

- Proposer des solutions possibles d'améliorations de leur productivité et des marges, de par l'étude du plan d'activité et du fonctionnement actuel
- Proposer des solutions alternatives, passant par l'introduction de nouvelles technologies et demandant une réorganisation de l'activité et/ou de la production : accompagner les industriels dans ces changements en leur démontrant tous les avantages et bénéfices de la nouvelle organisation intégrant la solution technologique.

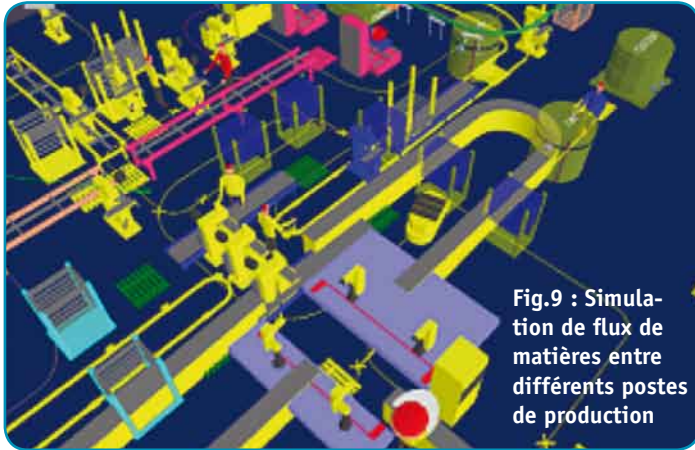


Fig.9 : Simulation de flux de matières entre différents postes de production

Pour mener ces études, différents outils et méthodes développés par le LIMOS (Clermont-Ferrand) sont nécessaires pour le calcul des coûts de production et des marges-produits (exemple : méthode de calcul par centres d'analyse, méthode d'Analyse Based Costing), pour la modélisation des flux de productions (logiciel de simulation de flux, voir Fig.9), etc.

## ENCORE DE NOMBREUSES PERSPECTIVES D' ACTIONS

L'UMT 08.2 compte poursuivre ces actions de développements et de transferts technologiques vers les filières viandes, au niveau national, européen, voire international. Pour cela elle accentue ces efforts en termes de communication et prise de contacts en participant à des salons industriels (présence au CFIA à Rennes en mars 2010, à l'IFFA à Francfort en Allemagne en Mai 2010 et prochainement au salon de l'IPA à Paris en octobre 2010) et des congrès scientifiques (ICOMST 2009 au Danemark, MVA 2009 au Japon et CPI 2009 au Maroc). Elle se dote d'outils de communication (plaquette et montage d'un site internet).

Tous ces efforts visent à constituer et consolider un réseau étendu pour le montage de nouveaux projets de R&D pour les filières des viandes à un niveau plus large que celui national, en répondant à des appels d'offres de type européen comme le FP7 « Factory of the Future ». ■

# Qualité et productivité dans le secteur fromager industriel : nouvelles attitudes face à la problématique, vers de nouvelles solutions ?

Jean-René Kerjean

Actilait, [www.actilait.com](http://www.actilait.com)

*L'amélioration des rendements dans l'industrie fromagère a imposé d'importantes modifications techniques. C'est parce que ces changements peuvent toucher la qualité que la structuration et la modélisation des connaissances fromagères scientifiques et empiriques est de plus en plus indispensable aux entreprises fromagère. Ce souci de structuration des connaissances rejoint aussi les préoccupations du secteur traditionnel fromager. La recherche fromagère répond à ce besoin en développant des projets adaptés où collaborent les technologues, les chercheurs en biologie et les spécialistes de la connaissance technique, projets dont voici quelques exemples.*

L'arbitrage entre qualité et productivité détermine l'orientation de la fromagerie industrielle. Cet arbitrage se modifie constamment en fonction de l'évolution des contraintes internes et externes, comme on le voit récemment.

Dans les dernières années en effet, pour les fromages industriels de grande consommation, l'intensification de la pression vers la réduction des prix a amené les entreprises à privilégier la productivité encore plus que par le passé. Il en est différemment pour les spécialités et les autres fromages, même si les préoccupations ci-dessous concerne également le secteur traditionnel.

Cette priorité à la productivité conduit tout d'abord à utiliser l'ensemble du savoir-faire fromager pour améliorer les rendements et les coefficients de récupération matière car ils constituent l'élément essentiel de la réussite économique de la transformation fromagère.

Dans un premier temps, les entreprises fromagères sont parvenues à assurer des améliorations de rendements sans modifier notablement la composition des produits finis. L'évolution de la réglementation française et surtout internationale, d'une part, et, d'autre part, la maîtrise des procédés de cracking du lait a permis récemment de franchir un nouveau pas dans l'augmentation des rendements.

Une des conséquences de cette évolution n'est qu'apparemment paradoxale : un regain de préoccupations techniques concernant la qualité. En effet, les modifications de plus en plus importantes et les standardisations de plus en plus élaborées des laits de fromagerie peuvent avoir de grandes conséquences sur la qualité. Maîtriser et souvent limiter ces conséquences demande une expertise technologique spécifique, fondée sur le couplage du savoir-faire traditionnel et du savoir-faire de cracking du lait. Quelques projets de recherche et quelques références illustrent des travaux d'Actilait liés à ces évolutions impliquant des collaborations de recherche, notamment avec des équipes de l'Inra.

- Pour tester et étudier la technologie, il est nécessaire de disposer de pilotes et de modèles de petite taille. Dans le projet Européen **Dream** coordonné par Monique Axelos (Inra Bia Nantes), Actilait construit des modèles de pâte pressée et de pâtes molles avec standardisation des taux de caséines, de protéines solubles et de lactose du lait. Objectif principal de ces modèles comme du modèle « emmental » précédent : obtenir une reproductibilité des paramètres d'état (égouttage, acidification, protéolyse, fermenta-

tions, coefficients de récupération) de l'ordre de 1% (écart-type de reproductibilité/moyenne en %). Cette reproductibilité permet aux industriels et aux chercheurs d'utiliser ces modèles avec un nombre de répétition prédéfini et en connaissant finement l'ensemble des paramètres utilisés<sup>(1)</sup>.

• Ces modèles technologiques permettent d'éclairer les questions sur les rendements et les récupérations de protéines et de matière grasse. Ils sont indispensables pour réaliser la démarche extrapolation/modélisation (scale up/scale down) depuis le modèle de laboratoire ultra-standardisé (Generic model food) jusqu'à l'application industrielle avec sa variation naturelle en passant par le pilote. De nombreuses questions concernant par exemple l'adjonction de protéines solubles, les modifications d'égouttage, l'utilisation de coagulants et leur influence sur les rendements ne peuvent être réglés qu'en utilisant un tel modèle possédant trois qualités :

- une reproductibilité de la mesure des rendements connue et vérifiée régulièrement ; permettant notamment d'utiliser un nombre de répétition raisonnable et compatible avec les possibilités financières ;
- un bilan poids équilibré ;
- un réalisme suffisant des variables de contrôles et des variables d'état.<sup>(2)</sup>

• Ces modèles technologiques sont aussi utilisés par Actilait pour étudier le comportement des germes indésirables (*Clostridium tyrobutyricum*), ou des bactéries potentiellement dangereuses, en relation avec l'Analyse quantitative des risques et pour finaliser en aval du laboratoire du screening de ferments (lactiques et ferments d'affinage<sup>(3)</sup>) sélectionnés par Actilait en collaboration avec des entreprises productrices ou utilisatrices.

• Dans le cadre du programme **Arbres** (Région Bretagne et partenaires d'Actilait, projet structurant Valorial) le savoir-faire fromager est structuré progressivement par Actilait sous forme d'arborescences de raisonnement. Ce travail important à long terme inclut notamment la description des modes d'incorporation des protéines solubles et les conséquences sur les qualités des fromages. Il sera couplé avec l'étude des possibilités de modélisation qui ont été travaillées dans le cadre du projet **Incalin** (Anr Alia 2006-2009) coordonné par Nathalie Perrot (Inra Gmpa Grignon). La problématique qui sous-tend cette construction est la suivante :

- La liste des consignes de fabrications sous la forme de diagramme technologique permet de fixer des recettes efficaces de fabrication;
- Cependant, pour fixer ces consignes, et également pour les modifier au fur et à mesure de l'évolution des objectifs et de certains paramètres peu contrôlables, il est nécessaire de décrire en détail les interactions entre variables de contrôle et leur influence sur les mécanismes de la fromagerie.

Bien entendu, ce travail de structuration du savoir-faire fromager ne concerne pas que le secteur industriel mais importe aussi au secteur traditionnel<sup>(4)</sup>.

• La modification profonde de la texture des fromages à ouverture dans le cadre des évolutions récentes, notamment avec la généralisation et l'intensification de la bactofugation et l'évolution des gras-sur-sec, amène Actilait à réactiver les réflexions sur les facteurs d'ouverture et à quantifier plus précisément, dans différents cas d'évolution, le poids relatif des trois facteurs : production de gaz, points initiateurs d'ouverture et rhéologie.<sup>(5)</sup>

• Dans les fromages d'aujourd'hui, le risque d'une croissance possible de *Clostridium sporogenes* et de clostridia proches est

technologiquement indésirable et s'ajoute au risque technique classique lié à *Clostridium tyrobutyricum* et *butyricum*. Le projet **Clostrilait** ( financé par Région Bretagne-Bba, ) coordonné par Emmanuel Jamet (Pole microbiologie Actilait) vise à identifier les agents de ce risque technologique, à étudier leur développement possible et à rechercher des moyens d'identification rapide et précise<sup>(6)</sup>.

• Les modifications de la préparation du lait à visée «productivité» on des conséquences importantes sur la protéolyse et tout d'abord sur la protéolyse primaire. Le sujet 4 de l'Unité mixte de technologie «**Caseolis**» vise à répondre à cette question en étudiant la coupure des caséines alphas1 et beta en fromages à pâte cuite en situation d'incorporation de protéines solubles.

Les conséquences sur la protéolyse et les aptitudes culinaires seront étudiées en détail. Encore une fois, la meilleure connaissance des aptitudes culinaires permet aujourd'hui de mettre en place des mesures correctives<sup>(7)</sup>.

En fromagerie industrielle comme en fromagerie artisanale, il ne faut donc pas trop simplifier le savoir-faire fromager. Il vaut mieux intégrer les connaissances scientifiques et le savoir-faire empirique dans un ensemble le plus structuré possible, voire modélisé. C'est ce qui permettra de pallier les conséquences possibles sur la qualité des évolutions actuelles<sup>(8)</sup>. ■

## RÉFÉRENCES

<sup>(1)</sup> Site du projet Dream : <http://dream.aaeuropae.org>  
sur le modèle «emmental» :

• V Buisson et JR Kerjean 1987 Miniaturisation de la fabrication fromagère. Un nouveau test pour mesurer l'aptitude fromagère des laits Techn Lait 1024 17

• Minifabrication de fromages à pâte pressée cuite. Etude Actilait 09102B

<sup>(2)</sup> Voir sur les rendements :

• H Pointurier 2003 Gestion matière dans l'industrie laitière Ed Lavoisier 277p.

• R Richoux, L Aubert, M Normand, P Privat, D Ibarra 2009 Influence of cryogenic cooling of cheese curd on yield and quality of semi-hard cheeses. Dairy Sci Technol 89 177

• P Barrucand, K Raynal-Ljutovac 2008 Variation of whey protein content on goat milk and impact of cheese yield Bull FIL 0801 / 3 /219

• Etudes Actilait 8511B, 8809BE, 8911B, 9710B

<sup>(3)</sup> Sur le rôle et la sélection des ferments :

• E Jamet 2009 La collection de microorganismes d'intérêt laitier: de la sélection à la distribution. Rev ENIL, 303, p 16-17

• E Jamet 2009 Les bactéries lactiques : Une composante de l'écosystème fromager. In: Bactéries lactiques : Physiologie, métabolisme, génomique et applications industrielles. Chap 1 Ed Economica

<sup>(4)</sup> sur la structuration du savoir-faire fromager :

• M Sicart 2010 Méthodes, concepts et outils des systèmes complexes pour maîtriser les procédés alimentaires, application à l'affinage du camembert Thèse Agroparistech 161p.

• JR Kerjean 2009 Structurer ou modéliser le savoir-faire fromager ? Rev Enil 302 p 24

• M Sicard, M Normand, JR Kerjean, N Perrot N 2008 Knowledge management applied to cheese ripening Food Factory Le Mans

<sup>(5)</sup> Pour aller plus loin sur la question de l'ouverture en fromages modernes, il faut mobiliser les huit études Actilait 8511B, 8405C, 8407C, 9108C, 9310C, 9707ABC, 9710B, 0710BC ([www.actilait.com](http://www.actilait.com), documentation, études)

<sup>(6)</sup> Sur Clostrilait : voir le site PAO <http://www.pole-agro-ouest.fr/> et sur les clostridia les études Actilait 8111A, 8206C

<sup>(7)</sup> Sur les aptitudes culinaires lire notamment :

• R Richoux, L Aubert, G Roset, JR Kerjean 2009 Impact of the

- proteolysis due to lactobacilli on the stretchability of Swiss-type cheese. Dairy Sci Technol 89 1 31
- R Richoux, L Aubert, G Roset, V Briard, JR Kerjean, C Lopez 2008 Combined temperature-time parameters during the pressing of curd as a tool to modulate the oiling-off of Swiss cheese. Food Res Intern 41 1058
  - MH Famelart, R Richoux, Y Le Graet, F Michel, A Riaublanc 2002 Evaluation des méthodes d'appréciation des propriétés fonctionnelles des fromages d'emmental de l'Ouest de la France Lait 82 225
  - R Richoux R, G Roset, L Aubert, JR Kerjean 2002 A comprehensive model to understand the relationships between composition

- and thermo functionalities of Emmental. Congrilaït Paris
- R Richoux, G Roset, MH Famelart, JR Kerjean 2001 Diversité de quelques propriétés fonctionnelles à chaud de l'emmental français Lait 81 547
- <sup>(8)</sup> *Cet article est inspiré par la lecture des dernières fiches de La Documentation Fromagère Résumée*, publication du centre de documentation d'Actilaït (Romain Richoux, rédacteur) où sont résumés chaque année sous forme de 100 fiches d'une page (introduction/ résultats/ opinion critique) les 300 articles fromagers les plus marquants (disponible sous forme d'abonnement [www.actilaït.com](http://www.actilaït.com), documentation, documentation fromagère résumée ou auprès de [r.richoux@actilaït.com](mailto:r.richoux@actilaït.com)).

# Décontamination des emballages alimentaires par la vapeur sèche de peroxyde d'hydrogène (VSPH)

Dr Cécile LACOSTE, Dr Alain MIMOUNI

CTCPA -Paris

## RÉSUMÉ

La vapeur sèche de peroxyde d'hydrogène (VSPH) est un agent chimique stérilisant pouvant être utilisé pour la décontamination des emballages alimentaires. C'est un traitement rapide, efficace et facile à mettre en œuvre. Le procédé VSPH associé à un conditionnement ultra-propre ou aseptique des aliments permet de proposer des produits alimentaires aux qualités microbiologiques et organoleptiques optimisées.

## 1 - INTRODUCTION

Dans l'industrie agroalimentaire, maîtriser la propreté et la qualité de l'air au contact des aliments sont des points clés de l'hygiène des ateliers. Pour cela de nouvelles techniques se développent afin d'optimiser le conditionnement des aliments.

Parmi ces techniques, le conditionnement aseptique permet une longue conservation des produits finis avec une excellente qualité microbiologique.

Cette méthode de conditionnement permet un remplissage sous ambiance stérile. Il prévient toute contamination de l'emballage par des micro-organismes pendant et après son conditionnement. Dans ces conditions, le contenu conserve toute sa saveur et toutes ses valeurs nutritives pendant de long mois, sans agents conservateurs et à température ambiante.

Une autre technique est le conditionnement ultra-propre, moins contraignant que le conditionnement aseptique. Le conditionnement ultra-propre combine à la fois un balayage d'air propre (flux laminaire) à proximité du produit et des frontières aérauliques entre l'ambiance générale de l'atelier et une zone restreinte autour du produit, au sein de laquelle la température, la présence microbienne, l'humidité ou tout autre paramètre d'ambiance doivent être maîtrisés, et ce sans séparation physique afin que l'opérateur puisse conserver sa capacité d'intervention.

Aussi bien pour le conditionnement aseptique que pour le conditionnement ultra-propre les emballages utilisés pour le remplissage doivent être décontaminés afin qu'ils présentent une bonne qualité microbiologique.

Pour la décontamination de la surface des emballages, différentes techniques impliquant des moyens chimiques, physiques ou thermiques sont disponibles. L'une des méthodes les plus efficaces est le traitement à la vapeur sèche de peroxyde d'hydrogène (VSPH).

## 2 - PRÉSENTATION DU TRAITEMENT VSPH POUR LA DÉCONTAMINATION DE LA SURFACE DES EMBALLAGES ALIMENTAIRES

### PRINCIPE

Le traitement VSPH se décompose en quatre phases :

*a/ Déshumidification* : l'air ambiant est déshumidifié, l'air sec est envoyé vers le système d'échappement. Lorsque la déshumidification est terminée, la phase de conditionnement commence.

*b/ Production de vapeur de peroxyde d'hydrogène et conditionnement* : Un vide profond aspire le peroxyde d'hydrogène liquide (35%) contenu dans une cartouche, le fait passer à travers un vaporisateur chauffé (100°C) ; il est ensuite mélangé à l'air sec et amené dans l'applicateur de stérilisation La vapeur sèche de peroxyde d'hydrogène est injectée selon un débit défini par l'utilisateur pendant un temps sélectionné permettant d'atteindre rapidement la concentration de vapeur de peroxyde d'hydrogène voulue.

*c/ Stérilisation* : cette phase consiste à maintenir la concentration en VSPH au niveau requis. Il faut également maintenir la température d'injection et le taux d'humidité relative constants.

*d/ Aération* : de l'air chaud circule à un débit plus élevé pendant un intervalle de temps sélectionné par l'utilisateur pour diminuer la concentration de vapeur de peroxyde d'hydrogène.

Le procédé VSPH présente incontestablement des avantages par rapport aux autres procédés gazeux, telles que l'oxyde d'éthylène ou le formaldéhyde en fumigation. Il présente une distribution uniforme du système automatisé de dispersion, d'un cycle de temps relativement rapide, d'un bon profil de sécurité et du contrôle du cycle. Plusieurs études ont démontré l'efficacité biologique du VSPH contre les endospores bactériennes, les bactéries végétatives, les virus, et d'autres micro-organismes et contaminants biologiques, y compris les prions (Rapport Bioquell 2003 ; Meszaros et al., 2005 ; Fichet et al., 2007).

### LES PARAMÈTRES CRITIQUES DU TRAITEMENT VSPH

L'efficacité du traitement VSPH dépend de différents paramètres critiques (concentration de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, temps de contact, température, débit d'air), ces derniers doivent être contrôlés afin de maintenir une concentration en H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> suffisante et constante dans la phase gazeuse.