



Technologies disponibles pour la transformation à petite échelle du lait, du yaourt et du fromage

Peter Fellows, *Midway Associates*, Derby (Royaume-Uni)

Introduction

La production de laits fermentés, de yaourt et de fromages à pâte molle remonte, dans certains pays ACP, à plusieurs milliers d'années. Les communautés africaines d'éleveurs nomades, notamment, y avaient recours pour conserver le lait à des fins de consommation personnelle et de sécurité alimentaire. Dans les pays ACP, ce n'est que récemment que la transformation commerciale du lait s'est lancée dans la production de lait pasteurisé et de fromages à pâte dure, en réponse à une demande locale croissante. Cette progression est néanmoins limitée par l'absence de chaînes du froid fiables pour le transport, le stockage et la vente des produits laitiers, ainsi que, dans certaines populations, par un nombre élevé de cas d'intolérance au lactose. Des études de faisabilité pourraient éclairer les transformateurs de produits laitiers potentiels sur les décisions d'investissement qu'ils pourraient être amenés à prendre.

Transformation

Si le lait de vache est le plus répandu, le lait de chèvre, de jument, de chamelle et de brebis est lui aussi fréquemment utilisé dans certaines régions. Une laiterie qui fabrique des produits laitiers à courte durée de vie sera généralement située dans les centres urbains, à proximité des consommateurs, tandis qu'une laiterie qui fabrique des produits moins périssables se trouvera plus volontiers en zone rurale, près des sources de lait : il est en effet moins onéreux et moins risqué de transporter des produits laitiers que de transporter du lait frais.

Installations et équipements

Une salle de transformation doit être conçue dans le respect des règles d'hygiène, avec des murs et des sols carrelés faciles à nettoyer ainsi qu'une cave d'affinage, en cas de production de fromage à pâte dure. Le lait et les produits laitiers entrants doivent être entreposés dans des réfrigérateurs ou des chambres froides séparées. Les locaux doivent être équipés d'une arrivée d'eau potable adaptée, exempte de micro-organismes, de substances chimiques et d'autres particules susceptibles de contaminer le produit. La salle et les équipements de transformation doivent être soigneusement nettoyés et désinfectés après la production. Les eaux de laiterie étant très polluantes, les transformateurs sont tenus de veiller à ce que l'évacuation des effluents soit conforme à la réglementation locale.

En général, le matériel de laiterie se compose de bidons de lait, de filtres pour le lait entrant, de gobelets gradués ou de dosettes pour les ingrédients, de balances, d'un lactomètre, ainsi que d'un pH-mètre et d'un thermomètre électroniques. Tout le matériel de laiterie doit, de préférence, être constitué d'acier inoxydable, mais il est possible d'avoir recours à d'autres options moins onéreuses, comme l'aluminium poli ou, pour les conteneurs et les équipements non destinés à un traitement thermique, le plastique de qualité alimentaire. Le matériel spécifique nécessaire à la production des différents produits laitiers est présenté dans le tableau 1.

Produit	Principaux équipements
Lait pasteurisé	Écrémeuse, pasteurisateur, remplisseuse, scelleuse
Yaourt et laits fermentés	Incubateur, remplisseuse, scelleuse de pots
Fromage	Cuve à double paroi, pasteurisateur, coupeuse à fromage, presse à fromage, moules à fromage, toiles à fromage

Tableau 1. Matériel nécessaire à la transformation des produits laitiers

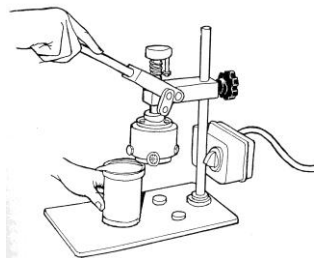
Étude de cas : Matériel de laiterie

« Mon matériel de fabrication de yaourt se compose d'une cuve de transformation à double paroi, chauffée par une chaudière au propane liquide, d'une chambre froide et d'une conditionneuse. Cet équipement a été financé à la fois par nos fonds propres et par un prêt bancaire. Ce procédé peut traiter 500 litres par lot, soit un rendement de 4 000 pots de yaourt d'une contenance de 125 ml » (Axtell *et al.*, 2008)

Le lait et le yaourt sont généralement conditionnés dans des sachets en plastique, des boîtes en carton enduites de cire, des bouteilles et des gobelets en plastique ou des bouteilles en verre. Le fromage peut être enveloppé soit dans une feuille, soit dans un film en plastique. À petite échelle, on utilise une thermosoudeuse pour sceller les sachets en plastique, alors que les grandes exploitations emploient une formeuse-remplisseuse-scelleuse (figure 1a). Les scelleuses de pots de yaourt en plastique (figure 1b) sont équipées d'une tête de soudage à commande thermostatique ajustable, permettant de sceller les couvercles en aluminium ou en plastique.



a)



b)

Figure 1. a). Formeuse-remplisseuse-scelleuse, b) Scelleuse de pots (avec l'aimable autorisation de *Practical Action*, <http://practicalaction.org>).

Traitement des produits

Quels que soient les types de lait, ils ont tous une faible teneur en acidité et une forte teneur en éléments nutritifs, ce qui favorise la prolifération des bactéries susceptibles de faire tourner le lait et/ou de provoquer une toxi-infection alimentaire. Pour éviter cela, le lait est soumis à un traitement thermique (pasteurisation ou ébullition) ou traité en augmentant son acidité pour produire du yaourt, des laits fermentés ou du fromage.

Lait pasteurisé

Les phases de la transformation du lait pasteurisé sont les suivantes :

1. Filtration du lait cru
2. Séparation de la matière grasse du lait à l'aide d'une écrémeuse (figure 2) pour la production de laits pasteurisés « écrémés » ou « demi-écrémés » ou de lait destiné à la fabrication de yaourt ou de fromage d'une teneur spécifique en matière grasse.
3. Pasteurisation, suivie d'un refroidissement à une température $< 10^{\circ}\text{C}$.
4. Conditionnement.
5. Stockage réfrigéré et distribution.



Figure 2. Écrémeuse manuelle d'un débit de 60 à 100 litres de lait à l'heure.

Pour les laits aromatisés (par exemple, au chocolat, à la vanille et aux fruits), on ajoute les arômes et colorants appropriés avant la pasteurisation. Dans la plupart des pays ACP, la loi prévoit des conditions minimales de pasteurisation de 63°C pendant 30 minutes ou de 72°C pendant 15 secondes. Dans les petites installations, le lait est pasteurisé à l'aide d'une casserole en acier inoxydable placée sur un dispositif de chauffage, mais il faut sans cesse veiller à contrôler la chaleur et à remuer le lait pour éviter qu'il ne brûle. Pour prévenir ce problème, on utilise une marmite en acier inoxydable à double paroi, chauffée à la vapeur ou à l'eau chaude. La pasteurisation à 72°C pendant 15 secondes ne permet pas l'utilisation de marmites et nécessite l'emploi d'un échangeur thermique (figure 3). Le lait pasteurisé a une durée de vie d'environ une semaine au réfrigérateur.



Figure 3. Échangeur thermique à plaques destiné à la pasteurisation du lait.

Laits fermentés et yaourt

Ces produits sont obtenus en utilisant des bactéries lactiques pour la fermentation du lactose et sa transformation en acide lactique. L'acide inhibe la prolifération des bactéries et provoque la coagulation des protéines du lait pour former du caillé. Les laits fermentés traditionnels, comme le kéfir, le koumis et le laban, sont épais et grumeleux, et dégagent une forte saveur et un goût acide. Leur durée de vie est de 3 à 8 jours à température ambiante, voire quelques jours de plus au réfrigérateur. On les obtient en laissant cailler le lait cru sous l'action des bactéries naturellement présentes, dans des récipients couverts placés dans une pièce chaude pendant 1 à 2 jours. Selon un procédé amélioré, on inocule un ferment de *Lactobacillus* sp. ou *Leuconostoc* sp. dans le lait, que l'on place ensuite à 25 à 30 °C pendant quelques heures. Le lait « à l'acidophile » est un lait traditionnel fermenté avec une souche de *Lactobacillus acidophilus*. Le babeurre de culture, récolté après production du beurre, est fabriqué à l'aide de *Streptococcus lactis* ou *S. cremoris*. Le lait est chauffé à 95 °C puis refroidi à 20 à 25 °C, avant sa fermentation pendant 16 à 20 heures.

Le yaourt est obtenu par fermentation de lait entier ou écrémé en utilisant *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, qui fait baisser le pH aux alentours de 5,0, puis *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, qui diminue encore le pH à 4,0 et favorise la coagulation du lait. Le lait et tous les ingrédients ajoutés sont mélangés dans une cuve de mélange, pasteurisés et refroidis à 40 à 45 °C, puis fermentés pendant 4 à 6 heures jusqu'à ce que l'acidité atteigne 0,85 à 0,90 %. Pour le yaourt ferme, le mélange est fermenté dans les pots servant de conditionnement pour la vente au détail. Les étuves pour pots de yaourt sont généralement constituées : 1) d'un compartiment isotherme muni d'une ampoule de 40 W pour le maintenir à bonne température ; 2)

d'un bain-marie de faible profondeur équipé d'un petit dispositif de chauffage électrique et d'un thermostat ; 3) d'un bloc de polystyrène épais pourvu d'encoches pour tenir les pots en plastique, fermé par un couvercle en polystyrène. À une plus grande échelle, pour la fabrication de yaourts en vrac, on utilise des cuves isothermes en acier inoxydable à commande thermostatique. Après fermentation, le yaourt est refroidi à environ 10 °C et agité pour éliminer le gel (aussi appelé « caillé ») en cas de fabrication de yaourt brassé. Le yaourt épais est obtenu en ajoutant au lait du lait écrémé en poudre ainsi que d'autres ingrédients, comme des édulcorants, des arômes, des colorants, de la pulpe de fruits ou des noix hachées. Le yaourt se conserve pendant environ 10 jours au réfrigérateur.

Fabrication des ferments

Des ferments lyophilisés de bactéries lactiques pour le yaourt et le fromage sont mis en culture dans du lait pasteurisé de façon à obtenir une « culture mère », utilisée tous les jours pendant une semaine. La dernière partie est réinoculée dans le lait pour former une nouvelle culture mère. Avec une bonne hygiène, cette méthode peut être poursuivie pendant plusieurs mois, mais en règle générale, des bactéries indésirables finissent par contaminer la culture, qui doit alors être remplacée. Il est également possible d'utiliser comme ferment du yaourt vendu dans le commerce qui n'a pas été pasteurisé, ou d'ajouter une partie de la production de la veille à un nouveau lot de lait.

Fromage

S'il existe plusieurs centaines de variétés de fromage, elles reposent toutes sur les mêmes principes de coagulation des protéines pour obtenir du lait caillé, séparé par la suite du lactosérum liquide. Les fromages peuvent être classés en trois catégories : les fromages « à pâte molle », les fromages « à pâte demi-ferme » et les fromages « à pâte dure » (tableau 2).

Type fromage	Exemples	Teneur en humidité (%)	Teneur en matière grasse (%)	Texture	Durée de conservation
Fromages à pâte molle	Cottage, Halloumi	45–75	< 40	Molle, blanche, à tartiner	Quelques jours ou quelques semaines
Fromages à pâte demi-ferme	Ricotta, Paneer, Féta, Camembert, Brie	35–45	< 35	Ferme, friable, à trancher	Plusieurs semaines
Fromages à pâte dure	Cheddar, fromages à pâte filée	30–40	< 30	Très ferme, dense	Plusieurs mois

Tableau 2. Types de fromages

Le caillé peut être obtenu de différentes façons : à l'aide de présure (sous forme de pastilles, de poudre ou de liquide) ; par fermentation avec des bactéries lactiques ; par addition d'acide (par ex., jus de limette ou vinaigre) ; par ébullition ; ou en utilisant des extraits de plantes spécifiques (par ex., feuilles ou écorce de pommier de Sodome).

Fabrication de la présure

La présure peut être fabriquée en laiterie, lorsqu'elle n'est pas disponible dans le commerce. La « cailllette » (quatrième compartiment de l'estomac d'un veau non sevré) est séchée, coupée en morceaux et immergée pendant 24 heures dans une solution à 10 % de saumure contenant du benzoate de sodium en guise de conservateur. Le liquide est alors retiré et utilisé comme présure.

La méthode généralement employée pour fabriquer du fromage consiste à ajouter de la présure et/ou une bactérie lactique. Après fermentation, le caillé est coupé en petits cubes à l'aide d'un tranche-caillé (figure 4a). Le petit-lait est retiré et pour certains types de fromages, le caillé est lavé et/ou chauffé avant d'être comprimé dans une presse à fromage. Les moules à fromage sont généralement en acier inoxydable, mais peuvent être constitués de tuyaux d'égouttage perforés en plastique, de 10 à 25 cm de long, et équipés d'un couvercle et d'un socle en plastique ou en bois. La compression se fait en plaçant des poids sur les couvercles. Les presses à fromage manuelles sont munies d'une plaque de pression actionnée par une vis (figure 4b). Le caillé est versé dans un sac en toile ou en coton à l'intérieur du moule et la plaque de pression est abaissée pour comprimer le caillé.

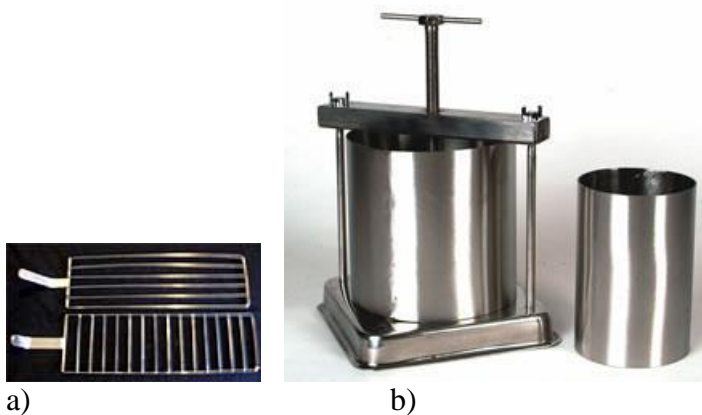


Figure 4. a) Tranche-caillé vertical et horizontal (avec l'aimable autorisation de *Glengarry Cheesemaking and Dairy Supply Ltd.*, www.glengarrycheesemaking.on.ca), b) Presse à fromage (avec l'aimable autorisation de *Lehman's*, www.lehmans.com).

Les fromages traditionnels sont pressés à la main en forme de blocs et stockés dans de la saumure jusqu'à leur vente directe à la sortie du bac à saumure. Leur durée de conservation est comprise entre 2 et 3 semaines. L'affinage des fromages à pâte demi-ferme peut durer jusqu'à 12 mois. Les fromages à pâte dure ont une teneur en humidité moins élevée, définie par la température/durée de cuisson du caillé et la quantité de sel ajouté, et leur affinage peut durer entre 1 et 36 mois.

Assurance qualité

En raison du risque élevé de toxi-infection alimentaire que représente le lait, les transformateurs ne devraient acheter que du lait frais de haute qualité. La contamination peut se produire à n'importe quelle étape du traitement et les transformateurs doivent mettre en œuvre des programmes d'assurance qualité visant à :

- 1) Éviter la contamination de la salle de traite provenant des animaux, des mains des employés ou du matériel de traite et veiller à ce que le lait ait refroidi avant de le transporter.
- 2) Utiliser exclusivement des bidons à lait pour le transport du lait et éviter les retards au cours desquels le lait est susceptible de se réchauffer.
- 3) Veiller à ce que le personnel respecte les conditions de fabrication établies ; appliquer les règles d'hygiène personnelle et veiller à ce que les intervalles de nettoyage soient respectés.
- 4) Informer les détaillants des températures de stockage et des dates de péremption ; apposer sur les étiquettes les conditions de conservation et les dates de péremption de sorte à informer les consommateurs.

Le pH du lait est mesuré à l'aide d'un pH-mètre ; son acidité, par titrage avec une solution d'hydroxyde de sodium ; sa densité, à l'aide d'un densimètre appelé « lactomètre » visant à détecter toute dilution avec de l'eau ; et enfin, sa teneur en matière grasse, à l'aide de la méthode Gerber, dans un laboratoire digne de confiance. Un test microbiologique simple consiste à mélanger du bleu de méthylène avec du lait – si le lait ne se décolore pas dans les 30 minutes, c'est que la qualité bactériologique est satisfaisante. L'activité de la phosphatase est mesurée en mélangeant un colorant avec du lait et en contrôlant le changement de couleur : l'absence d'activité de la phosphatase est la preuve que le lait a été pasteurisé correctement.

Conclusion

Dans bon nombre de pays ACP, les centres de technologie alimentaire des universités et des instituts de recherche, de même que le Bureau de normalisation, sont en mesure de donner des indications sur la transformation du lait et des produits laitiers. Les communautés scientifiques et techniques devraient, dans le cadre du développement des petites et moyennes entreprises laitières, songer à multiplier leurs actions de recherche et développement sur les produits laitiers transformés et sur la conception des équipements et des installations de transformation, de sorte à offrir une plus grande valeur ajoutée aux consommateurs et aux entrepreneurs des pays ACP.

Informations complémentaires

La passerelle laitière de la FAO est une plateforme qui donne accès à un large éventail d'informations sur la production laitière et les produits laitiers ; les publications, les documents de formation et les statistiques sont disponibles à l'adresse www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/transformation-du-lait/fr/, dans la rubrique « Ressources d'information » [consulté le 12 février 2014].

Centre for Dairy Research, Madison, Wisconsin at www.cdr.wisc.edu [consulté le 12 février 2014].

Axtell, B, Fellows, P, Gedi, L, Lubin, H, Musoke, R. Oti-Boateng, P. *et al.* 2008. *Setting up and running a small-scale dairy processing business*, Centre technique de coopération agricole et rurale ACP-UE (CTA), Wageningen, (Pays-Bas)

<http://publications.cta.int/fr/publications/publication/1434/> [consulté le 12 février 2014].

Goff, D. 2013. *Dairy Science and Technology Education*, Université de Guelph (Canada), disponible à l'adresse www.uoguelph.ca/foodscience/content/dairy-education-series.

Kosikowski, F., sans date. *The Basics of Making Cheese*, www.cip.ukcentre.com/cheese.htm [consulté le 12 février 2014].

Yoghurt - various manufacturing methods, sans date :

www.helene.users2.50megs.com/various_manufacturing_methods.htm

[consulté le 12 février 2014].

Publié par le CTA, <http://knowledge.cta.int/>

Rédactrice en chef : J.A. Francis, CTA

Citation : CTA 2014. <http://knowledge.cta.int/fr>, "auteur" consulté le "date."

Copyright CTA 2014. Les articles et documents publiés sur *Connaissances pour le développement* <http://knowledge.cta.int/fr> peuvent être reproduits librement, à condition que le nom des auteurs et la source soient clairement indiqués.