

PROJET LITIÈRES

Etude bibliographique

Ecologie microbienne des litières en élevage laitier bovin

Avril 2025



Table des matières

INTRODUCTION	3
PARTIE 1 : Description des communautés microbiennes des litières en élevage laitier ..	4
1.1 Microflore utiles dans le contexte de l'élevage et de la fabrication fromagère	4
1.2 La microflore indésirable.....	7
1.3 La microflore pathogène	8
1.4 Tableau récapitulatif des espèces et genres	8
PARTIE 2 : Facteurs influençant les communautés microbiennes	10
2.1 Le choix de la litière	10
2.2 Impact du pH	11
2.3 Impact de l'humidité avec et sans asséchant	11
2.4 Impact de la température	11
2.5 Impact du renouvellement et de l'entretien des litières	12
2.6 Impact de l'utilisation d'additifs.....	12
PARTIE 3 : Microbiotes des litières et santé animale.....	14
3.1 Litières et mammites	14
3.2 Litières et santé du pied	15
CONCLUSION.....	16
BIBLIOGRAPHIE	17
CONTACT	20



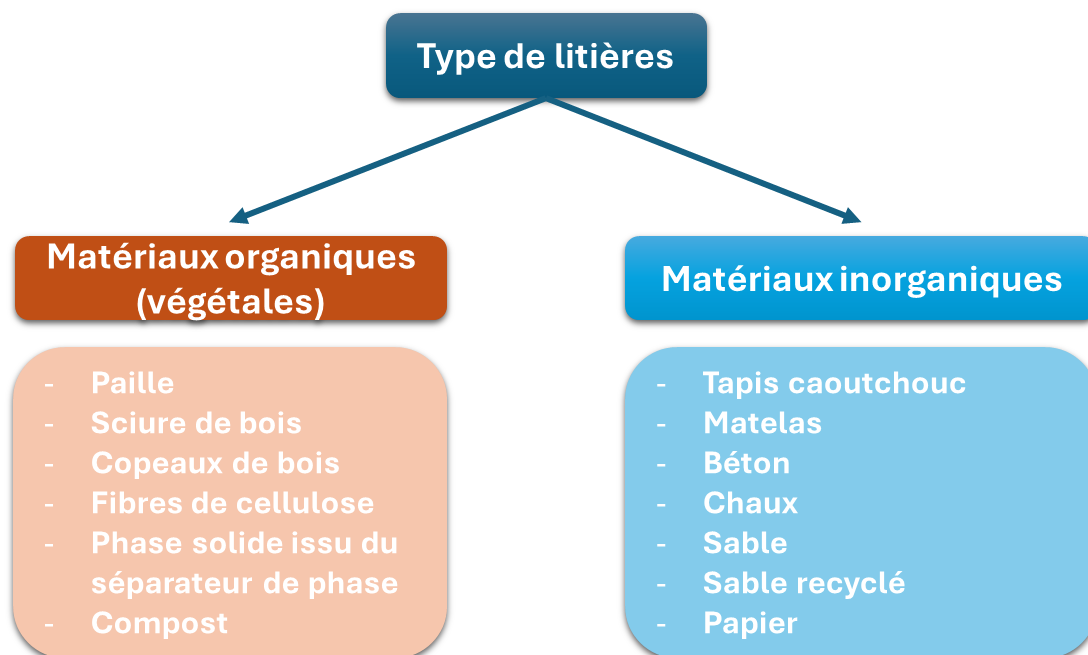
INTRODUCTION

Les litières constituent un réservoir microbien d'une grande diversité. Elles forment un milieu propice au développement des micro-organismes selon, entre autres, leur contenu en azote, leur taux de matière organique, leur pH et leur humidité.

Certains micro-organismes présents dans les litières peuvent se retrouver dans le lait cru, par l'intermédiaire du trayon.

Ainsi, les choix et les pratiques de gestion des litières, mais aussi les pratiques d'hygiène de traite, peuvent impacter la nature et la quantité de micro-organismes dans l'environnement des fermes et dans le lait cru produit par les animaux vivants dans ces bâtiments.

Les litières représentent une couche de matériau isolant de nature variable mis sur le sol du lieu où les animaux séjournent et se couchent. Elles présentent deux typologies, organiques ou inorganiques. Le choix de celles-ci influence les micro-organismes présents.



Les litières constituent un des réservoirs microbiens des laits, au carrefour d'enjeux liés aux risques sanitaires, mais aussi à la santé animale et à la qualité microbiologique des laits et des fromages.

Le but de cette synthèse est de mettre en évidence les pratiques mises en œuvre pour gérer les litières dans les élevages ainsi que leurs conséquences sur les microbiotes des litières et du lait cru.

PARTIE 1 : Description des communautés microbiennes des litières en élevage laitier

La litière contient généralement entre 10^8 et 10^9 micro-organismes (en UFC/gramme, UFC : Unité Formant Colonie - Cauquil, 2011).

Les litières présentent de nombreux groupes microbiens avec notamment des familles majoritaires comme les *Proteobacteria*, *Actinobacteria*, *Firmicutes* et *Bacteroidetes* (Ray et al, 2022). Les *Corynebacterium* sont très souvent présents dans les litières conjointement aux *Aerococcus* (Eliasson et al, 2024). Environ **200 espèces bactériennes** ont été identifiées à la surface de la zone de couchage des vaches laitières (projet PEPIT Litières ; Lecaudé, 2024).

La littérature autour des espèces fongiques des litières est peu abondante, on note néanmoins dans certaines études la présence d'*Aspergillus* (*A. Niger*, *A. fumigatus*) de certains *Penicillium* (*P. Solitum*, *P. chrysogenum*) et *Talaromyces* (*T. Radicus*, *T. verruculosum*) (Neher et al, 2022). Ces espèces n'interviennent aucunement dans la fabrication fromagère. Une autre étude a recensé quelques espèces comme *Absidia corymbifera*, *Wallemia sebi*, *Aspergillus nidulans* (Reboux et al, 2001).

1.1 Microflore utiles dans le contexte de l'élevage et de la fabrication fromagère

Est considéré comme utile pour la fromagerie et la santé animale, toute espèce qui n'entraînera pas de défaut de fabrication, qui n'induera pas de pathogénicité pour les consommateurs ou les animaux, ou toute espèce commensale ou mutualiste avec ces dernières sans pour autant favoriser d'espèce indésirable. Toute espèce ne présentant pas de concurrence sur les micro-organismes d'intérêt et ayant un effet anti-pathogène est également considérée comme "utile".

La FMAR (Flore Mésophile Aérobie Revivable) est un indicateur régulièrement utilisé en fromagerie. Elle désigne l'ensemble des micro-organismes capables de se multiplier sur un milieu non sélectif en aérobie à des températures optimales de croissance comprises entre 20 et 45°C.

Une étude (Joandel, 2007) a pu comparer les litières et les bouses dans 20 exploitations. Les résultats suivants sont apparus :

- les bouses sont à 6,58 log₁₀ UFC/g de FMAR de bouse (FMAR qui correspond aux germes totaux)
- la litière usagée à 9 log₁₀ UFC/g de FMAR de litière

Les litières usagées sont donc des milieux très favorables au développement microbien (Joandel, 2007).

Des **bactéries lactiques** permettant l'acidification du caillé, comme les *Lactobacillus*, et *Lactococcus* ainsi que de nombreux *Corynebacterium* impliqués dans l'étape de l'affinage des fromages ont également été identifiés dans les litières (Lecaudé, 2024). Des streptocoques et entérocoques (appartenant également aux groupes dans des bactéries lactiques) sont très couramment rencontrés dans les litières. La paille présenterait des niveaux de streptocoques 10 à 100 fois plus élevés que ceux dénombrés dans les sciures et copeaux de bois. (Rendos et al., 1975).

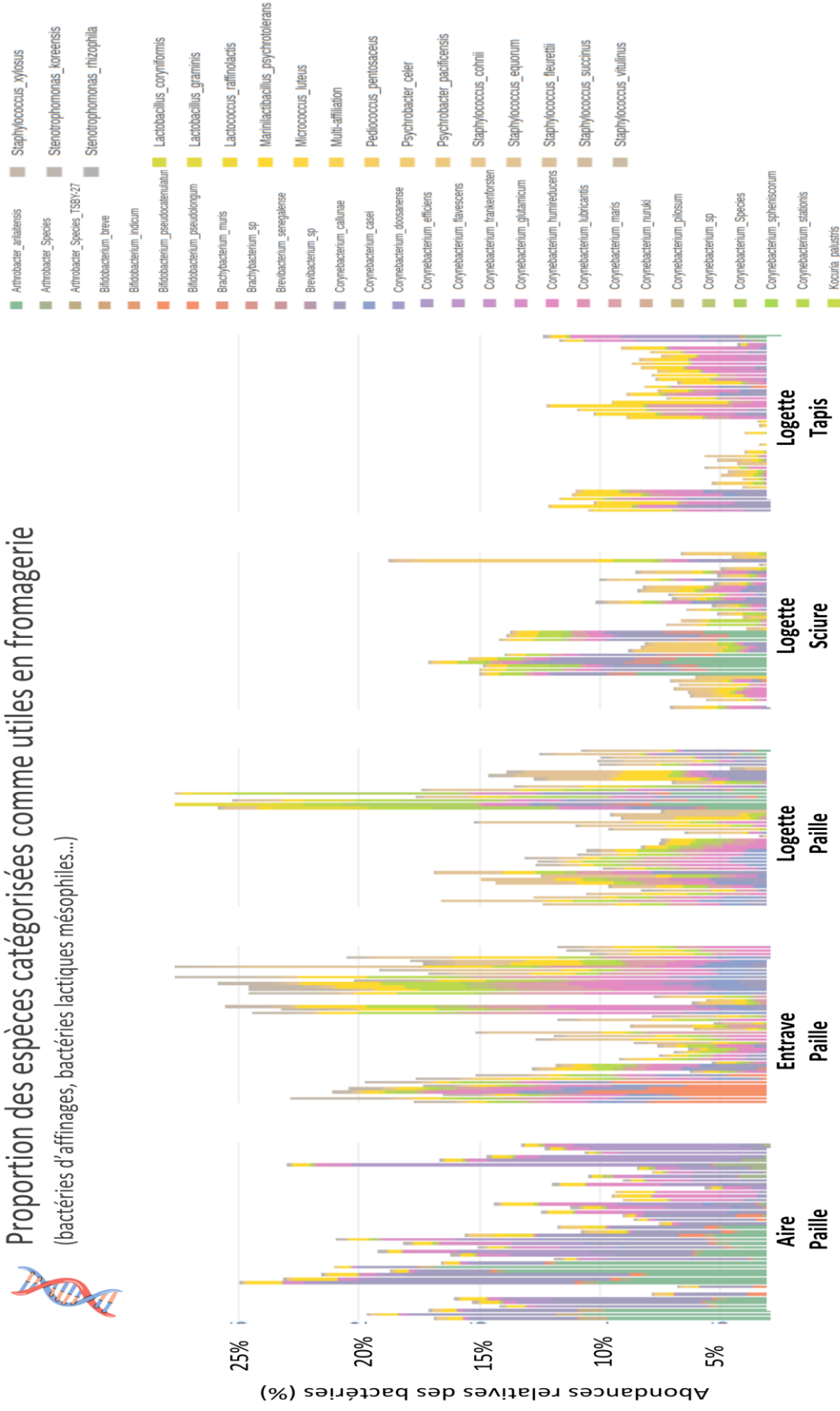
La microflore d'affinage représente l'ensemble des micro-organismes présentant un intérêt organoleptique, notamment l'élaboration du goût pendant l'affinage. C'est le cas par exemple des « microcoques, les staphylocoques non pathogènes (*S. xylosus* présent dans les litières), les bactéries corynéformes (*Brevibacterium*, *Arthrobacter*, *Corynebacterium*, etc.) » (Beuvier & Feutry, 2005). Certaines bactéries, de type halophile (qui ont besoin de sel pour se développer) joueraient un rôle potentiel dans la production d'arômes en libérant des quantités importantes de composés volatils tels que les sulfures, l'acétone, l'ammoniac et l'éthanol (Kothe et al., 2021). Certaines de ces bactéries sont présentes à la surface des litières notamment *Marinilactbacillus psychrotolerans*. Les **bactéries propioniques**, capables de fermenter l'acide lactique, sont aussi présentes. Dans une étude (Joandel, 2007), les échantillons de litières analysés montraient soit des dénombrements très faibles (inférieur au seuil de détection de 10 UFC/g de litière), soit très élevés (supérieurs à 10 000 UFC/g de litière). Cela signifie que lorsqu'elles sont présentes, elles le sont en grand nombre. Enfin, ces bactéries propioniques sont observées en plus grand nombre dans les élevages en étables entravées et en particulier celles avec un sol en béton avec des niveaux supérieurs d'1 log UFC/mL à ceux observés dans les élevages à stabulation libre (Cauquil, 2011).

La figure ci-dessous présente les systèmes investigués dans le cadre du projet Litières (en Savoie uniquement), et leur composition en bactéries référencées dans les fonctions fromagères. Ces espèces considérées comme **utiles** en fromagerie représentaient **au moins 10%** des bactéries de la surface des zones de couchage (en abondance relative ; Lecaudé, 2024), selon les connaissances actuelles.



Proportion des espèces catégorisées comme utiles en fromagerie

(bactéries d'affinages, bactéries lactiques mésophiles...)



De nombreuses espèces du rumen, de la peau, et du microbiote intestinal bovin, pouvant être un indicateur de la santé des animaux sont aussi présentes dans les litières. Des bactéries comme *Ruminobacter amylophilus*, *Sporobacter termitidis*, *Succinivibrio dextrinolvans* ou encore *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Prevotella ruminis*, capable de dégrader la cellulose et l'hémicellulose, l'amidon et la pectine, sont mentionnées dans plusieurs études, confirmant leur intérêt pour le microbiote bovin (Patel et al, 2019). Quelques archées du genre *Methanobrevibacter* sont détectées dans les litières. Beaucoup de coliformes, fécaux comme non fécaux, sont également retrouvés dans les litières. Ces coliformes, étant capables de fermenter le lactose, peuvent avoir un intérêt fromager ou au contraire peuvent provoquer des défauts.

Concernant les levures et moisissures, plusieurs études (Neher et al, 2022, Verdiez-Metz et al, 2023) ont mis au jour la présence de *Debaryomyces hansenii* et de *Pichia fermentans* dans les litières. Ces deux espèces sont couramment retrouvées en transformation fromagère (Lecaude et al, 2024, Irlinger et al., 2015).

1.2 La microflore indésirable

La microflore indésirable regroupe tous les micro-organismes qui sont défavorables à la qualité finale du produit, ou même à la bonne santé de l'animal.

La microflore d'altération correspond aux micro-organismes responsables d'altération du goût des fromages ou de leur aspect. Les principales bactéries provoquant des déviations sont les coliformes, les spores butyriques et les bactéries psychrotrophes. Les coliformes (présents dans le tube digestif des animaux et dans les matières fécales comme *Enterobacter cloacae*) sont responsables des gonflements précoces, tandis que les butyriques génèrent des gonflements tardifs et des défauts de goût par fermentation butyrique (par exemple *Clostridium tyrobutyricum*). Les bactéries psychrotrophes (telles que des *Pseudomonas*) peuvent donner un goût de rance ou d'amertume aux fromages et peuvent altérer leur aspect (pigmentation, aspect poisseux).

Dans les litières, certaines espèces d'altération ont été détectées comme *Clostridium disporicum*, les *Lachnoclostridium*, plusieurs *Pseudomonas* et *Psychrobacter*, *Acinetobacter johnsonii*, *Tyzzeraella* (Lecaude, 2024).

1.3 La microflore pathogène

La microflore pathogène représente les germes considérés comme pathogènes pour la santé humaine et animale, car ils provoquent des troubles avec des conséquences plus ou moins graves pour leur hôte. Certains sont potentiellement pathogènes tandis que d'autres sont strictement pathogènes, en raison de leur présence ou de leur production de toxines. Les plus cités sont *Listeria monocytogènes*, *Salmonella spp.* (Alanis et al, 2021), *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*, productrices de shigatoxines (STEC). La liste n'est pas exhaustive, d'autres espèces moins citées (comme *Yersinia enterocolitica*, *Bacillus Cereus*, *Campylobacter jejuni*, *Klebsiella*, *Shigella*, *Mycoplasma*, *Yersinia...*) sont à ne pas négliger (Beuvier & Desmasures, 2011 ; Beuvier & Feutry, 2005). Certaines espèces comme les *Corynebacterium bovis* sont fréquemment observées dans les litières, et peuvent être responsables de mammites s'ils se développent sur le trayon. Les genres *Klebsiella*, *Shigella* sont aussi fréquemment observés dans les litières (Zdanowicz et al, 2004 ; Godden et al, 2008 ; Robles et al, 2020 ; Ray et al, 2022).

De même, des espèces impliquées dans la maladie de Mortellaro ont été détectées dans les litières (*Treponnema brennaborensis* notamment, Lecaude, 2024), ainsi que des genres impliqués dans les dermatites digitées (*Treponema*, *Mycoplasma*, *Fusobacterium*, *Porphyromonas* et *Dichelobacter*) (Li et al, 2021).

1.4 Tableau récapitulatif des espèces et genres

Le tableau ci-dessous présente un récapitulatif des espèces et genres microbiens de cette synthèse, qui se trouvent également dans les litières :

Genre	Espèce	Grandes fonctions
Corynebacterium	sp	Commensale de la peau, sol, lait cru
Aerococcus	sp	Commensale de la peau, lait cru, sol
Aspergillus	fumigatus	Impliquée dans la maladie des poumons de l'éleveur
Lactococcus	sp	Bactéries lactiques acidifiante en fromagerie
Lactobacillus	sp	Bactérie lactiques acidifiante en fromagerie
Staphylococcus	xylosus	Bactérie utile en fromagerie
Arthrobacter	sp	Bactérie d'affinage
Brevibacterium	sp	Bactérie d'affinage
Marinilactibacillus	psychrotolerans	Bactérie halophile pouvant être impliquée dans les arômes fromagers
Hafnia	alvei	Rôle anti-Listeria
Ruminobacter	amylophilus	Commensale du rumen et des intestins bovins
Sporobacter	termitidis	Largement représentée dans les différents écosystèmes et réservoirs
Succinivibrio	dextrinosolvens	Commensale du rumen et des intestins bovins
Butyrivibrio	fibrisolvens	Commensale du rumen et des intestins bovins
Prevotella	ruminis	Commensale du rumen et des intestins bovins. Se retrouve aussi dans la bouche des ruminants
Methanobrevibacter (archée)	sp	Productrice de méthane
Debaryomyces	hansenii	Présent dans la litière, le lait, le fromage, intérêt organoleptique de certaines souches
Pichia	fermentans	Rôle organoleptique
Clostridium	tyrobutyricum	Indésirable en fromagerie
Clostridium	disporicum	Indésirable en fromagerie
Pseudomonas	sp	Indésirable en fromagerie
Acinetobacter	johnsonii	Indésirable en fromagerie
Tyzzarella	sp	Indésirable en fromagerie
Salmonella	spp	Pathogène stricte
Listeria	monocytogenes	Pathogène stricte
Staphylococcus	aureus	Pathogène stricte
Escherichia	coli	Pathogène stricte pour les productrices de Shigatoxines
Yersinia	enterolitica	Pathogène la plupart du temps
Bacillus	cereus	Pathogène stricte
Campylobacter	jejuni	Pathogène stricte
Mycoplasma	sp	La plupart des espèces sont pathogènes
Corynebacterium	bovis	Agent principal des mammites
Treponema	brennaborensis	Un des agents de la Mortellaro
Fusobacterium	necrophorum	Impliquée dans des dermatites digitées
Porphyromonas	sp	Peut-être pathogène
Streptococcus	uberis	Agent des mammites
Streptococcus	dysgalactiae	Agent des mammites
Lactococcus	garvieae	Agent d'infections intra-mammaires
Klebsiella	pneumoniae	Provoque des pneumonies si très abondante dans une litière volatile

PARTIE 2 : Facteurs influençant les communautés microbiennes

2.1 Le choix de la litière

Différents matériaux peuvent être utilisés : la paille, la sciure, les copeaux de bois, les fibres de cellulose, le sable, la chaux, le papier, les tapis.

Les litières de type organique (paille, sciure de bois, copeaux de bois...) ont tendance à contenir des niveaux plus élevés de bactéries environnementales que dans les litières inorganiques (Hogan, 1997; Eckes et al, 2001; Bey et Reneau, 2002). La paille présenterait 10 à 100 fois plus de *Streptocoques* et de *Staphylocoques* que les sciures et copeaux de bois (Rendos et al, 1975). Il a été observé que du foin ajouté à la litière favorisait les lactobacilles et bactéries propioniques du lait (Bouton et al, 2005).



Des comparaisons entre sciure, chaux, sable et fibre de cellulose ont montré que les sciures présentaient le plus grand nombre de *Klebsiella* et coliformes totaux. Les niveaux étaient négligeables dans le sable et la chaux et intermédiaires avec les fibres de cellulose (Fairchild et al, 1982). Le sable est relativement sec et contient de très faibles niveaux de matière organique, limitant la croissance bactérienne. La croissance des agents pathogènes des mammites est de ce fait limité avec ce type de litière (Godden et al, 2008).

Une étude comparant les pailles et les lisiers asséchés a montré que les niveaux de coliformes dans les pailles étaient moins importants que ceux des lisiers asséchés. Également, il y avait moins de *Listeria monocytogenes* et de *Salmonella* dans les pailles. (Alanis et al, 2021). Une autre étude a montré que les niveaux de bactéries totales dans les lisiers asséchés étaient supérieurs à ceux de la sciure et du sable. Les lisiers montraient également plus de spores et de *Bacillus cereus* pathogènes (Bradley et al, 2018). Les laits les plus chargés en pathogènes étaient en revanche ceux du système sable, avec des niveaux plus élevés de *Yersinia*. Un autre pathogène, *Klebsiella pneumoniae*, était plus abondant dans les lisiers asséchés que dans les litières à base de copeaux de bois (Godden et al, 2008). Il est d'ailleurs possible que les copeaux de bois de résineux contenant des terpènes et des composés phénoliques puissent être inhibiteurs de la croissance bactérienne (Bey et Reneau et al, 2002).

Certains systèmes ont également pu être comparés, mettant en lumière que les niveaux moyens de bactéries propioniques étaient plus élevés en étables entravées, et que les niveaux d'entérocoques étaient minimaux en présence de tapis. Ces derniers montraient à contrario des niveaux de FMAR plus faibles (Cauquil, 2011). Dans les élevages en entraves avec un sol en béton, les auteurs ont observé des niveaux de bactéries lactiques, propioniques et d'entérocoques plus importants que ceux avec tapis.

2.2 Impact du pH

La croissance bactérienne est hautement dépendante du pH du milieu de croissance. Il a été montré que l'ajout de chaux modifie le pH de la litière, en le rendant plus alcalin. Ces conditions sont moins favorables au développement de nombreuses bactéries (Fairchild et al, 1982, Hogan, 1997). Ward et al en 2002, ont notamment montré qu'une litière humide et chaude avec un pH inférieur à 8.5 conduisait à des niveaux de flores plus élevés.

2.3 Impact de l'humidité avec et sans asséchant

Il est démontré que les matériaux fins, tels que la sciure qui absorbe l'humidité favorise le développement de certaines bactéries (Joandel, 2007). L'utilisation de produit asséchant comme la bentonite a pu être corrélée à une diminution du taux de levures et de moisissures dans l'air de la ferme (Sévi et al, 2003). En 2002, Sévi et son équipe ont montré que les litières associées à de la bentonite présentaient moins de psychrotrophes et de coliformes fécaux que les litières sans bentonite. En 2006, une étude sur les élevages caprins, a montré que l'utilisation de bentonite permettait une meilleure aptitude fromagère suggérant une préservation de la flore technologique (Tormo et al, 2006). Une étude est en cours sur l'utilisation d'un asséchant contenant des microorganismes sur des logettes tapis (projet Litières ; résultats à paraître).

2.4 Impact de la température

La température est un autre facteur dont dépendent les micro-organismes pour leur développement. Une étude a montré dans ses conditions, qu'une température supérieure à 20°C favorisait l'abondance des entérocoques des litières (Cauquil et al, 2011). De même, une température comprise entre 10 et 20 °C était associée à davantage de bactéries propioniques. Un paillage excessif associé à une élévation de la température peut provoquer un développement plus important de streptocoques fécaux, dans les élevages caprins (Tormo et al, 2006).

2.5 Impact du renouvellement et de l'entretien des litières

Plus la litière reste longtemps sous les animaux, plus la population microbienne augmente. Ainsi, son entretien détermine le développement des micro-organismes. (Adam, 2007 ; Tormo *et al.*, 2006). L'ajout fréquent de litière propre et un renouvellement plus important est associé à une diminution de la charge microbienne (Sévi *et al.*, 2003 (élevage ovin) ; Robles *et al.*, 2020 (élevage bovin)). Par exemple, le paillage bi-quotidien comparé au paillage quotidien montre une diminution d'*E.Coli* et d'entérocoques dans la litière (Ménard *et al.*, 2004).

Il a été démontré qu'avant et après utilisation, la litière montrait plus de niveaux de *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *E. Coli*, *Shigella* et *Mycoplasma* (Ray *et al.*, 2022).

Les litières fortement souillées sont plus à risque d'être contaminées par des microflore pathogènes naturellement présentes dans le système digestif des animaux qu'une litière propre. En effet, d'après Magnusson *et al.*, 2007 cités par Cauquil (2011), ces litières contiennent plus de coliformes et la prévalence des mammites augmente.

La propreté de la litière semblerait jouer un rôle sur les levures et la flore propionique. Leurs niveaux sont plus élevés lorsque le degré de souillure est entre 50 % et 75 % (Cauquil, 2011).

Pour les systèmes paillés, il est recommandé d'ajouter à la litière 2 à 2,5 kg de paille par m² par jour ; car un paillage excessif pourrait induire une élévation de la température induisant alors le développement de streptocoques fécaux (Tormo *et al.*, 2006).

2.6 Impact de l'utilisation d'additifs



Figure représentant les objectifs d'utilisation d'additifs dans les zones de couchage par 77 éleveurs interrogés (Fournier, 2022)

L'ajout d'additif permettrait aux éleveurs de mieux gérer le processus de dégradation des litières et les effets négatifs qui lui sont liés (moins d'humidité, réduction des dégagements gazeux, diminution des risques sanitaires...). Ces produits peuvent être répandus ou pulvérisés soit directement sur la litière ou via les déjections des animaux après distribution dans l'eau de boisson ou dans l'aliment.

Selon les fournisseurs l'ajout d'additif pourrait améliorer les performances zootechniques tel que le confort des animaux et d'augmenter la valeur agronomique des fumiers. Il existe peu d'études scientifiques pour démontrer ces effets.

Ces additifs peuvent être regroupés en deux grandes familles :

- Les additifs minéraux.
- Les additifs biologiques à base de micro-organismes (bactéries et/ou champignons).

Les additifs ont 4 grands modes de fonctionnement variables selon la stratégie de l'éleveur :

- **Assécher la litière** : l'implantation et le développement des micro-organismes sont ainsi limités, d'où une détérioration moins rapide de la litière qui conserve son rôle d'isolant thermique.
- **Acidifier les litières** : un pH acide (inférieur ou égal à 6 avec l'utilisation de certains produits) permet d'une part d'inhiber la croissance de la flore productrice d'ammoniac, donc induit moins de dégagement gazeux et un meilleur confort pour les animaux. D'autre part, la diminution du pH permet de déplacer l'équilibre chimique entre l'ammoniac volatil (NH_3) vers l'ion ammonium non volatil (NH_4^+).
- **Alcaliniser les litières** : le principe est encore d'agir sur le pH de la litière en le rendant cette fois plus basique (> 9), ce qui permet d'inhiber la croissance des micro-organismes responsables des fermentations et de la production d'ammoniac dans l'air ambiant.
- **Orienter la flore microbienne de la litière** : l'application sur la litière de produits constitués de complexes de micro-organismes sélectionnés (bactéries et/ou champignons) pourrait permettre de modifier le processus de dégradation des composés azotés en jouant sur l'effet de compétition entre populations microbiennes (Dennery, Dezat, Rousset, 2012).

PARTIE 3 : Microbiotes des litières et santé animale

La santé des animaux et, indirectement la qualité du lait, sont impactées par les conditions environnementales dans lesquelles vivent les animaux. La litière en est un facteur important. Dans cette partie, seules les pathologies dont l'origine est communément attribuée à la litière seront décrites.

Les bovins peuvent être sujets à diverses pathologies comme les mammites (multiples agents), les dermatites digitées, la maladie de Mortellaro, les panaris, ou encore des infections respiratoires dues aux pathogènes en suspension dans l'air. Ces pathologies induiront un stress chez l'animal qui peut se reporter sur la qualité du lait, voire, contaminer plusieurs animaux du troupeau.

3.1 Litières et mammites



Les mammites sont fréquemment observées lors d'infections à *Corynebacterium bovis*, *Escherichia coli*, *Streptococcus uberis*, *S. dysgalactiae*, certaines *Klebsiella*.

Le choix de la litière a pu être identifié comme un facteur majoritaire de prévention des mammites (Ray et al, 2022). Cette étude ayant l'intérêt d'étudier le microbiome, a permis de montrer que les différences de microbiome entre avant et après utilisation de la litière étaient mineures pour le lisier asséché, comparé au sable ou à d'autres litières organiques. Cependant, la litière de sable peut constituer un réservoir de souches de *Lactococcus garvieae*, responsable d'infection intramammaire, et est un véhicule de leur dissémination dans les fermes laitières (Eraclio et al, 2019). L'utilisation et l'exposition de la litière dans l'environnement de fermes laitières augmente la probabilité que le matériau des litières soit contaminé par des agents pathogènes potentiels de la mammites (Ray et al, 2022).

Le lisier asséché utilisé présentait plusieurs agents des mammites du genre *Acinetobacter*, *Aerococcus* ou encore *Pseudomonas*. Une autre étude (Fréchette et al, 2021) a permis de montrer, en comparant les litières à base de lisier asséché et celles à base de paille, que les lisiers asséchés étaient liés à 7 fois plus de cas de mammites à *Klebsiella pneumoniae*.

3.2 Litières et santé du pied

Les pieds des bovins peuvent être impactés par différentes pathologies dont la dermatose digitée. En 2023, Bell et son équipe ont étudié les taux de survie d'agents pathogènes des dermatites digitées et notamment des bactéries du genre *Treponema*. Ils ont conclu qu'une souche en particulier de *Treponema phagedensis* survivait plus longtemps dans le sable et la sciure que dans la paille. A l'inverse une autre étude a mis en évidence qu'une fréquence de paillage inférieure à une fois par semaine était associée à un plus haut risque de dermatite digitée (De Jong et al, 2021), et que le sable semblait être un facteur protecteur des dermatites.



CONCLUSION

Les environnements des animaux (air, eau, litière, matériel, ...) et les animaux eux-mêmes représentent une source abondante de micro-organismes susceptibles d'être transférée dans le lait. Ces microflore peuvent être utiles et intéressantes pour la production fromagère ou au contraire la perturber. Le microbiote de la litière, qui est encore peu décrit à ce jour dans la littérature scientifique, est intimement lié aux microbiotes de l'environnement, des animaux et du lait. Le mode de logement, la nature de la litière et les pratiques de gestion de la litière (renouvellement, utilisation d'additifs) sont les principaux facteurs influençant ses propriétés et sa composition microbienne (abondance et diversité). Il y a donc un intérêt fort à comprendre ces réservoirs de micro-organismes, les flux complexes entre compartiments et les facteurs de variation, d'autant plus que ces réservoirs expliquent, entre autres, l'origine de la spécificité des fromages. La gestion de la litière est un levier pour une meilleure gestion de la qualité du lait cru et des produits laitiers, ainsi qu'une amélioration de la santé des animaux.



BIBLIOGRAPHIE

Adam, 2007 ADAM, Steve, 2007. La litière, bien plus qu'un lit douillet ! *Le producteur de lait québécois*. Août 2007. pp. 23-25

Alanis et al, 2021 Alanis VM, Zurakowski M, Pawloski D, Tomazi T, Nydam DV, Ospina PA. Description of the Characteristics of Five Bedding Materials and Association with Bulk Tank Milk Quality on Five New York Dairy Herds. *Front Vet Sci*. 2021 Apr 30; 8:636833. doi: 10.3389/fvets.2021.636833. PMID: 33996966; PMCID: PMC8119788

Bell et al, 2023 Jennifer Bell, Hayley E. Crosby-Durrani, Roger W. Blowey, Stuart D. Carter, Nicholas J. Evans. Survival of bovine digital dermatitis treponemes in conditions relevant to the host and farm environment. *Anaerobe*. Volume 82, August 2023, 102766 <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2023.102766>

Beuvier & Desmasures, 2011 BEUVIER, Eric et DESMASURES, Nathalie, 2011. Nature et quantité de microflores des laits. In : *Microflore du lait cru : Vers une meilleure connaissance des écosystèmes microbiens du lait et de leurs facteurs de variations*. pp. 15-24

Beuvier & Feutry, 2005 BEUVIER, Eric et FEUTRY, fabienne, 2005. Quelques bases sur la microbiologie du lait et du fromage. *Réseau Fromages de Terroirs - Filières fromagères valorisant leur terroir* [en ligne]. 23 juin 2005. Disponible à l'adresse : <https://www.rmtfromagesdeterroirs.com/download/quelques-bases-sur-la-microbiologie-du-lait-et-du-fromage/>

Bey et Reneau, 2002 Bey, R. F., and J. K. Reneau. 2002. Manage bedding to control bacteria and reduce udder infections. Pages 103–113 in *Proc. Minn. Dairy Health Conf. Coll. Vet. Med., Univ. Minnesota*, St. Paul

Bouton et al, 2005 Bouton Yvette, Tessier T, Guyot T.P et Beuvier, E. Relation entre les pratiques des producteurs et les niveaux de populations microbiennes des laits à Comté

Bradley et al, 2018 Andrew J. Bradley ^{a b}, Katharine A. Leach ^a, Martin J. Green ^b, Jenny Gibbons ^c, Ian C. Ohnstad ^d, David H. Black ^e, Barbara Payne ^a, Victoria E. Prout ^a, James E. Breen ^{a b} The impact of dairy cows' bedding material and its microbial content on the quality and safety of milk – A cross sectional study of UK farms. *International Journal of Food Microbiology* Volume 269, 23 March 2018, Pages 36-45

Cauquil, 2011 Cauquil A (2011). Incidence des pratiques d'élevage sur les équilibres microbiens de la litière, de la peau et du lait cru en filière AOP Comté. Dr Vétérinaire, Nantes

De Jong et al, 2021 Ellen de Jong, Klaas Frankena, Karin Orsel Risk factors for digital dermatitis in free-stall-housed, Canadian dairy cattle *Veterinary Record Open* Volume 8, Issue 1. 02 August 2021. <https://doi.org/10.1002/vro2.19>

Dennery, Dezat, Rousset, 2012 Vers une gestion efficace des litières, de l'approvisionnement aux techniques d'élevage avicole

Eckes et al., 2001 Eckes, V., M. LaValle, R. F. Bey, R. J. Farnsworth, and J. K. Reneau. 2001. Environmental mastitis pathogens in fresh bedding material. Pages 183–184 in Proc. Natl. Mastitis Counc. Reg. Meet. Proc., Reno, NV. Natl. Mastitis Counc. Inc., Arlington, VA

Eliasson et al., 2024 T. Eliasson · L. Sun¹ · Å. Lundh · H. Gonda · A. Höjer · K. Hallin Saedén · M. Hetta. Microbial communities in feed, bedding material, and bulk milk: Experiences from a feeding trial *Journal of dairy science* Volume 107, Issue 12p10980-10997December 2024

Eraclio et al, 2019 Eraclio G, Ricci G, Moroni P, Santisteban C, Plumed-Ferrer C, Bennett J, et al. Sand bedding as a reservoir for *Lactococcus garvieae* dissemination in dairy farms. *Can J Microbiol.* 2019; 65:84-9

Fairchild et al, 1982 T. P. FAIRCHILD, B. J. McARTHUR, J. H. MOORE, and W. E. HYLTON University of New Hampshire Durham 03824. Coliform Counts in Various Bedding Materials. 1982 *J Dairy Sci* 65:1029-1035

Fournier, 2022 Constance Fournier, 2022. Etat des lieux des pratiques de gestion des zones de couchage en Auvergne-Rhône-Alpes dans le contexte des filières fromagères AOP-IGP. p34

Fréchette et al, 2021 Fréchette A, Fecteau G, Côté C, Dufour S. Clinical Mastitis Incidence in Dairy Cows Housed on Recycled Manure Solids Bedding : A Canadian Cohort Study. *Front. Vet. Sci.*, 23 September 2021. *Sec. Veterinary Infectious Diseases* Volume 8 – 2021 <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.742868>

Godden et al, 2008 Godden S, Bey R, Lorch K, Farnsworth R, Rapnicki P. Ability of organic and inorganic bedding materials to promote growth of environmental bacteria. *J Dairy Sci.* 2008; 91:151-9

Hogan, 1997 Hogan, J., and L. Smith. 1997. Bacteria counts in sawdust bedding.

Irlinger *et al.*, 2015 IRLINGER F, LAYEC, S, HÉLINCK S et DUGAT-BONY E, 2015. Cheese rind microbial communities: diversity, composition and origin. *FEMS Microbiology Letters*. 1 janvier 2015. Vol. 362, n° 2, pp. 1-11. DOI 10.1093/femsle/fnu015

Joandel, 2007 Joandel, E. (2007). *FACTEURS DE VARIABILITE DES FLORES MICROBIENNES EN SURFACE DES TRAYONS DES VACHES LAITIÈRES*

Kothe et al., 2021 KOTHE C I, BOLOTIN A, KRAÏEM B-F, DRIDI B et RENAULT P, 2021. Unraveling the world of halophilic and halotolerant bacteria in cheese by combining cultural, genomic and metagenomic approaches. *International Journal of Food Microbiology*. 16 novembre 2021. Vol. 358, pp. 109312. DOI 10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109312

Lecaudé, 2024 « Quelles sont les spécificités des microbiotes en surface des zones de couchage des vaches laitières selon le type de logement en place et la litière utilisée ? », projet PEPIT Litières, compte rendu d’essai non publié ; contact : cresciense.lecaude@ceraq.fr

Lecaudé et al, 2024 C Lecaudé, N Orieux, S Chuzeville, A Bertry, E Coissac, F Boyer, A Bonin, N ColombBoeckler, B Mathieu, M Recour, J Vindret, C Pignol S Romand, C Petite, P Taberl et, C Charles, N Bel, A Hauwuy. Deciphering microbial communities of three Savoyard raw milk cheeses along ripening and regarding the cheese process. *International Journal of Food Microbiology* Volume 418, 16 June 2024, 110712. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2024.110712>

Li et al, 2021 Han Li, Xiangming Wang, Yan Wu, Dingran Zhang, Hongyang Xu, Hongrun Xu, Xiaoguang Xing, and Zhili Qi. Relationships among bedding materials, bedding bacterial composition and lameness in dairy cows. *Anim Biosci* Vol. 34, No. 9:1559-1568 September 2021 <https://doi.org/10.5713/ajas.20.0565> pISSN 2765-0189 eISSN 2765-0235

Magnusson et al., 2007 Magnusson, M., A. Christiansson, and B. Svensson. 2007. *Bacillus cereus* spores during housing of dairy cows: factors affecting contamination of raw milk. *Journal of Dairy Science*. 90, pp.2745-2754

Ménard et al, 2004 Menard JL, Roussel P, Masselin-Silvin S, Puthod R, Hetreau T, Foret A, Houssin B, Aracil C, Le Guenic M. 2004. Contamination bactérienne d'une litière de stabulation libre paillée : effet de la fréquence de paillage et proposition d'une méthode pour son évaluation. *In* 11emes Rencontres Recherches Ruminants, Institut de l'Elevage, INRA, Paris, 333-336

Neher et al, 2022 Neher D. A., Hoitink H. A., Biala J., Rynk R., Black G. (2022). "Chapter 17—compost use for plant disease suppression," in *The Composting Handbook*. ed. Rynk R. (Cambridge, UK: Academic Press;), 847–878

Patel et al, 2019 K. Patel · E. Royster · B.A. Crooker · J. Timmerman · L. Fox. Relationships among bedding materials, bedding bacteria counts, udder hygiene, milk quality, and udder health in US dairy herds. *Journal of Dairy Science*. Volume 102, Issue 11p10213-10234 November 2019

Ray et al, 2022 Ray, T., Gaire, T.N., Dean, C.J. et al. The microbiome of common bedding materials before and after use on commercial dairy farms. *anim microbiome* 4, 18 (2022). <https://doi.org/10.1186/s42523-022-00171-2>

Reboux et al, 2001 G REBOUX, R PIARROUX, F MAUNY, A MADROSZYK, L MILLON, K BARDONNET, and J-C DALPHIN. Role of Molds in Farmer's Lung Disease in Eastern France. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* Volume 163, 7 Jun 2001 Pages1513-1729. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.163.7.2006077>

Rendos et al., 1975 Rendos, J. J., Eberhart, R. J., & Kesler, E. M. (1975). Microbial Populations of Teat Ends of Dairy Cows and Bedding Materials. *Journal of Dairy Science*, 58(10), 1492-1500. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(75\)84740-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(75)84740-0)

Robles et al, 2020 I. Robles, D. F. Kelton, H. W. Barkema, G. P. Keefe, J. P. Roy, M. A. G. von Keyserlingk and T. J. DeVries, Bacterial concentrations in bedding and their association with dairy cow hygiene and milk quality. *Animal* (2020), 14:5, pp 1052–1066

Sévi et al, 2002 A. Sevi, M. Albenzio, G. Annicchiarico, M. Caroprese, R. Marino, L. Taibi Effects of ventilation regimen on the welfare and performance of lactating ewes in summer. *Journal of Animal Science*, Volume 80, Issue 9, September 2002, Pages 2349–2361, <https://doi.org/10.1093/ansci/80.9.2349>

Sévi et al, 2003 Sevi A, Albenzio M, Muscio A, Casamassima D, Centoducati P. 2003. Effects of litter management on airborne particulates in sheep houses and on the yield and quality of ewe milk. *Livestock Production Science* 81, 1-9

Tormo et al, 2006 Tormo, H., Lekhal, D. A. H., & Laithier, C. (2006). *Les microflores utiles des laits crus de vache et de chèvre : Principaux réservoirs et impact de certaines pratiques d'élevage*. 4

Verdiez-Metz et al, 2023 I Verdier-Metz, C Delbès, M Bouchon, E Rifa, S Theil, F Chaucheyras-Durand, E Chevaux, L Dunière, and C Chassard. Dietary Live Yeast Supplementation Influence on Cow's Milk, Teat and Bedding Microbiota in a Grass-Diet Dairy System. *Microorganisms* 2023, 11(3), 673
<https://doi.org/10.3390/microorganisms11030673>

Ward et al 2002 W R Ward¹, J W Hughes, W B Faull, P J Cripps, J P Sutherland, J E Sutherst
Observational study of temperature, moisture, pH and bacteria in straw bedding, and faecal consistency, cleanliness and mastitis in cows in four dairy herds. *Vet Rec.* 2002 Aug 17;151(7):199-206. doi: 10.1136/vr.151.7.199

Zdanowicz et al, 2004 Zdanowicz M, Shelford JA, Tucker CB, Weary DM, von Keyserlingk MAG. Bacterial populations on teat ends of dairy cows housed in free stalls and bedded with either sand or sawdust. *J Dairy Sci.* 2004;87:1694-701

PROJET LITIÈRES

CONTACT :

Blandine Polturat, CERAQ
blandine.polturat@ceraq.fr
06 18 48 31 70

Partenaires du projet :



Crédits photos : Pierre SOISSONS