la filière caprine est confrontée depuis près de 15 ans à une augmentation continue des concentrations cellulaires de laits de tank qui va de pair avec une détérioration de la situation sanitaire des troupeaux vis-à-vis des infections mammaires. Sur le terrain, l'excrétion mammaire est de ce fait de plus en plus souvent mise en cause en cas de flore totale élevée sans que son rôle exact soit précisément évalué.

Quelle qu'en soit l'origine, la dégradation de la flore totale a un impact économique important sur la rémunération du lait au producteur. Son caractère récurrent engendre des interventions en élevage répétées et, dans le cas présent, peu fructueuses. Ainsi constitue-t-elle un sujet de préoccupation croissant tant pour les producteurs que pour les entreprises laitières.

L'objectif de cette étude est essentiellement descriptif et vise à préciser les problématiques rencontrées en étudiant dans une première étape l'intérêt et les limites des dénombrements bactériens automatisés comparativement à la méthode de référence puis en s'intéressant dans une seconde étape aux résultats de flore totale des élevages de petits ruminants laitiers. Ce dernier volet s'attache à :

- objectiver la dégradation de la flore totale des laits de petits ruminants au cours de ces dernières années (ampleur, saisonnalité),
- étudier les relations entre les différents critères de qualité du lait et caractériser les cinétiques d'évolution des résultats obtenus par les producteurs (concentrations cellulaires et flore totale) afin d'identifier les situations ou profils d'élevages à problème.

Analyse de la flore totale des laits de tank en laboratoire

Les règles spécifiques d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale sont fixées par le règlement CE 853/2004. En ce qui concerne la flore totale, le seuil d'acceptabilité des laits destinés à subir un traitement thermique est fixé à $1,5 \times 10^6$ ufc/ml. L'arrêté du 13 juillet 2012, entré en vigueur depuis le 1er octobre 2012, a permis de préciser les conditions de production et de mise sur le marché de lait cru de bovins, de petits ruminants et de solipèdes domestiques (Tableau 1). Concernant les concentrations cellulaires des laits de tanks, le seuil fixé à 400 000 cellules par ml pour les laits de vaches, n'est pas directement transposable aux laits de petits ruminants.

Tableau 1 : Critères d'hygiène de procédé pour le lait cru des espèces autres que bovidés

Microorganismes	Plan d'échantillonnage (*)		Limite (**)		Méthode d'analyse de référence	Stade d'application du critère	ACTION en cas de résultat insatisfaisant
	n	c	m	M			
<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ufc/ml	100 ufc/ml	NF/ISO 16649-1 ou 2	Au jour de conditionnement	Amélioration de l'hygiène de production
Micro-organismes aérobies cultivant à 30 °C	< ou = à 500 000 ufc/ml (***)				NF/EN/ISO/4833		

(*) n = nombres d'unités constituant l'échantillon ; c = nombre d'unités d'échantillonnage donnant des valeurs comprises entre m et M (pour les critères de sécurité, $m = M$).

(**) Les limites indiquées s'appliquent à chaque unité d'échantillon analysée.

(***) Moyenne géométrique variable constatée sur une période de deux mois avec au moins deux prélèvements par mois si l'exploitation fait l'objet d'une collecte de lait. Si le lait de l'exploitation n'est pas collecté par ailleurs, la fréquence d'analyse est déterminée par une analyse de risque sous la responsabilité de l'exploitant.

Au-delà de ces aspects réglementaires, la qualité du lait de tank répond à un ensemble de critères parmi lesquels figurent le niveau de flore totale et les concentrations cellulaires. Ces deux critères sont pris en compte, à ce titre, par les entreprises laitières dans le cadre du paiement du lait. La flore totale constitue un indicateur des conditions générales d'hygiène rencontrées dans l'exploitation tandis que les concentrations cellulaires fournissent une indication sur le plan de la santé mammaire en permettant d'estimer la prévalence des infections intramammaires dans les troupeaux.

Malgré l'existence de nombreux travaux conduits aussi bien sur la flore totale que sur les infections mammaires et les concentrations cellulaires, un ensemble de connaissances font encore défaut sur le plan analytique comme sur le plan de l'analyse des éléments structuraux ou des conduites d'élevages susceptibles d'influer sur ces critères de qualité. Doivent notamment être prises en compte les particularités des petits ruminants : composition du lait, saisonnalité de la production, conduites d'élevages spécifiques,...

Ce premier volet a pour objectif de faire le point sur les connaissances acquises en matière d'analyse de la flore totale et de compréhension de la nature des microflore qui la composent.

1. Principes des méthodes d'analyse et de dénombrement de la flore totale

En application du règlement CE 853/2004, la méthode de référence pour le dénombrement de la flore totale du lait cru est la technique de comptage des colonies à 30°C, normalisée ISO 4833. Celle-ci est fondée sur le dénombrement des colonies observables (en unités formant colonies (ufc)/ml) après la mise en culture du lait échantillonné. Un des aspects négatifs de cette technique ainsi que le relèvent Cassoli *et al.* (2007) est la possibilité d'une sous-estimation des dénombrements bactériens, une colonie pouvant être constituée par une ou plusieurs bactéries. Les incertitudes de mesure sont élevées de telle sorte que la valeur réelle du nombre de bactéries pourrait être comprise entre la moitié et le double de celles comptabilisées (Guillou, 2011).

En routine, les laboratoires interprofessionnels d'analyse laitière recourent à des méthodes de comptage alternatives automatisées. Les techniques les plus récentes reposent sur le principe de la cytométrie de flux avec détection des bactéries par microscopie épifluorescente (Bonney *et al.*, 2002) : Bactoscan FC (Foss, Danemark), Bactocount (Bentley, USA).

Dans ce cas, l'échantillon est traité pour l'extraction et le marquage fluorescent des microorganismes recherchés. Simultanément, les constituants susceptibles d'interférer avec le comptage des bactéries (globules gras, protéines, cellules somatiques, ...) sont dispersés et leur incidence réduite (intervention d'enzymes). Les bactéries dispersées et colorées, sont ensuite entraînées par un fluide vecteur selon un écoulement laminaire, dans une cellule de mesure où elles sont soumises à un faisceau lumineux produit par un laser. En réponse à cette excitation lumineuse, les cellules bactériennes émettent une lumière fluorescente qui peut-être captée par un photomultiplicateur. Les signaux (impulsions électroniques) issus du photomultiplicateur sont analysés et quantifiés, la prise en compte de l'intensité de la fluorescence donnant notamment une indication sur la viabilité des microorganismes (Bonney *et al.*, 2002).

2. Tables de conversion : mise en relation des dénombrements de bactéries individualisées et des unités formant colonies

La détermination des quantités de flore totale repose sur l'addition à l'échantillon de lait de bromure d'éthidium lequel permet une coloration spécifique des acides nucléiques (Cassoli *et al.*, 2007). Les résultats obtenus sont exprimés en nombre de bactéries individualisées (en anglais : individual bacterial count ou « ibc »). Les seuils réglementaires étant habituellement exprimés en ufc/ml, il est nécessaire de définir des équations de calibration ou tables de conversion permettant de transformer les résultats obtenus par cytométrie de flux sous forme d'ibc et de fournir un dénombrement exprimé en ufc.

Selon Cassoli *et al.* (2007), la corrélation entre ibc et ufc est susceptible de différer selon le type des bactéries présentes, leur taille, leur forme et leurs modalités d'agrégation. Les dénombrements par la méthode de référence sont en particulier beaucoup plus sensibles aux procédés d'agitation que les techniques automatisées. Ce phénomène est d'autant plus marqué lorsque la flore dominante est Gram positif en raison de l'aptitude des coques à constituer des amas (Suhren et Reichmuth, 2000).

Par ailleurs, les concentrations en cellules somatiques sont, selon Ninane *et al.* (2000), susceptibles d'influencer la réponse du BactoScan FC dans la mesure où le bromure d'éthidium se lie spécifiquement aux acides nucléiques, eux-mêmes 1000 fois plus abondants dans les cellules diploïdes de mammifères que dans les bactéries. Ce facteur n'interviendrait cependant qu'au-delà d'un million de cellules par ml, valeur peu rencontrée pour les laits de tanks de vaches laitières. De fait, Ninane *et al.* (2000) constatent que l'introduction de ce facteur dans l'équation de régression permettant de modéliser la relation entre dénombrements de bactéries individualisées et unités formant colonies, n'apporte pas d'amélioration significative de la justesse de l'estimation. En revanche, sur des laits de brebis, Tomaska *et al.* (2006) constatent une légère tendance à l'augmentation des ibc avec les concentrations cellulaires des laits pour des niveaux de flore totale inférieurs à 100 000 ufc/ml. Les laits de chèvres sont connus pour leurs concentrations cellulaires plus élevées que celles observées chez la vache laitière. Ils comportent de surcroît, en raison du caractère apocrine de leur sécrétion, des particules cytoplasmiques, riches en protéines, lipides et micelles de caséines. Selon Ramsahoi *et al.* (2011), la lyse des cellules somatiques, la libération de l'ADN et d'autres constituants cytoplasmiques pourraient se traduire par une augmentation de la viscosité des laits, particulièrement en cas de concentrations cellulaires élevées. Cette viscosité accrue entraînerait une augmentation du bruit de fond lors de la mise en œuvre de la cytométrie de flux. Ramsahoi *et al.* (2011) mentionnent cependant que cet effet n'est significatif que pour des concentrations cellulaires supérieures à 4 millions de cellules par ml.

Les différences entre les laits de vaches et de petits ruminants rendent nécessaires une validation des conditions d'utilisation des compteurs automatisés pour les différentes espèces. Ramsahoi *et al.* (2011) mettent en évidence des différences importantes de calibration entre laits de vaches et laits de chèvres

(Tableau 2). Un lait à 50 000 ufc/ml correspond à 121 000 ibc/ml pour les laits de vaches, la valeur équivalente pour les laits de chèvres variant de 321 000 à 443 000 ibc/ml selon le modèle d'ajustement appliqué. De la sorte le ratio ibc/ufc égal à 3 :1 pour les laits de vaches (Cassoli *et al.*, 2010), s'établit à 6 : 1 pour les laits de chèvres (Ramsahoi *et al.*, 2011). Ce ratio est vraisemblablement surestimé dans la mesure où les laits analysés dans cette étude, ont pu être conservés plus de 10 jours et jusqu'à 14 jours (d'où une croissance prévisible de la flore psychrotrophe) et où une proportion élevée des laits (17,3 %) présentait des résultats excédant 50 000 ufc/ml. Concernant les laits de brebis, Tomaska *et al.* (2006) mettent également en évidence la nécessité de disposer d'une équation de calibration spécifique. Ramsahoi *et al.* (2011) relèvent que l'adoption d'ajustements selon des équations de calibration non linéaires, est parfois pertinente.

Tableau 2 : Exemples d'équations de calibration permettant la correspondance entre dénombrements de bactéries individualisées et unités formant colonies, pour des laits de tanks obtenus chez différentes espèces de ruminants

Auteur	Année	Matériel	Espèce	Equation
Foss (1999)	1999	Bactoscan FC	Brebis	$\text{Log(ufc)} = 1,311 \text{ Log(ibc)} - 2,825$
Ninane <i>et al.</i>	2000	Bactoscan FC	Vache	$\text{Log(ufc)} = 0,839 \text{ Log(ibc)} + 0,095$
Suhren <i>et al.</i>	2001	Bactoscan FC	Vache	$\text{Log (ufc)} = 0,923 \text{ Log (ibc)} + 2,767$
Holm <i>et al.</i>	2004	BactoScan 8000S	Vache	$\text{Log(ufc)} = \text{Log(ibc)} \times 0,923 - 0,087$
Tomaska <i>et al.</i>	2004	Bactoscan FC	Vache	$\text{Log (ufc)} = 0.935 \text{ Log(ibc)} + 2,812$
Tomaska <i>et al.</i>	2006	BactoScan FC	Brebis	$\text{Log(ufc)} = 1,088 \text{ Log(ibc)} + 2,292$
Tomaska <i>et al.</i>	2006	BactoScan FC	Vache	$\text{Log(ufc)} = 0,914 \text{ Log(ibc)} + 2,842$
Cassoli <i>et al.</i>	2007	BactoCount	Vache	$\text{Log(ufc)} = \text{log(ibc)} \times 0,7224 + 1,4617$
Ramsahoi <i>et al.</i>	2011	BactoScan	Chèvre	$\text{Log(ufc)} = 0,9593 \times \text{Log(ibc)} - 0,8079$ $\text{Logufc} = 2,56 + 3,98 / [1 + \exp (6,44 + 1,17 \times \text{Log(ibc)})]$ $\text{Log(ufc)} = 4,9 / (1 + 3,083333 \times \exp[-1,05 \times (\text{Log(ibc} - 4)]) + 1,7$

3. Relation entre cytométrie de flux et méthode de référence

Une bonne corrélation est obtenue entre la technique de cytométrie de flux et la méthode de référence. Elle est de $r=0,71$ selon Holm *et al.* (2004), de $r=0,81$ selon Cassoli *et al.* (2007).

Des écarts de résultats entre les dénombrements sur culture et les dénombrements automatisés sont néanmoins constatés. Ils peuvent vraisemblablement être rattachés aux caractéristiques des techniques de dénombrement et aux incertitudes de comptage associées à la méthode de référence. En particulier, la méthode de référence ne permet de comptabiliser qu'une fraction des bactéries viables (Ramsahoi *et al.*, 2011) alors que les méthodes électroniques prennent en compte aussi bien les bactéries vivantes que mortes, ces dernières ne devant constituer en principe qu'une faible proportion du total des bactéries.

Holm *et al.* (2004) indiquent ainsi que les comptages par cytométrie de flux sont en moyenne 3,8 fois plus élevés que ceux obtenus par la méthode de référence, les résultats étant plus élevés dans 92 % des cas. Concernant des laits de chèvre, Guillou (2011) fait état de résultats en moyenne 7 % moindres avec le Bactoscan FC qu'à l'issue d'un dénombrement après culture. En se fondant sur le principe qu'un ratio « comptage automatisé / dénombrement après culture » compris entre 0,5 et 2 traduit des résultats similaires entre les deux méthodes de dénombrement, il constate que 80 % des analyses conduites entrent dans ce cadre. Pour 10 % des élevages, le ratio est inférieur à 0,5 et pour 10 %, il est supérieur à 2.

La justesse de l'estimation par le Bactocount exprimée en écart-type de la régression, $s(y,x)$ varie de 0,264 log ufc/ml (Trossat *et al.*, 2002) à 0,309 log ufc/ml (Cassoli *et al.*, 2007). Des résultats équivalents ont été obtenus avec le Bactoscan (Tomaska *et al.*, 2006).

Selon Suhren et Reichmuth (2000), les comptages automatisés sous-estimeraient les dénombrements des bactéries Gram négatif et surestimeraient ceux des bactéries Gram positif par rapport à la technique de référence. Les différences de perméabilité membranaire au fluorochrome seraient en cause (plus grande imperméabilité pour les bactéries Gram négatif). Ces différences de réponse aux traitements colorimétriques peuvent être mises à profit pour réaliser une cytométrie différenciée des bactéries Gram négatif et Gram positif (Holm et Jespersen, 2003 ; Holm *et al.*, 2004). Le choix des réactifs permet d'orienter l'usage de la cytométrie de flux au dénombrement de populations bactériennes spécifiques (Bonnefoy *et al.*, 2002). Le recours à des anticorps monoclonaux ou à des sondes nucléiques a ainsi été investigué, en association ou non avec des techniques d'enrichissement sélectif du lait testé. On citera à titre indicatif les travaux de Donnelly et Baigent (1986) concernant *Listeria monocytogenes*, de McClelland et Pinder (1994) sur *Salmonella Typhimurium* ou encore de Gunasekera *et al.* (2003) relatifs à *Pseudomonas*.

4. Nature des flores isolées des laits de tank

Selon Holm *et al.* (2004), les bactéries présentes dans le lait peuvent être regroupées en trois ensembles selon qu'elles traduisent une hygiène limitée de la peau des trayons et/ou de l'équipement de traite et de stockage du lait, un défaut de réfrigération du lait propice au développement de bactéries psychrotrophes telles que les *Pseudomonas*, ou une origine infectieuse intramammaire (mammites cliniques ou subcliniques mettant en cause plus particulièrement *Staphylococcus* spp. et *Streptococcus* spp.).

Guillou (2011) comparant des laits de tank issus d'élevages caprins situés en moyenne à 19000 ufc/ml pour les élevages témoins et 100 000 ufc/ml pour les élevages cas, n'a mis en évidence aucune différence significative entre cas et témoins concernant les flores staphylocoques coagulase positive, les pseudomonas ou la flore psychrotrophe. Des différences significatives entre cas et témoins sont rapportées pour les dénombrements de coliformes totaux établis à 30 et 44°C (bactéries thermotolérantes) (Tableau 3). L'analyse précise de ces résultats se heurte notamment à la problématique des incertitudes de mesures lors de dénombrements, certaines flores spécifiques pouvant représenter jusqu'à 400 % de l'ensemble de la flore totale dénombrée. L'auteur a donc soustrait de l'analyse statistique les élevages pour lesquels les résultats de dénombrements de la flore spécifique excédaient 400 % de la flore totale.

Tableau 3 : Dénombrements et part relative de différentes flores issues de laits de tank de chèvres (N=20), d'après Guillou (2011)

Flore	Elevages cas (N=14)						Elevages témoins (N=6)					
	Moyenne 1		Moyenne 2		Intervalle de confiance		Moyenne 1		Moyenne 2		Intervalle de confiance	
	Dén.	%	Dén.	%	Dén.	%	Dén.	%	Dén.	%	Dén.	%
Psychrotrophes	72000	144,0	49000	40,0	24500-98000	10,0-160,0	14000	178,0	11000	109,0	5500-22000	27,0-436,0
<i>Pseudomonas</i> spp.	15681	18,9	—	—	7840-31362	4,7-75,6	26278	305,9	5000	60,9	2500-10000	15,2-243,6
Staphylocoques coagulase positive	1600	4,2	—	—	800-3200	1,1-16,9	919	6,3	—	—	459-1638	0,9-13,8
Coliformes totaux à 30°C	17976	100,6	1250	3,5	625-2500	0,9-13,9	834	3,5	—	—	417-1668	0,9-13,8
Coliformes totaux à 44°C	8096	71,2	257	0,6	128-514	0,1-2,2	750	3,4	—	—	375-1500	0,9-13,8

Den. : Dénombrement ;

Moyenne 1 : moyenne brute ; Moyenne 2 : moyenne après exclusion des élevages pour lesquels la flore étudiée excède 400 % du dénombrement de flore totale

Dans ces travaux, les intervalles de confiance extrêmement importants gênent l'interprétation. Toutefois, en globalisant les résultats des élevages cas et témoins et après exclusion des valeurs de dénombrements jugées aberrantes, Guillou (2011) estime la distribution des flores des laits de tank de la manière suivante :

- Flore psychrotrophe : moyenne de 38000 ufc/ml soit 60 % de la flore totale (plus de 50 % de la flore dans 55 % des 20 élevages étudiés),
- *Pseudomonas* spp. : moyenne de 12900 ufc/ml soit 30 % de la flore totale (plus de 50 % de la flore dans 25 % des 20 élevages étudiés ; plus de 20 % de la flore dans 40 % des élevages),
- Staphylocoques coagulase positive : moyenne de 1 400 ufc/ml soit 3,8 % de la flore totale (moins de 5 et 10 % de la flore dans respectivement 70 et 80 % des 20 élevages étudiés),
- Coliformes totaux cultivés à 30°C : moyenne de 1 100 ufc/ml soit 3,5 % de la flore totale (moins de 10 % de la flore dans 85 % des 20 élevages étudiés),
- Coliformes totaux cultivés à 44°C : moyenne de 400 ufc/ml soit 1,5 % de la flore totale (moins de 1 % de la flore dans 80 % des 20 élevages étudiés),
- Mycoplasmes (non dénombrés) : mise en évidence dans une partie des prélèvements de laits de tank de 7 producteurs (35 % des 20 élevages étudiés),
- *Listeria* spp. : absence d'isolement dans les laits de tanks analysés.

En totalisant les flores spécifiques dénombrées, il semble possible de reconstituer la composition de la flore totale des tanks (aux incertitudes de mesures près) pour 11 élevages (55 % de l'échantillon). Pour 6 élevages (faisant tous partie des cas), le ratio « dénombrement des flores spécifiques / dénombrement de la flore totale » est inférieur à 0,25 ce qui tend à indiquer l'importance de la contribution d'autres types de flores.

La flore totale a ainsi fait l'objet de nombreux travaux de recherche ayant pour objectif d'identifier les bactéries présentes selon des angles distincts : recherche de bactéries susceptibles d'avoir une incidence sur la santé animale et la santé publique (Muehlherr *et al.*, 2003) ; identification des bactéries impliquées dans des mammites cliniques et subcliniques (Dik *et al.*, 2008) ; recherche de la présence de bactéries susceptibles d'induire des discordances entre dénombrements automatisés et méthode de référence (Bergonier, données non publiées) ; identification des flores d'intérêt technologique en transformation (Tormo *et al.*, 2007). Les contextes hygiéniques et sanitaires potentiellement en relation avec la localisation géographique des troupeaux et leur encadrement technique, variable selon les pays ou les régions, le choix des élevages ciblés, les méthodes de culture et d'identification, différent selon les études et ne permettent généralement pas de disposer d'une vision d'ensemble des situations susceptibles d'être rencontrées. Les résultats obtenus doivent donc toujours être analysés en prenant en compte le contexte d'acquisition des données et en fonction des objectifs visés par les auteurs.

S'intéressant aux microflore indigènes des laits de chèvres, Tormo *et al.* (2007), montrent dans des laits issus d'une seule traite (donc sans stockage ultérieur au froid) la prédominance des staphylocoques coagulase négative (3019 ufc/ml pour une flore totale moyenne de 8511 ufc/ml), suivis des microcoques et des corynébactéries (550, ufc/ml), des flores acidifiantes mésophiles (540 ufc/ml) et en dernier lieu des coliformes (354 ufc/ml). Moisissures (7 ufc/ml) et staphylocoques coagulase positive (8 ufc/ml) sont ponctuellement présents mais à des niveaux faibles.

Concernant plus globalement la fréquence, dans la flore totale, des bactéries susceptibles d'être impliquées dans les mammites, des investigations spécifiques ont été conduites par Dik *et al.* (2008). Dans les 53 laits de tank issus d'élevages caprins étudiés, les dénombrements de staphylocoques coagulase négative sont en moyenne de 1900 ufc/ml pour des valeurs moyennes de flore totale de 33 000 ufc/ml. Tous les échantillons de laits de tanks traités contiennent des staphylocoques coagulase négative. En comptabilisant les staphylocoques fermentant le mannitol et les staphylocoques coagulase négative, Dik *et al.* (2008) estiment que *Staphylococcus* spp. contribuerait à la flore totale à hauteur de 32 % environ. La présence de *Staphylococcus aureus*, agent de mammites cliniques et subcliniques est attestée par de nombreux auteurs : présence dans plus de 30 % des laits de tank analysés par Muehlherr *et al.* (2003) (109 laits de chèvres et 21 laits de brebis positifs), dans 43 % des 60 échantillons analysés par Foschino *et al.* (2002) et dans 53,5 % des 159 laits de tanks échantillonnés par Dik *et al.* (2008). Pour autant, les valeurs médianes de dénombrements de *Staphylococcus aureus* rapportées par Muehlherr *et al.* (2003) sont faibles et inférieures à 1 log₁₀ ufc/ml (10 ufc/ml) pour des maxima atteignant 4,34 log₁₀ ufc/ml (environ 22000 ufc/ml) pour les laits de chèvres et 3,56 log₁₀ ufc/ml (environ 3600 ufc/ml) pour les laits de brebis. Dik *et al.* (2008) constatent une absence de corrélation entre

flore totale et dénombrements de *Staphylococcus aureus*, ces bactéries ne contribuant sans doute que peu à l'ensemble de la flore totale.

En l'absence de temps de stockage en milieu réfrigéré, les flores majoritaires semblent essentiellement constituées de flores commensales de la peau des trayons et de bactéries lactiques présentant un intérêt technologique en transformation fromagère (Tormo *et al.*, 2006, 2007). Les *Pseudomonas* spp sont alors effectivement minoritaires (14 ufc/ml) ce qui constitue une différence essentielle avec des laits de tank collectés en entreprises à l'issue de plusieurs traites.

Dans les laits réfrigérés, les germes psychrotrophes constituent la flore la plus représentée (Guillou, 2011 ; Rasalofo *et al.*, 2010). Selon Guillou (2011), les dénombrements de bactéries psychrotrophes sont plus importants chez les élevages cas (niveaux cellulaires et de flore totale élevés) que chez les élevages témoins (flore totale inférieure à 50 000 ufc/ml et niveaux cellulaires inférieurs à 1,5 millions cellules/ml) : 49 000 vs 11 000 ufc dans les élevages cas et témoins respectivement. Pour autant, les pourcentages relatifs de ces bactéries dans la flore totale montrent une tendance inverse : 40 % vs 109 % dans les élevages cas et témoins respectivement. Ces pourcentages sont, dans cette étude, corrélés négativement à la flore totale dénombrée ce qui tendrait à indiquer une absence d'implication dans les hauts niveaux de flore totale (Guillou, 2011). A l'inverse, Ramsahoi *et al.* (2011) suggèrent, dans des contextes de stockage prolongés (jusqu'à 14 jours), l'utilisation des comptages automatisés de flore totale pour prédire les niveaux de bactéries psychrotrophes dans les laits crus de chèvres.

Comme Guillou (2011), Tirard-Collet *et al.* (1991), sur des laits de tanks d'élevages caprins québécois, font état d'une faible contribution des *Enterobacteriaceae* (moins de 1000 ufc/ml y compris dans des laits de 100 000 ufc/ml en flore totale, soit 1%) à la composition de la flore totale. Guillou (2011) signale en outre une corrélation négative entre quantités de coliformes et dénombrement de flore totale qui tend à indiquer que les forts niveaux de flore totale ne seraient pas imputables à la flore coliforme, ce que confirment Dik *et al.* (2008). Muehlherr *et al.* (2003), sur des laits de tank de chèvres et de brebis en Suisse, indiquent des valeurs moyennes élevées des *Enterobacteriaceae* associées à une forte dispersion des valeurs : $5,72 \log_{10} \pm 6,44$ pour les laits de chèvres soit une moyenne de 525 000 ufc/ml ; $3,93 \log_{10} \pm 4,88$ pour les laits de brebis soit une moyenne d'environ 8500 ufc/ml. Pour autant la contribution de ces bactéries à la flore totale reste relativement modeste : 1 (laits de brebis) à 6 % (laits de chèvres). Ces résultats extrêmement tributaires des conditions d'élevage et d'hygiène générale, apparaissent controversés. Ainsi, Foschino *et al.* (2002) mettent en évidence une corrélation entre niveaux de flore totale et présence de bactéries coliformes, les valeurs les plus élevées étant obtenues sur des échantillons collectés dans des élevages ne réfrigérant pas le lait. En relation avec ce contexte de stockage du lait, la contamination de *E. coli* suit une évolution saisonnière avec des valeurs accrues pendant la période estivale.

Plus globalement, Suhren et Reichmuth (2000) indiquent que les laits à faible niveaux de flore totale comportent pour l'essentiel des bactéries à Gram positif et que les laits à fort niveaux de flore totale sont associés à des populations bactériennes Gram négatif prédominantes, ce que constatent également Foschino *et al.* (2002). Selon ces derniers, l'élevage est le principal facteur de variation influant sur les niveaux et la nature des flores. Des typologies de laits de tanks selon des indicateurs de flores (présence de bactéries pathogènes et de flores d'intérêt technologique) ont parfois été proposées (Tormo *et al.*, 2007). Elles témoignent de la difficulté à appréhender la flore des laits dans son ensemble en tant qu'écosystème microbien et à prendre en compte conjointement les qualités sanitaire et technologique des laits.

Dans le cadre de l'étude des élévations inexplicables de la flore totale, les travaux se sont orientés vers l'analyse de petits mélanges ou de laits individuels.

Sur les laits de chèvres, Guillou (2011) met en évidence tout d'abord une forte amplitude de variation (de 1 à 4) des niveaux de flore totale entre les lots de chèvres au cours d'une même traite. Des analyses individuelles ont ensuite été conduites en privilégiant les chèvres ayant des concentrations cellulaires élevées. Les techniques de dénombrement employées étant les mêmes, dans cette étude, que celles appliquées sur les laits de tank (recherche et dénombrement de grands groupes de flores), les résultats obtenus ne permettent que partiellement de comprendre la composition des flores. Dans 60 % des cas, les isolats issus des échantillons

individuels n'ont pas été identifiés (à mettre en relation avec de possibles infections intramammaires occasionnées par des germes pathogènes mineurs et notamment des staphylocoques coagulase négative, non recherchés). Les staphylocoques coagulase positive sont les plus fréquemment retrouvés (11 résultats positifs sur 59) puis les coliformes à 30°C (4/59) et les *Pseudomonas* (4/59). Les *Pseudomonas* étant rarement impliqués dans les infections intramammaires, Guillou (2011) formule l'hypothèse que leur présence traduise un délai de mise en culture un peu trop long. Le total des pourcentages des flores dénombrées atteint 57 % de la flore totale moyenne dénombrée par culture : contribution à 40 % de *Pseudomonas* spp., de 16 % pour les staphylocoques coagulase positive et de 1 % pour les coliformes.

Concernant les brebis, l'ensemencement sur gélose au sang, de laits individuels présentant des niveaux de flore élevés et des concentrations cellulaires individuelles supérieures à 500 000 cellules par ml, a montré la croissance de bactéries très classiques en matière d'infections intra-mammaires subcliniques ovines (principalement staphylocoques à coagulase négative) (Bergonier, données non publiées). Ces bactéries poussent sans problème en technique de référence. Des investigations ont ensuite été conduites dans deux élevages sur un ensemble de 18 brebis se répartissant en trois groupes : concentrations cellulaires élevées et excrétion bactérienne mise en évidence avec les techniques automatisée et de référence ; concentrations cellulaires élevées et discordances entre les résultats de flore totale obtenus par les techniques automatisée et de référence ; concentrations cellulaires faibles et discordances entre les résultats de flore totale. Sur ces brebis, les laits de demi-mamelles ont fait l'objet d'analyses bactériologiques et moléculaires après aseptie renforcée du trayon (triple désinfection). Les analyses par PCR visant à mettre en évidence *Chlamydia abortus/psittaci* et *Coxiella burnetii* ont toutes été négatives, de même que celles ciblant les mycoplasmes. En culture conventionnelle, dans 16 cas sur 18, ont poussé des staphylocoques à coagulase négative, montrant que la situation épidémiologique rencontrée était classique en matière d'infections intra-mammaires inapparentes. Sur les deux brebis restantes (cultures négatives), la réalisation d'un séquençage d'ADN 16S sur le culot de lait, a permis l'identification de *Pseudomonas* spp. Cet essai préliminaire n'a donc pas permis d'identifier de bactéries ne poussant pas sur des milieux conventionnels, qui permettent d'interpréter les différences de résultats entre méthode de référence et méthode automatisée.

5. Discussion

Les connaissances disponibles font apparaître des particularités des laits de chèvres et de brebis nécessitant l'établissement de procédures de calibration spécifiques. L'existence de concentrations cellulaires parfois très élevées (au-delà de 4 millions de cellules par ml) est susceptible d'influer sur les dénombrements de flore totale. Cette incidence, même si elle devrait être modérée, mériterait d'être quantifiée, particulièrement en élevages caprins.

Concernant la nature des flores dénombrées, les différents essais conduits dans ce domaine n'apportent que des informations partielles tributaires des objectifs et protocoles de recherche. Ainsi, les travaux de Guillou (2011), par le choix d'élevages présentant conjointement des concentrations cellulaires et des niveaux de flore totale élevés, de manière persistante, oriente ses observations vers la mise en évidence d'une prédominance de bactéries d'origine intra-mammaire. La diversité des situations susceptibles d'être rencontrées lors d'élévations importantes et non expliquées de la flore totale, n'est alors pas prise en compte. Dans la population étudiée, les corrélations entre statut sanitaire des troupeaux en matière d'infections mammaires et niveaux de flore totale sont donc vraisemblablement majorées et non extrapolables à tous les contextes. L'existence d'élevages témoins ayant eux-mêmes des niveaux cellulaires relativement élevés (1,5 millions de cellules par ml en moyenne) ne permet pas de lever totalement ce biais.

De façon plus générale, l'existence de cas de non concordance entre résultats obtenus par la méthode de référence et par les techniques de comptages automatisées, en relation ou non avec des élévations inexpliquées de la flore totale, doit inciter à encourager la réalisation d'une étude comparative entre les différents types et/ou générations de BactoScan® et la technique FMAR (flore mésophile aérobie revivable) dans des contextes variés tenant compte des typologies d'évolution de la flore totale au cours du temps (cinétique, amplitude des variations, persistance des élévations) telle que définies dans le Volet 2 de cette étude.

Exploitation des bases de données de flore totale et de concentrations cellulaires en filières de petits ruminants

Dans le cadre du paiement du lait, un ensemble d'informations relatives à la qualité du lait sont centralisées et enregistrées par les laboratoires interprofessionnels d'analyses laitières. Parmi les données collectées figurent la flore totale et les concentrations cellulaires, critères clés de l'analyse des problèmes d'élévations non expliquées de flore totale.

L'exploitation de ces bases de données qui fait l'objet de ce second volet d'étude, peut permettre de répondre à un triple objectif de :

- description des évolutions des résultats de flore totale et de concentrations cellulaires au cours du temps,
- réalisation de typologies d'éleveurs selon leurs résultats sur ces deux critères,
- évaluation des situations où flore totale et concentrations cellulaires n'évoluent pas de façon indépendante (caprins en particulier).

1. Matériel et méthodes

Les deux principaux laboratoires interprofessionnels laitiers traitant des laits de petits ruminants ont été contactés avec l'appui des Interprofessions : LIAL d'Aurillac pour les élevages ovins, LILCO basé à Surgères pour les élevages caprins.

L'évolution des résultats de flore totale est d'abord décrite sur une période de 3 à 5 ans afin d'apprécier l'ampleur et la saisonnalité de la détérioration rapportée dans ce domaine. Ces informations sont mises en relation, à titre exploratoire, avec les résultats de concentrations cellulaires. L'analyse s'appuie alors sur une approche typologique fondée sur l'exploitation des cinétiques d'évolution des données de qualité du lait et visant à identifier puis caractériser les exploitations présentant des problèmes récurrents de flore totale.

Le traitement des données a été orienté vers l'analyse des élévations « anormales » de flore totale. Il repose sur l'hypothèse suivante :

Dans le cas où des élévations de la flore totale pourraient être occasionnées par une forte excrétion mammaire (associée ou non à une prévalence élevée intra-troupeau), les cinétiques d'évolution de la flore totale et des concentrations cellulaires des laits de tank pourraient être liées. On peut alors faire l'hypothèse de l'existence de co-variations, d'évolutions parallèles ou conjointes de ces variables.

Les informations apportées par les profils de flore totale et de concentrations cellulaires ont donc été synthétisées sous forme de variables-résumés prenant en compte :

- les niveaux de flore totale et de concentrations cellulaires : moyennes après transformation logarithmique ($\log_{10}$), dépassement de valeurs seuils ;
- la variabilité de la flore totale et des concentrations cellulaires : notion de dispersion, écarts-types des variables ;
- la corrélation entre flore totale et concentrations cellulaires : corrélations proprement dites, co-occurrence des dépassements des valeurs seuils (en % du nombre de décades renseignées) ;
- la durée des élévations de flore totale et/ou de concentrations cellulaires (prise en compte d'élévations prolongées dans le temps sur plusieurs décades successives).

Les seuils de flore totale et de concentrations cellulaires ont été définis en accord avec les Interprofessions en prenant en compte la spécificité de leurs problématiques et les critères d'appréciation retenus en routine pour évaluer la qualité du lait.

Tableau 1 : Seuils pris en compte dans les analyses de données

	Flore totale	Concentrations cellulaires (cellules/ml)	Nombre de décades successives
Base de données ovine	80 000	500 000 800 000 1 100 000	3
Base de données caprine	50 000 100 000 200 000	3 000 000	3

A l'issue d'une analyse descriptive des variables-résumés précédemment définies, une Analyse en Composantes Principales (ACP) a été réalisée sur la matrice de corrélations. Plusieurs partitions croisées de la population ont été effectuées sur les axes sélectionnés de l'ACP de manière à tester leur stabilité. Les individus qui restent agrégés au sein d'une même classe quelle que soit la partition, constituent une « forme forte ». La typologie résultante est ainsi consolidée.

Une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) a enfin été effectuée sur les Formes Fortes de manière à déterminer la partition optimale.

En suivant ce principe, différentes typologies ont été réalisées en incluant ou non les variables-résumés relatives à la continuité des dépassements de seuils (notion de plages et de durée).

Les résultats présentés par la suite restituent les informations des typologies permettant les meilleures descriptions des populations.

2. Exploitation des bases de données en filière ovine

2.1 Description de la base

La période d'exploitation des données s'étend sur 4 ans, entre 2007 et 2010 avec des enregistrements réalisés à un rythme décadaire.

Compte tenu de la saisonnalité de la production, les campagnes laitières commencent en novembre (au cours de la seconde décade) et s'achèvent en juillet (2009-2010) ou courant août.

Les campagnes pour lesquelles moins de 10 contrôles étaient renseignés (soit moins de 30 % des données enregistrées) ont été écartées de l'analyse.

Au total, 129 782 contrôles obtenus chez 2106 producteurs ont été pris en compte et correspondent à 6107 élevages *campagnes (Tableau 2).

La plupart des producteurs (N=1966 soit 93,4 %) sont présents au cours des 3 campagnes analysées.

Tableau 2 : Distribution des données au cours des 3 campagnes analysées sur la période 2007-2010.

Campagne	Nombre de producteurs	Nombre de contrôles	Nombre de contrôles par élevage et par campagne			
			Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
2007-2008	2 096	44 743	21,3	2,1	13	29
2008-2009	2 034	43 769	21,5	2,0	11	29
2009-2010	1 977	41 270	20,9	2,4	10	26
Total	6 107	129 782	21,3	2,2	10	29

2.2 Analyse de la flore totale

Au cours des 3 campagnes analysées, la moyenne géométrique de la flore totale est de 28 184 ufc/ml, les résultats les plus élevés (33 113 ufc/ml en moyenne) ayant été obtenus en 2008-2009 (Tableau 3).

Toutes années confondues, 53,1 % des élevages (N=3243) n'ont présenté aucun dépassement du seuil de 80 000 ufc/ml (Figure 1).

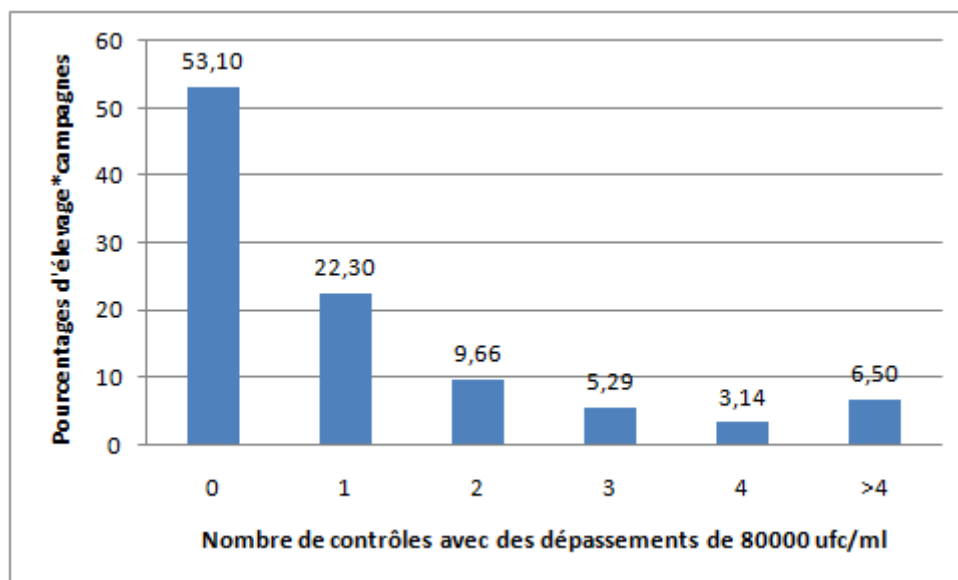


Figure 1 : Distribution de la population des élevages*campagnes (N=6107) selon le nombre de contrôles présentant des dépassements du seuil de 80 000 ufc/ml en flore totale.

Le pourcentage moyen, par élevage*campagne, de contrôles pour lesquels la flore totale dépasse le seuil de 80 000 cellules par ml est de 6% (Tableau 3).

Tableau 3 : Résultats de flore totale au sein de la population d'étude

Campagne	Effectif	Moyenne log10(Flore totale) Moyenne géométrique (ufc/ml)				Écart-type log10(Flore totale)				Proportion de contrôles Flore totale > 80 000 ufc/ml			
		Moy.	Ect.	Min.	Max	Moy.	Ect.	Min.	Max	Moy.	Ect.	Min.	Max
2007-2008	2 096	4,47	0,16	4,07	5,43	0,2	0,08	0,07	0,67	6%	10%	0%	95%
		29512		11749	269153								
2008-2009	2 034	4,52	0,15	4	5,62	0,22	0,07	0,07	0,65	8%	11%	0%	94%
		33113		10000	416869								
2009-2010	1 977	4,37	0,15	3,93	5,18	0,19	0,08	0,06	0,66	3%	6%	0%	59%
		23442		8511	151356								
Total	6 107	4,45	0,17	3,93	5,62	0,21	0,08	0,06	0,67	6%	9%	0%	95%
		28184		8511	416869								

Le nombre de contrôles associés à une dégradation de la flore totale reste limité : un contrôle par campagne dans 22,3 % des élevages*campagnes, deux contrôles par campagne dans 9,7 % des élevages*campagnes (Figure 1). Il s'agit majoritairement de phénomènes de durée courte puisqu'en cas de dépassement, celle-ci est inférieure à 3 décades successives dans plus de 85 % des cas et égale à 3 décades maximum dans 6,5 % des cas (Figure 2). Les dégradations persistantes de flore totale (4 décades successives ou plus) concernent, sur les 3

années de suivi, 224 élevages*campagnes (soit 3,6 % des élevages*campagnes et 7,8 % de ceux ayant présenté des dépassements de flore). La durée maximale d'une plage de dépassements continus de la flore totale est de 11 contrôles (1 élevage*campagne concerné).

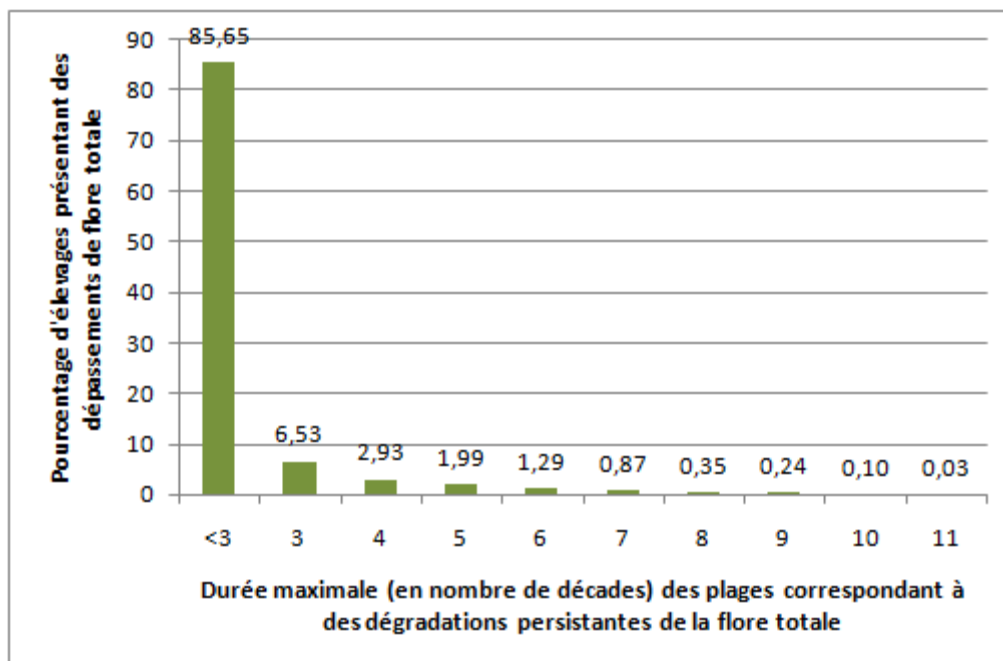


Figure 2 : Distribution de la population des élevages*campagnes ayant présenté des dépassements du seuil de 80 000 ufc/ml en flore totale (N=2864) selon la durée maximale des plages de dépassements continus

Le nombre de plages associées à des dépassements du seuil de flore totale de 80 000 ufc/ml pendant plusieurs contrôles successifs (au moins 3 décades concernées), varie de 0 (aucune plage de dépassement atteignant trois décades) à 3.

Tableau 4 : Distribution des élevages*campagnes présentant des dépassements du seuil de 80 000 ufc/ml en flore totale en fonction du nombre de plages de contrôles présentant des résultats dégradés de manière continue

Nombre de plages de contrôles avec flore totale > 80 000 ufc/ml	Nombre d'élevages*campagnes	%
0 (plages de durée inférieure à 3 décades successives)	2453	85,65
1	368	12,85
2	40	1,40
3	3	0,10
Total	2864	100,00

2.3 Analyse des concentrations cellulaires

Au cours des 3 campagnes analysées, la moyenne des concentrations cellulaires des producteurs ovins s'établit, en moyenne géométrique, à environ 525 000 cellules/ml (Tableau 5).

Tableau 5 : Résultats de concentrations cellulaires au sein de la population d'étude

Campagne	Effectif	Moyenne log10(Cellules) Moyenne géométrique (cellules/ml)				Écart-type log10(Cellules)			
		Moy.	Ect.	Min.	Max	Moy.	Ect.	Min.	Max
2007-2008	2 096	5,73	0,14	5,26	6,23	0,15	0,04	0,05	0,46
		537 032		181 970	1 698 244				
2008-2009	2 034	5,74	0,13	5,16	6,21	0,15	0,04	0,05	0,51
		549 541		144 544	1 621 810				
2009-2010	1 977	5,69	0,14	5,19	6,14	0,15	0,04	0,05	0,47
		489 779		154882	1 380 384				
Total	6 107	5,72	0,14	5,16	6,23	0,15	0,04	0,05	0,51
		524 807		144544	1 698 244				

53,1 % des élevages (N=3243) n'ont présenté aucun dépassement du seuil de 80 000 ufc/ml (Figure 1).

Le nombre de décades associées à des dépassements de seuils par élevage et par campagne est présenté Figure 3.

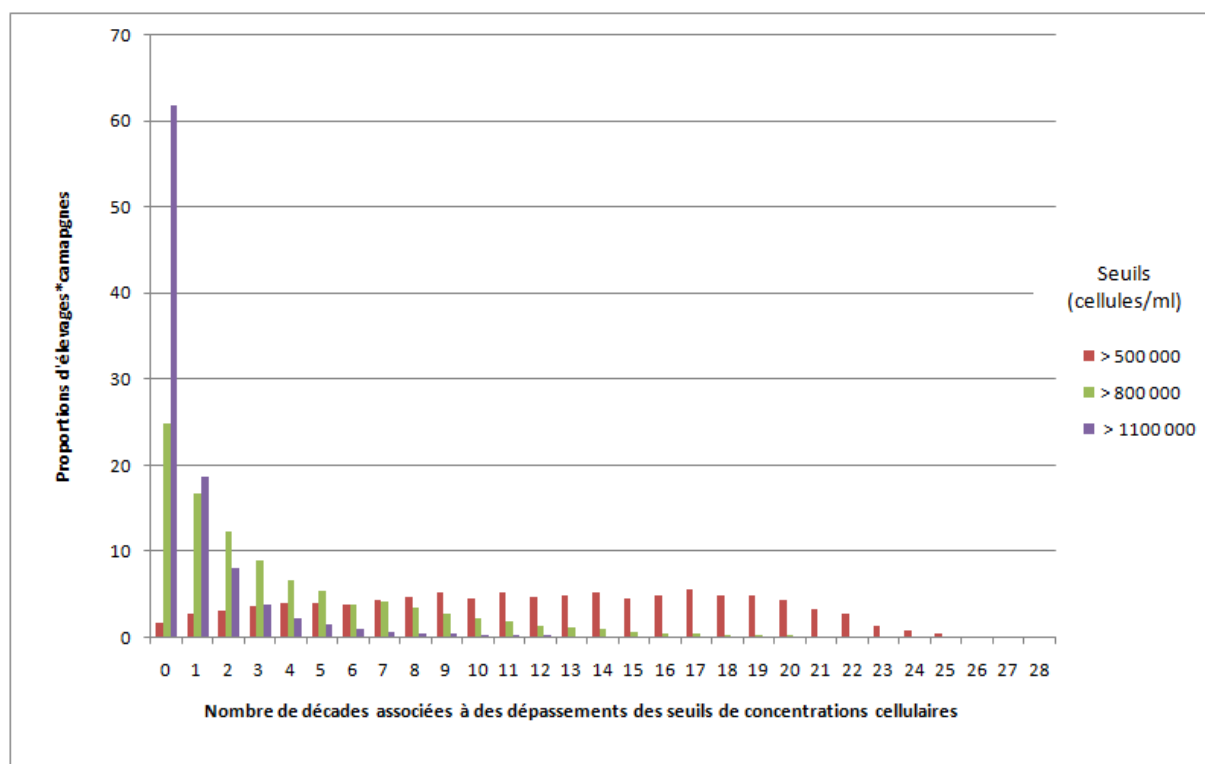


Figure 3 : Distribution de la population des élevages*campagnes (N=6107) selon le nombre de décades associées à des dépassements des seuils de concentrations cellulaires de 500 000, 800 000 et 1 100 000 cellules par ml.

Toutes années confondues, la majeure partie des troupeaux (N=6003 soit 98,3 %) présente *a minima* un contrôle au cours de la campagne qui soit associé à un dépassement du seuil de 500 000 cellules/ml. A ce seuil, 62,6 % des élevages*campagnes présentent plus de 10 contrôles avec dépassements. 1522 élevages*campagnes (soit 24,9 %) ne présentent aucun dépassement du seuil de 800 000 cellules par ml et 3780 (soit 61,9 %) ne présentent aucun dépassement du seuil de 1 100 000 cellules par ml.

Si plus de 56 % des contrôles dépassent le seuil de 500 000 cellules/ml, seuls 5 % en revanche sont situés au-delà de 1 100 000 cellules/ml (Tableau 6).

Tableau 6 : Proportion de contrôles pour lesquels les concentrations cellulaires ont dépassé les valeurs seuils de 500 000, 800 000 et 1 100 000 cellules/ml.

Campagne	2007-2008	2008-2009	2009-2010	Total
Effectifs	2 096	2 034	1 977	6 107
Contrôles > 500 000 cellules/ml	59 % $\pm$ 28 %	59 % $\pm$ 29 %	51 % $\pm$ 29 %	56 % $\pm$ 29 %
Contrôles > 800 000 cellules/ml	19 % $\pm$ 21 %	19 % $\pm$ 20 %	14 % $\pm$ 17 %	17 % $\pm$ 20 %
Contrôles > 1 100 000 cellules/ml	5 % $\pm$ 11 %	5 % $\pm$ 10 %	3 % $\pm$ 8 %	5 % $\pm$ 10%

Parmi les élevages présentant au moins un contrôle avec dépassement du seuil de 500 000 cellules/ml, 19,5 % (N=1168) ne présentent que des élévations accidentelles des concentrations cellulaires (aucune plage continue de dépassement de seuil, de durée égale ou supérieure à 3 décades). Dans plus de la moitié des élevages (N=3363 soit 56 %), la durée maximale des plages de dépassements persistants atteint 6 décades ou plus (2 mois environ et au-delà). Dans plus d'un quart des élevages (N=1567 soit 26,1 %), la durée maximale des plages de dépassements persistants atteint 12 décades ou plus (4 mois environ et au-delà) (Tableau 7).

*Tableau 7 : Distribution des élevages*campagnes présentant au moins un dépassement des seuils de 500 000, 800 000 ou 1 100 000 cellules /ml en fonction de la durée maximale des plages de contrôles présentant des résultats dégradés de manière continue*

Durée maximale des plages de dépassement	Seuil de 500 000 cellules /ml		Seuil de 800 000 cellules /ml		Seuil de 1 100 000 cellules /ml	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
<3	1168	19,46	3111	67,85	2057	88,40
3	573	9,55	533	11,62	128	5,50
4	500	8,33	307	6,70	60	2,58
5	399	6,65	204	4,45	30	1,29
6	367	6,11	123	2,68	16	0,69
7	364	6,06	73	1,59	17	0,73
8	301	5,01	60	1,31	2	0,09
9	267	4,45	49	1,07	5	0,21
10	267	4,45	25	0,55	4	0,17
11	230	3,83	19	0,41	3	0,13
$\geq$ 12	1567	26,10	81	1,77	5	0,21
Total	6003	100,00	4585	100,00	2327	100,00

En appliquant des seuils de dépassements supérieurs, on constate que les dépassements de seuils prolongés dans le temps, concernent une fraction relativement faible des élevages (Tableau 7) :

- 9,4 % des élevages présentant au moins un contrôle au-delà du seuil de 800 000 cellules par ml ont des plages de dépassement pouvant durer 2 mois ou plus,
- 2,2 % des élevages présentant au moins un contrôle au-delà du seuil de 1 100 000 cellules par ml ont des plages de dépassement pouvant durer 2 mois ou plus.

Le nombre de plages associées à des dépassements du seuil de concentrations cellulaires de 500 000 cellules/ml pendant plusieurs contrôles successifs (au moins 3 décades concernées), varie de 0 (aucune plage de dépassement atteignant trois décades) à 5 (Tableau 8).

Tableau 8 : Distribution des élevages*campagnes présentant au moins un dépassement des seuils de 500 000, 800 000 ou 1 100 000 cellules /ml en fonction du nombre de plages de contrôles présentant des résultats dégradés de manière continue

Nombre de plages de contrôles supérieures au seuil cellulaire	Seuil de 500 000 cellules par ml		Seuil de 800 000 cellules par ml		Seuil de 1 100 000 cellules par ml	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
0 (plage de durée inférieure à 3 décades successives)	1168	19,46	3111	67,85	2057	88,40
1	2672	44,51	1020	22,25	207	8,90
2	1693	28,20	374	8,16	53	2,28
3	435	7,25	75	1,64	9	0,39
4	35	0,58	4	0,09	1	0,04
5	0	0	1	0,02	0	0
Total	6003	100	4585	100	2327	100

2.4 Analyse des élévations conjointes de la flore totale et des concentrations cellulaires

La corrélation entre valeurs logarithmiques de flore totale et de concentrations cellulaires est en moyenne de 0,32.

Tableau 9 : Corrélations entre les valeurs logarithmiques de la flore totale et des concentrations cellulaires

Campagne	Effectifs	Coefficient de corrélation entre log(Flore totale) et log(Cellules)			
		Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
2007-2008	2 096	0,41	0,26	-0,55	0,93
2008-2009	2 034	0,24	0,28	-0,71	0,91
2009-2010	1 977	0,32	0,26	-0,58	0,90
Total	6 107	0,32	0,27	-0,71	0,93

Toutes années confondues, 61 % des élevages (N=3725) n'ont présenté aucun dépassement conjoint des seuils de 80 000 ufc/ml en flore totale et 500 000 cellules par ml en concentrations cellulaires (Figure 4).

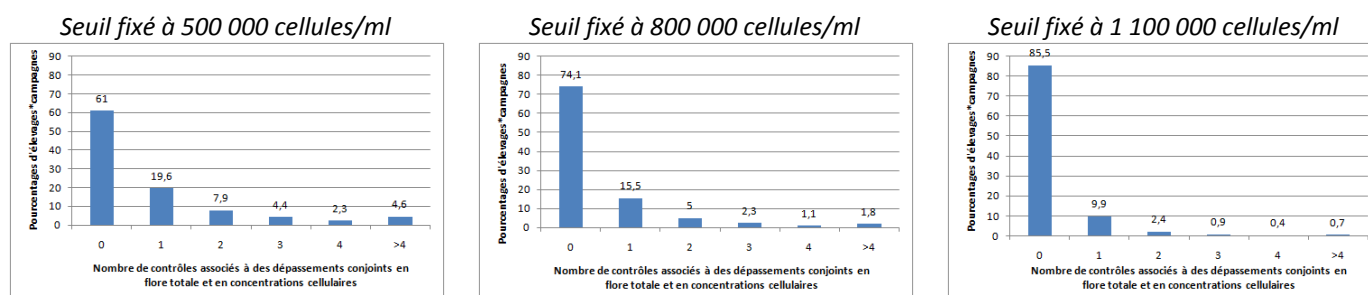


Figure 4 : Distribution de la population des élevages*campagnes (N=6107) selon le nombre de contrôles présentant des dépassements conjoints du seuil de 80 000 ufc/ml en flore totale et des seuils de 500 000, 800 000 ou 1 100 000 cellules par ml en concentrations cellulaires.

Relativement faible, le seuil de 500 000 cellules par ml permet mal de discriminer la population. La distribution des élevages*campagnes en fonction du nombre de décades affectées par des dépassements conjoints de flore totale et de concentrations cellulaires est donc relativement proche de celle obtenue avec les dépassements de

flore totale pris isolément. Dans 19,6 % des cas, un seul contrôle par campagne est affecté par des dépassements conjoints ; deux contrôles par campagne sont concernés dans 7,9 % des cas (Figure 4).

La proportion des contrôles pour lesquels on observe simultanément des dépassements de seuils en flore totale et en concentrations cellulaires, est systématiquement faible et comprise en moyenne entre 1 (seuil de concentrations cellulaires fixé à 1 100 000 cellules par ml) et 4 % (seuil de concentrations cellulaires fixé à 500 000 cellules par ml) (Tableau 10).

Tableau 10 : Proportion moyenne des contrôles pour lesquels on observe des dépassements conjoints de 80000 ufc/ml en flore totale et, pour les concentrations cellulaires, des valeurs seuils de 500 000, 800 000 et 1 100 000 cellules/ml

Campagne	2007-2008	2008-2009	2009-2010	Total
Effectifs	2 096	2 034	1 977	6 107
Contrôles > 500 000 cellules/ml	5 % $\pm$ 9 %	6 % $\pm$ 10 %	2 % $\pm$ 5 %	4 % $\pm$ 8 %
Contrôles > 800 000 cellules/ml	3 % $\pm$ 7 %	3 % $\pm$ 7 %	1 % $\pm$ 3 %	2 % $\pm$ 6 %
Contrôles > 1 100 000 cellules/ml	2 % $\pm$ 6 %	2 % $\pm$ 5 %	0 % $\pm$ 2 %	1 % $\pm$ 5 %

Il s'agit majoritairement de phénomènes de durée courte puisqu'en cas de dépassement, celle-ci est inférieure à 3 décades successives dans plus de 85 % des cas : 87,7 %, 92,2% et 93,7% aux seuils de concentrations cellulaires de 500 000, 800 000 et 1 100 000 cellules/ml respectivement) (Figure 5, tableau 11).

Le nombre de plages associées à des dépassements conjoints des seuils de flore totale et de concentrations cellulaires pendant plusieurs contrôles successifs (au moins 3 décades concernées), varie de 0 (aucune plage de dépassement atteignant trois décades) à 3 (Tableau 11).

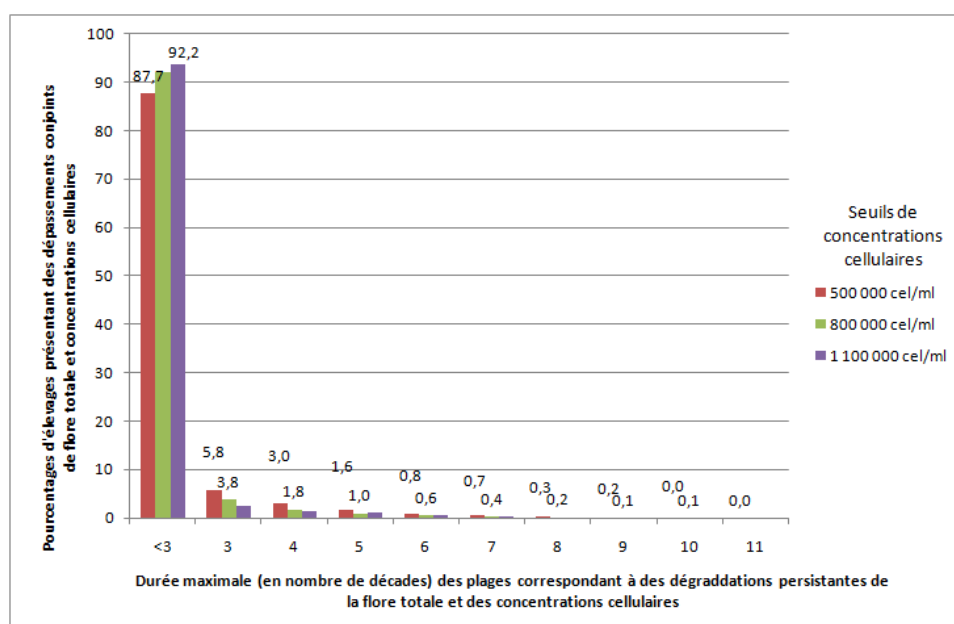


Figure 5 : Distribution de la population des élevages*campagnes ayant présenté des dépassements conjoints de flore totale (seuil de 80 000 ufc/ml) et de concentrations cellulaires (seuils de 500 000 (N=2382), de 800 000 (N=1584) ou de 1 100 000 cellules par ml (N=883)), selon la durée maximale des plages de dépassements.

Tableau 11 : Distribution des élevages*campagnes présentant au moins un dépassement conjoint des seuils de 80 000 ufc/ml en flore totale et 500 000, 800 000 ou 1 100 000 cellules /ml en fonction du nombre de plages de contrôles présentant des résultats dégradés de manière continue

Nombre de plages de contrôles avec dépassements conjoints flore totale et cellules	Seuil de 500 000 cellules par ml		Seuil de 800 000 cellules par ml		Seuil de 1 100 000 cellules par ml	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
0 (plage de durée inférieure à 3 décades successives)	2091	87,71	1460	92,17	827	93,66
1	266	11,16	109	6,88	47	5,32
2	25	1,05	14	0,88	9	1,02
3	2	0,08	1	0,06	0	0,00
Total	2384	100	1584	100,00	883	100,00

2.5 Matrice des corrélations et analyse en composantes principales

L'analyse de la matrice des corrélations des variables-résumés montre que (Tableaux 12 et 13) :

- les pourcentages de dépassements en flore totale sont associés à des niveaux moyens et des écarts types élevés des résultats de flore,
- il existe une forte structure de corrélation entre les variables traduisant la proportion de contrôles associés à des dépassements du seuil de flore totale, le nombre et la durée des plages de dépassements continus,
- les pourcentages de dépassements en concentrations cellulaires sont liés à des niveaux moyens, des nombres de plages et des durées de dépassement importants,
- la corrélation entre flore totale et concentrations cellulaires n'est que peu associée aux autres variables.

Par ailleurs, les variables décrivant les dépassements conjoints de flore totale et de concentrations cellulaires (seuil de 500 000 cellules par ml) sont très corrélées aux variables correspondantes relatives à la flore totale seule.

De ce fait l'analyse en composantes principales retenue a pris en compte les variables-résumés de la flore totale et de concentrations cellulaires en intégrant la notion de dépassements consécutifs (durée des plages de dépassements des valeurs seuils) mais sans s'intéresser à la simultanéité des événements.

Les valeurs propres des axes de l'ACP et les corrélations entre variables et axes principaux sont présentées en Annexe 2.

L'axe 1 de l'ACP est lié aux niveaux de flore totale et de concentrations cellulaires (Figure 6). L'axe 2 oppose les niveaux de concentrations cellulaires et la dispersion des résultats. L'axe 3 est associé à la corrélation entre flore totale et concentrations cellulaires. Celle-ci est peu liée aux autres indicateurs.

Tableaux 12 et 13 : Matrice des corrélations entre les variables-résumés relatives à la flore totale (seuil de 80 000 ufc/ml) et aux concentrations cellulaires (seuil de 500 000 cellules/ml)

Variables		Moyenne log(Flore totale)	Moyenne log(Cellules)	Écart-type log(Flore totale)	Écart-type log(Cellules)	Coeff. de corrélation entre log(Flore totale) et log(Cellules)
Moyenne log(Flore totale)		1,000	0,627	0,461	-0,093	-0,135
Moyenne log(Cellules)		0,627	1,000	0,122	-0,314	0,038
Écart-type log(Flore totale)		0,461	0,122	1,000	0,190	-0,071
Écart-type log(Cellules)		-0,093	-0,314	0,190	1,000	0,226
Coefficient de corrélation entre log(Flore totale) et log(Cellules)		-0,135	0,038	-0,071	0,226	1,000
Dépassements du seuil de flore totale de 80 000 ufc/ml	Proportion de contrôles concernés	0,744	0,366	0,631	0,037	-0,112
	Nombre de plages continues	0,498	0,233	0,388	0,009	-0,089
	Durée maximale des plages	0,482	0,229	0,366	0,005	-0,095
Dépassements du seuil cellulaire de 500 000 cellules/ml	Proportion de contrôles concernés	0,573	0,938	0,093	-0,307	0,033
	Nombre de plages continues	0,325	0,547	0,052	-0,114	0,024
	Durée maximale des plages	0,519	0,834	0,080	-0,283	0,044
Dépassements conjointes en flore totale et cellules (500 000 cel/ml)	Proportion de contrôles concernés	0,711	0,468	0,532	-0,000	0,001
	Nombre de plages continues	0,445	0,286	0,306	-0,015	-0,015
	Durée maximale des plages	0,432	0,285	0,289	-0,021	-0,021

Variables		Dépassements du seuil de flore totale de 80 000 ufc/ml			Dépassements du seuil de concentrations cellulaires de 500 000 cellules/ml			Dépassements conjoints des seuils de flore totale et concentrations cellulaires		
		Proportion de contrôles concernés	Nombre de plages continues	Durée maximale des plages	Proportion de contrôles concernés	Nombre de plages continues	Durée maximale des plages	Proportion de contrôles concernés	Nombre de plages continues	Durée maximale des plages
Dépassements du seuil de flore totale de 80 000 ufc/ml	Proportion de contrôles concernés	1,000	0,743	0,743	0,295	0,123	0,283	0,933	0,661	0,661
	Nombre de plages continues	0,743	1,000	0,908	0,180	0,063	0,192	0,701	0,848	0,784
	Durée maximale des plages	0,743	0,908	1,000	0,178	0,055	0,195	0,695	0,797	0,856
Dépassements du seuil cellulaire de 500 000 cellules/ml	Proportion de contrôles concernés	0,295	0,180	0,178	1,000	0,610	0,885	0,396	0,226	0,227
	Nombre de plages continues	0,123	0,063	0,055	0,610	1,000	0,339	0,171	0,073	0,060
	Durée maximale des plages	0,283	0,192	0,195	0,885	0,339	1,000	0,381	0,242	0,254
Dépassements conjointes en flore totale et cellules (500 000 cel/ml)	Proportion de contrôles concernés	0,933	0,701	0,695	0,396	0,171	0,381	1,000	0,728	0,732
	Nombre de plages continues	0,661	0,848	0,797	0,226	0,073	0,242	0,728	1,000	0,917
	Durée maximale des plages	0,661	0,784	0,856	0,227	0,060	0,254	0,732	0,917	1,000

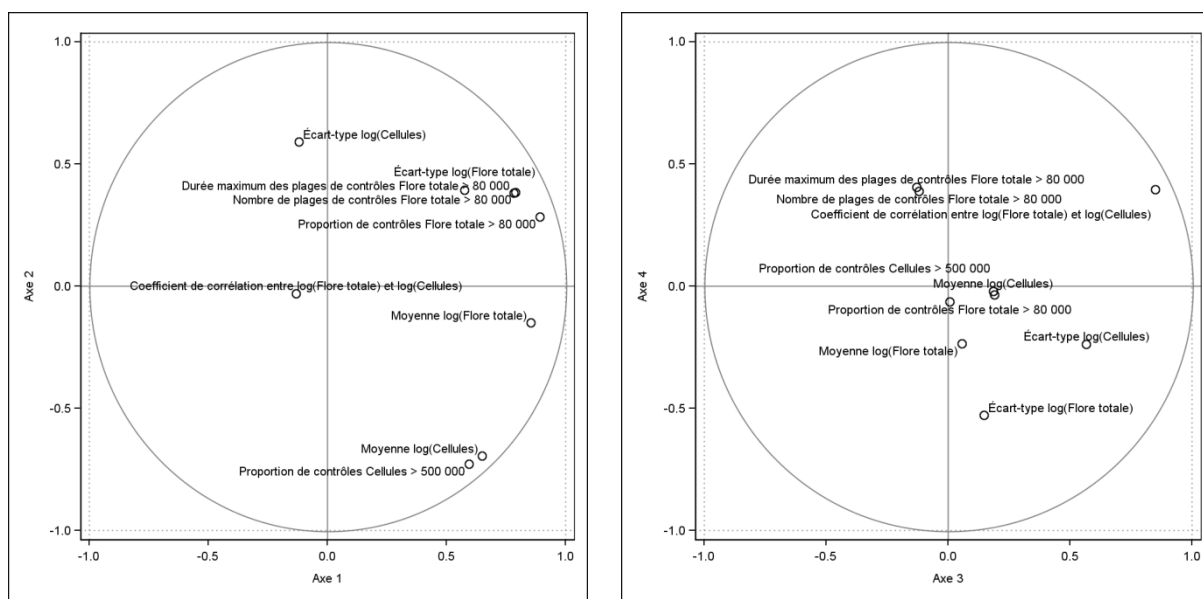


Figure 6 : Cercles des corrélations : Axes principaux 1, 2 et 3 de l'ACP

2.6 Typologie de la population des élevages ovins

L'analyse typologique fait apparaître 6 classes représentées graphiquement à la figure 7. Leurs caractéristiques moyennes sont décrites dans le Tableau 14.

Les différentes classes se distinguent en fonction de leurs niveaux de flore totale et de concentrations cellulaires comparativement aux valeurs moyennes établies dans la population globale :

- Classes 1 et 2 : valeurs inférieures à la moyenne,
- Classes 3 et 4 : valeurs proches de la moyenne pour la flore totale (supérieure à la moyenne pour les concentrations cellulaires dans la classe 3)
- Classes 5 et 6 : valeurs supérieures à la moyenne.

Les classes 2, 3 et 6 ne font pas apparaître de relation marquée entre flore totale et concentrations cellulaires. Les classes 1 et 5 sont caractérisées par des pics de flore totale, une tendance à l'augmentation de la flore au cours de la campagne et une plus grande relation entre concentrations cellulaires et flore totale. La classe 4 apparaît comme atypique avec des variations non concomitantes, voire opposées de la flore totale et des concentrations cellulaires.

Tableau 14 : Caractéristiques moyennes des 6 classes typologiques d'élevages*campagnes

	Moyenne log(Flore)	Moyenne log(Cellules)	Écart- type log(Flore)	Écart-type log(Cellules)	Corrélation log(Flore) et log(Cellules)	Dépassements du seuil de flore totale de 80 000 ufc/ml			% de contrôles avec dépassement du seuil de concentrations cellulaires de 500 000 cellules/ml
						% de contrôles	Nb de plages	Durée maximale	
Classe 1 (N= 881)									
Moyenne	4,32	5,57	0,21	0,21	0,52	0,02	0	0	0,28
Ecart-type	0,13	0,1	0,07	0,04	0,19	0,03	0	0	0,17
Minimum	3,93	5,16	0,07	0,1	-0,27	0	0	0	0
Maximum	4,85	5,89	0,56	0,51	0,93	0,25	0	0	0,8
Classe 2 (N= 1648)									
Moyenne	4,33	5,63	0,16	0,14	0,28	0,01	0	0	0,33
Ecart-type	0,1	0,08	0,04	0,03	0,24	0,02	0	0	0,18
Minimum	4	5,27	0,06	0,05	-0,71	0	0	0	0
Maximum	4,72	5,82	0,36	0,25	0,87	0,18	0	0	0,83
Classe 3 (N= 1707)									
Moyenne	4,48	5,81	0,17	0,12	0,38	0,03	0	0	0,8
Ecart-type	0,1	0,07	0,04	0,03	0,2	0,03	0	0	0,16
Minimum	4,19	5,61	0,06	0,05	-0,2	0	0	0	0,26
Maximum	4,76	6,07	0,33	0,21	0,88	0,18	0	0	1
Classe 4 (N= 541)									
Moyenne	4,52	5,74	0,23	0,13	-0,12	0,06	0	0	0,61
Ecart-type	0,1	0,09	0,06	0,04	0,18	0,06	0	0	0,24
Minimum	4,26	5,48	0,09	0,05	-0,61	0	0	0	0
Maximum	4,8	6,01	0,46	0,27	0,37	0,3	0	0	1
Classe 5 (N= 919)									
Moyenne	4,58	5,8	0,28	0,16	0,42	0,12	0	0	0,71
Ecart-type	0,12	0,1	0,09	0,04	0,23	0,08	0	0	0,21
Minimum	4,27	5,45	0,1	0,07	-0,37	0	0	0	0,05
Maximum	5,09	6,14	0,67	0,28	0,87	0,53	0	0	1
Classe 6 (N= 411)									
Moyenne	4,75	5,84	0,32	0,15	0,23	0,3	1,11	4,29	0,76
Ecart-type	0,16	0,14	0,09	0,04	0,31	0,14	0,34	1,62	0,24
Minimum	4,41	5,41	0,13	0,06	-0,55	0,12	1	3	0
Maximum	5,62	6,23	0,65	0,36	0,91	0,95	3	11	1
Total (N= 6107)									
Moyenne	4,45	5,72	0,21	0,15	0,32	0,06	0,07	0,29	0,56
Ecart-type	0,17	0,14	0,08	0,04	0,27	0,09	0,29	1,15	0,29
Minimum	3,93	5,16	0,06	0,05	-0,71	0	0	0	0
Maximum	5,62	6,23	0,67	0,51	0,93	0,95	3	11	1

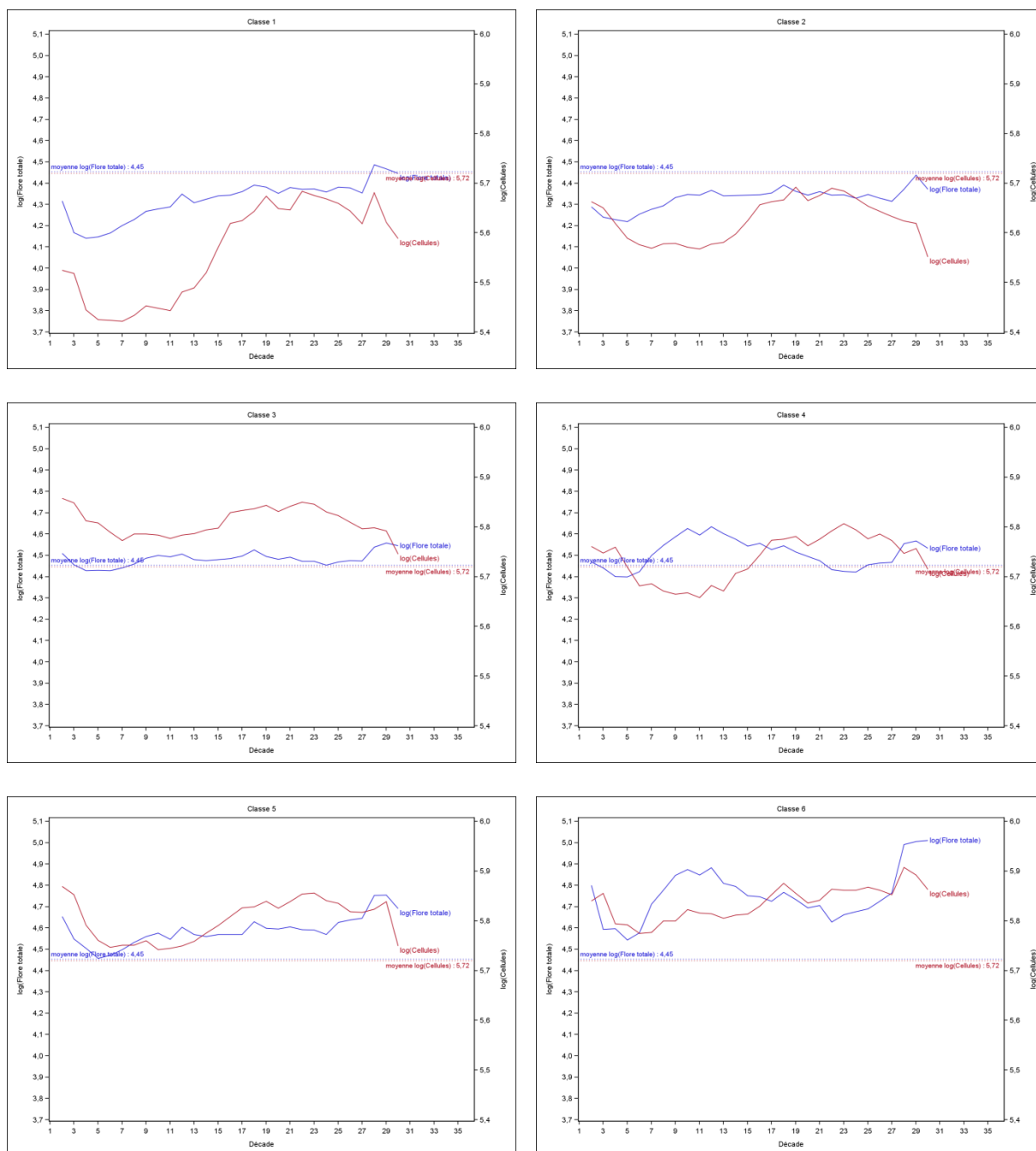


Figure 7 : Classes typologiques des élevages ovins fondées sur les dépassements de flore totale (seuil de 80 000 ufc/ml) et de concentrations cellulaires (seuil de 500 000 cellules/ml) et intégrant la notion de durée de dépassement

3. Exploitation des bases de données en filière caprine

3.1 Description de la base

La période d'exploitation des données s'étend sur 5 ans, entre 2006 et 2010 avec des enregistrements réalisés à un rythme décadaire.

La saisonnalité de la production est relativement moins marquée qu'en filière ovine, la livraison du lait et la transformation fromagère n'étant pas interrompue. Certaines entreprises laitières incitant à la production de lait d'automne et d'hiver, nombre d'élevages réalisent plusieurs lots de mises bas pour étaler la production du lait, désaisonnent tout ou partie de leur cheptel et/ou recourent à des prolongations de lactation (chèvres dites

en « lactation longue »). Les périodes de production diffèrent par conséquent en fonction des troupeaux. En conséquence, le nombre d'années et de contrôles renseignés par élevage est très variable. A la différence de la filière ovine, l'analyse de la base de données a donc été conduite en prenant en compte la notion d'année plutôt que de campagne.

Les années pour lesquelles moins de 18 contrôles étaient renseignés (soit moins de 50 % des données enregistrées) ont été écartées de l'analyse. Ont ainsi été éliminés 316 élevages*années sur 10 088 disponibles (soit 3,13% des élevages*années).

Au total, 2435 élevages et 9772 élevages*années ont été pris en compte.

3.2 Analyse de la flore totale

Au cours des 5 années analysées, la moyenne géométrique de la flore totale est de 13 834 ufc/ml, avec des résultats moyens relativement constants sur la période étudiée (Tableau 15).

Toutes années confondues, 30,7 % des élevages (N=3004) n'ont présenté aucun dépassement du seuil de 50 000 ufc/ml (Figure 8).

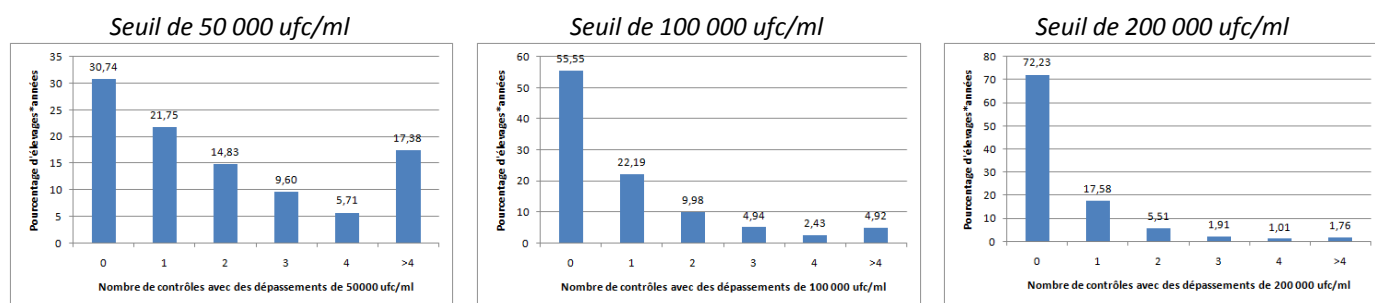


Figure 8 : Distribution de la population des élevages*années (N=9972) selon le nombre de contrôles présentant des dépassements des seuils de 50 000, 100 000 et 200 000 ufc/ml en flore totale.

Le pourcentage moyen, par élevage*année, de contrôles pour lesquels la flore totale dépasse le seuil de 50 000 ufc/ ml est de 8,4% (Tableau 15). La majeure partie des élevages (67,3 %) présente au plus 2 contrôles associés à une dégradation des résultats de flore totale et 52,5 % présentent au plus un dépassement du seuil de 50 000 ufc/ ml (Figure 8). A l'inverse, 2649 élevages*années (soit 27,1 %) ont au moins 10% des décades présentes avec un dépassement de ce même seuil.

Au seuil de 100 000 ufc/ml, la distribution de la population des élevages*années s'apparente à celle observée en filière ovine avec le seuil de 80 000 ufc/ml (Figure 8). La proportion moyenne des contrôles associés à un dépassement de seuil s'établit alors à environ 3,6 %. Elle est réduite à 1,8 % au seuil de 200 000 ufc/ml (Tableau 16).

Y compris au seuil de 50 000 ufc/ml, les périodes au cours desquelles les résultats de flore totale sont altérés, sont de courte durée. Parmi les élevages ayant au moins un contrôle situé au-dessus de 50 000 ufc/ml, 80,1 % présentent des plages de résultats dégradés de durée inférieure à 3 décades et 9,1 % des plages dont la durée maximale n'excède pas 3 décades (Figure 9). Les dégradations persistantes de flore totale (4 décades successives ou plus au-delà du seuil de 50 000 ufc/ml) concernent, sur les 5 années de suivi, 731 élevages*années (soit 7,5 % des élevages*années et 10,8 % de ceux ayant présenté des dépassements de flore totale). La durée maximale d'une plage de dépassements continus de la flore totale est de 29 contrôles (1 élevage*année concerné).

Tableau 15 : Résultats de flore totale au sein de la population d'étude

Campagne	Effectif	Moyenne log10(Flore totale) Moyenne géométrique (ufc/ml)				Écart-type log10(Flore totale)				Proportion de contrôles Flore totale > 50 000 ufc/ml			
		Moy.	Ect.	Min.	Max	Moy.	Ect.	Min.	Max	Moy.	Ect.	Min.	Max
2006	2099	1,16	0,25	0,57	2,83	0,31	0,11	0,11	0,98	8,39	12,86	0,00	100,00
		14311		3742	681 375								
2007	2012	1,20	0,24	0,53	3,02	0,32	0,11	0,11	0,79	9,57	13,07	0,00	100,00
		15767		3380	1043 774								
2008	1928	1,10	0,25	0,54	2,94	0,34	0,11	0,10	0,87	7,87	11,62	0,00	100,00
		12691		3465	880 477								
2009	1852	1,20	0,24	0,55	2,89	0,31	0,10	0,09	0,81	9,28	13,10	0,00	100,00
		15983		3544	767 817								
2010	1881	1,04	0,25	0,52	2,63	0,34	0,11	0,11	0,81	6,96	11,14	0,00	96,15
		10976		3292	429 139								
Total	9772	1,14	0,25	0,52	3,02	0,32	0,11	0,09	0,98	8,42	12,43	0,00	100,00
		13834		3292	1043 774								

Tableau 16 : Nombre moyen et proportion moyenne de contrôles pour lesquels les niveaux de flore totale ont excédé les valeurs seuils de 50 000, 100 000 et 200 000 ufc/ml.

Campagne	2006	2007	2008	2009	2010	Total
Effectifs	2099	2012	1928	1852	1881	9772
Contrôles > 50 000 ufc/ml	2,54±3,75 8,4 ±12,9%	2,87±3,70 9,6 ±13,1%	2,38±3,37 7,9 ±11,6%	2,78±3,72 9,3 ±13,1%	2,11±3,26 7,0 ±11,1%	2,54±3,58 8,4 ±12,4%
Contrôles > 100 000 ufc/ml	1,04±2,26 3,52 ±7,96%	1,22±2,14 4,12±7,69%	1,05±2,14 3,54 ±7,58%	1,13±2,22 3,87±8,02%	0,90±1,88 3,02±6,60%	1,07±2,14 3,62 ±7,60%
Contrôles > 200 000 ufc/ml	0,52±1,50 1,78 ±5,36 %	0,62±1,45 2,12±5,25 %	0,53±1,42 1,81 ±5,03%	0,52±1,45 1,82±5,18%	0,43±1,20 1,44±4,32%	1,07±1,41 1,80 ±5,05%

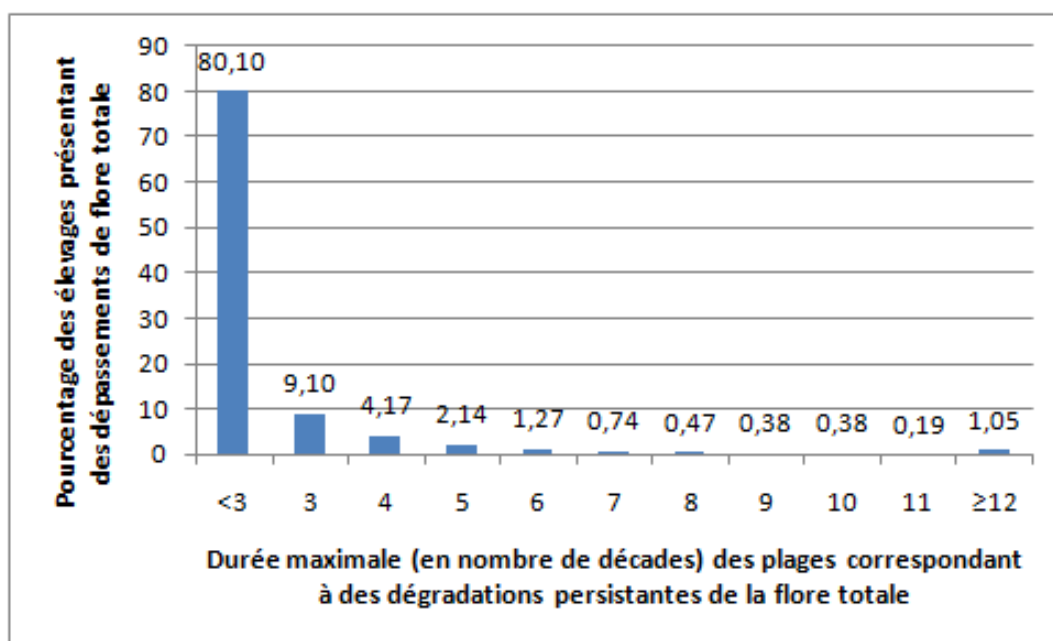


Figure 9 : Distribution de la population des élevages*années ayant présenté des dépassements du seuil de 50 000 ufc/ml en flore totale (N=6768) selon la durée maximale des plages de dépassements continus.

Le nombre de plages associées à des dépassements du seuil de flore totale de 50 000 ufc/ml pendant plusieurs contrôles successifs (au moins 3 décades concernées), varie de 0 (aucune plage de dépassement atteignant trois décades) à 5 (Tableau 17).

Tableau 17 : Distribution des élevages*campagnes présentant des dépassements du seuil de 50 000 ufc/ml en flore totale (N=6768) en fonction du nombre de plages de contrôles présentant des résultats dégradés de manière continue

Nombre de plages de contrôles avec flore totale > 50 000 ufc/ml	Nombre d'élevages*campagnes	%
0 (plages de durée inférieure à 3 décades successives)	5421	80,10
1	1029	15,20
2	250	3,69
3	55	0,81
4	10	0,15
5	3	0,04
Total	6768	100,00

3.3. Analyse des concentrations cellulaires

Au cours des 5 années analysées, la moyenne des concentrations cellulaires des producteurs caprins s'établit, en moyenne géométrique, à plus d' 1 500 000 cellules/ml (Tableau 18).

Tableau 18 : Résultats de concentrations cellulaires au sein de la population d'étude

Campagne	Effectif	Moyenne log10(Cellules)				Écart-type log10(Cellules)				Proportion de contrôles > 3 millions cellules/ml			
		Moy.	Ect.	Min.	Max	Moy.	Ect.	Min.	Max	Moy.	Ect.	Min.	Max
2006	2099	3,14	0,11	2,65	3,65	0,16	0,06	0,05	0,40	5,66	7,98	0,00	85,00
		1374 208		442 454	4 514 995								
2007	2012	3,17	0,12	2,74	3,71	0,17	0,06	0,05	0,45	8,12	9,37	0,00	82,61
		1488 338		551 152	5165 573								
2008	1928	3,19	0,11	2,80	3,62	0,17	0,06	0,05	0,44	8,52	10,12	0,00	88,46
		1556 220		628 150	4127 604								
2009	1852	3,19	0,11	2,82	3,70	0,16	0,05	0,04	0,46	7,52	9,83	0,00	91,43
		1552 677		653 642	5060 684								
2010	1881	3,21	0,12	2,61	3,67	0,15	0,05	0,04	0,35	8,02	10,82	0,00	90,63
		1603 257		404 222	4721 136								
Total	9772	18	0,12	2,61	3,71	0,16	0,06	0,04	0,46	7,54	9,69	0,00	91,43
		1509 321		404 222	5165 573								

On constate que seuls 2851 élevages*années (soit 29,2 %) ne présentent aucun dépassement du seuil de 3 millions de cellules par ml. 20,5 % des élevages*années ont un résultat de concentrations cellulaires par an qui dépasse ce seuil, ce qui signifie encore qu'environ la moitié des troupeaux (50,7 % ; N=4915) ont deux contrôles ou plus associés à des dépassements du seuil de 3 millions de cellule/ml (Figure 10). En moyenne, 7,5 % des décades se situent au-dessus du seuil de 3 millions de cellules par ml (Tableau 19) mais cette proportion peut atteindre jusqu'à 91 % des décades pour une exploitation et une année données. On recense 2717

élevages*années (soit 27,8%) ayant au moins 10% des décades présentes avec dépassement du seuil de 3 millions de cellules.

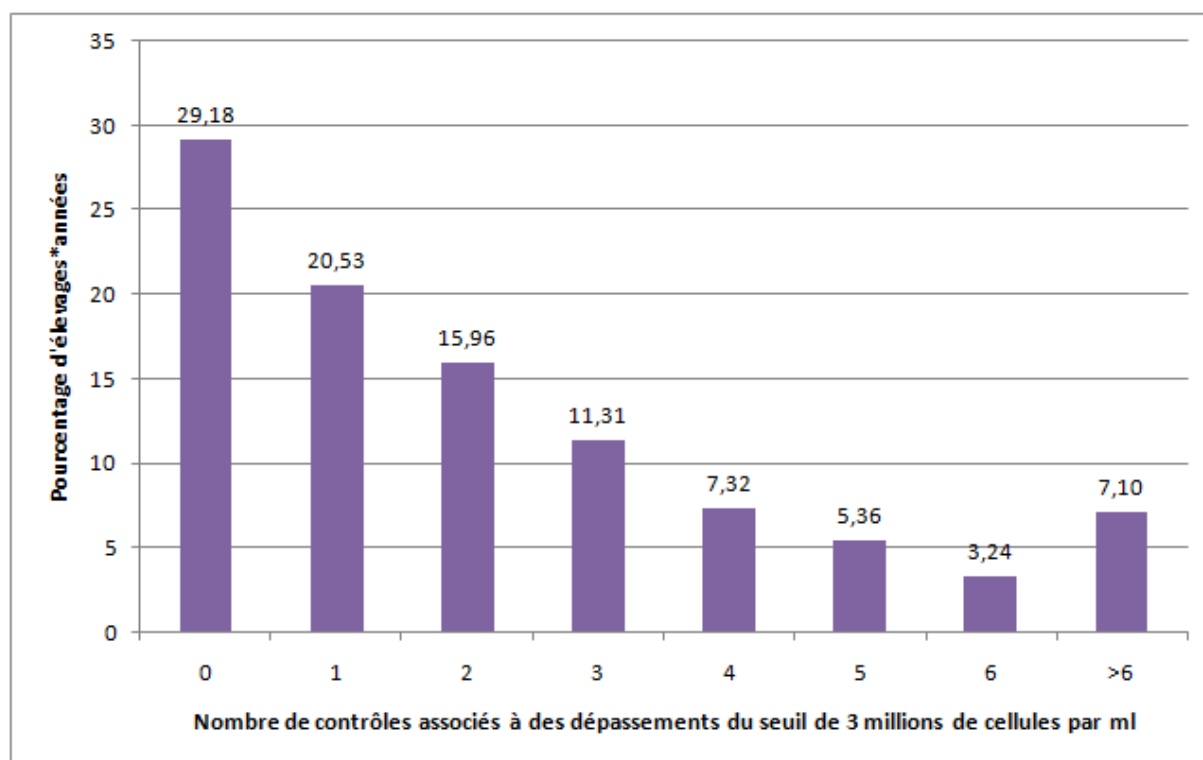


Figure 10 : Distribution de la population des élevages*années (N=9972) selon le nombre de contrôles présentant des dépassements du seuil de concentrations cellulaires de 3 millions de cellules par ml.

Tableau 19 : Nombre moyen et proportion moyenne de contrôles pour lesquels les concentrations cellulaires ont excédé la valeur seuil de 3 millions de cellules/ml.

Campagne	2006	2007	2008	2009	2010	Total
Effectifs	2099	2012	1928	1852	1881	9772
Nombre de contrôles : Moyenne ± Ecart-type	1,77±2,41	2,51±2,85	2,68±3,18	2,33±2,99	2,54±3,42	2,36±2,99
Pourcentage de contrôles : Moyenne ± Ecart-type	5,66 ±7,98%	8,12±9,37%	8,52 ±10,12%	7,52±9,83%	8,02±10,82%	7,54 ±9,69%

Parmi les élevages présentant au moins un contrôle avec dépassement du seuil de 3 millions cellules/ml (N= 6921), 64 % (N=4428) ne présentent que des élévations accidentelles des concentrations cellulaires (aucune plage continue de dépassement de seuil, de durée égale ou supérieure à 3 décades). La proportion d'élevages*années présentant une durée maximale des plages de dépassements persistants atteignant 6 décades ou plus (2 mois environ et au-delà) est faible : 6,6 % soit 459 élevages*années. Dans environ 1 % des élevages*années (N=70), la durée maximale des plages de dépassements persistants atteint 12 décades ou plus (4 mois environ et au-delà) (Figure 11).

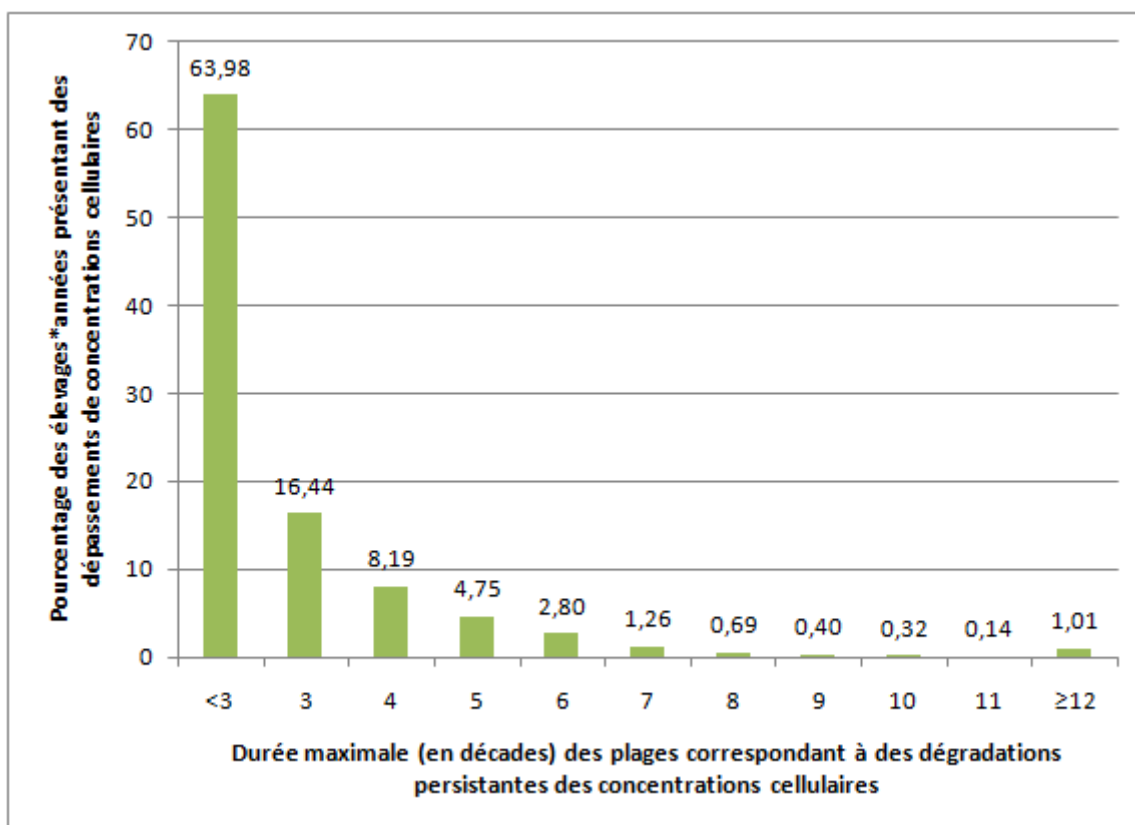


Figure 11 : Distribution des élevages*années présentant au moins un dépassement du seuil de 3 millions de cellules /ml (N=6921) en fonction de la durée maximale des plages de dégradation continue des concentrations cellulaires

Le nombre de plages associées à des dépassements du seuil de concentrations cellulaires de 3 millions de cellules/ml pendant plusieurs contrôles successifs (au moins 3 décades concernées), varie de 0 (aucune plage de dépassement atteignant trois décades) à 4 (Tableau 20).

Tableau 20 : Distribution des élevages*années présentant au moins un dépassement du seuil de 3 millions de cellules /ml en fonction du nombre de plages de contrôles présentant des résultats dégradés de manière continue

Nombre total de plages de contrôles avec concentrations cellulaires > seuil	Effectif	%
0 (plage de durée inférieure à 3 décades successives)	4428	63,98
1	2214	31,99
2	249	3,60
3	24	0,35
4	6	0,09
Total	6921	100,00

3.4. Analyse des élévations conjointes de la flore totale et des concentrations cellulaires

La corrélation entre les valeurs logarithmiques de la flore totale et des concentrations cellulaires est légèrement plus élevée que chez les ovins et atteint en moyenne 0,41 (Tableau 21).

Tableau 21 : Corrélations entre les valeurs logarithmiques de la flore totale et des concentrations cellulaires

Campagne	Effectifs	Coefficient de corrélation entre log(Flore totale) et log(Cellules)			
		Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
2006	2099	0,34	0,27	-0,66	0,91
2007	2012	0,40	0,30	-0,62	0,96
2008	1928	0,49	0,28	-0,77	0,97
2009	1852	0,41	0,28	-0,64	0,95
2010	1881	0,41	0,27	-0,51	0,93
Total	9772	0,41	0,28	-0,77	0,97

La majeure partie des élevages*années (N=6279 soit 64,3 %) ne présente aucun dépassement simultané de la flore totale (au seuil de 50 000 ufc/ml) et des concentrations cellulaires (au seuil de 3 millions de cellules /ml). Dans plus de 92 % des cas, le nombre de dépassements conjoints est égal ou inférieur à 2 au cours d’une même année (Figure 12).

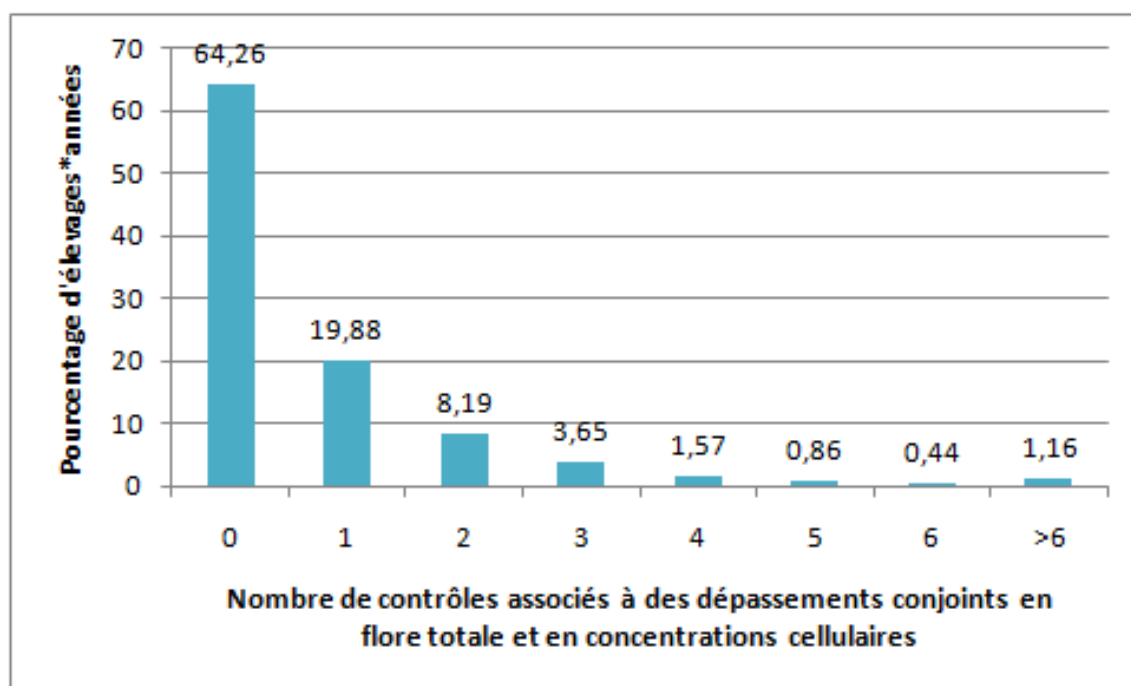


Figure 12 : Distribution de la population des élevages*années (N=9772) selon le nombre de contrôles présentant des dépassements conjoints du seuil de 50 000 ufc/ml en flore totale et du seuil de 3 millions de cellules/ml en concentrations cellulaires.

La proportion des contrôles pour lesquels on observe simultanément des dépassements de 50 000 ufc/ml en flore totale et de 3 millions de cellules par ml en concentrations cellulaires, est faible et représente environ 2,44% des décades (Tableau 22). Néanmoins, 554 élevages*années (soit 5,7%) ont au moins 10% des décades concernées par des dépassements de seuils conjoints.

Tableau 22 : Evaluation des relations entre flore totale et concentrations cellulaires : Nombre et pourcentage moyens des décades pour lesquelles on observe des dépassements conjoints des seuils de 50 000 ufc/ml en flore totale et de 3 millions de cellules/ml en concentrations cellulaires

Campagne	2006	2007	2008	2009	2010	Total
Effectifs	2099	2012	1928	1852	1881	9772
Nombre de décades (moy. $\pm$ écart-type)	0,46 $\pm$ 1,31	0,83 $\pm$ 1,57	0,82 $\pm$ 1,59	0,88 $\pm$ 1,85	0,69 $\pm$ 1,70	0,73 $\pm$ 1,61
% de décades (moy. $\pm$ écart-type)	1,56 $\pm$ 4,73	2,80 $\pm$ 5,49	2,69 $\pm$ 5,34	2,96 $\pm$ 6,47	2,28 $\pm$ 5,67	2,44 $\pm$ 5,57

Parmi la population des 9772 élevages*années, 9341 (soit 95,6 %) ont moins de 3 décades contiguës avec dépassements conjoints des seuils de flore totale et de concentrations cellulaires. En ne considérant que les 3493 élevages*années présentant au moins un dépassement conjoint des seuils des variables d'intérêt, on observe que la majeure partie (N=3062 soit 87,7 %) a au maximum 2 contrôles avec des résultats dégradés sur les critères flore totale et concentrations cellulaires. 85 élevages*années (0,9 % de la population totale et 2,4 % des élevages avec au moins un dépassement conjoint) ont au maximum 4 décades contiguës avec dépassements conjoints des seuils de flore totale et de concentrations cellulaires. 73 élevages*années (0,7 % de la population totale et 2,1 % des élevages avec au moins un dépassement conjoint) présentent au moins une plage de dépassements conjoints des seuils de flore totale et de concentrations cellulaires dont la durée atteint 6 décades contiguës ou plus (2 mois ou plus) (Figure 13).

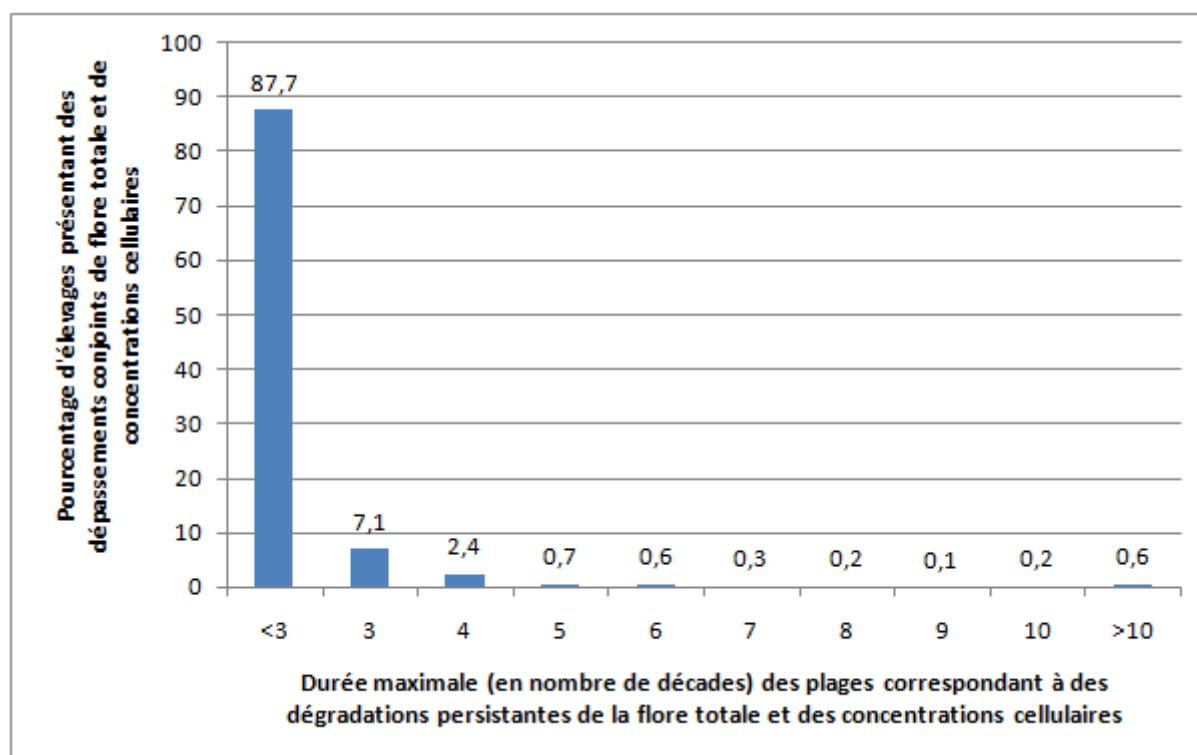


Figure 13 : Distribution des élevages*années présentant au moins un dépassement conjoint des seuils de 50 000 ufc/ml et de 3 millions de cellules /ml (N=3493) en fonction de la durée maximale des plages de dégradation continue de la flore totale et des concentrations cellulaires

Un élevage*année peut avoir plusieurs plages d'au moins trois décades contiguës. Le nombre de plages associées à des dépassements simultanés des seuils de flore totale (50 000 ufc/ml) et de concentrations cellulaires (3 millions de cellules/ml) pendant plusieurs contrôles successifs (au moins 3 décades concernées), varie de 0 (aucune plage de dépassement atteignant trois décades) à 3 (Tableau 23).

Tableau 23 : Distribution des élevages*années présentant au moins un dépassement conjoint des seuils de 50 000 ufc/ml et de 3 millions de cellules /ml en fonction du nombre de plages de contrôles présentant des résultats dégradés de manière continue

Nombre total de plages de contrôles avec concentrations cellulaires > seuil	Effectif	%
0 (plage de durée inférieure à 3 décades successives)	3062	87,66
1	400	11,45
2	29	0,83
3	2	0,06
Total	3493	100,00

3.5. Matrice des corrélations et analyse en composantes principales

L'analyse de la matrice des corrélations des variables-résumés, montre que (Tableaux 24 et 25) :

- les pourcentages de dépassements en flore totale ou en concentrations cellulaires sont associés à des niveaux moyens élevés des variables correspondantes,
- pour la flore totale comme pour les concentrations cellulaires, il existe une forte structure de corrélation entre les variables traduisant la proportion de contrôles associés à des dépassements, le nombre et la durée des plages de dépassements continus,
- il existe une très forte structure de corrélation entre les variables codant pour des dépassements ponctuels de seuils et celles codant pour des dépassements persistants,
- la corrélation entre flore totale et concentrations cellulaires n'est globalement que peu associée aux autres variables ; il semble exister cependant une association entre cette corrélation et la dispersion des résultats de concentrations cellulaires (écarts-types importants).

Par ailleurs, le pourcentage de dépassements simultanés sur la flore totale et les concentrations cellulaires est peu lié à l'hétérogénéité des résultats de flore et des résultats cellulaires entre décades ainsi qu'à la corrélation entre flore totale et concentrations cellulaires.

Les variables décrivant les dépassements conjoints de flore totale et de concentrations cellulaires sont corrélées aux variables correspondantes définies pour la flore totale seule ou les concentrations cellulaires seules.

Les valeurs propres des axes de l'ACP et les corrélations entre variables et axes principaux sont présentées en Annexe 3. Les dix premiers axes de l'ACP ont été conservés pour les analyses typologiques (97 % de l'information).

Le premier axe de l'ACP (Axe 1) restitue à lui-seul presque la moitié de l'information (45 %). Il est lié aux niveaux moyens de flore totale et de concentrations cellulaires ainsi qu'aux variables relatives aux dépassements qu'ils soient ponctuels ou persistants.

La corrélation entre flore totale et concentrations cellulaires contribue aux axes 2 (corrélation avec l'axe égale à 0,52) et 5 (corrélation avec l'axe de 0,66).

L'axe 3 discrimine essentiellement la population sur l'hétérogénéité de la flore totale et des concentrations cellulaires.

Globalement, on observe une sur-pondération des variables associées aux dépassements de seuils.

3.6 Typologie de la population des élevages caprins

L'analyse a dans un premier temps permis d'identifier 19 formes fortes. Celles-ci s'avèrent peu robustes lors de la réalisation de partitions croisées (résultats non présentés).

Une partition consolidée comportant 6 classes est établie à partir de l'agrégation des 19 classes précédentes. La typologie finale fixe 56,0% de la variabilité des 9772 élevages*années sur les variables-résumés.

Les 6 classes typologiques sont représentées graphiquement à la figure 14 (notation : 1/6 à 6/6). Leurs caractéristiques moyennes sont décrites dans le Tableau 26.

Les classes 1/6, 2/6, 3/6 et 5/6 montrent des évolutions peu corrélées des résultats de flore totale et de concentrations cellulaires :

- La classe 1/6 regroupe près du tiers des élevages*années (N=3048 soit 31%) et est caractérisée par des niveaux faibles de flore totale et de concentrations cellulaires. Les résultats sont stables au cours de l'année.
- La classe 2/6 correspond également un tiers des élevages*années (N=3584 soit 37 %). Les niveaux de flore totale et de concentrations cellulaires sont inférieurs à la moyenne. Les cinétiques des concentrations cellulaires au cours de la campagne semblent plus saisonnées que dans la classe 1/6. Par ailleurs, la classe 2/6 se caractérise par une dispersion des résultats de flore totale plus marquée que la moyenne : fluctuations plus importantes.
- La classe 3/6 représente 8% des élevages*années (N=770). Elle se distingue notamment de la classe 2/6 par des niveaux de flore totale plus élevés mais moins variables.
- La classe 5/6 est constituée de 113 élevages*années (1%) et se caractérise par des niveaux de flore élevés, supérieurs au seuil.

Les classes 4/6 et 6/6 sont les classes pour lesquelles la corrélation entre flore totale et concentrations cellulaires s'avère supérieure à la moyenne :

- Dans la classe 4/6 (N=1836 soit 19 %), des élévations importantes des concentrations cellulaires sont observées à partir de novembre. Les cinétiques de la flore totale et des concentrations cellulaires suivent des évolutions similaires mais les niveaux de flore totale constatés restent inférieurs à la moyenne.
- La classe 6/6 (N=421 soit 4 %) peut vraisemblablement être considérée comme une classe « à risque » avec des niveaux de flore totale et de concentrations cellulaires plus élevés que la moyenne, des dépassements conjoints de ces deux paramètres plus fréquents et une corrélation entre flore totale et concentrations cellulaires élevée. La classe 6/6 se distinguait dans la partition à 19 classes et ne s'agrégeait avec les autres classes qu'à la fin de la classification ascendante hiérarchique (Annexe 4).

Pour préciser les particularités des élevages composant la classe 6/6, la partition à 6 classes a été croisée avec une partition à 8 classes (notation : 1/8 à 8/8) établie à partir des variables-résumés de niveaux, de dispersion, de corrélation et de pourcentages de dépassement (pas de prise en compte des notions de persistance ni de nombre de plages de dépassement des seuils).

Les caractéristiques de cette partition en 8 classes sont détaillées en Annexe 5.

Tableaux 24 et 25 : Matrice des corrélations entre les variables-résumés relatives à la flore totale (seuil de 50 000 ufc/ml) et aux concentrations cellulaires (seuil de 3 millions cellules/ml)

Variables		Moyenne log(Flore totale)	Moyenne log(Cellules)	Écart-type log(Flore totale)	Écart-type log(Cellules)	Coeff. de corrélation entre log(Flore totale) et log(Cellules)
Moyenne log(Flore totale)		1,000	0,436	0,305	0,140	-0,140
Moyenne log(Cellules)		0,436	1,000	0,081	-0,047	0,162
Écart-type log(Flore totale)		0,305	0,081	1,000	0,399	0,057
Écart-type log(Cellules)		0,140	-0,047	0,399	1,000	0,328
Coefficient de corrélation entre log(Flore totale) et log(Cellules)		-0,140	0,162	0,057	0,328	1,000
Dépassements du seuil de flore totale de 50 000 ufc/ml	Proportion de contrôles concernés	0,793	0,307	0,483	0,182	-0,118
	Nombre de plages continues	0,583	0,242	0,356	0,116	-0,063
	Durée maximale des plages	0,592	0,243	0,310	0,112	-0,035
Dépassements du seuil cellulaire de 3 millions cellules/ml	Proportion de contrôles concernés	0,403	0,673	0,229	0,374	0,225
	Nombre de plages continues	0,279	0,533	0,186	0,366	0,203
	Durée maximale des plages	0,300	0,560	0,183	0,336	0,203
Dépassements conjointes en flore totale et cellules (3 millions cel/ml)	Proportion de contrôles concernés	0,483	0,476	0,323	0,290	0,248
	Nombre de plages continues	0,317	0,314	0,217	0,183	0,164
	Durée maximale des plages	0,321	0,320	0,187	0,156	0,148

Variables		Dépassements du seuil de flore totale de 50 000 ufc/ml			Dépassements du seuil de concentrations cellulaires de 3 millions cellules/ml			Dépassements conjoints des seuils de flore totale et concentrations cellulaires		
		Proportion de contrôles concernés	Nombre de plages continues	Durée maximale des plages	Proportion de contrôles concernés	Nombre de plages continues	Durée maximale des plages	Proportion de contrôles concernés	Nombre de plages continues	Durée maximale des plages
Dépassements du seuil de flore totale de 50 000 ufc/ml	Proportion de contrôles concernés	1,000	0,781	0,814	0,413	0,257	0,313	0,629	0,455	0,430
	Nombre de plages continues	0,781	1,000	0,792	0,315	0,216	0,261	0,497	0,518	0,446
	Durée maximale des plages	0,814	0,792	1,000	0,358	0,223	0,316	0,585	0,526	0,594
Dépassements du seuil cellulaire de 3 millions cellules/ml	Proportion de contrôles concernés	0,413	0,315	0,358	1,000	0,769	0,848	0,742	0,502	0,532
	Nombre de plages continues	0,257	0,216	0,223	0,769	1,000	0,839	0,495	0,409	0,353
	Durée maximale des plages	0,313	0,261	0,316	0,848	0,839	1,000	0,626	0,501	0,551
Dépassements conjointes en flore totale et cellules (3 millions cel/ml)	Proportion de contrôles concernés	0,629	0,497	0,585	0,742	0,495	0,626	1,000	0,717	0,798
	Nombre de plages continues	0,455	0,518	0,526	0,502	0,409	0,501	0,717	1,000	0,854
	Durée maximale des plages	0,430	0,446	0,594	0,532	0,353	0,551	0,798	0,854	1,000

Tableau 26 : Caractéristiques moyennes des 6 classes typologiques d'élevages*années

	Moy. log(FT)	Moy. log(Cell)	Ect. log(FT)	Ect. log(Cell)	Corr.log(FT) et log(Cell)	Dépassements du seuil de flore totale de 50 000 ufc/ml			Dépassements du seuil de cellules de 3 millions cel/ml			Dépassements conjoints des seuils flore et cellules		
						% de contrôles	Nb de plages	Durée maximale	% de contrôles	Nb de plages	Durée maximale	% de contrôles	Nb de plages	Durée maximale
Classe 1/6 (N=3048)														
Moyenne	1,012	3,137	0,249	0,115	0,266	0,025	0,000	0,017	0,016	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
Ecart-type	0,206	0,099	0,060	0,032	0,261	0,041	1,000	0,229	0,026	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000
Minimum	0,518	2,646	0,090	0,044	-0,623	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Maximum	1,632	3,431	0,500	0,300	0,938	0,361	0,074	4,000	0,250	0,000	0,000	0,065	0,000	0,000
Classe 2/6 (N=3584)														
Moyenne	1,107	3,144	0,338	0,177	0,475	0,061	0,004	0,013	0,052	0,006	0,018	0,015	0,000	0,000
Ecart-type	0,187	0,100	0,095	0,048	0,247	0,062	0,065	0,199	0,042	0,076	0,237	0,023	0,000	0,000
Minimum	0,530	2,607	0,132	0,058	-0,626	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Maximum	1,777	3,431	0,843	0,449	0,961	0,524	1,000	4,000	0,429	1,000	4,000	0,167	0,000	0,000
Classe 3/6 (N=770)														
Moyenne	1,436	3,205	0,422	0,168	0,288	0,253	1,144	3,927	0,084	0,270	0,973	0,036	0,000	0,000
Ecart-type	0,181	0,110	0,115	0,051	0,307	0,107	0,387	1,403	0,079	0,489	1,787	0,042	0,000	0,000
Minimum	0,815	2,861	0,155	0,039	-0,663	0,083	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Maximum	2,023	3,489	0,980	0,398	0,884	0,593	3,000	14,000	0,611	3,000	11,000	0,333	0,000	0,000
Classe 4/6 (N=1836)														
Moyenne	1,166	3,263	0,332	0,203	0,521	0,070	0,008	0,026	0,167	1,101	4,125	0,035	0,000	0,000
Ecart-type	0,186	0,095	0,093	0,052	0,252	0,063	0,090	0,284	0,091	0,331	1,766	0,037	0,000	0,000
Minimum	0,562	2,908	0,103	0,049	-0,561	0,000	0,000	0,000	0,083	1,000	3,000	0,000	0,000	0,000
Maximum	1,652	3,579	0,660	0,465	0,965	0,357	1,000	4,000	0,793	4,000	21,000	0,364	0,000	0,000
Classe 5/6 (N=113)														
Moyenne	1,963	3,212	0,442	0,173	0,114	0,680	2,363	10,115	0,094	0,195	0,708	0,072	0,088	0,301
Ecart-type	0,289	0,142	0,152	0,061	0,356	0,158	0,856	5,483	0,080	0,398	1,510	0,064	0,285	0,981
Minimum	1,517	2,781	0,145	0,067	-0,773	0,361	1,000	3,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Maximum	3,019	3,474	0,915	0,403	0,800	1,000	5,000	29,000	0,406	1,000	6,000	0,290	1,000	4,000
Classe 6/6 (N=421)														
Moyenne	1,488	3,345	0,434	0,218	0,645	0,307	1,316	5,501	0,287	1,271	6,359	0,197	1,078	4,430
Ecart-type	0,277	0,126	0,122	0,063	0,211	0,202	0,592	3,907	0,191	0,559	4,145	0,146	0,286	2,825
Minimum	0,877	2,980	0,143	0,065	-0,465	0,083	1,000	3,000	0,083	1,000	3,000	0,083	1,000	3,000
Maximum	2,411	3,713	0,789	0,403	0,942	1,000	5,000	22,000	0,914	4,000	26,000	0,833	3,000	21,000
Total (N=9772)														
Moyenne	1,141	3,179	0,321	0,164	0,407	0,084	0,179	0,678	0,075	0,287	1,140	0,024	0,047	0,194
Ecart-type	0,255	0,118	0,106	0,057	0,285	0,124	0,500	2,108	0,097	0,527	2,311	0,056	0,229	1,078
Minimum	0,518	2,607	0,090	0,039	-0,773	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Maximum	3,019	3,713	0,980	0,465	0,965	1,000	5,000	29,000	0,914	4,000	26,000	0,833	3,000	21,000

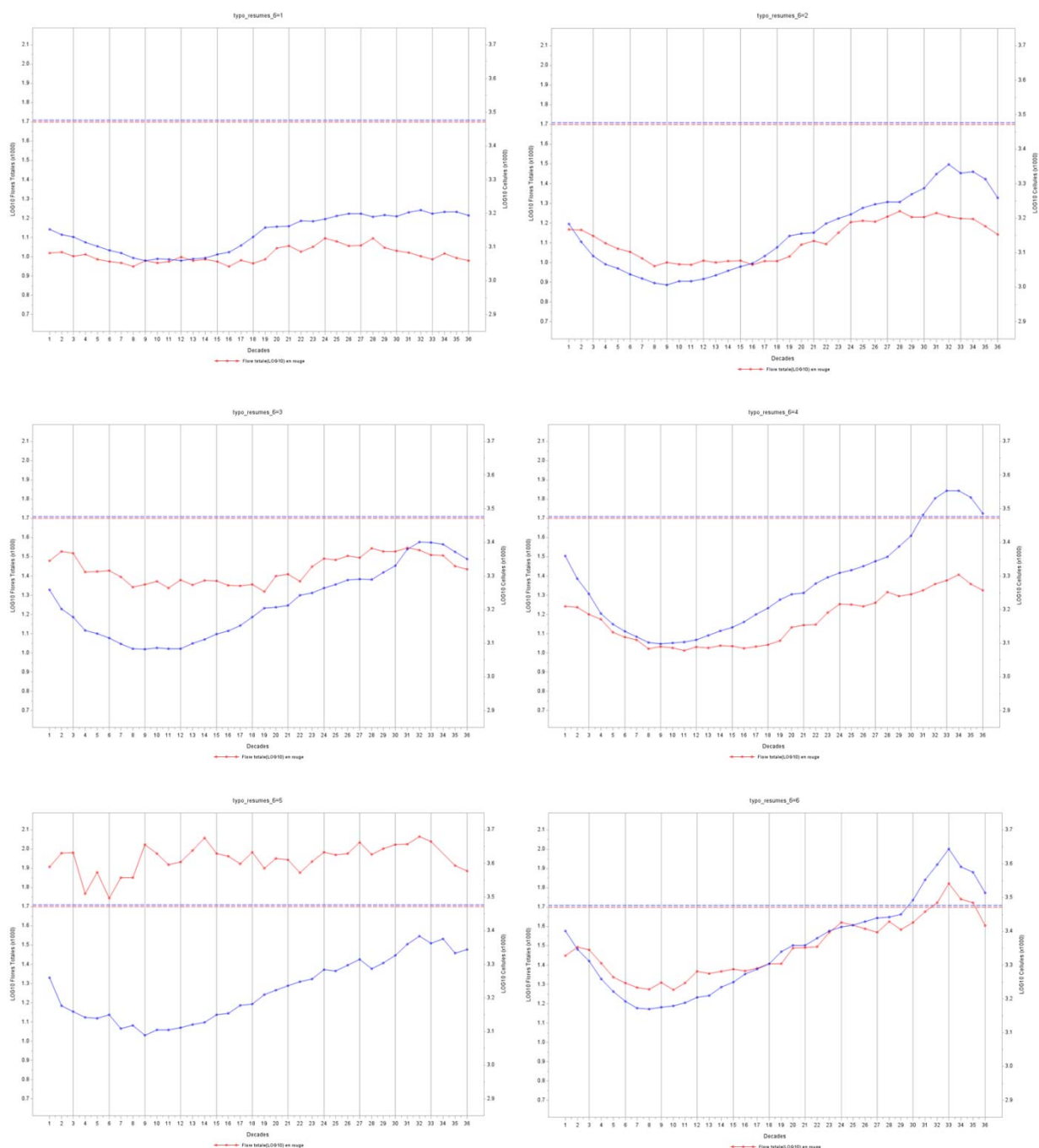


Figure 14 : Classes typologiques (partition à 6 classes) des élevages caprins fondées sur les dépassements de flore totale (seuil de 50 000 ufc/ml) et de concentrations cellulaires (seuil de 3 millions cellules/ml) et intégrant la notion de durée de dépassement et de dépassements conjoints

La distribution comparée des élevages*années dans les classes issues des deux typologies réalisées, est présentée dans le Tableau 27.

La confrontation de ces deux partitions met en évidence les correspondances suivantes :

- 53% de la classe 4/8 et 84% de la classe 7/8 s'agrègent dans la classe 1/6 formant 84% de cette classe. Pour mémoire, les classes 4/8 et 7/8 présentent des profils moyens proches (Annexe 5), des résultats de flore totale et de concentrations cellulaires inférieurs à la moyenne et des cinétiques des concentrations cellulaires peu saisonnés.
- 69% de la classe 5/8 et 50% de la classe 1/8 s'agrègent dans la classe 2/6 formant 59% de cette classe.

- La classe 3/6 regroupe des données provenant de toutes les classes de la typologie à huit classes dont 48% de la classe 6/8 (forts niveaux de flore totale et faible corrélation avec les concentrations cellulaires malgré des dépassements de seuils cellulaires en fin d'année).
- 62% de la classe 2/8 et 45% de la classe 8/8 s'agrègent dans la classe 4/6 formant 34% de cette classe.
- La classe 5/6 est formée à 99% à partir d'élevages x années provenant de la classe 6/8 (31 % des élevages*années de cette classe).
- 85% de la classe 3/8 et 18% de la classe 8/8 s'agrègent et constituent 70% de la classe 6/6.

Tableau 27 : Correspondances entre les distributions des élevages*années au sein des typologies à 6 et 8 classes.

Classes typologiques issues de la partition à 6 classes	Classes typologiques issues de la partition à 8 classes									Total	%	% (Typo_8/Typo_6)
	1	<u>2</u>	<u>3</u>	4	5	<u>6</u>	7	<u>8</u>				
1	303	11	0	<u>1050</u>	167	1	<u>1516</u>	0	3048	0,31	0,842	
2	<u>688</u>	181	0	727	<u>1439</u>	24	273	252	3584	0,37	0,593	
<u>3</u>	296	119	6	26	20	<u>173</u>	1	129	770	0,08	0,402	
<u>4</u>	84	<u>627</u>	13	194	447	3	9	<u>459</u>	1836	0,19	0,342	
5	0	0	1	0	0	112	0	0	113	0,01	0,991	
<u>6</u>	0	82	<u>112</u>	0	0	46	0	181	421	0,04	0,696	
Total	1371	1020	132	1997	2073	359	1799	1021	9772	1		
% (Typo_6/Typo_8)	0,502	0,615	0,848	0,526	0,694	0,482	0,843	0,450				

Les classes de la typologie à huit classes qui contribuent à la construction de la classe 6/6 (classes 2/8, 3/8, 6/8 et 8/8) sont considérées comme pouvant correspondre à des élevages ou des situations à risque, au sens de la fréquence et de la concomitance des dépassements de seuils en flore totale et en concentrations cellulaires.

Les profils moyens de ces élevages*années sont présentés graphiquement à la Figure 15.

Les 4 groupes « à risque » ainsi générés se caractérisent par des cinétiques de concentrations cellulaires « saisonnées » avec des dépassements de seuils plutôt en fin d'année. Ils se distinguent en fonction du moment de survenue des dépassements de seuils pour la flore totale :

- Groupe 3/8 X 6/6 : dépassements à partir de fin mai,
- Groupe 6/8 X 6/6 : dépassements dès septembre avec une prolongation possible sur le début de l'année,
- Groupe 2/8 X 6/6 : dépassements en novembre,
- Groupe 8/8 X 6/6 : dépassements à partir de fin novembre.

Les groupes 3/8 X 6/6 et 6/8 X 6/6 présentent des niveaux de flore élevés. Le groupe 3/8 X 6/6 se singularise en outre par ses niveaux de concentrations cellulaires également élevés pendant la majeure partie de l'année.

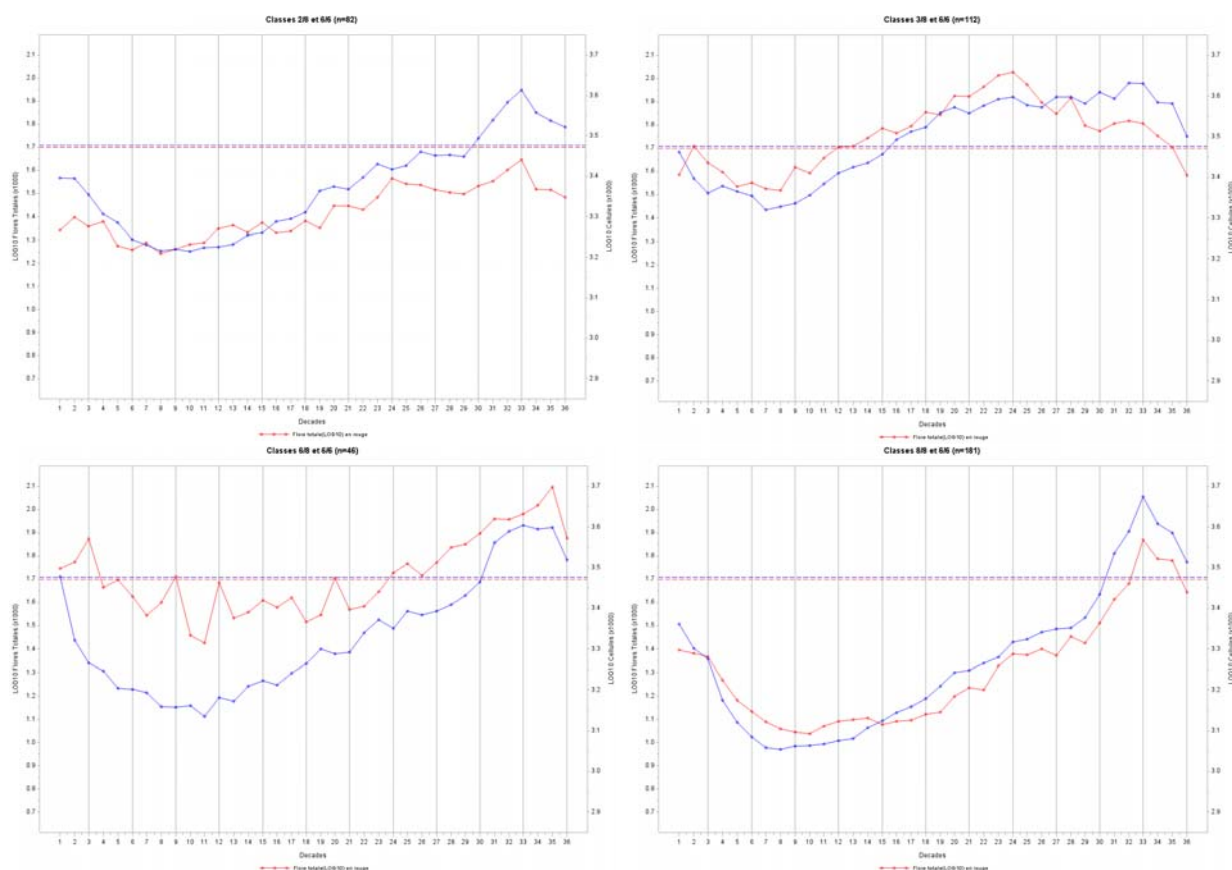


Figure 15 : Profils moyens de flore totale et de concentrations cellulaires des élevages*années présents dans la classe 6/6 de la partition à 6 classes en fonction des classes contributrices de la partition à 8 classes.

4. Discussion

Dans nos travaux, les niveaux moyens de flore totale s'établissent en moyenne géométrique à 28 000 ufc/ml en troupeaux ovins et à 13 800 ufc/ml en troupeaux caprins soit des résultats faibles dans l'ensemble et très inférieurs aux seuils intégrés dans les grilles de paiement du lait à la qualité en France. Ces résultats témoignent d'une maîtrise globale des conditions d'hygiène des élevages, en particulier concernant la traite, la collecte et le stockage du lait. Selon Tormo *et al.* (2006), les laits crus de vache et de chèvre ont, en moyenne, des niveaux de flores totales très bas par rapport aux laits collectés dans les années 70-80 : 10 000 en moyenne vs 50 000 germes totaux/ml. Pirisi *et al.* (2007) corroborent cette observation mentionnant que la Flore Mésophile Aérobie Revivable (FMAR) est passée de 90 000 à 25 000 ufc/ml dans les élevages caprins de Poitou-Charentes entre 1994 et 2004.

Dans la littérature, les résultats de dénombrements de flore varient de manière importante selon les études. Muehlherr *et al.* (2003) mentionnent ainsi des niveaux de flores moyens de l'ordre de 40 000 à 60 000 ufc/ml (moyenne géométrique ; méthode de référence) : 4,69 et 4,78 log ufc/ml pour des laits de tank de chèvres et de brebis respectivement. Les valeurs rapportées par Koop *et al.* (2009) pour environ 300 élevages caprins collectés entre 2005 et 2007 aux Pays-Bas, avoisinent 25 000 ufc/ml (moyenne géométrique ; obtention par le BactoScan FC150). En France, Tormo *et al.* (2007), s'intéressant aux caractéristiques microbiennes de laits d'origine caprine collectés à l'issue d'une traite, évaluent la FMAR et font état de valeurs inférieures, égales en moyenne à 8511 ufc/ml, 40 % des laits analysés présentant des niveaux inférieurs à 5000 ufc/ml. On observe par ailleurs une forte variabilité des niveaux de flores (flore totale et microflores constituantes) que ce soit inter ou intra-troupeaux (Tormo *et al.*, 2007).

De manière cohérente avec les bons résultats de flore totale observés dans le cadre de notre étude, le pourcentage moyen de contrôles pour lesquels la flore totale dépasse les seuils de 80 000 ou 50 000 cellules

par ml est de 6 % (élevages ovins – seuil de 80 000 ufc/ml) et 8,4 % (élevages caprins – seuils de 50 000 ufc/ml). Les périodes au cours desquelles les résultats peuvent être considérés comme détériorés, sont de durée courte et majoritairement inférieure à 3 décades (un mois environ) : parmi les élevages présentant au moins un dépassement de seuil, 85 % entrent dans cette catégorie parmi les cheptels ovins et 80 % parmi les cheptels caprins (avec un seuil moindre). Le nombre de plages de décades associées à des dépassements persistants des seuils varie de 0 (durée inférieure à 3 décades successives) à 3 ou 5 dans les élevages ovins et caprins respectivement. Le nombre de plages plus important pour les élevages caprins peut être mis en relation avec un seuil légèrement inférieur à celui retenu pour les ovins d'une part, une campagne laitière plus longue d'autre part. La majeure partie des élévations de flore totale apparaît donc comme accidentelle et vraisemblablement résolue après intervention des conseillers des élevages concernés. Les cas d'élévations récurrentes ou persistantes de la flore totale sont donc peu fréquents et recouvrent des situations diverses comment tendent à le montrer les typologies réalisées sur les cinétiques d'évolution de la flore totale et des concentrations cellulaires.

Parmi les principaux facteurs de variation de la flore totale recensés dans la littérature, Guillou (2011) rappelle que le facteur « élevage » est sans doute le plus important. Koop *et al.* (2009) constatent par exemple, que 26 % de la variance des dénombrements de flore totale (exprimés en Log10 des valeurs obtenues par le biais du BactoScan) sont attribués au facteur « élevage ». Des aspects structurels peuvent intervenir et incluent notamment la taille des cheptels. Mulhtherr *et al.* (2003), Zweifel *et al.* (2005) signalent ainsi un impact de la taille des troupeaux (moins de 6 animaux ; entre 6 et 25 animaux ; plus de 25 animaux) sur les niveaux médians de flore totale et d'*Enterobacteriaceae*.

Les modalités de gestion de la collecte (nombre de traites, délais de stockage, conditions de réfrigération du lait) participent de manière importante à la variabilité des niveaux de flore totale et de ses caractéristiques microbiennes. L'incidence de la fréquence de collecte est soulignée par Tormo *et al.* (2007). Les laits de mélange d'une traite peuvent ainsi s'avérer dix à cent fois moins chargés en moyenne que les laits refroidis de mélange de deux traites. Cette tendance est également mise en évidence par Mulhtherr *et al.* (2003) qui rapportent des dénombrements plus élevés en cas de collecte après 2 à 3 jours comparativement à ceux obtenus lors d'une collecte quotidienne : pour le lait de chèvre, 5,68 vs 4,32 log ufc/ml ; pour le lait de brebis, 4,88 vs 4,61 log ufc/ml. Dans notre étude cependant, cette composante n'intervient pas ou peu, s'agissant de laits de tanks collectés par des entreprises laitières de manière homogène sur le territoire : laits de 2 à 3 traites, réfrigérés et transportés sous couvert du froid.

A l'échelle de l'année ou de la campagne, différentes cinétiques d'évolution de la flore totale sont observées. L'approche typologique privilégiée dans cette étude permet de relativiser le caractère saisonnier des variations de ce paramètre parfois mentionné dans la littérature. Zweifel *et al.* (2005) ainsi que Koop *et al.* (2009) rapportent en effet une forte association entre le mois de prélèvement ou le mois de lactation, les dénombrements de flore totale et les concentrations cellulaires de laits de tanks. Guillou (2011) n'observe pas de corrélation significative entre flore totale et mois moyen de lactation mais relève l'existence de variations saisonnières avec un pic en été dans les élevages caprins « cas » (facteur de 2,5 environ). Cet effet saisonnier n'est pas perçu dans les élevages témoins. Le recueil d'indicateurs complémentaires concernant le désaisonnement des élevages et la proportion de chèvres conduites en lactation longue, met en évidence des différences de conduite de la reproduction et de maîtrise de la production entre élevages « cas » et témoins. Le pourcentage de chèvres en lactation longue est plus faible (8,6 vs 22 %) et la pratique du désaisonnement également moins courante chez les élevages « cas » (2 sur 14 vs 4 élevages sur 6) que chez les témoins. Les élevages « cas » répertoriés par Guillou (2011) ont donc une production plus saisonnée qui participe vraisemblablement à l'amplification, à l'échelle du troupeau, d'effets dus au stade de lactation ou à des pratiques d'élevages affectant simultanément l'ensemble du cheptel (confusion d'effets avec le stade physiologique des animaux).

Dans les élevages caprins, les cinétiques de concentrations cellulaires de lait de tank peuvent permettre de formuler des hypothèses sur l'étalement des mises-bas (de Cremoux, 2002). La classe 1/6 de la partition à 6 classes réalisée dans le cadre de notre étude pourrait ainsi être associée à des élevages ayant un étalement des mises-bas plus important que dans les autres classes typologiques. A l'inverse, les 4 groupes « à risque »

générés à partir de la classe 6/6 associant des niveaux élevés de flore totale et de concentrations cellulaires, se caractérisent par des cinétiques de concentrations cellulaires « saisonnées » avec des dépassements de seuils plutôt en fin d'année. Il est intéressant de constater que ces 4 groupes associés à des évolutions non monotones des niveaux de flore totale, se distinguent par le moment de survenue des dépassements de seuils de germes totaux. Cette notion de période d'apparition qui n'est pas totalement dissociable des niveaux moyens de flore totale, demanderait à être analysée au regard de la conduite générale des troupeaux vis-à-vis de la reproduction, de l'allotement des chèvres et du recours à la prolongation de lactation sur une partie des animaux.

En élevages ovins, les pratiques dans ce domaine, sont plus homogènes. Comme dans les élevages caprins, les cas de détérioration persistante des niveaux de flore totale recouvrent des situations diverses en termes de cinétique d'évolution. Deux des classes typologiques de la partition des élevages ovins, les classes 1/6 avec des valeurs de flore totale inférieures à la moyenne et 5/6 avec des valeurs de flore totale supérieures à la moyenne, sont toutes deux caractérisées par une augmentation des niveaux de flore totale au cours de la campagne et une relation plus marquée entre flore totale et concentrations cellulaires que dans les autres classes. Les classes 5/6 des deux partitions ovine et caprine (919 élevages*campagnes soit 15,0 % de la population des élevages ovins; 113 élevages*années soit 1,16 % de la population des élevages caprins) illustrent des situations où la flore totale se maintient à des niveaux supérieurs à ceux de la population générale tout au long de la période de production sans relation avec les concentrations cellulaires. Les classes 2/6 (N=1648, 26,9 %) et 3/6 (N=1707, 27,9 %) de la partition des élevages ovins, les classes 1/6 (N=3048, 31,2 %) et 3/6 (N=770, 7,9 %) de la partition des élevages caprins sont caractéristiques d'élevages ayant des niveaux de flore inférieurs ou proches de la moyenne globale de la population, associés à une faible dispersion des résultats. La classe 2/6 de la partition des élevages caprins (N=3584, 36,7 %) se démarque par l'importance des fluctuations de la flore totale pouvant évoquer, malgré des niveaux bas, des défauts de maîtrise peut-être conjoncturels.

Les résultats de corrélations entre flore totale et concentrations cellulaires des laits de tank obtenus dans le cadre de cette étude, sont similaires à ceux mentionnés dans la littérature. Gonzalo *et al.* (2006) rapportent ainsi une corrélation significative de 0,23 chez les ovins. Chez les caprins, Koop *et al.* (2009) estiment cette corrélation autour de 0,4, résultat proche de celui obtenu ($r=0,44$) sur des laits de petits mélanges par Zeng et Escobar (1995). Une corrélation entre ces variables n'est toutefois pas systématiquement observée (Dik *et al.*, 2008 ; Foschino *et al.*, 2002 ; Tirard-Collet *et al.*, 1991).

Selon Koop *et al.* (2009), la corrélation entre flore totale et concentrations cellulaires des laits de tank est inconstante au cours du temps et est susceptible de varier entre $r=0,19$ et $r=0,55$. En tout état de cause, il s'agit d'une corrélation modérée qui indique que seules 16 % des variations des résultats de flore totale du lait de tank peuvent être associées à des variations des résultats de concentrations cellulaires (ou réciproquement) (Koop *et al.*, 2009).

Pour interpréter les possibles co-variations entre flore totale et concentrations cellulaires, Koop *et al.* (2009) soulèvent différentes hypothèses.

Ils relèvent tout d'abord la possibilité de facteurs de confusion, certains facteurs pouvant intervenir indépendamment sur la flore totale et les concentrations cellulaires. C'est notamment le cas de l'hygiène générale du troupeau et de l'hygiène de traite (nettoyage de l'installation de traite, mise en place d'une désinfection des trayons avant ou après la traite). Néanmoins, compte tenu de la prédominance des infections mammaires d'origine staphylococcique chez les petits ruminants (Bergonier *et al.*, 2003), et compte tenu de leur réservoir essentiellement cutané et mammaire, l'incidence des conditions environnementales sur la prévalence des infections intramammaires semble être limitée par rapport à ce qu'elle peut être chez les vaches laitières. En revanche, l'hygiène de traite a un rôle dans la maîtrise de la transmission des infections mammaires (donc sur la prévalence) et, à ce titre, peut avoir une incidence sur les niveaux de concentrations cellulaires à l'échelle du troupeau.

Parmi les différentes variables analysées par Guillou (2011) et significativement associées à la fois aux concentrations cellulaires et à la flore totale, deux peuvent également être considérées comme des facteurs de confusion. Il s'agit du pourcentage de mortalité et du pourcentage de réforme.

Concentrations cellulaires et niveaux de flore totale augmentent avec le pourcentage de mortalité : pour des pourcentages de mortalité inférieurs à 5 %, compris entre 5 et 10 % ou supérieurs à 10 %, les moyennes des concentrations cellulaires de laits de tanks, sont respectivement de 1 328 000, 2 338 000 et 2 723 000 cellules/ml et celles de la flore totale atteignent respectivement 11 500, 55 100 et 55 400 ufc/ml. Selon Guillou (2011), le pourcentage de mortalité pourrait refléter l'état sanitaire global du troupeau et s'accompagner d'une détérioration de la qualité du lait. Le pourcentage de mortalité constitue en outre, un élément discriminant des groupes d'élevages caprins « cas » et témoins et s'avère plus élevé dans les élevages « cas » : 10,2 % vs 4,4 %. L'analyse des taux de réformes est plus délicate à interpréter. En effet, les concentrations cellulaires et les niveaux de flore totale sont les plus faibles (1 470 000 cellules/ml et 12 000 ufc/ml) pour des pourcentages de réformes compris entre 17,5 et à 25 %. En deçà d'un taux de réformes de 17,5 %, les valeurs obtenues par les critères de qualité du lait sont les plus élevées : 2 896 000 cellules/ml et 59 000 ufc/ml. Faute de réformes, les chèvres « à problème » seraient conservées et contribueraient, selon Guillou (2011), à de mauvais résultats technico-économiques. Il serait intéressant de préciser dans quels contextes cette situation survient : agrandissement de cheptels ?, mélange de troupeaux ?, fin d'exploitation sans reprise ? Des pourcentages de réforme supérieurs à 25 % sont associés à une situation intermédiaire aussi bien sur le plan des concentrations cellulaires que de la flore totale : 2 342 000 cellules/ml et 38 000 ufc/ml. Dans ce cas, les forts taux de réforme traduiraient des situations « critiques » où l'état sanitaire du cheptel est globalement mauvais. Des pourcentages de réforme moyens seraient donc un indicateur d'élevages en « régime de croisière », stabilisés et dont la conduite d'élevage serait plus régulière et maîtrisée.

Koop *et al.* (2009) formulent également l'hypothèse que les infections intramammaires puissent être à l'origine des co-variations observées entre concentrations cellulaires et flore totale, en relation avec l'existence d'une excrétion mammaire. Leur hypothèse est renforcée par le fait que certains facteurs de risque comme la gestion des mammites cliniques (réforme de plus de 50 % des animaux atteints vs traitement en lactation de plus de 50 % des animaux atteints) intervient significativement aussi bien sur les niveaux de flore totale que ceux des concentrations cellulaires. Les observations de Guillou (2011) vont dans le même sens. Ainsi, les élevages caprins où le traitement antibiotique des cas cliniques est mis en œuvre précocement et où il est conduit par voie locale de manière systématique, ont des niveaux de flore totale moindres. Lorsque l'antibiothérapie est systématique, le niveau de flore totale moyen est de 39 000 ufc/ml (vs 63 000 ufc/ml). Les élevages de chèvres pour lesquels le traitement est précoce ont en moyenne un niveau de flore totale sur les laits de tank de 41 000 ufc/ml (vs 67 000 ufc/ml). Détection et traitement des mammites cliniques peuvent également traduire la qualité de l'observation et des soins apportés de manière générale par les éleveurs. La fréquence et l'intensité des cas cliniques pourraient également avoir une incidence sur le niveau de flore totale. Guillou (2011) observe en effet que lorsqu'il y a des cas de mortalité faisant suite à des mammites cliniques, les dénombrements de flore totale sont plus élevés que dans le cas contraire (73 000 vs 32 000 ufc/ml). Aucun cas de mortalité suite à une mammite clinique n'est d'ailleurs recensé dans les élevages caprins témoins. Malgré une incidence clinique faible (2% dans les travaux de Koop *et al.* (2009)), la guérison incomplète des animaux (traitement tardif, administration par voie générale exclusive,...) irait de pair avec le maintien d'une excrétion mammaire qui pourrait contribuer à la flore totale d'une part, augmenter les risques de transmission des infections intramammaires d'autre part. Il est intéressant de constater dans les travaux de Guillou (2011) que les critères témoignant d'infections chroniques (pourcentage de mamelles déséquilibrées, présence d'abcès) sont associées uniquement aux variations des concentrations cellulaires des laits de tank et non aux niveaux de flore totale. Ainsi l'intensité de l'excrétion, plus marquée dans les formes aiguës des infections, semblerait constituer un facteur de risque important à prendre en compte. Pour autant, la détérioration des niveaux de flore totale est rarement signalée en début de campagne laitière alors que les mammites cliniques surviennent principalement au cours des trois premiers mois de lactation.

Dans les élevages ovins, les risques associés aux infections cliniques ne sont vraisemblablement pas perceptibles dans les mêmes termes que dans les élevages caprins. Une partie d'entre elles surviennent en effet au cours des premiers mois de la campagne et plus particulièrement au cours de la période d'allaitement-traité. Par ailleurs, les brebis atteintes de mammites cliniques sont plus systématiquement réformées que les chèvres (Bergonier *et al.*, 2011).

Concernant les infections mammaires spécifiques, Guillou (2011) constate que les élevages ayant des antécédents de détection des mycoplasmes dans les laits de tanks présentent des résultats de concentrations cellulaires et de flore totale supérieurs aux autres : respectivement 2 758 000 cellules/ml et 71 000 ufc/ml vs 1 607 000 cellules par ml et 24 000 ufc/ml. Les élevages de statut inconnu se positionnent de manière intermédiaire (2 102 000 cellules/ml et 32 000 ufc/ml), laissant supposer que certains d'entre eux sont sains et d'autres infectés. Paradoxalement, cette relation apparente entre historique d'infections à mycoplasmes (ou de circulation intra-troupeau) et concentrations cellulaires et flore totale, n'est pas corroborée par lors de l'analyse des dénombrements de flores : dans tous les élevages où les mycoplasmes ont été détectés, les dénombrements des flores classiques (psychrotrophes, coliformes, staphylocoques coagulase positive) permettaient de disposer d'une image globale de la composition de la flore des laits, laissant supposer une faible contribution des autres types de flores (Guillou, 2011).

Peu d'éléments sont disponibles sur l'incidence des conditions de traite sur les résultats de flore totale. L'amélioration de l'hygiène de traite, de l'entretien de l'équipement de traite sont souvent considérés comme des pré-requis pour la production d'un lait de bonne qualité sanitaire et hygiénique (Zweifel *et al.*, 2005). L'analyse conduite par Guillou (2011) fait apparaître une incidence du nombre de postes par trayeur, uniquement sur les niveaux de flore totale : moyenne de 39 000 ufc/ml lorsqu'il y a moins de 16 postes par trayeur contre 60 000 ufc/ml dans le cas contraire. Selon cet auteur, un nombre de postes important pourrait traduire des cadences de traite élevées et engendrer une moins bonne observation des mamelles et des trayons (moindre qualité de la détection des infections cliniques ; temps consacré à l'hygiène de traite, aux soins des mamelles et des animaux plus limité), des phénomènes de surtraite accrus,... Les hypothèses explicatives envisagées restent toutefois insatisfaisantes. Elles relèvent en effet systématiquement de mesures de maîtrise des infections mammaires qui devraient avoir également des implications sur la transmission et la prévalence des infections et corollairement, sur les concentrations cellulaires des laits de tank.

Concernant le matériel de traite, Koop *et al.* (2009) mentionnent la nature des manchons trayeurs (silicone vs caoutchouc) comme facteur de risque commun pour les concentrations cellulaires et la flore totale des laits de tanks caprins : valeurs plus élevées associées à l'usage de manchons en silicone. Ce résultat doit être considéré avec réserve en raison de l'existence d'un facteur de confusion possible avec le type (et la marque) des installations de traite. De fait, Bergonier *et al.* (2003) signalent à l'inverse une association entre l'usage de manchons en caoutchouc avec des niveaux de flore totale plus élevés dans les laits de brebis.

Selon Koop *et al.* (2009), l'absence d'hygiène de traite va de pair avec des niveaux de flore plus élevés. Sur le plan qualitatif, des mesures d'hygiène simplifiées, dans la mesure où le contexte sanitaire et environnemental le permet (mamelles propres, état sanitaire maîtrisé, propreté des litières,...) semblent favoriser la richesse des laits en flores d'intérêt technologique et aller dans le sens d'une bonne aptitude fromagère des laits (Tormo *et al.*, 2006).

Les procédures de nettoyage des installations de traite peuvent également influencer les niveaux ou la diversité des flores du lait (Tormo *et al.*, 2006, 2007 ; Olechnowicz *et al.*, 2012). Selon Tormo *et al.* (2006), une température de nettoyage élevée (75°C) diminue la FMAR et une alternance quotidienne de produits acides et alcalins favorise les flores d'altération incluant *Pseudomonas* spp. De façon générale, la mise en œuvre de pratiques d'hygiène plus strictes peuvent induire une plus grande pauvreté des laits en flore totale, au détriment parfois des flores d'intérêt technologique (Tormo *et al.*, 2007).

Différentes pratiques relevant de l'hygiène générale de l'élevage doivent également être prises en compte. A titre d'illustration, un nettoyage non journalier des quais de traite favorise les flores défavorables (coliformes) ou commensales (staphylocoques coagulase négative). Il s'agit donc d'une pratique à risque y compris vis-à-vis de la transformation, sur le plan de la qualité des flores (Tormo *et al.*, 2007). D'autres indicateurs sont parfois cités. Ainsi, Koop *et al.* (2009) mentionnent l'association entre la consistance des fèces et les niveaux de flore totale. Des fèces plus sèches (à relier vraisemblablement avec la nature et l'équilibre de la ration) sont liés à des niveaux de flore plus faibles.

5. Conclusion

Les analyses descriptives réalisées sur les flores et les concentrations cellulaires des laits ne peuvent permettre une interprétation des phénomènes sous-jacents. Celle-ci ne peut être conduite qu'en disposant à la fois d'informations sur la nature des flores et sur les pratiques d'élevage ainsi que sur la gestion des laits (collecte, stockage, refroidissement,...). En ce sens, les travaux conduits par Koop *et al.* (2009) ou Guillou (2011) apportent des éléments d'interprétation intéressants, à analyser toutefois en fonction des contextes d'acquisition de données qui leur sont propres. Une étude équivalente conduite en filière ovine, permettrait d'approfondir les notions de facteurs de risque en matière de flore totale dans le(s) contexte(s) de production français. Force est de constater en effet, la difficulté d'extrapoler les données acquises chez d'autres espèces de ruminants, voire avec d'autres races, d'autres structures de troupeaux et d'autres modalités de gestion des élevages.

L'analyse des corrélations et des cinétiques des concentrations cellulaires et de la flore totale montre que la prise en compte des concentrations cellulaires est vraisemblablement de plus grande importance chez les caprins que chez les ovins. Par ailleurs, chez la brebis, certaines évolutions ne sont peut-être pas perceptibles sur la seule période de collecte, de durée relativement limitée par comparaison à celle des élevages caprins.

Malgré les limites inhérentes à une analyse fondée exclusivement sur des bases de données, l'approche typologique adoptée dans cette étude préliminaire, offre des perspectives intéressantes. Elle permet de mieux caractériser la ou les situations que l'on pourra qualifier de « à risque ». Cette classification des populations met en lumière l'existence de différentes situations qu'il conviendrait de caractériser sur le plan des conduites d'élevage. Elle peut permettre d'orienter les investigations ultérieures dans ce domaine comme sur le plan plus strictement analytique de la caractérisation des flores. Elle laisse présager enfin la possibilité de définir des indicateurs de risque ou des critères d'alerte, fondés sur les cinétiques d'évolution de la flore totale et/ou des concentrations cellulaires en valorisant le caractère prédictif des résultats obtenus par rapport au risque de survenue de dépassements des seuils de qualité du lait. La définition de tels indicateurs permettrait une plus grande réactivité dans l'élucidation et la maîtrise des problèmes rencontrés.

6. Bibliographie

- Bergonier D., de Crémoux R., Rupp R., Lagriffoul G., Berthelot X. 2003. Mastitis of dairy ruminants. *Vet. Res.* 34(5) : 689 – 716.
- Bergonier D., de Crémoux R., Berthelot X., 2010. Spécificités du traitement au tarissement chez les petits ruminants. *Bulletin des GTV.* 56, 215-226.
- Bonnefoy C., Guillet F., Leyral G., Vernes-Bourdais E. 2002. Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires. Collection Biosciences et techniques. Série Sciences des Aliments. ISBN 2-86617-395-5. 248p.
- Cassoli L.D., Machado P.F., de Oliveira Rodrigues A.C., Coldebella A. 2007. Correlation study between standard plate count and flow cytometry for determination of raw milk total bacterial count. *Int. J. Dairy Technol.* 60(1) : 44–48.
- Cassoli LD, Francischetti G, Machado PF, Mourao GB. 2010. The relationship of flow cytometry results with classical measures of bacterial counts in raw refrigerated milk. *Int. J. Dairy Technol.* 63:1–4
- de Crémoux R. 2002. Programme de contrôle des comptages de cellules somatiques (CCS) de troupeaux. Mise au point, application et évaluation de stratégies de contrôle des comptages de cellules somatiques en élevage caprin. Rapport d'étude. Institut de l'Elevage. N° 130231023(022). 113 pp.
- Dik, N., Lipman, L., Koop, G. 2008. The prevalence of some mastitis pathogens in bulk milk of Dutch dairy goats and the relationship with bulk milk somatic cell count and bulk milk standard plate count. Thesis. 1-7.
- Donnelly, C. W., and G. J. Baigent. 1986. Method for flow cytometric detection of *Listeria monocytogenes* in milk. *Appl. Environ. Microbiol.* 52: 689-695.
- Foschino R, Invernizzi A, Barucco R, Stradiotto K. 2002. Microbial composition, including the incidence of pathogens, of goat milk from the bergamo region of Italy during a lactation year. *J Dairy Res.* 69(2) : 213-225.

- Gonzalo C, Carriedo JA, Beneitez E, Juárez MT, De La Fuente LF, San Primitivo F. 2006. Short communication: bulk tank total bacterial count in dairy sheep: factors of variation and relationship with somatic cell count. *J Dairy Sci.* 89(2) : 549-552.
- Guillou T. 2011. Qualité microbiologique et cellulaire du lait caprin : étude descriptive de 20 élevages du Centre-Ouest de la France. Thèse de doctorat vétérinaire. Faculté de médecine de Nantes. 143p.
- Gunasekera, T.S., Dorsch, M.R., Slade, M.B. and Veal, D.A. 2003. Specific detection of *Pseudomonas* spp. in milk by fluorescence in situ hybridization using ribosomal RNA directed probes. *J. Appl. Microbiol.* 94 : 936–945.
- Holm C, Jespersen L. 2003. A flow-cytometric gram-staining technique for milk-associated bacteria. *Appl Environ Microbiol.* 69(5) : 2857-2863.
- Holm C, Mathiasen T, Jespersen L. 2004. A flow cytometric technique for quantification and differentiation of bacteria in bulk tank milk. *J Appl Microbiol.* 97(5) : 935-941.
- Koop G, Nielen M, van Werven T. 2009. Bulk milk somatic cell counts are related to bulk milk total bacterial counts and several herd-level risk factors in dairy goats. *J Dairy Sci.* 92(9) : 4355-4364.
- McClelland RG, Pinder AC. 1994. Detection of *Salmonella* typhimurium in dairy products with flow cytometry and monoclonal antibodies. *Appl Environ Microbiol.* 60(12):4255-4262.
- Muehlherr JE, Zweifel C, Corti S, Blanco JE, Stephan R. 2003. Microbiological quality of raw goat's and ewe's bulk-tank milk in Switzerland. *J Dairy Sci.* 86(12) : 3849-3856.
- Ninane V, Reu K, Oger R, Reybroeck W, Guyot A. 2000. Évaluation du Bactoscan FC pour la numération des bactéries de lait cru. *Lait* 80 : 527–538.
- Olechnowicz, J., Jasekowski, JM., 2012. Somatic cell counts and total bacterial count in bulk tank milk of small ruminants. *Slov. Vet. Res.* 49 (1) : 13-18.
- Pirisi, A., Lauret, A., Duboeuf, J. P. 2007. Basic and incentive payments for goat and sheep milk in relation to quality. *Small Rum. Res.*, 68, 167-178.
- Ramsahoi L, Gao A, Fabri M, Odumeru JA. 2011. Assessment of the application of an automated electronic milk analyzer for the enumeration of total bacteria in raw goat milk. *J Dairy Sci.* 94(7) : 3279-3287.
- Rasolofo EA, St-Gelais D, LaPointe G, Roy D. 2010. Molecular analysis of bacterial population structure and dynamics during cold storage of untreated and treated milk. *Int J Food Microbiol.* 138 (1-2) : 108-118.
- Suhren G., Reichmuth J. 2000. Interpretation of quantitative microbiological results. *Milchwissenschaft.* 55 : 18-22.
- Suhren G., Reichmuth J., Walte HG. 2001. Bacteriological quality of raw milk : conversion of Bactoscan FC counts onto the scale of the official method. *Milchwissenschaft.* 56 : 380-384.
- Tirard-Collet, P., Zee, J.A., Carmichael, L., Simard, R.E. 1991. A study of the microbiological quality of goat milk in Quebec. *J. Food Prot.* 54(4) : 263-266.
- Tomáška M., Suhren G. 2004. Verification study on Bactoscan FC counts conversion onto the scale of the reference method. *Milchwissenschaft.* 59 : 261-262.
- Tomáška M., Suhren G., Hanus O., Walte HG, Slotková A., Hofericová M. 2006. The application of flow cytometry in determining the bacteriological quality of raw sheep's milk in Slovakia. *Lait.* 86 : 127-140
- Tormo H., Ali Haimoud Lekhal D., Laithier C. 2006. Les microflores utiles des laits crus de vache et de chèvre : principaux réservoirs et impact de certaines pratiques d'élevage. *3R.* 13. 305-308.
- Tormo H., Ali Haimoud Lekhal D., Lopez C. 2007. Flore microbienne des laits crus de chèvre destinés à la transformation fromagère et pratiques des producteurs. *Rech. Renc. Rum.* 14. 87-90.
- Trossat P., Rollier P., Broutin P. 2002. Evaluation of the Bactocount IBC. *La Lettre de Cécalait.* 30 : 34-43.
- Zeng S.S., Escobar E.N. 1995. Effect of parity and milk production on somatic cell count, standard plate count and composition of goat milk. *Small Rum. Res.* 17(3) : 269-274.
- Zweifel C., Muehlherr J.E., Ring M., Stephan R. 2005. Influence of different factors in milk production on standard plate count of raw small ruminant's bulk-tank milk in Switzerland. *Small Rum. Res.* 58(1) : 63-70.

Annexes

Annexe 1 : En filière ovine : Distribution de la population des élevages*campagnes (N=6107) selon le nombre de décades associées à des dépassements des seuils de concentrations cellulaires de 500 000, 800 000 et 1 100 000 cellules par ml.

Nombre de décades associées à des dépassements de seuils	Seuil de 500 000 cel/ml		Seuil de 800 000 cel/ml		Seuil de 1 100 000 cel/ml	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
0	104	1,7	1 522	24,9	3 780	61,9
1	167	2,7	1 027	16,8	1 145	18,7
2	188	3,1	751	12,3	495	8,1
3	228	3,7	547	9	235	3,8
4	244	4	406	6,6	138	2,3
5	245	4	328	5,4	89	1,5
6	233	3,8	240	3,9	58	0,9
7	263	4,3	255	4,2	36	0,6
8	286	4,7	212	3,5	28	0,5
9	322	5,3	171	2,8	24	0,4
10	279	4,6	140	2,3	18	0,3
11	317	5,2	114	1,9	17	0,3
12	286	4,7	87	1,4	15	0,2
13	302	4,9	73	1,2	8	0,1
14	315	5,2	64	1	7	0,1
15	282	4,6	38	0,6	3	0
16	301	4,9	29	0,5	3	0
17	340	5,6	27	0,4	5	0,1
18	299	4,9	16	0,3	1	0
19	300	4,9	21	0,3	1	0
20	260	4,3	17	0,3	1	0
21	203	3,3	7	0,1	0	0
22	174	2,8	9	0,1	0	0
23	87	1,4	4	0,1	0	0
24	47	0,8	0	0	0	0
25	22	0,4	2	0	0	0
26	9	0,1	0	0	0	0
27	2	0	0	0	0	0
28	2	0	0	0	0	0
Total	6 107	100	6 107	100	6 107	100

Annexe 2 : En filière ovine : Valeurs propres des axes de l'Analyse en Composantes Principales réalisée sur les variables-résumées de flore totale et de concentrations cellulaires

Annexe 2.1 Valeurs propres des axes

Axe principal	Valeur propre	Différence	Proportion	Proportion cumulée
Axe 1	3,902	1,989	0,434	0,434
Axe 2	1,913	0,742	0,213	0,646
Axe 3	1,171	0,304	0,130	0,776
Axe 4	0,868	0,318	0,096	0,873
Axe 5	0,550	0,234	0,061	0,934
Axe 6	0,316	0,182	0,035	0,969
Axe 7	0,133	0,044	0,015	0,984
Axe 8	0,090	0,032	0,010	0,994
Axe 9	0,058	.	0,006	1,000

7 axes ont été conservés pour réaliser la typologie.

Annexe 2.2 Corrélations entre variables et axes principaux

Variable	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Axe 5	Axe 6	Axe 7	Axe 8	Axe 9
Moyenne log(Flore totale)	0,854	-0,151	0,057	-0,236	0,059	-0,394	0,173	0,030	0,007
Moyenne log(Cellules)	0,650	-0,695	0,186	-0,021	0,113	0,118	-0,040	-0,013	-0,175
Écart-type log(Flore totale)	0,576	0,394	0,148	-0,529	-0,386	0,239	0,069	0,016	-0,008
Écart-type log(Cellules)	-0,118	0,591	0,567	-0,237	0,506	0,050	-0,007	-0,002	-0,005
Coefficient de corrélation entre log(Flore totale) et log(Cellules)	-0,132	-0,030	0,851	0,394	-0,309	-0,085	0,013	0,004	0,005
Proportion de contrôles avec dépassement de flore totale > 80 000 ufc/ml	0,893	0,284	0,008	-0,065	-0,077	-0,163	-0,288	-0,045	0,022
Nombre de plages de contrôles avec dépassement de flore totale > 80 000 ufc/ml	0,790	0,383	-0,118	0,387	0,060	0,097	0,115	-0,199	0,003
Durée maximale des plages de contrôles avec dépassement de flore totale > 80 000 ufc/ml	0,782	0,381	-0,129	0,405	0,075	0,099	0,015	0,216	-0,007
Proportion de contrôles avec dépassement de concentrations cellulaires > 500 000 cellules/ml	0,596	-0,727	0,190	-0,036	0,135	0,182	-0,010	0,004	0,163

Annexe 3 : En filière caprine : Valeurs propres des axes de l'Analyse en Composantes Principales réalisée sur les variables-résumées de flore totale et de concentrations cellulaires

Annexe 3.1 Valeurs propres des axes

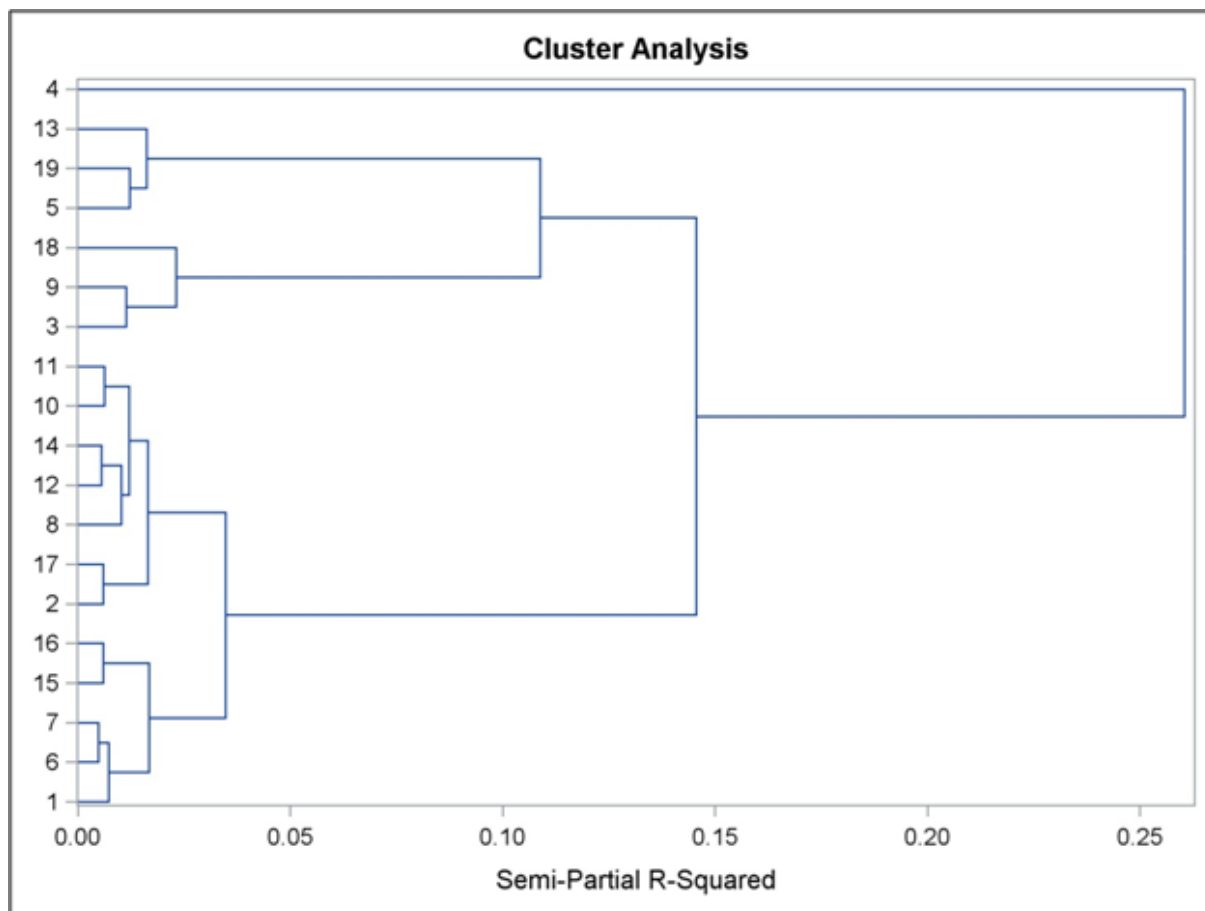
Axe principal	Valeur propre	Différence	Proportion	Proportion cumulée
Axe 1	6,32	4,11	0,451	0,451
Axe 2	2,21	0,86	0,158	0,609
Axe 3	1,35	0,15	0,096	0,705
Axe 4	1,20	0,44	0,085	0,790
Axe 5	0,75	0,18	0,054	0,844
Axe 6	0,58	0,12	0,041	0,885
Axe 7	0,45	0,14	0,032	0,918
Axe 8	0,31	0,05	0,022	0,940
Axe 9	0,26	0,06	0,019	0,958
Axe 10	0,20	0,06	0,014	0,973
Axe 11	0,14	0,04	0,010	0,983
Axe 12	0,10	0,02	0,007	0,990
Axe 13	0,08	0,02	0,006	0,996
Axe 14	0,06		0,004	1,000

10 axes ont été conservés pour réaliser la typologie.

Annexe 3.2 Corrélations entre les variables-résumés et les 10 premiers axes principaux

Variable	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Axe 5	Axe 6	Axe 7	Axe 8	Axe 9	Axe 10
Moyenne log(Flore totale)	<u>0,659</u>	-0,416	-0,088	0,382	0,162	-0,115	-0,327	0,161	0,225	0,018
Moyenne log(Cellules)	<u>0,590</u>	0,287	-0,451	0,319	0,342	0,225	-0,030	0,140	-0,222	0,135
Écart-type log(Flore totale)	0,429	-0,210	<u>0,616</u>	0,228	-0,060	<u>0,563</u>	0,120	-0,009	0,047	0,037
Écart-type log(Cellules)	0,358	0,286	<u>0,758</u>	0,110	-0,144	-0,287	-0,201	0,115	-0,191	0,084
Coefficient de corrélation entre log(Flore totale) et log(Cellules)	0,171	<u>0,522</u>	0,363	-0,309	<u>0,662</u>	-0,068	0,094	-0,015	0,131	-0,009
Proportion de contrôles avec dépassement de flore totale > 50 000 ufc/ml	<u>0,764</u>	<u>-0,544</u>	0,076	0,179	0,080	-0,050	-0,044	-0,120	0,060	-0,067
Nombre de plages de contrôles avec dépassement de flore totale > 50 000 ufc/ml	<u>0,687</u>	<u>-0,535</u>	0,034	-0,025	0,084	-0,159	0,333	0,150	-0,159	-0,168
Durée maximale des plages de contrôles avec dépassement de flore totale > 50 000 ufc/ml	<u>0,735</u>	<u>-0,505</u>	-0,009	-0,122	0,068	-0,188	0,172	-0,185	-0,032	0,252
Proportion de contrôles avec dépassement de concentrations cellulaires > 3 millions cell/ml	<u>0,812</u>	0,432	-0,098	0,189	-0,046	-0,007	-0,055	-0,132	-0,151	-0,110
Nombre de plages de contrôles avec concentrations cellulaires > 3 millions cell/ml	<u>0,663</u>	<u>0,527</u>	-0,054	0,285	-0,192	-0,113	0,238	0,080	0,202	-0,018
Durée maximale des plages de contrôles avec concentrations cellulaires > 3 millions cell/ml	<u>0,754</u>	0,495	-0,114	0,132	-0,208	-0,060	0,126	-0,107	0,092	0,058
Proportion de contrôles avec dépassements conjoints flore et cellules	<u>0,882</u>	0,073	-0,007	-0,220	0,039	0,091	-0,211	-0,205	-0,033	-0,202
Nombre de plages de contrôles avec dépassements conjoints flore et cellules	<u>0,752</u>	0,014	-0,071	<u>-0,516</u>	-0,150	0,096	-0,003	0,320	0,038	-0,035
Durée maximale des plages de contrôles avec dépassements conjoints flore et cellules	<u>0,767</u>	0,012	-0,116	<u>-0,540</u>	-0,149	0,098	-0,136	-0,032	0,022	0,141

Annexe 4 : En filière caprine : Agrégation des 19 classes typologiques obtenues à partir des variables-résumés, en 6 classes consolidées par classification ascendante hiérarchique

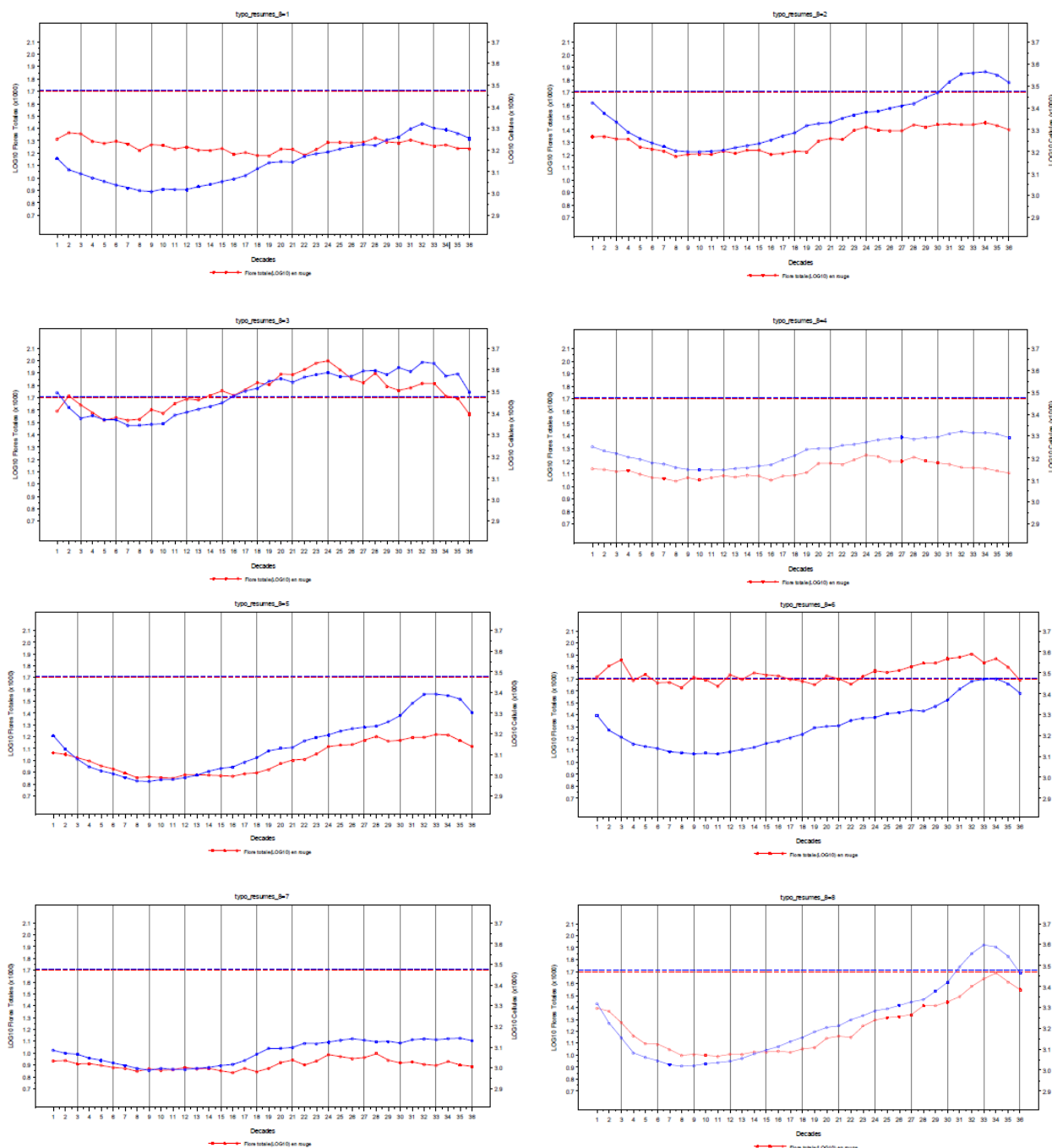


Annexe 5 : En filière caprine : Partition consolidée en 8 classes à partir des 8 variables résumés de niveaux (flore totale et concentrations cellulaires), dispersion (écarts-types des résultats de flore totale et concentrations cellulaires), corrélation flore-cellules, pourcentages de dépassements des seuils de flore totale et de concentrations cellulaires, pourcentage de dépassements conjoints

Annexe 5.1 : Caractéristiques moyennes des 8 classes typologiques d'élevages*années

	Moy. log(FT)	Moy. log(Cell)	Ect. log(FT)	Ect. log(Cell)	Corr.log(FT) et log(Cell)	Dépassements du seuil de flore totale de 50 000 ufc/ml % de contrôles concernés	Dépassements du seuil de cellules de 3 millions cel/ml % de contrôles concernés	Dépassements conjoints des seuils flore et cellules % de contrôles concernés
Classe 1/8 (N=1371)								
Moyenne	1,2589	3,1313	0,3984	0,1589	0,094	0,1319	0,0385	0,0060
Ecart-type	0,1663	0,0929	0,0930	0,0458	0,242	0,0748	0,0393	0,0138
Minimum	0,6981	2,6066	0,1688	0,0453	-0,663	0,0000	0,0000	0,0000
Maximum	1,6697	3,3989	0,7907	0,3356	0,771	0,4333	0,2500	0,0769
Classe 2/8 (N=1020)								
Moyenne	1,3118	3,3371	0,3133	0,1720	0,4862	0,1174	0,2011	0,0520
Ecart-type	0,1543	0,0665	0,0745	0,0422	0,2317	0,0803	0,1033	0,0414
Minimum	0,8093	3,1432	0,1032	0,0495	-0,4763	0,0000	0,0385	0,0000
Maximum	1,6830	3,5443	0,5943	0,3437	0,9046	0,3889	0,7000	0,2222
Classe 3/8 (N=132)								
Moyenne	1,7563	3,4906	0,4085	0,1820	0,5569	0,5083	0,5380	0,3619
Ecart-type	0,2258	0,0813	0,1306	0,0604	0,2542	0,2037	0,1685	0,1636
Minimum	1,1840	3,3019	0,1435	0,0608	-0,4650	0,1034	0,2333	0,1034
Maximum	2,4106	3,7131	0,7524	0,4030	0,9351	1,0000	0,9143	0,8333
Classe 4/8 (N=1997)								
Moyenne	1,1349	3,2299	0,2468	0,1179	0,3933	0,0310	0,0392	0,0034
Ecart-type	0,1495	0,0594	0,0589	0,0305	0,2151	0,0388	0,0415	0,0099
Minimum	0,6805	3,0565	0,0898	0,0444	-0,4839	0,0000	0,0000	0,0000
Maximum	1,5983	3,4259	0,4441	0,2112	0,9196	0,2917	0,2222	0,0690
Classe 5/8 (N=2073)								
Moyenne	1,0097	3,1301	0,3113	0,1997	0,6045	0,0308	0,0666	0,0132
Ecart-type	0,1595	0,0813	0,0648	0,0379	0,1617	0,0317	0,0421	0,0180
Minimum	0,5448	2,7878	0,1328	0,1051	-0,0140	0,0000	0,0000	0,0000
Maximum	1,5072	3,3276	0,5762	0,3870	0,9377	0,1923	0,2593	0,0833
Classe 6/8 (N=359)								
Moyenne	1,7462	3,2348	0,4475	0,1764	0,2094	0,4879	0,1068	0,0722
Ecart-type	0,2346	0,1173	0,1400	0,0558	0,3210	0,1716	0,0774	0,0593
Minimum	1,3950	2,7810	0,1448	0,0395	-0,7732	0,2188	0,0000	0,0000
Maximum	3,0186	3,4695	0,9798	0,4033	0,8461	1,0000	0,3871	0,2400
Classe 7/8 (N=1799)								
Moyenne	0,9046	3,0711	0,2511	0,1218	0,2725	0,0118	0,0082	0,0001
Ecart-type	0,1537	0,0780	0,0621	0,0345	0,2287	0,0195	0,0164	0,0021
Minimum	0,5175	2,6459	0,0903	0,0459	-0,4096	0,0000	0,0000	0,0000
Maximum	1,3804	3,2582	0,4778	0,2716	0,8147	0,1034	0,1143	0,0345
Classe 8/8 (N=1021)								
Moyenne	1,2078	3,2131	0,4559	0,2448	0,6587	0,1306	0,1356	0,0681
Ecart-type	0,1781	0,0825	0,0849	0,0450	0,1850	0,0725	0,0630	0,0372
Minimum	0,7358	2,8532	0,2185	0,1113	-0,1481	0,0000	0,0000	0,0000
Maximum	1,6439	3,4401	0,8712	0,4648	0,9652	0,3704	0,5806	0,2069
Total (N=9772)								
Moyenne	1,1410	3,1788	0,3209	0,1637	0,4068	0,0842	0,0754	0,0244
Ecart-type	0,2548	0,1178	0,1062	0,0575	0,2847	0,1243	0,0969	0,0557
Minimum	0,5175	2,6066	0,0898	0,0395	-0,7732	0,0000	0,0000	0,0000
Maximum	3,0186	3,7131	0,9798	0,4648	0,9652	1,0000	0,9143	0,8333

Annexe 5.2 : Classes typologiques (partition à 8 classes) des élevages caprins fondées sur les dépassements de flore totale (seuil de 50 000 ufc/ml) et de concentrations cellulaires (seuil de 3 millions cellules/ml) sans intégration de la notion de durée de dépassement et de nombre de plages de dépassement



Deux groupes de classes se distinguent, les classes 4/8, 5/8 et 7/8 se caractérisant globalement par des niveaux de flore totale et de concentrations cellulaires inférieurs à la moyenne. La classe 5/8 présente une corrélation moyenne élevée entre flore totale et concentrations cellulaires (0,604) malgré des niveaux de flore totale faibles. Les classes 4/8 et 7/8 semblent associées à des évolutions de concentrations cellulaires peu marquées par la saisonnalité.

Les classes 1/8 et 6/8 présentent des analogies et s'agrègent rapidement au cours d'une classification ascendante hiérarchique : les niveaux de flore totale sont plus élevés que la moyenne et avec une dispersion importante ; les niveaux de concentrations cellulaires sont inférieurs à la moyenne mais marqués par une certaine saisonnalité.

Les dépassements des seuils de concentrations cellulaires surviennent en octobre dans la classe 2/8, plus précocement en juin dans la classe 3/8.

La classe 6/8 se caractérise par de forts niveaux de flore totale et des accroissements de concentrations cellulaires survenant à partir de novembre sans corrélation marquée entre flore totale et concentrations cellulaires (0,21 en moyenne).

La classe 8/8 pourrait correspondre à des élevages « à risque » avec des dépassements de seuil sur les concentrations cellulaires en novembre et sur la flore totale en décembre.

Flore totale en filières de petits ruminants - Investigations sur les élévations inexpliquées de germes totaux

La mise en évidence, au cours de ces dernières années, d'élévations inexpliquées de la flore totale dans les filières de petits ruminants laitiers a suscité la mise en place, à titre exploratoire, d'une étude visant à préciser les problématiques rencontrées. Sur le plan analytique, les particularités des laits de chèvres et de brebis nécessitent l'établissement de procédures de calibration spécifiques. Bien que vraisemblablement modérée, l'incidence de concentrations cellulaires très élevées (au-delà de 4 millions de cellules par ml) sur les résultats des dénombrements automatisés, mériterait d'être quantifiée, particulièrement en élevages caprins. Les cas de non concordance entre résultats obtenus par la méthode de référence et par les techniques de comptages automatisées, en relation ou non avec des élévations inexpliquées de la flore totale, incitent enfin, à la réalisation d'une étude comparative entre les différents types ou générations de BactoScan® et la technique de référence dans des contextes variés tenant compte des typologies d'évolution de la flore totale au cours du temps. Les résultats de flore totale sur 3 à 5 ans (moyennes géométriques de 28 000 et 13 800 ufc/ml dans les troupeaux ovins et caprins), témoignent d'une maîtrise globale des conditions d'hygiène des élevages, incluant la traite, la collecte et le stockage du lait. L'analyse typologique a permis l'identification de profils d'élevages, peu fréquents, associés à des élévations récurrentes ou persistantes (plus de 3 décades) de la flore totale. La caractérisation de ces populations (structure, conduites d'élevage) permettrait d'approfondir la connaissance des facteurs de risque associés. Par ailleurs une valorisation de ces typologies est envisageable sous un angle prédictif : la définition d'indicateurs de risque ou de critères d'alerte devrait favoriser une plus grande réactivité dans l'élucidation et la maîtrise des problèmes rencontrés.



Édité par :

l'Institut de l'Élevage
www.idele.fr

Dépôt légal :

3^e trimestre 2012
© Tous droits réservés à l'Institut de l'Élevage
Octobre 2012
Réf : 00 12 38 040 - ISSN 1773-4738

EN COLLABORATION AVEC :



AVEC LE SOUTIEN FINANCIER DE :

