



HAL
open science

L'emballage une contrainte ou une innovation pour les fromages : exemple d'un fromage AOP à pâte persillée ?

Daniel D. Picque, P. Duval, C. Chauvin, Marie-Christine M.-C. Montel

► To cite this version:

Daniel D. Picque, P. Duval, C. Chauvin, Marie-Christine M.-C. Montel. L'emballage une contrainte ou une innovation pour les fromages : exemple d'un fromage AOP à pâte persillée?. *Innovations Agronomiques*, 2015, 44, pp.87-97. 10.15454/1.4622637486532947E12 . hal-02638883

HAL Id: hal-02638883

<https://hal.inrae.fr/hal-02638883v1>

Submitted on 28 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

L'emballage une contrainte ou une innovation pour les fromages : exemple d'un fromage AOP à pâte persillée ?

Picque D.¹, Duval P.¹⁻², Chauvin C.³, Montel M-C.²

¹ INRA, UMR GMPA 782 AgroParisTech, INRA, F- 78850 Thiverval Grignon

² INRA URF545, F-15000 Aurillac

³ Pôle fromager AOP Massif Central

Correspondance : Daniel.Picque@grignon.inra.fr

Résumé

Les fromages AOP sont des produits particuliers à emballer. Les caractéristiques de perméabilité aux gaz et à la vapeur d'eau des emballages influent sur la composition de la communauté microbienne et sur son métabolisme comme il est illustré pour deux fromages AOP. L'emballage de portion de Saint Nectaire sous film peu perméable à l'air et à la vapeur d'eau réduit les niveaux de levures et de bactéries d'affinage, altère l'aspect de la croûte et modifie le profil aromatique. Il en est de même pour les fromages Bleu d'Auvergne conservés dans des cellules à teneurs contrôlées en O₂ et CO₂. Une atmosphère contenant 2,5% d'oxygène et 10% de CO₂ seraient la plus favorable pour obtenir des fromages ayant des caractéristiques microbiennes (diversité des bactéries d'affinage) et un profil de composés d'arôme proches de ceux conservés en pain entier. Cette méthodologie de caractérisation guidera le choix des emballages en fonction de leur perméabilité.

Mots-clés : Composition gazeuse, cellules respiratoires, bactéries d'affinage, molécules aromatiques, profils sensoriels

Abstract: Packaging of cheeses: innovation or constraint? Exemple: Blue veined cheese

Packaging PDO cheeses is very specific. The gas and water vapor permeability characteristics of the packaging influence the composition of the microbial community and its metabolism as illustrated for two PDO cheeses. The Saint Nectaire portion packaging under film very few permeable to air and water vapor reduces the yeast levels and ripening bacteria, affects the appearance of the rind and impacts the profile of aromatic compounds. It is the same for Bleu d'Auvergne cheese stored in ripening cells with controlled content of O₂ and CO₂. An atmosphere with 2.5% oxygen and 10% CO₂ would be the most suitable to get microbial (diversity of ripening bacteria) and aromatic profiles characteristics, similar to those of the whole cheeses. This methodology of characterization will orient the choice of packaging depending on their permeability.

Keywords: Gas composition, respiratory cells, ripening bacteria, aromatic compounds, sensorial profiles

1. Introduction

Les fromages sont de plus en plus vendus emballés en « libre-service ». Cette tendance est également enregistrée pour des fromages AOP dont les ventes sous cette forme de distribution ont représenté 59% du marché en 2012 (Creusat et al., 2012). Elle est soutenue par la praticité du produit emballé pour le consommateur, par le rôle marketing de l'emballage qui permet de fournir les informations

légales obligatoires mais sert également de support publicitaire. Cependant, elle peut être freinée si les caractéristiques physico-chimiques, organoleptiques des fromages sont altérées au cours de cette étape et que leur consommation s'avère décevante pour le consommateur.

Or, les fromages sont des produits particuliers à emballer. En effet, les fromages, produits fermentés, subissent des modifications de leurs caractéristiques sensorielles, liées aux activités biochimiques des populations microbiennes qu'ils contiennent, et sont donc des produits en permanente évolution même après avoir été emballés. Les emballages doivent donc être adaptés pour créer un environnement favorable à leur évolution. L'emballage des fromages AOP est particulièrement exigeant. En effet, si la technologie des fromages non-AOP peut être modifiée pour s'adapter aux emballages existants, il n'en est pas de même des fromages AOP. En effet, ceux-ci doivent respecter leur propre cahier des charges qui décrit des exigences de conditions d'élevage et d'alimentation des troupeaux, de conservation et transformation du lait, de fabrication et d'affinage des fromages, en lien avec le terroir et des savoir-faire historiques. Leurs caractéristiques sensorielles doivent être conformes à la description précisée dans leur décret. C'est pourquoi des emballages doivent être spécifiquement développés pour les fromages sous signe de qualité tout en respectant les réglementations en vigueur (article 3 du règlement CE 1935/2004 du 27 octobre 2004). De plus, leurs fabrications doivent intégrer des contraintes économiques avec des emballages peu chers et accessibles au plus grand nombre de transformateurs fromagers.

Chaque famille de fromage a besoin d'un emballage spécifique pour sa conservation et son évolution au sein de celui-ci (Coulon, 2008). Les caractéristiques essentielles à prendre en compte pour le choix de l'emballage sont les perméabilités aux gaz et à la vapeur d'eau. Les films polymères couramment utilisés possèdent leurs propres qualités (Figure 1) et ils sont souvent associés dans la fabrication d'emballages multicouches.

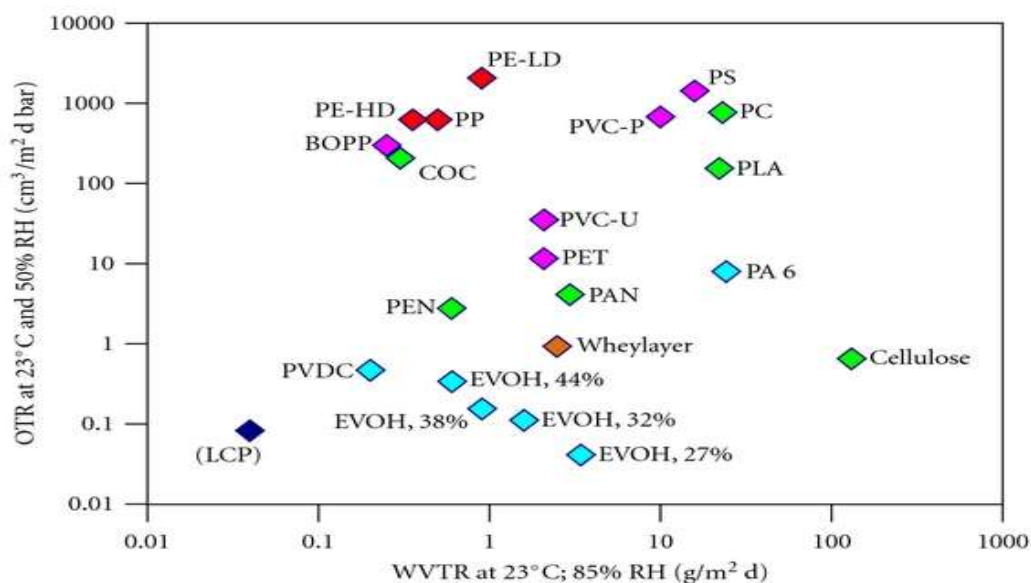


Figure 1 : Perméabilité à l'oxygène et à la vapeur d'eau de films utilisés dans l'industrie (Schmid *et al.*, 2012). OTR: vitesse de transfert de l'oxygène; WVTR: vitesse de transfert de la vapeur d'eau.

Les matériaux d'emballage les plus couramment utilisés pour les fromages sont recensés dans le Tableau 1. Leurs valeurs de perméabilité sont très diverses, mais il faut les interpréter avec précaution. En effet, elles sont mesurées dans des conditions normées qui ne sont pas les mêmes que les conditions d'usage des emballages avec les produits notamment en terme de température et d'humidité. Généralement, les températures d'usage sont plus basses et les humidités plus élevées, ce qui peut modifier les caractéristiques des films.

Tableau 1: Perméabilité des matériaux utilisés pour l'emballage des fromages (Khoshgozaran et al., 2012)

a Perméabilité (humidité g. m⁻² jour⁻¹, 38 °C, 90% RH) ; b Perméabilité Oxygène (mL. m⁻² .jour⁻¹ .atm⁻¹, 20 °C, 0% RH) ; c Perméabilité CO₂ (P×10¹¹ [mL(STP) cm. cm⁻² .s⁻¹ . (cm Hg)⁻¹] at 25 °C); d Perméabilité N₂ (P×10¹¹ [mL (STP) cm. cm⁻² .s⁻¹ . (cm Hg)⁻¹] at 25 °C)

Type de matériaux	Structure	Perméabilité humidité a	Perméabilité Oxygène b	Perméabilité CO ₂ c	Perméabilité N ₂ d	Transmission Lumière
Low-density polyethylene,	Ethylene units; density, 0.917–0.924 (g. cm ⁻³)	1–10 or 10–50	>1,000	130–280	1.9–3.1	65
LDPE Polypropylene, PP	Propylene units	1–10	>1,000	92	4.4	80
Ethylvinyl acetate, EVA	Copolymerization of low-density polyethylene and 1–20% vinyl acetate	10–50	>1,000	–	–	55–75
Polystyrene, PS	Styrene units	>50	>1,000	105	7.8	92
Polyethylene terephthalate, PET	Ethylenglycol and dimethylterephthalate or terephthalate acid	10–50	10–100 or 100–1,000	3.0	0.04–0.06	88
Polyamide (nylon), PA	Nylon 6: polymerization of caprolactam	<1 or 1–10	1–10	0.4–0.8	0.95	88
Polyvinylidene chloride, PVdC (Saran)	Vinyliden units	10–50 or >50	1–10 or below 75% RH: <1	0.3	0.009	90
Ethylvinyl alcohol, EVOH	Ethylvinyl acetate and methanol			27 mol% ethylene: 0.024 and 44 mol% ethylene: 0.012	–	90

Les fromages à pâte pressée nécessitent pour leur commercialisation un emballage visant essentiellement la maîtrise des contaminations microbiennes et la stabilisation des produits. Les conditionnements sous vide ou sous atmosphère modifiée (AM) sont des techniques pertinentes pour maintenir leurs qualités. De faibles teneurs en O₂ et des concentrations en CO₂ élevées stabilisent ou inhibent l'activité des microorganismes (Eliot et al., 1998 ; Gammariello et al., 2009). Des structures multicouches alliant film barrière à l'O₂ et film barrière à la vapeur d'eau sont alors mises en œuvre.

En revanche, les fromages à pâte persillée requièrent un emballage capable de conserver les qualités acquises durant l'affinage, voire de le laisser évoluer pour atteindre les caractéristiques recherchées à la dégustation. Pour cela, l'emballage, qui peut être considéré comme une deuxième cave d'affinage, doit créer les conditions favorables à la maturation du produit en régulant les transferts gazeux (principalement O₂ et CO₂) ainsi que celui de la vapeur d'eau. Afin de définir et de développer de façon rationnelle de nouveaux emballages répondant aux exigences des cahiers des charges des fromages, il est nécessaire de connaître l'évolution de la matrice fromagère et les interactions emballage/produit. Or à ce jour, pour les fromages à pâte persillée, très peu de données sont disponibles. Les principaux phénomènes mis en jeu dans l'association emballage/fromage sont résumés dans la Figure 2.

L'emballage doit maintenir l'atmosphère de stockage optimale et réguler les échanges entre l'intérieur et l'extérieur afin de maîtriser l'activité microbienne. Les fromages perdent de l'eau et l'emballage doit être capable de maintenir l'humidité relative en éliminant l'excès d'eau, donc présenter une perméabilité à la vapeur d'eau adaptée aux cinétiques de perte en eau.

Les fromages à pâte persillée présentent une forte activité respiratoire. De fait, l'emballage va jouer un rôle important sur l'évolution du produit par le contrôle des échanges avec l'environnement extérieur (transfert de CO₂ vers l'extérieur et O₂ vers l'intérieur) afin d'assurer la croissance et l'activité métabolique de la communauté microbienne.

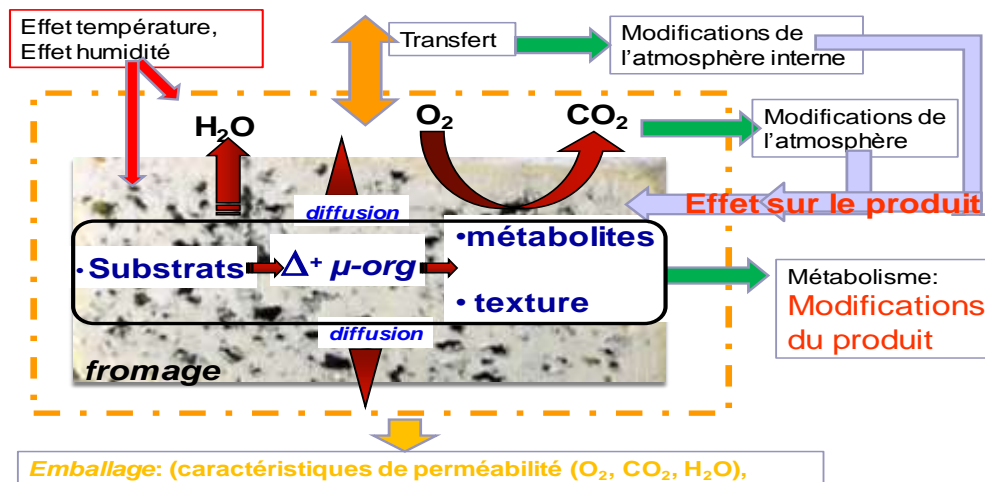


Figure 2: Principaux phénomènes mis en jeu dans un fromage emballé

Les résultats des recherches sur de nouveaux emballages sont confidentiels (et souvent brevetés) en raison de l'importance des retombées économiques. Plusieurs brevets concernent les fromages à pâte molle (EP-A-1 184 208, EP-A-0 299 844). Par exemple, un emballage sous cloche (WO/2007/113397) comprend une membrane à perméabilité contrôlée pour réguler les niveaux d'O₂ et de CO₂ dans l'emballage. Pour les fromages à pâte persillée, l'emballage peut comprendre un buvard pour absorber l'eau libérée par le fromage (FR-A-2 413 2804) mais ne comprend pas de membrane de perméabilité à la vapeur d'eau contrôlée. Ces emballages ont des coûts de production trop élevés pour être utilisés par la majorité des entreprises fromagères. Actuellement, les emballages utilisés pour les fromages AOP Bleu d'Auvergne, sont composés de barquettes thermoformées en PS (PolyStyrène)/PE (PolyÉthylène) et des films en PE/PET (PolyEster) ou PP (PolyProylène)/PE. Lors du stockage qui dure jusqu'à 60 jours, les qualités organoleptiques des fromages ainsi emballés changent et peuvent présenter des défauts de goût (amertume, rance,...), d'aspect (humidité, friabilité,...). Ainsi, les emballages et films existants ne sont pas adaptés au maintien de la qualité des produits découpés commercialisés en portions. De plus, les possibilités "d'ajuster" le produit ou le procédé sont limitées par les définitions inhérentes à l'AOP et les facteurs d'ajustement ne peuvent être que les caractéristiques de perméabilité des emballages.

Nous allons illustrer nos propos sur la problématique des fromages AOP par un exemple d'affinage sous film d'un fromage de type Saint Nectaire, puis nous développerons de façon plus détaillée notre approche concernant le fromage AOP Bleu d'Auvergne.

2. Effet emballage sur les caractéristiques des fromages

2.1 Exemple d'un fromage type Saint-Nectaire

Le Saint Nectaire est un fromage AOP d'Auvergne à pâte pressée non cuite produit à partir de lait cru ou pasteurisé. Après 28 jours d'affinage, il est vendu entier ou découpé, puis il peut aussi être emballé pour être distribué en libre-service. Pour être conforme au cahier des charges, ce fromage doit présenter « *un croutage à moisissures rases et selon le degré d'affinage, elles sont blanches, brunes ou grises pouvant laisser apparaître un fond de couleur crème à orangé avec présence éventuelle de fleurs jaunes et/ou rouges. Les fromages uniformément blancs ou uniformément orangés ou*

uniformément noirs sont exclus » (Règlement (CE) n° 510/2006). Nous allons montrer ici l'importance du choix d'un emballage adéquat pour conserver les caractéristiques du fromage.

Trois films multicouches ont été mis en œuvre. EOM (PE/EVOH/PT) est peu perméable aux gaz et à la vapeur d'eau (fromage emballé sous vide), VFC (PE/EVOH/PA) présente une forte perméabilité à la vapeur d'eau alors que BDF (Cellulose et vinyle) est le plus perméable aux gaz. Les fromages après 28 jours sous emballage avaient des croûtes d'aspect différent (Figure 3). La portion conservée sous vide (EOM) était de couleur orangée, avec disparition de la population de surface principalement *Enterococcus*, les bactéries lactiques à l'exception des Lactobacilles, les levures, les moisissures et les bactéries d'affinage (Gram+ catalase+) (Figure 4). La faible perméabilité à l'oxygène a créé un environnement défavorable au maintien de ces populations.

Le fromage emballé dans le film VFC à forte perméabilité à la vapeur d'eau présentait des défauts d'apparence avec notamment un mycélium non conforme au cahier des charges ainsi qu'une protéolyse très avancée se traduisant notamment par une modification de texture. Le fromage emballé sous BDF présentait l'aspect le plus proche de la définition de conformité. L'analyse de la composition aromatique a permis de détecter 37 composés aromatiques. La présentation des variables et des individus dans le plan factoriel formé par les axes 1 et 2 (95% de variance expliquée, Figure 5) montre que les fromages EOM étaient caractérisés par le 2-heptanol, VFC par des aldéhydes et BDF par des méthyl cétones. Ces dernières produites par l'oxydation des acides gras libres étaient, en conditions anaérobies (cas de l'emballage EOM), réduites en alcools correspondants. Issus des acides aminés, les aldéhydes, composés marquant des VFC étaient des composés intermédiaires qui seront transformés en alcools et acides correspondants. Leur présence est le reflet de la forte activité protéolytique mesurée.



Film EOM sous vide

Film VFC

Film BDF

Figure 3: Fromages de type Saint Nectaire conservés sous emballage EOM (sous vide), VFC (moyennement perméable à la vapeur d'eau) et BDF (très perméable à la vapeur d'eau).

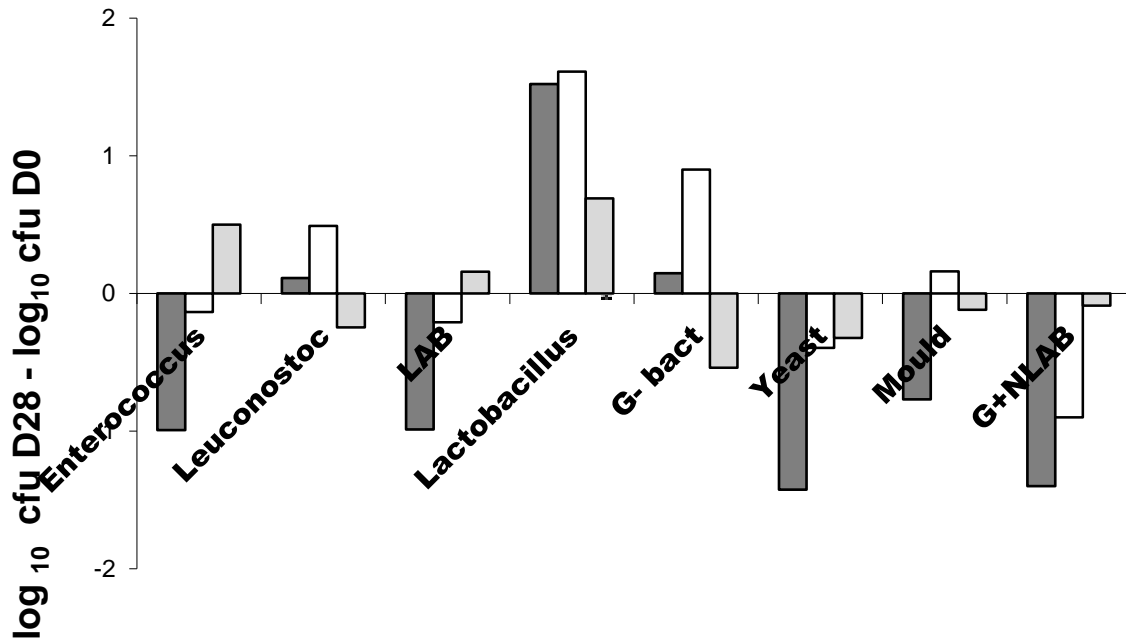


Figure 4: Différences d'évolution des niveaux de genres et groupes microbiens entre J0 et 28 jours d'emballage de fromage Saint Nectaire en fonction du film EOM ■ BDF□, VFC■ .

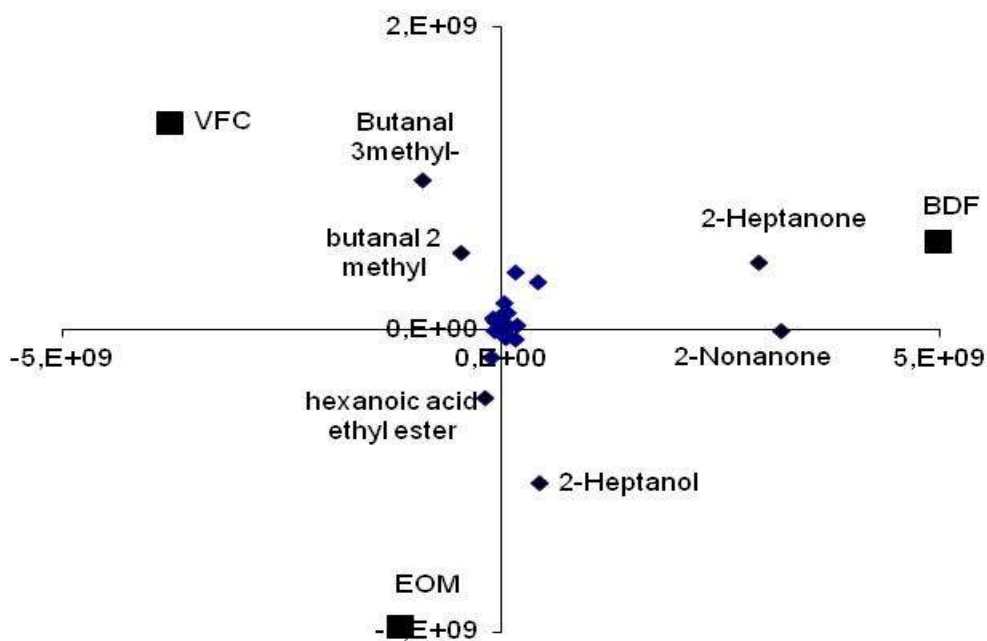


Figure 5: Analyse en Composantes Principales des composés d'arôme détectés (♦) et positionnement des fromages conservés sous emballage EOM, VFC et BDF.

2.2 Exemple de fromages Bleu d'Auvergne

Pour définir un emballage pour des fromages AOP, les leviers d'action sur la matrice et le procédé sont très limités du fait du cadre réglementaire. Outre la prise en compte des spécificités des procédés de fabrication, il faut aussi caractériser le fromage aux différentes étapes d'un point de vue microbiologique, biochimique, sensoriel afin d'en déterminer une qualité "acceptable", voire "optimale". Au cours de la maturation sous emballage, il est nécessaire de mesurer la composition de l'atmosphère

qui sera modifiée par les échanges gazeux entre la matrice et son environnement et de définir un équilibre optimal pour l'évolution du fromage. L'expression de ses besoins en indicateurs métaboliques permettra d'apporter des éléments pour la définition des caractéristiques des emballages, notamment en terme de perméabilités, et les conditions de leur mise en œuvre. Cette démarche a été adoptée pour contribuer à la définition d'emballages adaptés à l'évolution de fromages AOP à pâte persillée (programme Fropack, FranceAgrimer).

2.2.1. Analyse de fromages industriels sous emballage ou en pain entier

Dans la première phase de l'étude, les fromages AOP Bleu d'Auvergne provenant de trois productions industrielles ont été conservés 41 jours en portions emballées sous vide dans des films de différentes perméabilités aux gaz (O_2 , CO_2) et vapeur d'eau et en pain entier sous feuille d'aluminium (fromage témoin, méthode traditionnelle). Dans les portions emballées, la teneur en O_2 était proche de zéro alors que celle en CO_2 atteignait 10%. L'évolution des populations microbiennes a été mesurée par des méthodes culture dépendantes et par analyse métatagénomique. Les niveaux de bactéries lactiques, levures et moisissures n'étaient pas affectés de façon significative par la durée et le mode de conservation. Les niveaux bactéries à Gram négative étaient les plus faibles dans les fromages emballés.

Par ailleurs, à 28 et 42 jours d'emballage, les fromages en pain entier se distinguaient de ceux emballés en portion par les niveaux des principaux genres microbiens (nombre de « reads » (Fragments d'ADNr16S) évalués par métatagénomique) (ACP de la Figure 6). Ils étaient caractérisés par l'abondance de *Lactobacillus* et des bactéries aérobies acido-sensibles à Gram positif et catalase positive dites d'affinage (*Brevibacterium*, *Arthrobacter*, *Brachybacterium*). En lien avec cette composition bactérienne et en particulier avec la capacité des bactéries d'affinage à produire de l'ammoniaque, les pH des fromages en pain entier étaient plus élevés (+ 1 unité) que ceux des fromages emballés. A l'opposé, l'abondance de *Staphylococcus* (*S.equorum*), de *Carnobacteriaceae* (*Carnobacterium*) et *Alkalibacterium* caractérisait les fromages emballés.

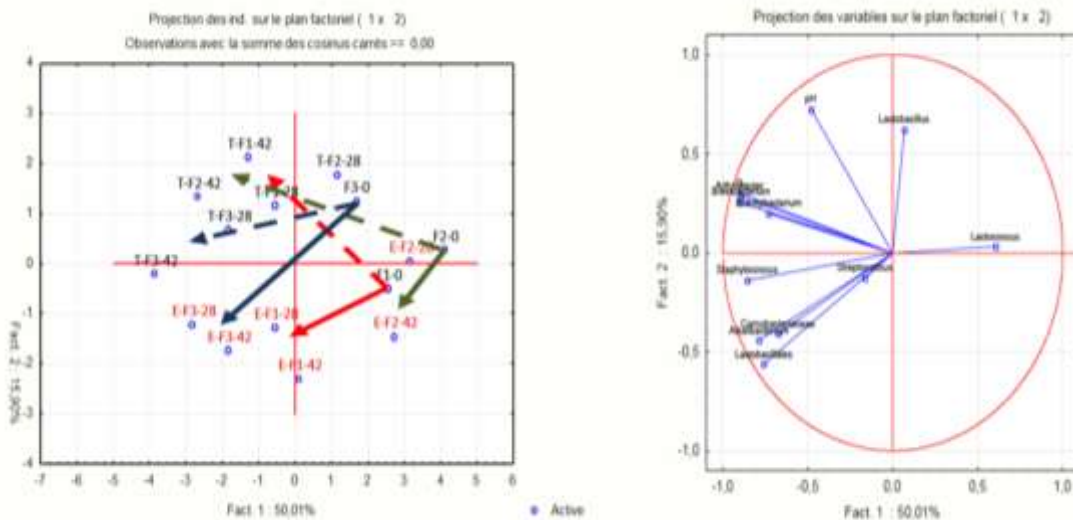


Figure 6 : Analyse en Composantes Principales du nombre de « reads » (Fragments d'ADNr16S) de fromages conservés en portions emballées (E) ou en pain entier sous aluminium (T) de 3 productions industrielles différentes (F1, F2, F3) à l'emballage (0j) et après 28 et 42 jours de conservation.

Ces différences de composition bactérienne liées aux différences dans l'environnement gazeux conduisaient à des profils de molécules aromatiques différents. Les fromages emballés étaient

caractérisés par une dominance d'alcools, esters alors que les pains entiers se caractérisaient par des molécules (aldéhydes branchés, alcool branchés, acides branchés) issues du catabolisme des acides aminés en relation avec une protéolyse plus importante.

D'un point de vue sensoriel, les fromages emballés étaient plus humides que les pains entiers. Les fromages emballés vs. témoin étaient significativement différents d'un point de vue sensoriel (test triangulaire) mais ces différences étaient difficiles à décrire. Selon la production, les fromages emballés pouvaient avoir un goût plus piquant, une saveur moins amère ou une odeur de champignon plus intense que les fromages en pain.

2.2.2. Analyse de fromages en cellule respiratoire sous atmosphère contrôlée

L'objectif de la deuxième partie de l'étude était de mieux mettre en évidence le rôle des teneurs en gaz et indirectement celui de l'emballage sur la dynamique microbienne et sur les caractéristiques des fromages. Dans cette optique, une même production de Bleu d'Auvergne (ensemencement en ferments lactiques, levures et *P. roqueforti* similaire) a été conservée dans des conditions contrôlées d'atmosphère définies sur la base des résultats de la première partie de l'étude, présence ou absence d'oxygène (0 ou 2,5%) et de gaz carbonique (0 ou 10%). Les évolutions ont été comparées à celles des fromages conservés de façon traditionnelle (pain entier sous film aluminium).

Les niveaux de bactéries lactiques, moisissures, bactéries à Gram négatif n'étaient pas significativement différents dans les fromages conservés dans différentes atmosphères. Par contre, la présence d'oxygène (2,5%) favoriserait les bactéries d'affinage tels que *Brevibacterium*, *Arthrobacter*, *Brachybacterium* et *Alkalibacterium* alors qu'en absence d'oxygène seul *S. equorum* est détecté (Figure 7).

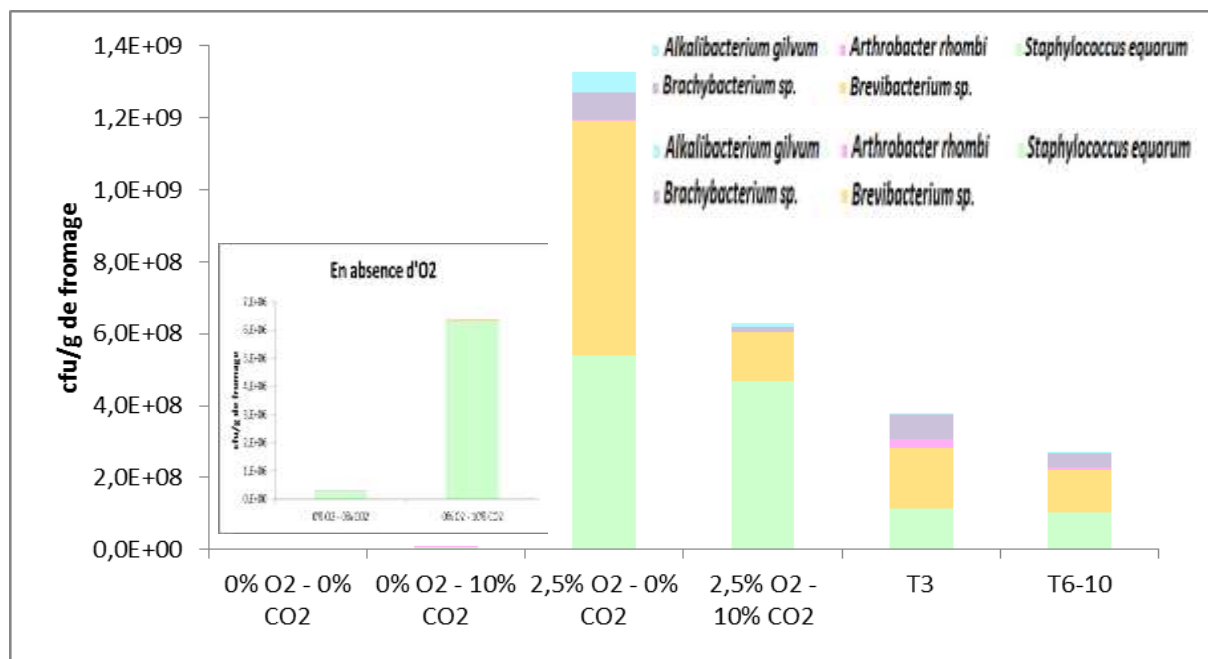


Figure 7 : Niveaux microbiens et diversité des bactéries d'affinage des fromages Bleu d'Auvergne conservés 41 jours sous différentes atmosphères. T3: fromage entier en emballage traditionnel aluminium conservé à 3°C, T6-10: fromage entier en emballage traditionnel aluminium conservé à 6°C 28 jours et 10°C 13 jours.

Ces bactéries, comme observé dans les fromages industriels emballés en portion, seraient aussi présentes dans les fromages en pains entiers mais à des niveaux moindres. Les niveaux de levures étaient moins importants en absence d'oxygène que dans les autres conditions (Figure 8). Les pH après 41 j de conservation étaient plus élevés dans les fromages avec oxygène (pH 7,5) qu'en absence (pH 6), confirmant les différences notées dans les fromages industriels.

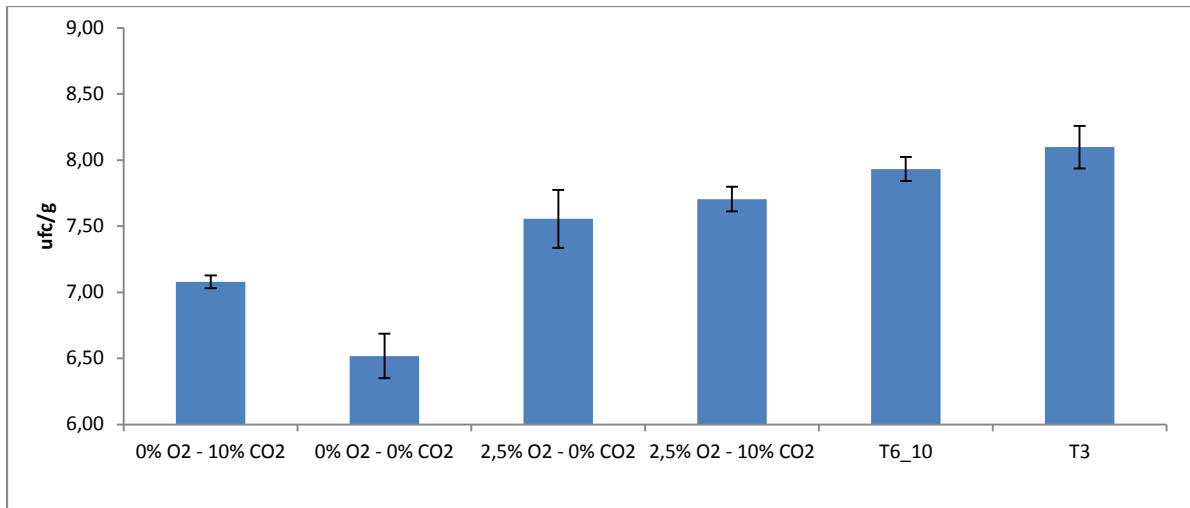


Figure 8 : Niveaux de levures (ufc/g) des fromages Bleu d'Auvergne conservés 41 jours sous différentes atmosphères. T3: fromage entier en emballage traditionnel aluminium conservé à 3°C, T6-10: fromage entier en emballage traditionnel aluminium conservé à 6°C 28 jours et 10°C 13 jours.

La composition en composés volatils des fromages à 41 j variait en fonction de la composition gazeuse dans les cellules de conservation (Figure 9).

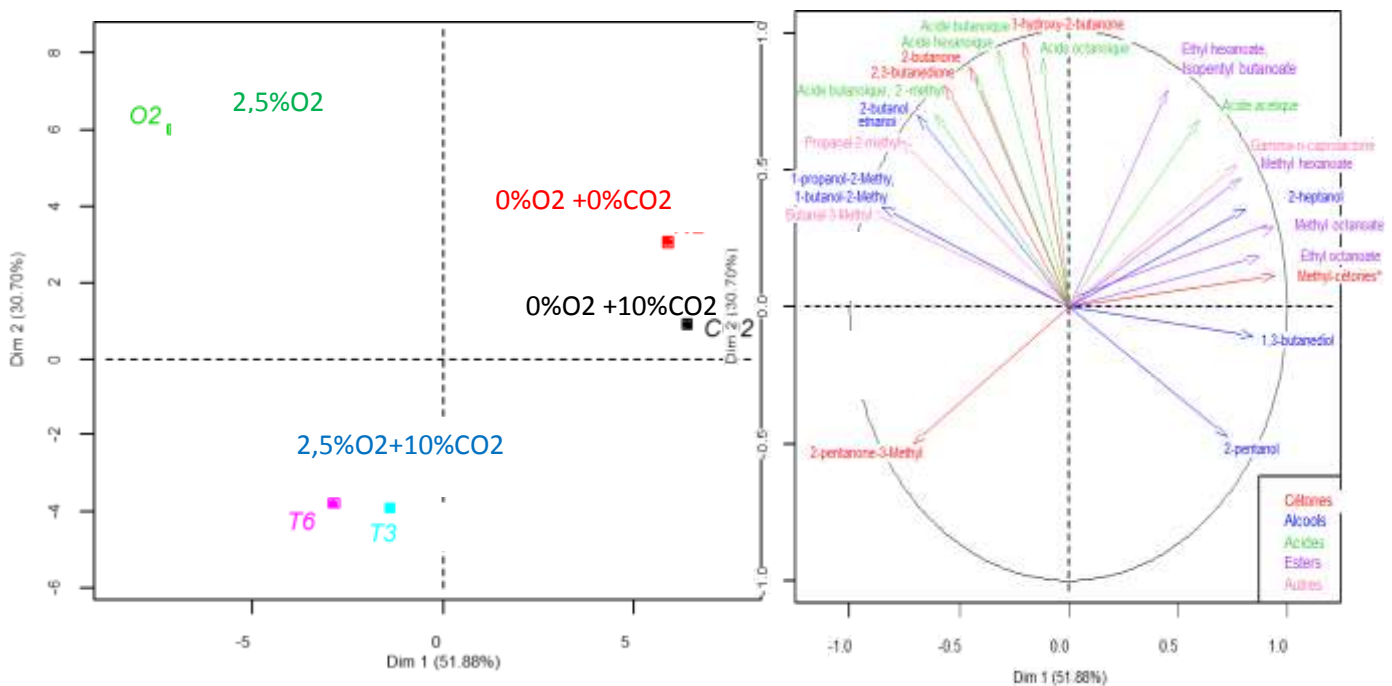


Figure 9 : Analyse en Composantes Principales des composés aromatiques de fromages conservés avec différentes ambiances gazeuses (0 ou 2,5% O₂ associé à 0 ou 10% CO₂) dans des cellules et de fromages conservés en pain entier à deux températures (T3, T6). T3: fromage entier en emballage traditionnel aluminium conservé à 3°C, T6-10: fromage entier en emballage traditionnel aluminium conservé à 6°C 28 jours et 10°C 13 jours.

Les fromages conservés en absence d'O₂ sont caractérisés par la présence de nombreuses méthyl-cétones (Figure 9). Les fromages sous 2,5% O₂ et 0% CO₂ étaient caractérisés par la présence d'alcools, d'acides et d'aldéhydes. Enfin, la composition en composés volatils des fromages en pain entier conservés à 3°C (T3) ou 6°-10°C (T6) et celui conservé sous une atmosphère contenant 2,5% O₂ et 10% CO₂ était plus équilibrée sans dominance d'une famille de molécules.

D'un point de vue sensoriel, les fromages conservés en présence d'O₂ se distinguaient de ceux conservés sans O₂ et des témoins par une évolution rapide, vers une texture pâteuse et une couleur plus jaune/orangée de leur pâte et une croûte plus épaisse. Les fromages conservés en absence d'O₂ étaient sensoriellement plus proches des fromages témoins et étaient caractérisés par des notes fruité, de beurre, de lait et de crème. Ils avaient une texture crémeuse et étaient plus humides que ceux conservés avec O₂.

3. Conclusions

Les deux études sur l'emballage des fromages Saint Nectaire et des fromages à pâte persillée montrent que l'environnement gazeux dans l'emballage, la perméabilité à la vapeur d'eau modifie la dynamique microbienne, les caractéristiques biochimiques voire les caractéristiques sensorielles des fromages. L'incubation en cellules respiratoires avec des teneurs contrôlées en oxygène et CO₂, établies d'après les valeurs mesurées dans les emballages de fromages produits industriellement, permet de cerner le rôle de la composition de l'atmosphère et de quantifier les besoins gazeux des fromages par l'analyse de la consommation en oxygène et de la production de CO₂. La croissance des bactéries lactiques est peu affectée par cet environnement gazeux. Par contre, l'absence d'oxygène limite le développement des bactéries aérobies à Gram positif et catalase positive dites bactéries d'affinage (*Brevibacterium*, *Arthrobacter...*) et peut limiter celui des levures. Ce changement entraîne des modifications des profils en molécules aromatiques. La comparaison des caractéristiques microbiennes, biochimiques et sensorielles des fromages Bleu d'Auvergne sous différentes atmosphères montre que ceux conservés avec 2,5% O₂ et 10% CO₂ avaient les compositions microbienne et aromatique les plus proches de ceux affinés de manière traditionnelle.

Cette méthodologie de caractérisation de fromages sous emballage et dans des atmosphères contrôlées, mimant celles potentiellement trouvées dans les emballages permet de définir la composition des atmosphères les plus favorables en tenant compte des activités de l'écosystème. Grâce à ces connaissances, il sera possible de déterminer les caractéristiques souhaitables de perméabilité des emballages afin de répondre aux besoins de la matrice pour une évolution satisfaisante.

Références bibliographiques

- Coulon D., 2008. "Matériaux d'emballage multicouches : modalité du choix et applications". Technique de l'ingénieur, F 1325 <http://www.techniques-ingenieur.fr/>
- Creusat C., Bossu C., Forray L., 2012. Produits laitiers AOP/AOC ; les chiffres clés en 2012. <http://www.fromages-aop.com/wp-content/uploads/Stat-AOC-2012.pdf>
- Eliot S.C., Vuilleumard J.-C., Emond J.P., 1998. Stability of Shredded Mozzarella Cheese Under Modified Atmospheres. *Journal of Food Science* 63, (6) 1075-1080.
- EP-A-1 184 208, BEL
- EP-A-0 299 844, 1991. Conditionnement des fromages ou des spécialités fromagères à pâte molle ; fromage ou spécialité fromagère ainsi conditionné, Bongrain SA.
- WO/2007/113397, 2007. Base and bell-type package for cheese-type product, Groupe Lactalis.
- FR-A-2 2804 413, 2000. Dispositif d'emballage de denrées alimentaires, plus particulièrement destiné au fromage, Société Anonyme des Caves de Roquefort.
- Gammariello D., Conte A., Di Giulio S., Attanasio M., Del Nobile M.A., 2009. Shelf life of Straciatella cheese under modified-atmosphere packaging J. *Dairy Sci.* 92, 483–490.
- Harel C., 2013. Le fromage étale ses différences régionales. Dans LSA [en ligne]. <http://www.lsa-conso.fr/le-fromage-etale-ses-differences-regionales,152640>

Koshgozaran S., Azizi M.H., Bagheripoor-Fallah N., 2012. Evaluating the effect of modified atmosphere packaging on cheese characteristics: a review. Dairy Science and Technology 92, 1-24.

Picque D., Leclercq-Perlat M.N., Guillemin H., Cattenoz T., Corrieu G., Montel M.C., 2011. Impact of packaging on the quality of Saint-Nectaire cheese. International Dairy Journal, 21, 987-993.

Schmid M., Dallmann K., Bugnicourt E., Cordoni D., Wild F., Lazzeri A., Noller K., 2012. Properties of Whey-Protein-Coated Films and Laminates as Novel Recyclable Food Packaging Materials with Excellent Barrier Properties Publishing Corporation International Journal of Polymer Science Article ID 562381, 7 pages doi:10.1155/2012/562381

Taniwaki M.H., Hocking A.D., Pitt J.I., Fleet G.H., 2001. Growth of fungi and mycotoxin production on cheese under modified atmospheres. International Journal of Food Microbiology, 68(1/2), 125-133.

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « Innovations Agronomiques », la date de sa publication, et son URL)