



Chances et risques pour les produits laitiers

Synthèse scientifique du congrès annuel de FACE-network 2023

Autrices et auteurs

Hans-Peter Bachmann, Walter Bisig, Marie-Therese Fröhlich-Wyder
(Scientific Programme Committee)

Partenaires

Fromarte, Grangeneuve



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Impressum

Éditeur	Agroscope Schwarzenburgstrasse 161 3003 Berne www.agroscope.ch
Renseignements	Hans-Peter Bachmann, hans-peter.bachmann@agroscope.admin.ch
Rédaction	Hans-Peter Bachmann
Photos	© Agroscope, si pas déclaré autrement
Photo de couverture	© Agroscope
Téléchargement	www.agroscope.ch/science
Copyright	© Agroscope 2024
ISSN	2296-729X
DOI	https://doi.org/10.34776/as197f

Exclusion de responsabilité

Les informations contenues dans cette publication sont destinées uniquement à l'information des lectrices et lecteurs. Agroscope s'efforce de fournir des informations correctes, actuelles et complètes, mais décline toute responsabilité à cet égard. Nous déclinons toute responsabilité pour d'éventuels dommages en lien avec la mise en œuvre des informations contenues dans les publications. Les lois et dispositions légales en vigueur en Suisse s'appliquent aux lectrices et lecteurs; la jurisprudence actuelle est applicable.

Table des matières

Résumé	4
Zusammenfassung	4
Summary	5
Riassunto	5
1 Introduction	6
2 Sécurité et qualité	8
2.1 Conférence de Catherine Donnelly sur la guerre menée contre la production fromagère artisanale	8
2.2 Conférence de Hans-Peter Bachmann sur la sécurité et la qualité des fromages au lait cru	9
2.3 Présentation de posters	10
3 Durabilité	13
3.1 Conférence d'Urs Niggli sur le rôle d'une gestion durable des surfaces herbagères	13
3.2 Conférence d'Elisabeth Eugster sur la durabilité dans les fromageries artisanales	14
3.3 Présentation de posters	15
4 Effets sur la santé	17
4.1 Conférence de Franziska Roth-Walter sur le transport des éléments nutritifs par les protéines du petit-lait	17
4.2 Conférence de Betty van Esch sur les effets protecteurs du lait cru et du kéfir de lait cru	18
4.3 Présentation de posters	19
5 Biodiversité microbienne	21
5.1 Conférence de Céline Delbès sur le transfert microbien	21
5.2 Conférence d'Elena Bancalari sur une nouvelle approche du paiement de la qualité du lait	22
5.3 Présentation de posters	23
6 Programme-cadre	25
6.1 Visites	25
6.2 Ateliers pratiques et théoriques	25
6.3 Stands d'information	26
6.4 Buffet européen du fromage	26
7 Résultats de l'enquête de satisfaction	27
8 Conclusions	28
8.1 Propositions pour rendre le Centre de compétences Produits à base de lait cru plus international	28
8.2 Propositions pour de futurs projets de recherche	28
8.3 Propositions d'ordre générale	28
9 Bibliographie avec liens directs et codes QR	29
9.1 Conférences et résumés	29
9.2 Présentation des posters	29
9.3 Stands d'information	31
10 Liste de illustrations	32
11 Tableau	32

Résumé

Le Centre de compétences sur les produits laitiers à base de lait cru, créé conjointement par Agroscope et le canton de Fribourg en étroite collaboration avec la branche laitière et fromagère suisse en 2021, a accueilli en 2023 le congrès annuel de FACENetwork. Il s'est déroulé du 11 au 13 octobre à Grangeneuve, dans le canton de Fribourg, et comprenait des conférences scientifiques et un programme-cadre riche et varié avec des visites, des ateliers pratiques et théoriques, des stands d'information ainsi qu'un buffet européen du fromage.

Les conférences scientifiques ont mis en lumière différents aspects sur le thème du lait cru et des produits à base de lait cru. Il a pu être démontré que les connaissances et le savoir-faire sont disponibles pour fabriquer des produits au lait cru sûrs et de haute qualité. La fabrication de produits laitiers crus basée sur les herbages est une voie durable pour transformer la biomasse non comestible en aliments de qualité. Cette transformation est essentielle pour la sécurité alimentaire mondiale. Il existe de nombreuses possibilités d'améliorer encore la durabilité dans la production et la transformation du lait. De plus en plus d'études démontrent un effet anti-allergène du lait cru et des produits à base de lait cru. La protection contre les allergies repose d'une part sur l'apport de micronutriments aux cellules immunitaires par des protéines natives du petit-lait au travers du système lymphatique, comme la β -lactoglobuline et, d'autre part, sur des protéines bioactives natives du petit-lait comme la phosphatase alcaline et la lactoferrine. La grande majorité des micro-organismes peuvent également avoir un effet positif sur le système immunitaire. Des exigences élevées et déséquilibrées en matière de qualité du lait cru ont entraîné un appauvrissement indésirable de la biodiversité microbienne dans le lait cru et les produits à base de lait cru. De nouvelles voies sont nécessaires pour stopper et inverser cette tendance.

Zusammenfassung

Das Kompetenzzentrum für Rohmilchprodukte, welches im Jahr 2021 gemeinsam von Agroscope und dem Kanton Freiburg in enger Zusammenarbeit mit der schweizerischen Milch- und Käsebranche gegründet wurde, war 2023 Gastgeberin für das 3-tägige Jahresmeeting von FACENetwork. Der Anlass fand vom 11. – 13. Oktober in Grangeneuve, Kanton Freiburg, statt. Er beinhaltete eine wissenschaftliche Konferenz und ein buntes und reich befrachtetes Rahmenprogramm mit Besichtigungen, praktischen und theoretischen Workshops, Informationsständen sowie dem europäischen Käsebuffet.

Die wissenschaftliche Konferenz beleuchtete verschiedene Aspekte zum Thema «Rohmilch und Rohmilchprodukte». Es konnte gezeigt werden, dass das Wissen und Können vorhanden sind, um sichere und qualitativ hochwertige Rohmilchprodukte herzustellen. Die Herstellung von Rohmilchprodukten aus graslandbasierter Milch ist ein nachhaltiger Weg, um für Menschen nicht essbare Biomasse in hochwertige Lebensmittel umzuwandeln. Diese Umwandlung ist für die weltweite Ernährungssicherheit unerlässlich. Bei der Milchproduktion und -verarbeitung gibt es viele Möglichkeiten, um die Nachhaltigkeit weiter zu verbessern. Es gibt immer mehr Studien, die einen anti-allergenen Effekt von Rohmilch und Rohmilchprodukten belegen. Der Allergieschutz beruht einerseits auf der Versorgung der Immunzellen mit Mikronährstoffen durch native beladene Molkenproteine wie das β -Laktoglobulin über die Lymphe, und andererseits auf nativen bioaktiven Molkenproteinen wie die alkalische Phosphatase und das Laktoferrin. Auch die allermeisten Mikroorganismen können sich positiv auf das Immunsystem auswirken. Hohe und einseitige Anforderungen an die Qualität der Rohmilch haben zu einer unerwünschten Verarmung der mikrobiellen Biodiversität in der Rohmilch und den Rohmilchprodukten geführt. Es braucht neue Wege, um diesen Trend zu stoppen und umzukehren.

Summary

The Centre of Excellence for Raw-Milk Products, established jointly in 2021 by Agroscope and the Canton of Fribourg in close partnership with the Swiss dairy and cheese sector, hosted the three-day annual conference of FACEnetwork in 2023. The event, which took place from 11-13 October in Grangeneuve, Canton of Fribourg, included a scientific conference as well as a packed and varied supporting programme with tours, practical and theoretical workshops, information stands and the European Cheese Buffet.

The scientific conference shed light on various aspects of the topic 'Raw Milk and Raw-Milk Products'. It succeeded in showing that the knowledge and skills are available to produce safe, high-quality raw-milk products. Producing raw-milk products from grassland-based milk is a sustainable way for humans to transform non-edible biomass into high-quality food. This transformation is essential for global food security. In milk production and processing, there are many ways to further improve sustainability. There are more and more studies attesting to an anti-allergenic effect of raw milk and raw-milk products. The protection against allergy is conferred on the one hand by the supply of the immune cells with micronutrients by native charged whey proteins such as β -lactoglobulin via the lymph, and on the other hand by native bioactive whey proteins such as alkaline phosphatase and lactoferrin. In addition, the vast majority of microorganisms can have a positive effect on the immune system. High and one-sided requirements regarding raw-milk quality have led to an unwelcome impoverishment of microbial biodiversity in raw milk and raw-milk products. New approaches are needed to halt and reverse this trend.

Riassunto

Dall'11 al 13 ottobre 2023 il centro di competenze Prodotti a base di latte crudo, fondato nel 2021 da Agroscope e dal Cantone di Friburgo in stretta collaborazione con la filiera lattiero-casearia, ha ospitato a Grangeneuve (FR) l'incontro annuale di FACEnetwork. Il programma prevedeva una conferenza scientifica e un programma collaterale ricco e articolato con visite guidate, laboratori teorici e pratici, chioschi informativi e un buffet di formaggi europei.

La conferenza scientifica si è concentrata su vari aspetti legati al latte crudo e ai prodotti a base di latte crudo e ha evidenziato che grazie alle conoscenze e competenze disponibili è possibile fabbricare prodotti a base di latte crudo sicuri e di alta qualità. La loro preparazione con latte proveniente da superfici inerbite è una soluzione sostenibile per trasformare la biomassa non commestibile per l'uomo in alimenti di qualità: una conversione essenziale per la sicurezza alimentare globale. Esistono molti modi per migliorare ulteriormente la sostenibilità della produzione e trasformazione del latte e sempre più studi dimostrano che il latte crudo e i prodotti a base di latte crudo esercitano un effetto antiallergico. Questa prevenzione delle allergie si basa sull'apporto di micronutrienti alle cellule immunitarie attraverso le proteine native del siero di latte come la β -lattoglobulina (mediante la linfa) e sulle proteine native bioattive del siero di latte come la fosfatasi alcalina e la lattoferrina. Anche la maggior parte dei microrganismi può avere un effetto positivo sul sistema immunitario. Requisiti di qualità del latte crudo elevati e unilaterali hanno determinato un indebolimento indesiderato della biodiversità microbica di questa materia prima e dei prodotti derivati. Sono ora necessari nuovi approcci per fermare e invertire questa tendenza.

1 Introduction

Ce qui a commencé en 2006 comme un échange d'informations entre les transformatrices et transformateurs à la ferme français et allemands s'est progressivement développé en un vaste réseau européen. Au sein de ce réseau, les productrices et producteurs artisanaux de fromage et de produits laitiers travaillent ensemble sur des thèmes tels que les règles d'hygiène, la préservation des savoirs traditionnels, l'échange d'expériences, les difficultés rencontrées par les petites laiteries et la nécessité d'élaborer et d'appliquer des règles adaptées et fondées scientifiquement.

En 2013, l'association FACEnetwork a été créée dans le but de représenter et de défendre au niveau national et européen les intérêts des productrices et producteurs de fromages et de produits laitiers fermiers et artisanaux. FACE est l'acronyme de «**F**armhouse and **A**rtisan **C**heese & **D**airy **P**roducers **E**uropean **N**etwork» (réseau européen des producteurs de fromage et de produits laitiers fermiers et artisanaux). Aujourd'hui, 15 pays européens sont représentés au sein de FACEnetwork. S'y ajoutent 15 centres de technologie et de recherche, associations, laboratoires et autorités sanitaires en tant que membres de soutien (supporting members).

La Suisse fait partie du réseau depuis 2020 avec Fromarte (l'association fromagère des artisans suisses du fromage) ainsi que Grangeneuve et Agroscope comme membres de soutien. En 2021, Agroscope et le canton de Fribourg ont créé le Centre national de compétences sur les produits laitiers à base de lait cru en étroite collaboration avec la branche laitière et fromagère. La recherche commune doit permettre de créer de nouvelles synergies, d'augmenter la valeur ajoutée des produits au lait cru et de garantir qu'aucun risque accru n'est lié à leur consommation. Ce centre de compétences a accueilli en 2023 le congrès annuel de FACEnetwork. L'événement s'est déroulé du 11 au 13 octobre à Grangeneuve. Il comprenait des conférences scientifiques et un programme-cadre riche et varié avec des visites, des ateliers pratiques et théoriques, des stands d'information ainsi qu'un buffet européen du fromage. Les conférences scientifiques ont mis en lumière quatre aspects différents sur le thème du lait cru et des produits à base de lait cru:

- Sécurité et qualité
- Durabilité
- Impact sur la santé
- Biodiversité microbienne

Ce congrès annuel a été organisé conjointement par Fromarte, Grangeneuve et Agroscope et, en raison du thème et de la traduction simultanée en allemand, français et anglais, il a été intitulé «Roh-Cru-Raw» (Illustrations 1.1 et 1.2).

Hosted by the Swiss Centre of Excellence for Raw Milk Products



13th European
**Farmhouse and Artisan
 Cheese & Dairy Meeting 2023**

Grangeneuve, Switzerland
 11 – 13 October 2023

<https://www.rohcruraw.ch>

Illustration 1.1: La communication d'Agroscope a créé un «eye-catcher» pour le congrès FACEnetwork



Illustration 1.2: Le congrès a attiré 240 participantes et participants de 17 pays différents.

Le site Internet <https://meeting2023.face-network.eu/> comprend un grand nombre de documents sur le congrès FACEnetwork.

Le site Internet suivant <https://www.rohcruraw.ch/> est maintenu afin de faire connaître plus largement les différentes activités sur les produits au lait cru.

Les conférences scientifiques ont été organisées et animées par le Scientific Programme Committee, composé des auteurs de cet Agroscope Science (ill. 1.3). Le discours d'ouverture de Daniela Weber (ill. 1.4) a été l'un des nombreux moments forts du congrès.



*Illustration 1.3: Le Scientific Programme Committee
De gauche à droite: Hans-Peter Bachmann, Marie-Therese Fröhlich-Wyder et Walter Bisig*



Illustration 1.4: Daniela Weber, fromagère à Düdingen, a enthousiasmé par son discours d'ouverture

2 Sécurité et qualité

2.1 Conférence de Catherine Donnelly sur la guerre menée contre la production fromagère artisanale

Catherine Donnelly (ill. 2.1), professeur émérite de l'Université du Vermont (USA), experte mondialement reconnue du comportement de *Listeria monocytogenes* dans les aliments et co-directrice du «Vermont Institute for Artisan Cheese» de 2004 à 2016, a présenté le thème de son dernier livre lors de son intervention (ill. 2.2).

Ce livre remarquablement fouillé et documenté donne un aperçu révélateur sur les interventions des autorités gouvernementales américaines et sur le combat pour sauver les fromageries traditionnelles produisant des fromages au lait cru. Au cours des 25 dernières années, la FDA (Food and Drug Administration, autorités sanitaires des USA) a mené «une guerre implacable contre les fromages fabriqués artisanalement, qu'ils soient américains ou importés» (citation de C. Donnelly).

La FDA entendait interdire l'utilisation du lait cru dans la fabrication fromagère et imposer à la place la pasteurisation du lait. Elle a en outre tenté d'empêcher l'utilisation de planches en bois pour l'affinage des fromages. De nombreux fromages traditionnels, fabriqués à la fois à partir de lait cru et de lait pasteurisé, sont affinés sur des planches en bois afin de contrôler le taux d'humidité du fromage et sa microflore de surface et d'obtenir ainsi les propriétés sensorielles caractéristiques.

La FDA a également établi des normes strictes pour lutter contre *Escherichia coli* que de nombreux fromages produits artisanalement, que ce soit à partir de lait cru ou pasteurisé, ne pouvaient tout simplement pas respecter.

Selon Catherine Donnelly, la FDA est soupçonnée d'avoir tenté à plusieurs reprises d'aider les géants de l'industrie laitière américaine à mener une guerre commerciale contre l'Europe en matière de protection des noms de fromages traditionnels (p. ex. Gruyère, Emmental ou Parmesan). Ces normes visaient également à restreindre la production de nouveaux fromages par des fromageries artisanales aux États-Unis.

Heureusement, plusieurs membres du Congrès (pouvoir législatif des États-Unis) sont venus à la rescousse des fromagers artisanaux, car la science était de leur côté et la FDA n'était pas en mesure de justifier scientifiquement la position qu'elle adoptait sur les planches en bois, sur les normes strictes établies pour lutter contre *E. coli* et sur les présumés risques liés à l'utilisation de lait cru dans la fabrication fromagère. Les interventions du Congrès ont été indispensables pour amener la FDA à renoncer aux ordonnances proposées, qui auraient rendu l'accès au marché des fromages artisanaux américains et européens beaucoup plus difficile, voire impossible dans certains cas.



Illustration 2.1: Franziska Roth-Walter, Hans-Peter Bachmann et Catherine Donnelly (de gauche à droite; lors d'une visite dans la grotte à fromages à Gstaad; voir aussi le chapitre 4.1)

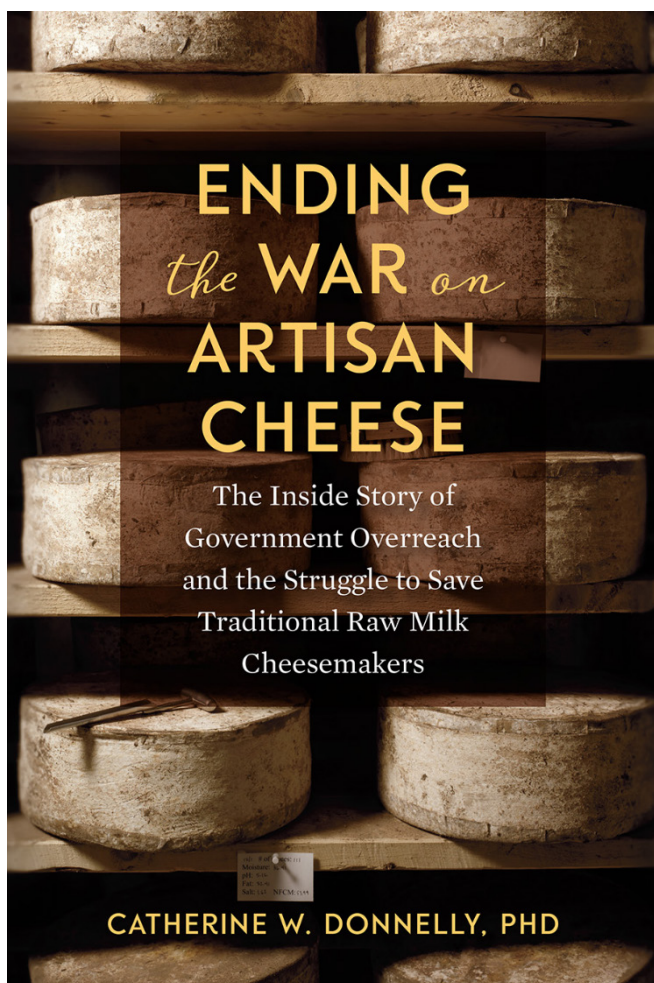


Illustration 2.2: Page de couverture du livre «Ending the War on Artisan Cheese» de Catherine Donnelly

(Pour en finir avec la guerre contre les fromages produits artisanalement) / (ISBN: 9781603587853)

En 2011, la FDA a obtenu de nombreux pouvoirs supplémentaires et plus étendus dans le cadre du «Food Safety Modernization Act» (FSMA), afin d'adopter une approche préventive des problèmes de sécurité sanitaire des aliments et d'établir des normes de sécurité alimentaire. Le débat sur le fromage au lait cru permet de se faire une idée plus précise du fonctionnement de la FDA. Il est probable que le commerce et les intérêts particuliers, plutôt que la science et la santé publique, aient été à l'origine des prescriptions de la FDA visant les fromageries artisanales.

Comme il ressort du livre d'investigation «Ending the War on Artisan Cheese», les autorités doivent pouvoir être tenues responsables si elles introduisent des normes pour lesquelles il n'existe aucune justification scientifique. Selon Catherine Donnelly, il est indispensable d'introduire des normes spécifiques pour les fromages artisanaux qui soient scientifiquement fondées et qui soutiennent ainsi à la fois la sécurité alimentaire et la préservation des produits traditionnels et des précieux paysages ruraux aux États-Unis et dans le monde entier. «*Notre culture alimentaire et la liberté de choisir ce que nous mangeons sont en jeu*».

2.2 Conférence de Hans-Peter Bachmann sur la sécurité et la qualité des fromages au lait cru

«Sécurité et qualité des fromages au lait cru: deux faces d'une même médaille», tel était le titre de la conférence de Hans-Peter Bachmann (ill. 2.1), responsable de projet chez Agroscope. Le titre de cette conférence décrit l'hypothèse scientifique qui a été testée à l'aide de *Staphylococcus aureus*. Cette bactérie a été choisie parce qu'elle est l'agent pathogène le plus fréquent dans les fromages au lait cru. Elle sert donc également de critère d'hygiène pour les processus dans les exigences légales de l'UE et de la Suisse. *S. aureus* n'est cependant pas seulement un problème en termes de sécurité sanitaire des aliments, mais aussi en termes de bien-être animal et de qualité du fromage. Enfin, elle entraîne des coûts élevés qui pourraient être évités. Les génotypes contagieux sont les plus problématiques, le génotype B (GTB) étant le plus répandu en Suisse et dans les pays voisins.

Agroscope a donc développé, en collaboration avec des partenaires de recherche, une méthode de routine hautement spécifique pour la détection du GTB et a élaboré un plan d'assainissement des troupeaux de vaches infectées, applicable dans la pratique. Le respect strict d'un ordre de traite défini et le nettoyage deux fois par jour de toute l'installation de traite selon les instructions du fabricant se sont avérés les mesures les plus importantes. Le plan d'assainissement a été introduit dans la pratique, d'abord dans quelques exploitations, puis dans tout le canton du Tessin, avec un total de 165 troupeaux traités, et a été un grand succès. Au début de l'assainissement en 2017, 37 % des troupeaux étaient positifs. L'année suivante, ce pourcentage est tombé à 8 % et, depuis 2019, aucune mammite provoquée par le GTB n'a été détectée au Tessin.

Ce grand succès en termes d'assainissement a pu être obtenu en 20 mois avec un taux de guérison de 93 %, ce qui est très élevé. Depuis 2018, plus aucune contamination par de l'entérotoxine n'a été détectée dans le fromage produit au Tessin. Les fromagères et fromagers sont aujourd'hui beaucoup plus confiants dans leur capacité à produire des fromages d'excellente qualité. 97 % des participantes et participants affirment qu'ils referaient sans hésiter l'assainissement.

Le prochain objectif doit être désormais d'assainir tous les troupeaux dans le reste de la Suisse et, idéalement, dans les pays voisins afin qu'ils soient exempts de *S. aureus* GTB. Ce serait bénéfique pour nos vaches, notre fromage au lait cru, notre santé et notre porte-monnaie. L'hypothèse scientifique du titre de cette conférence est avérée. En conclusion, quatre messages clés ont été formulés:

1. Le fromage au lait cru doit revendiquer le leadership en matière de qualité, ce qui est également un gain important en termes de sécurité sanitaires des aliments.
2. Il est possible d'avoir des cheptels exempts de *Staphylococcus aureus* GTB. Si nous travaillons de manière systématique à la réalisation de cet objectif, tout le monde en profitera.
3. La production de fromages au lait cru de haute qualité et sûrs nécessite un système de production global qui doit être constamment entretenu et adapté aux exigences croissantes.
4. Les fromages au lait cru sont aujourd'hui souvent vendus en dessous de leur valeur commerciale, car le commerce et les consommatrices/consommateurs ne connaissent pas suffisamment l'étendue et la complexité du système de production de ces fromages ni les avantages d'une biodiversité microbienne plus élevée et d'un arôme plus riche.

Hans Graber, responsable à la retraite de la recherche sur les mammites à Agroscope, était co-auteur de cette conférence (ill. 2.3). Avec le développement de la nouvelle méthode de détection de *S. aureus* GTB et le concept d'assainissement qui en découle, il a effectué un travail de pionnier orienté vers l'avenir, qui a également suscité un très grand intérêt au niveau international. Ses travaux ont été soutenus par l'Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV), la faculté Vetsuisse de l'Université de Berne, le canton du Tessin et de nombreux collègues d'Agroscope.



Illustration 2.3: Hans Graber

2.3 Présentation de posters

C'est dans le bloc thématique «Sécurité et qualité» que le plus grand nombre de posters (12 au total) a été présenté, ce qui est probablement dû à l'ampleur et à l'importance du sujet. Deux posters ont mis en lumière le rôle des amines biogènes. Primé en tant que «first runner-up», le poster de Darnay et Austheim comparait, sur la base d'une recherche bibliographique, différents types de fromages à base de lait de vache, de brebis et de chèvre cru ou pasteurisé ainsi que des fromages ayant subi des affinages de différentes durées, afin de montrer, à titre d'exemple, le rôle des facteurs pouvant avoir une influence importante sur la formation d'amines biogènes.

Dreier *et al.* ont démontré dans leur travail sur une sorte de fromage produite dans la région dans laquelle le congrès avait lieu, le Vacherin Fribourgeois AOP, que la saison avait une influence significative sur la formation de tyramine, l'amine biogène la plus fréquente dans cette variété de fromage: les fromages au lait cru fabriqués en été en contenaient la teneur la plus élevée (ill. 2.4); il s'agit probablement d'une conséquence d'une plus forte multiplication du microbiote du lait cru à des températures plus élevées.

La sécurité microbiologique des yogourts au lait cru a été étudiée dans le cadre d'un travail de bachelor de Berger *et al.* Ils ont pu démontrer qu'un yogourt acide peut être produit en toute sécurité à partir de lait cru (ill. 2.5); il faut toutefois surveiller la présence d'*E. coli* producteurs de shigatoxines (STEC) dans le lait cru.

Les bactéries lactiques productrices de bactériocine peuvent contribuer à la sécurité et à la qualité du fromage. Morandi *et al.* ont étudié, dans les conditions de la fabrication fromagère, quatre souches de *Lactococcus lactis* et une souche de *Lactococcus cremoris* qui possèdent naturellement un ou plusieurs gènes liés à la formation de bactériocines. Seule la souche *Lc. lactis*, qui possède plusieurs gènes, a pu produire suffisamment de bactériocines dans ces conditions pour pouvoir inhiber la croissance de *Clostridium tyrobutyricum*.

La qualité du fromage peut être décrite ou caractérisée par des critères analytiques et sensorielles. Fröhlich-Wyder *et al.* ont pu, à l'aide d'algorithmes d'apprentissage automatique contrôlé (machine learning), classer 10 sortes de fromages suisses au lait cru grâce à leur teneur en acides carboxyliques volatils et définir leur composition typique. Il s'agit d'une approche très prometteuse à laquelle on n'a pas encore accordé suffisamment d'attention dans le contexte classique de la technologie fromagère. Guggenbühl *et al.* ont fait déguster à 245 consommatrices et consommateurs un jeune Vacherin Fribourgeois AOP et un Vacherin Fribourgeois AOP affiné, fabriqués à la fois avec du lait cru et du lait thermisé. Il est clairement apparu que la majorité des dégustatrices et dégustateurs ont préféré le jeune fromage. Dans une autre étude portant sur le même type de fromage, Dreier *et al.* ont démontré que le traitement du lait avait également une influence importante sur les propriétés de la pâte: les fromages au lait thermisé étaient plus fermes que ceux au lait cru et l'étaient encore plus en hiver. La diversité bactérienne est une autre caractéristique qui peut être prise en compte pour caractériser un fromage. Les fromages fabriqués artisanalement au lait cru sont prédestinés à présenter une grande diversité. Contrairement aux résultats obtenus avec le lait cru, la diversité bactérienne dans le Berner Alpkäse AOP était relativement faible, comme l'ont montré Schmidt *et al.* dans leur poster. La majeure partie du microbiote du lait cru n'a pas survécu aux températures de chauffage élevées. Malgré cela, la diversité sensorielle est restée importante.

Ducrey *et al.* ont décrit dans la partie introductive de leur poster sur la Tomme de Savoie PGI la réduction importante de la diversité microbienne dues aux exigences croissantes de ces dernières années en matière de sécurité hygiénique du lait cru. Cette situation a entraîné une hausse de la demande de cultures composées d'isolats issus du lait cru. Pour pouvoir développer les «bonnes» cultures, il faut d'abord savoir ce qui caractérise la sorte de fromage en question. Grâce à des analyses sensorielles, biochimiques et chimiques, le groupe de recherche a décrit la Tomme de Savoie PGI et identifié partiellement les voies métaboliques concernées. Le poster montre de manière impressionnante à quel point le système du fromage au lait cru est complexe: 42'769 composants métaboliques ont été dénombrés.

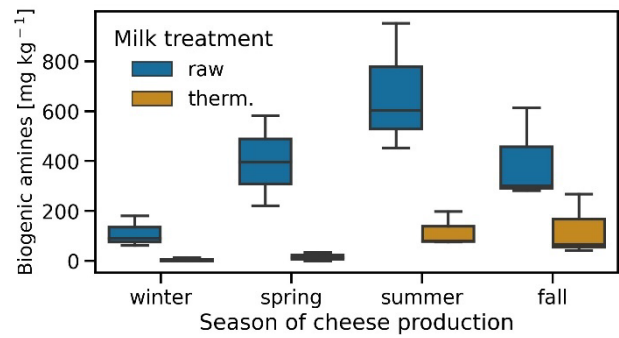


Illustration 2.4: Amine biogènes dans le Vacherin Fribourgeois AOP (n = 24) au lait cru et au lait thermisé

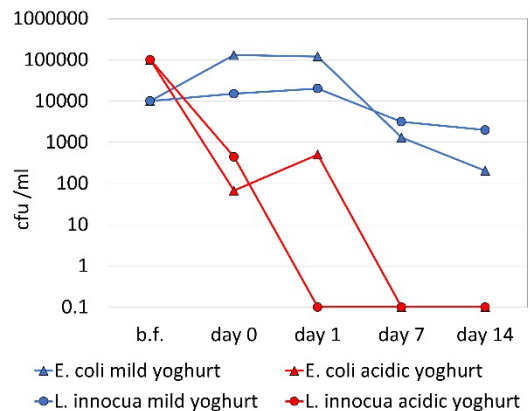


Illustration 2.5: Escherichia coli et Listeria innocua dans du yogourt doux et acide

Comme par le passé, les étapes technologiques de la fabrication fromagère jouent un rôle clé pour la sécurité et la qualité du fromage. Dans le cadre du projet EIP «Hessischer Hofkäse» (EIP = Europäische Innovationspartnerschaft/Partenariat européen d'innovation), Schwaiger a rassemblé dans un tableau clair et précis les paramètres technologiques des catégories suivantes: fromage frais, fromage à pâte molle, fromage en tranches et fromage à pâte dure. Ce tableau sert de guide et peut être adapté selon les besoins. Ce poster traite d'un thème important: le transfert de connaissances. La recherche, en particulier, est fortement sollicitée pour apporter ses connaissances pertinentes à la vulgarisation et à la pratique. La base de données des défauts du fromage <http://www.kaesefehlerdatenbank.de/> est un bon exemple de la manière dont cette collaboration pourrait être réalisée. Lauber Fürst *et al.* ont présenté dans leur poster un projet de l'UE qui a pour objectif le transfert de connaissances au sein d'un vaste consortium. Mais en fin de compte, il ne s'agit pas seulement de connaissances technologiques fromagères déjà existantes ou de nouvelles découvertes, mais aussi d'innovations.

Et c'est par une innovation qu'il convient de conclure la présentation des posters sur le thème «Sécurité et qualité»: Stoffers *et al.* ont montré dans leur poster comment l'affinage par frottage a été réinventée au moyen d'une enveloppe en tissu dégradable (ill. 2.6).



Illustration 2.6: Retrait de l'enveloppe biodégradable d'un fromage à raclette

3 Durabilité

3.1 Conférence d'Urs Niggli sur le rôle d'une gestion durable des surfaces herbagères

Dans sa conférence, Urs Niggli (fig. 3.1) s'est penché sur le rôle d'une gestion durable des surfaces herbagères pour la sécurité alimentaire et la préservation des ressources naturelles. Il est l'un des plus éminents spécialistes en agronomie au monde et a été pendant de nombreuses années directeur de l'Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL), fonction qu'il a quittée en mars 2020. Actuellement, il est entre autres président de l'Institut d'agroécologie (agroecology.science).

52 % de la surface agricole utile mondiale, qui s'élève à 4,8 milliards d'hectares, sont utilisés pour l'alimentation des animaux de rente (ruminants et animaux monogastriques). 26 % sont des herbages permanents qui ne peuvent pas être convertis en terres arables. 14 % sont des surfaces herbagères cultivées dans le cadre de rotations de cultures et ont une triple fonction: production de fourrage pour les ruminants, amélioration de la fertilité du sol et fixation de l'azote.

Les prairies permanentes stockent 63,5 millions de tonnes de CO₂, soit 20 % du carbone organique mondial présent dans le sol (ill. 3.2). Dans le cadre d'une gestion durable (utilisation du fumier, densité de bétail adaptée, prévention du surpâturage), le potentiel de stockage de carbone supplémentaire est estimé à 0,3 t de CO₂/ha/an.

Les prairies sont également importantes pour la biodiversité souterraine et de surface. Leur utilisation - respectueuse - par les bovins est l'une des mesures les plus efficaces pour continuer à les améliorer. En revanche, les ruminants émettent 2,8 Gt d'équivalents CO₂ par an (CH₄ converti en équivalents CO₂) par le biais de la fermentation entérale, ce qui représente 5 % de l'ensemble des gaz à effet de serre anthropiques (2019: 51,7 Gt d'équivalents CO₂). Selon Urs Niggli, la production de protéines végétales nécessite deux fois moins de surface agricole que la production laitière et 20 fois moins que la production de viande. La consommation totale d'eau est également en faveur de la production de protéines végétales. Toutefois, comme les ruminants ne pâturent que sur des prairies pluviales, la consommation d'«eau bleue» (provenant de l'irrigation) qui est déterminante; dans ce cas, les ruminants produisent plus efficacement que les légumineuses.

On estime qu'un milliard de personnes vivent directement de l'élevage, dont beaucoup sont de petits agriculteurs/agricultrices.

Les aliments d'origine animale fournissent une part importante des éléments nutritifs et des micronutriments de l'alimentation humaine, avec une qualité, une densité et une biodisponibilité élevées. La transformation des immenses surfaces herbagères en protéines, en énergie et en micronutriments disponibles pour l'alimentation humaine contribue largement à la sécurité alimentaire mondiale. C'est pourquoi les ruminants font partie d'un système alimentaire



Illustration 3.1: Urs Niggli dans le salon du pionnier autrichien du bio Gerhard Zoubek à Glinzendorf (Photo: Mafalda Rakos)

Zusammensetzung des Futters für den weltweiten Viehbestands (6 Milliarden Tonnen Trockenmasse)

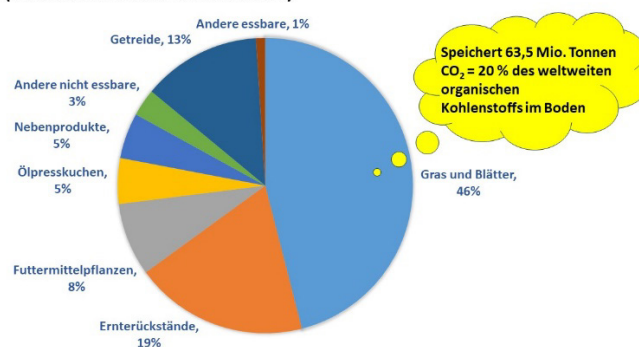


Illustration 3.2: Composition de l'alimentation du bétail à l'échelle mondiale (selon A. Mottet A, C. de Haan, A. Falcucci, G. Tempio, C. Opio, P. Gerber (2017) Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. Global Food Sec. 14, 1–8.)

durable, alors que le rôle des animaux monogastriques devrait être principalement réduit à la valorisation des déchets alimentaires et des sous-produits agricoles.

Pour clore sa conférence, Urs Niggli a émis six conclusions pertinentes:

1. Le défi de nourrir 9 à 10 milliards de personnes est énorme;
2. La suffisance (consommation durable), le véganisme et l'agriculture biologique peuvent contribuer à résoudre le problème, mais ne sont pas réalistes pour l'ensemble de l'agriculture ou sont surestimés;
3. Les surfaces herbagères - bien qu'inefficientes en termes de production végétale - sont une source naturelle irremplaçable pour la production de protéines, de micronutriments et d'énergie;
4. Les ruminants peuvent transformer la biomasse non comestible; les produits laitiers sont donc essentiels à la sécurité alimentaire.
5. Les surfaces herbagères durables sont un important réservoir de carbone et indispensables à la biodiversité.
6. La consommation de viande – en particulier des animaux monogastriques - devrait être considérablement réduite.

3.2 Conférence d'Elisabeth Eugster sur la durabilité dans les fromageries artisanales

La durabilité est un argument de plus en plus pertinent pour la commercialisation des denrées alimentaires et constitue l'un des thèmes majeurs de la concurrence internationale. Les consommatrices et consommateurs du monde entier posent des exigences élevées à la production et à la transformation alimentaire en termes d'environnement, de protection des animaux et de conditions de travail équitables. Elisabeth Eugster (ill. 3.3), responsable de la section Food Science & Management à la Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires (HAFL), a présenté dans sa conférence le guide «Durabilité dans les fromageries artisanales en Suisse».

Il existe déjà de nombreux programmes de durabilité dans le secteur laitier, tant au niveau international que national. Ceux-ci se concentrent surtout sur les aspects de durabilité dans la production laitière et moins dans la transformation du lait. Si l'on considère la chaîne de création de valeur du fromage, c'est en effet la production laitière qui a le plus grand impact environnemental. Néanmoins, au niveau de la transformation artisanale du lait, il y a aussi différents aspects qui sont importants pour la durabilité. En étroite collaboration avec Fromarte, l'association faïtière des artisans suisses du fromage, un guide de durabilité pour les fromageries a été élaboré; il identifie les indicateurs pertinents pour mesurer la durabilité dans la chaîne de création de valeur du fromage et présente les mesures possibles. Les lignes directrices SAFA (SAFA = Sustainability Assessment of Food and Agriculture systems = évaluation de la durabilité des systèmes alimentaires et agricoles) ont servi de base à cette démarche. Ces lignes directrices ont été élaborées en 2014 par l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) (ill. 3.4).

Au total, 16 thèmes de durabilité importants ont été identifiés le long des quatre dimensions de durabilité suivantes: (1) écologie, (2) économie, (3) social et (4) gestion d'entreprise; des objectifs concrets et pragmatiques ont été définis pour chacune d'entre elles. Les



Illustration 3.3: Les deux conférencières Elisabeth Eugster et Betty van Esch au buffet européen du fromage (de gauche à droite, voir aussi le chapitre 4.2)

indicateurs garantissent que les fromageries artisanales mesurent et améliorent continuellement leur engagement environnemental, leur efficacité économique, leur stabilité sociale dans leur environnement respectif et leur gestion d'entreprise responsable. L'élaboration du guide ainsi que son application et son impact dans le secteur fromager ont été présentés. Les réactions des fromagers confirment que le guide est très utile pour l'auto-évaluation et qu'il aide à prendre conscience des différents aspects de la durabilité. Malheureusement, le guide est encore trop peu connu dans la branche et n'est donc que rarement utilisé. Néanmoins, son utilisation devrait se poursuivre à l'avenir sur une base volontaire. Une meilleure communication des avantages tels que l'auto-évaluation, le benchmarking, la prise de conscience ou le processus d'amélioration continue devrait contribuer à convaincre davantage de fromagers à l'utiliser et à accroître la crédibilité globale de la transformation artisanale du lait en ce qui concerne les aspects de la durabilité.



Illustration 3.4: Les quatre dimensions de la durabilité des lignes directrices SAFA

(SAFA = Sustainability Assessment of Food and Agriculture systems)

Jan Lemola et Matthias Meier, experts dans le domaine de l'évaluation de la durabilité des systèmes alimentaires à la HAFL, étaient les co-auteurs de la présentation.

3.3 Présentation de posters

Bettera *et al.* (ill. 5.3) ont développé, dans le cadre d'une collaboration entre l'Université de Parme et Agroscope, un procédé applicable dans la pratique permettant d'enrichir de manière sélective le microbiote utile du lait cru; il s'agit d'une culture supplémentaire pour la fabrication fromagère qui confère aux fromages au lait cru une saveur plus intense et plus riche. L'hygiène accrue de la production laitière, y compris la désinfection systématique des trayons, a réduit la diversité du microbiote du lait cru. Cette culture artisanale, nouvellement développée à base de lait cru + lactosérum, a permis d'enrichir des bactéries lactiques issues du microbiote du lait cru. La combinaison du chauffage et du stress osmotique par l'ajout de sel a également permis de supprimer certains groupes de micro-organismes indésirables dans le lait cru. L'influence de la culture à base de lait cru + lactosérum développée sur la qualité des fromages était toutefois inférieure à celle de l'utilisation de lait cru. Des recherches supplémentaires sont nécessaires.

Fröhlich-Wyder *et al.* ont démontré que le premier fromage suisse fabriqué à partir du lait d'une seule race de vache, la race traditionnelle à deux fins Original Simmentaler (ill. 3.5), renforce encore l'élevage déjà rentable. Le nouveau fromage à pâte dure emmorgé, fabriqué à partir de lait cru d'excellente qualité et d'une culture mixte de Liebefeld, a été développé par Agroscope en collaboration avec des fromageries et des affineurs régionaux. En plus de la culture d'acidification, des bactéries propioniques sont utilisées dans ce fromage savoureux, une première en Suisse. La fermentation propionique est volontairement réduite, de sorte qu'il n'y a pas de trous et que le fromage est moins doux et acidulé que l'Emmentaler AOP.



Illustration 3.5: La Simmental est une race à deux fins très appréciée.

Buchin *et al.* ont étudié l'influence des conditions météorologiques sur la qualité du lait et des fromages issus de

la production biologique. Les variations saisonnières de la composition du lait et de ses propriétés technologiques étaient importantes. En été, le temps de coagulation était plus long. L'impact de la qualité du lait sur la qualité du fromage était plus important pour la raclette que pour le gruyère français.

Bel *et al.* ont développé avec des partenaires une méthode et un logiciel pour collecter et structurer les connaissances et le savoir-faire de la production fromagère traditionnelle, en particulier de celle des fromages d'appellation d'origine géographique (AOP) afin de les rendre accessibles à long terme et de manière durable à la filière. Depuis 2023, cet outil est utilisé par 15 organisations AOP, six centres de formation et un institut technologique. Il sera continuellement développé et doté de nouveaux contenus. Ce logiciel ou base de données peut être adapté et complété selon les besoins. Il peut donc être utilisé pour différentes sortes de fromage. Le logiciel est proposé à titre commercial (abonnement annuel).

Les chèvres ont gagné en importance dans l'agriculture au cours des dernières années, grâce à une sensibilisation à la production locale, à des efforts de sélection et à une meilleure commercialisation des produits laitiers caprins. Cremonesi *et al.* ont présenté leurs travaux visant à préserver la biodiversité des races caprines, comme les chèvres de la Verzasca et les chèvres Bionda dell'Amello. Une banque de semences est constituée à partir de chèvres saines. Parallèlement, le lait de ces chèvres et les fromages qui en sont issus sont caractérisés. La teneur du lait, le microbiote et le volatilome du lait et du fromage ainsi que les propriétés technologiques du lait et les propriétés sensorielles des fromages font l'objet d'études. L'influence de l'alimentation au pâturage et du terroir est également examinée. Ces études devraient permettre d'augmenter durablement la productivité de l'élevage caprin.



Illustration 3.6: Fabien Crausaz a eu beaucoup de succès avec le «Ranz des Vaches».

Le «Ranz des vaches» est un chant en l'honneur des vachers et remonte au 16^e siècle. A l'origine, dans de nombreuses régions rurales, il annonçait l'heure de la traite, le retour à l'étable ou la désalpe.

4 Effets sur la santé

4.1 Conférence de Franziska Roth-Walter sur le transport des éléments nutritifs par les protéines du petit-lait

Le transport des micronutriments vers les cellules immunitaires par les protéines du petit-lait est une voie importante vers la santé et la résistance du système immunitaire, comme l'a montré Franziska Roth-Walter (ill. 2.1), privat-docent à la faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Vienne.

Au cours de la dernière décennie, on s'est aperçu que les inflammations subcliniques ou aiguës entraînent également une carence en micronutriments. Celle-ci touche les groupes de patients souffrant de maladies atopiques telles que les inflammations de la peau, la rhinite (inflammation chronique ou aiguë de la muqueuse nasale) et l'asthme ainsi que les patients atteints de cancer, les personnes souffrant d'obésité, de maladies auto-immunes, etc. La carence en micronutriments entraîne d'autres inflammations chroniques qui renforcent les maladies primaires et diminuent les chances de guérison. Les carences en fer et en vitamine A sont des causes fréquentes d'une sensibilité accrue aux maladies (morbidité) et d'une augmentation de la mortalité globale (mortalité). En cas d'inflammation, l'absorption des éléments nutritifs par le tube digestif est perturbée, de nombreux micronutriments ne peuvent plus être absorbés par la muqueuse intestinale et les vaisseaux sanguins. Or, avec le système lymphatique, le corps dispose d'une alternative (ill. 4.1).

Il ressort de plusieurs études épidémiologiques menées chez des enfants que la consommation de lait cru réduisait le risque de souffrir du rhume des foins d'environ 50 % et de l'asthme de 42 %. Ces dernières années, les preuves se sont accumulées pour démontrer que les protéines du petit-lait participent dans une large mesure à l'effet anti-allergène du lait cru. Les protéines du petit-lait jouent également un rôle important dans le transport des micronutriments:

- L' α -lactalbumine transporte le calcium, le zinc, le magnésium et les vitamines.
- La β -lactoglobuline est un vecteur de transport du fer, du sélénium, des graisses, des flavonoïdes, des acides aminés, des polyphénols et des vitamines.
- L'albumine de sérum bovin peut être chargée de zinc, de graisses, de flavonoïdes, d'acides aminés, de protéines, d'hormones et de vitamines.
- La lactoferrine transporte le fer, les lipides et les flavonoïdes.

Au cours des dix dernières années, les déficits en micronutriments ont été associés à une augmentation des inflammations et des allergies. Les connaissances sur le transport des micronutriments vers les cellules immunitaires par les protéines du petit-lait sont donc un maillon qui manquait jusqu'à présent pour la santé et les défenses immunitaires. Pour que les protéines du petit-lait puissent agir comme vecteur de transport des micronutriments via le système lymphatique, elles doivent toutefois être présentes sous leur forme native. En d'autres termes, les protéines du petit-lait perdent leurs propriétés de vecteur de transport si le lait est chauffé.

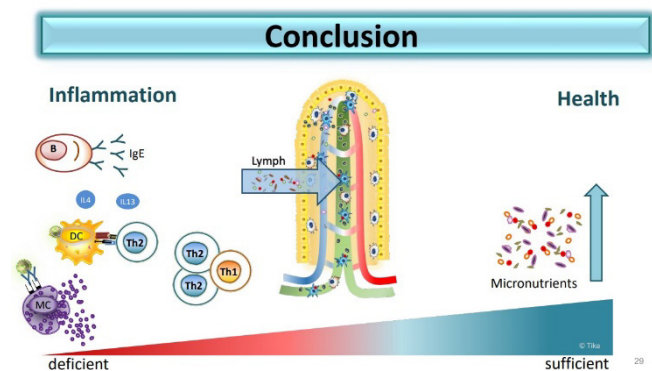


Illustration 4.1: Absorption des micronutriments par le système lymphatique

Une thérapie d'un mois avec des protéines du petit-lait natives, enrichies en fer et administrées par voie orale a réduit les indicateurs d'allergie et amélioré la fonction pulmonaire chez des enfants asthmatiques. L'holo- β -lactoglobuline chargée en fer fournit aux cellules immunitaires les oligo-éléments essentiels et protège ainsi contre les allergies. En revanche, l'apo- β -lactoglobuline non chargée est un allergène connu. Il est donc important que les protéines du petit-lait soient chargées de ligands tels que le fer, le zinc, les flavonoïdes ou les polyphénols. De tels ligands sont présents en grande quantité dans l'herbe.

Le groupe de recherche de Franziska Roth-Walter a été le premier à montrer que, dans des conditions d'inflammation chronique chez des personnes souffrant d'allergies, le blocage des muqueuses peut être contourné si l'absorption des micronutriments se fait par le système lymphatique au moyen de protéines du petit-lait. Les protéines du petit-lait natives comme la β -lactoglobuline peuvent agir comme vecteur de micronutriments tels que les antioxydants, le fer ou la vitamine A et nourrir sélectivement les cellules immunitaires. La tolérance immunitaire et la résistance sont favorisées, ce qui a pu être démontré tant *in vitro* qu'*in vivo* et dans des études cliniques. La supplémentation en protéines du petit-lait natives, porteuses de micronutriments constitue donc une nouvelle approche diététique et causale pour pallier les carences nutritionnelles fonctionnelles des personnes allergiques et améliorer ainsi leur état. Il est également possible d'améliorer l'apport en micronutriments et donc l'état de santé dans le cas d'autres maladies associées à une inflammation chronique, comme le cancer ou les maladies auto-immunes.

4.2 Conférence de Betty van Esch sur les effets protecteurs du lait cru et du kéfir de lait cru

L'importance du lait cru et du kéfir de lait cru dans la prévention et le traitement des maladies allergiques a été au centre de l'intervention de Betty van Esch (ill. 3.3), professeur assistante à la faculté de pharmacie de l'Université d'Utrecht aux Pays-Bas.

Une série d'études épidémiologiques menées au cours des dix dernières années a montré que la consommation de lait de vache cru au cours de la première année de vie est un facteur de protection à part entière plus tard dans la vie contre l'asthme, les allergies et le rhume des foins. Le mécanisme qui explique pourquoi et comment le lait cru peut avoir un effet protecteur n'est pas encore totalement élucidé. Le chauffage du lait modifie plusieurs propriétés du lait cru, ce qui pourrait entraîner des changements de conformation dans les structures des protéines et donc une modification de l'allergénicité des protéines du lait de vache, en particulier des protéines du petit-lait. En outre, les enzymes bioactives sont sensibles à la chaleur et deviennent inefficaces en raison de l'exposition à celle-ci. L'objectif des études du groupe de recherche de Betty van Esch est d'apporter la preuve causale de l'effet protecteur du lait cru contre les allergies et de comprendre la fonction des composants du lait dans cet effet protecteur.

Dans un modèle d'allergie alimentaire avec des souris sensibilisées à l'ovalbumine (une protéine du blanc d'œuf), l'effet allergeo-protecteur du lait cru a pu être mesuré. Le lait écrémé cru a aussi cet effet protecteur, mais pas le lait pasteurisé (78°C/15 s). La phosphatase alcaline est l'un des composants bioactifs du lait cru les plus sensibles à la chaleur. C'est pourquoi son action a été étudiée. L'ajout de phosphatase alcaline au lait pasteurisé, 10 fois plus concentré que dans le lait cru, a rétabli la protection contre les allergies. L'ajout de lactoferrine native au lait commercial chauffé a également protégé les souris contre la réaction allergique à l'ovalbumine (ill. 4.2). En revanche, les globules gras du lait ne semblent pas être importants pour la protection contre les allergies du lait cru, comme l'a montré la comparaison entre le lait écrémé et le lait entier.

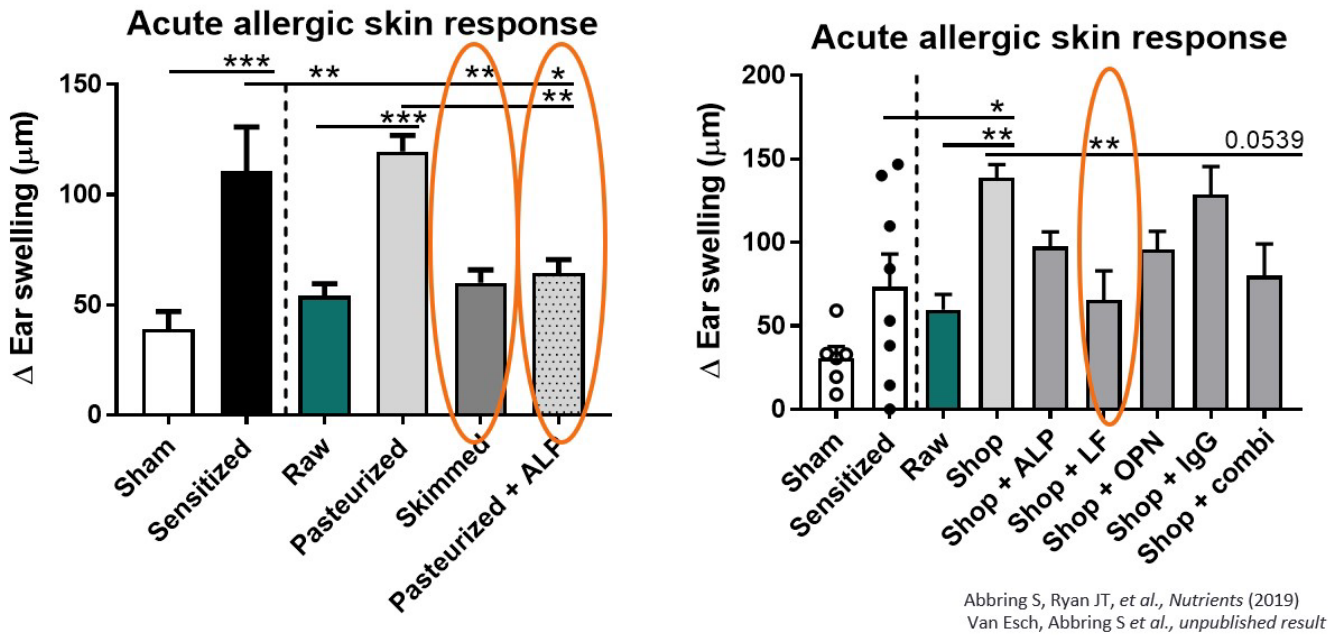


Illustration 4.2: Facteurs d'influence sur la réaction allergique

Influence du chauffage du lait, de la teneur en matières grasses et de l'ajout de protéines natives du lait sensibles à la chaleur (ALP = phosphatase alcaline ; LF = lactoferrine ; OPN = ostéopontine ; IgG = immunoglobuline G) sur la réaction allergique dans un modèle de souris sensible à l'ovalbumine. La mesure du gonflement de la peau de l'oreille (ear swelling) est un indicateur de la réaction allergique. «Sham» désigne le témoin, traité avec une solution saline tamponnée au phosphate. «Sensitized» signifie la réaction allergique à l'ovalbumine. Raw: lait cru. Pasteurized: lait pasteurisé (78°C /15 s). Skimmed: lait cru écrémé. Shop: lait pasteurisé vendu dans le commerce de détail.

L'influence du chauffage sur les protéines du lait a été étudiée plus en détail. Le lait cru a été chauffé à 50°C, 60°C, 65°C, 70°C, 75°C et 80°C pendant 30 minutes à chaque fois, puis refroidi avec de l'eau glacée. Selon la protéomique par chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse LC-MS/MS, les protéines du petit-lait ayant des fonctions immunitaires ont été dénaturées à partir de 65°C déjà. L'effet protecteur contre les allergies était présent jusqu'à un traitement à 60°C, mais disparaissait à partir de 65°C.

Le groupe de recherche d'Utrecht a été le premier à démontrer que le lait de vache non transformé, contrairement au lait chauffé, réduit les symptômes allergiques dans des modèles d'allergies alimentaires et d'asthme allergique ainsi que dans une étude clinique pilote. Onze enfants y ont participé, dont neuf étaient allergiques au lait de vache. Ces derniers ont pu boire jusqu'à la quantité maximale proposée de 50 ml de lait cru sans présenter de symptômes. En revanche, ils n'ont toléré que 8,6 ml de lait commercial thermisé sans présenter de symptômes. Cette étude pilote a montré que le chauffage renforce l'allergénicité du lait chez l'humain. Différents composants bioactifs natifs du lait non transformé contribuent à cet effet protecteur. Ces dernières années, les recherches se sont concentrées sur le potentiel du kéfir de lait cru en tant que concept nutritionnel sûr dans le traitement des maladies allergiques. Dans le cas du kéfir de lait cru, la fermentation avec l'abaissement du pH qui en résulte augmente considérablement la sécurité sanitaire des aliments. Le kéfir de lait cru a réduit les symptômes allergiques dans un modèle d'allergie alimentaire.

Les différentes études montrent que le lait cru et le kéfir de lait cru ont de fortes capacités immunomodulatrices qui peuvent être utiles dans la prévention et le traitement des allergies.

4.3 Présentation de posters

Selon Baars *et al.*, l'effet positif sur la santé est la principale raison de l'intérêt croissant pour le kéfir de lait cru. La «Raw Milk Company», De Lutte, Pays-Bas, fabrique depuis plus de 10 ans à partir de lait bio différents produits au lait cru comme le kéfir, le yogourt, le kéfir protéiné et le yogourt protéiné (égoutté), le fromage blanc maigre ainsi que le ghee (beurre clarifié). Cette enseigne vend ses produits sous la marque «RauwPower» directement dans les magasins à la ferme et via le commerce de gros bio dans tous les Pays-Bas et en Flandre (Belgique). D'autres

commerces sont également approvisionnés. Les ventes de kéfir au lait cru ont fortement augmenté, surtout après la pandémie, passant d'environ 640 tonnes en 2020 à 800 tonnes en 2022 et même à une estimation de 1300 tonnes en 2023. Ce sont les avantages pour la santé qui contribueraient le plus à l'augmentation des ventes. Sur la base d'une étude rétrospective par questionnaire auprès de plus de 400 adultes (âge moyen: 54 ans), les effets de la consommation de kéfir de lait cru sur la santé humaine ont été examinés. Les participantes et participants à l'étude ont été recrutés via un appel sur l'emballage du produit, l'étude n'est donc pas représentative de l'ensemble de la population. Après une consommation d'au moins deux mois, les consommatrices et consommateurs ont signalé une amélioration du tableau clinique significative et pertinente de leur état de santé général et de leur système immunitaire ainsi qu'une diminution de la diarrhée, de la constipation, des troubles cutanés et de l'humeur. L'amélioration la plus importante a été rapportée par les sujets en mauvaise santé (souffrant soit d'une immunodépression soit d'une maladie chronique). Les effets étaient plus prononcés chez les femmes que chez les hommes. D'autres études dans des essais précliniques ont montré des différences dans le microbiote du kéfir, dans les peptides bioactifs et dans la réponse immunologique entre le kéfir de lait cru et le kéfir de lait chauffé.

5 Biodiversité microbienne

5.1 Conférence de Céline Delbès sur le transfert microbien

Le transfert microbien de l'herbe au fromage - c'est de ce sujet complexe que Céline Delbès (ill. 5.1), directrice scientifique à l'INRAE à Aurillac, Auvergne, France, a parlé lors de sa présentation dans le dernier bloc thématique.

Les communautés microbiennes influencent la sécurité et la qualité de nos aliments. Dans le contexte de changements majeurs dans les systèmes de production - tels que le changement climatique ou les nouvelles pratiques agricoles - une meilleure compréhension des communautés microbiennes est impérative. En raison d'écosystèmes interconnectés - de l'herbe au lait - les exploitations de production laitière sont la source de certains microbes environnementaux et alimentaires et donc aussi du microbiote des fromages au lait cru. L'objectif de cette recherche devrait être de comprendre les facteurs d'influence sur les systèmes microbiens tout au long de la chaîne de valeur. Dans sa présentation, Céline Delbès a examiné de plus près trois aspects en présentant les résultats de ses travaux de recherche:

Dans le cadre d'une étude à grande échelle intitulée MétaPDOcheese, une équipe de l'INRAE a analysé plus de 1200 fromages au lait cru et 370 échantillons de lait. De nombreuses métadonnées ont également été collectées, comme la saison, l'alimentation animale et la taille de l'exploitation. Différentes sortes de fromages de toute la France ont été pris en compte dans cette étude. Au total, plus de 1200 espèces de bactéries et de champignons ont été identifiées dans les échantillons de lait. Le facteur d'influence le plus important était l'espèce animale (vache, chèvre ou brebis), suivi du facteur AOP (Appellation d'Origine Protégée), qui doit correspondre au terroir et dans la plupart des cas, à des variétés de fromages. Il arrive cependant qu'une variété de fromage ait plusieurs AOP.



Illustration 5.1: Céline Delbès (au milieu) lors de la visite de la production de cultures à Liebfeld

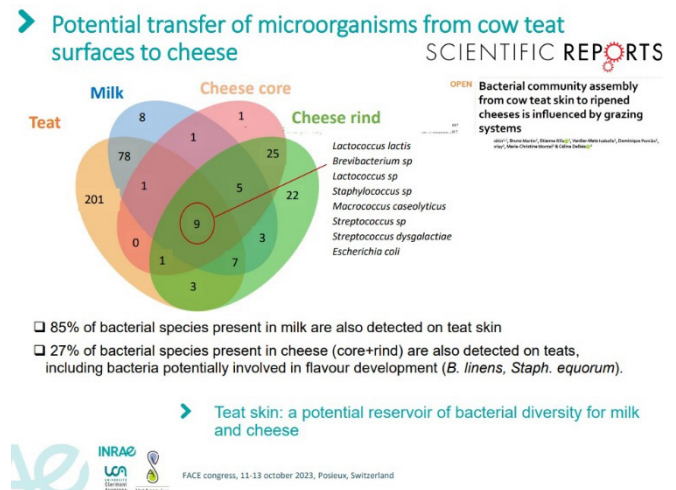


Illustration 5.2: Transfert de microorganismes de la surface des trayons au fromage

La surface des trayons est un réservoir important de divers micro-organismes importants pour la fromagerie.

- 85 % des bactéries du lait cru et
- 27 % des bactéries présentes dans le fromage (pâte + croûte)

ont aussi été détectées sur les trayons (ill. 5.2), dont des bactéries potentiellement impliquées dans la formation du goût du fromage (*Brevibacterium linens*, *Staphylococcus equorum*). Ce réservoir est influencé par le type d'alimentation au pâturage. La composition différente du microbiote de l'herbe a donc une influence directe sur la composition du microbiote dans le fromage et sur les propriétés sensorielles.

La diversité microbienne du lait cru pourrait avoir un effet inhibiteur sur les micro-organismes pathogènes. Des chercheuses et chercheurs de l'INRAE ont étudié l'influence d'un consortium de bactéries composé de *Hafnia alvei*, *Lactiplantibacillus plantarum* et *Lactococcus lactis* sur la croissance d'*Escherichia coli* produisant des shigatoxines (STEC). Indépendamment de la concentration initiale de STEC, une réduction de 2,8 log UFC/g a pu être obtenue. La composition du microbiote a eu une influence importante sur la croissance des STEC. Les genres *Romboutsia*,

Paeniclostridium, *Turicibacter* colonisent fréquemment l'intestin et ont favorisé la croissance des STEC. *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Acinetobacter*, *Serratia* et *Hafnia* ont au contraire eu un effet inhibiteur.

La plupart de ces résultats de recherche ont été obtenus dans le cadre du projet TANDEM, coordonné par Céline Delbès (Holoflux metaprogramme - flagship project TANDEM (2021-2023) (inrae.fr)).

5.2 Conférence d'Elena Bancalari sur une nouvelle approche du paiement de la qualité du lait

Elena Bancalari (ill. 5.3), professeur assistante à l'Université de Parme (Italie), a parlé d'un projet de recherche mené en étroite collaboration avec l'Interprofession «Parmigiano Reggiano». Le Parmigiano Reggiano est un fromage à pâte extra-dure fabriqué à partir de lait cru dans sa région d'origine, l'Émilie-Romagne. L'Interprofession regroupe environ 2300 exploitations laitières qui livrent leur lait cru à environ 300 fromageries, qui à leur tour produisent environ 4 millions de meules de fromage par an. La fabrication doit respecter strictement le cahier des charges pour que le label AOP puisse être attribué. Non seulement le lait cru est une source importante de bactéries lactiques, mais il en va de même de la culture sur petit-lait mûri qui est produite quotidiennement et qui sert de culture starter.

L'objectif de cette collaboration était d'adapter, moyennant une nouvelle approche, le paiement de la qualité du lait dans la mesure où la quantité de bactéries lactiques souhaitées est également prise en compte. En d'autres termes, un nombre élevé de micro-organismes ne devrait plus être pénalisé s'il est composé en premier lieu de bactéries lactiques. Une bonne qualité du microbiote du lait cru devrait pouvoir être récompensée et pas seulement l'absence de micro-organismes.

La méthode choisie a été l'analyse par impédance, qui permet de suivre la croissance microbienne par le biais du métabolisme (p. ex. fermentation lactique) en mesurant la modification de la conductivité électrique (augmentation de la conductivité ou diminution de l'impédance). 120 exploitations laitières et 8 fromageries ont participé à l'étude pendant une année. Au total, 1500 échantillons de lait ont été analysés et mesurés à 3 reprises à une température de 25°C. La méthode en tant que telle n'est pas nouvelle, mais son application dans le domaine de la microbiologie en considérant l'ensemble de la courbe de croissance n'est pas encore très répandue (ill. 5.4). La fonction de Gompertz doit permettre de prédire les courbes de croissance à partir des courbes mesurées et donc d'estimer le nombre de micro-organismes. Les premiers résultats des analyses des données montrent que la saison a un impact significatif sur la phase de latence (lag): en hiver, elle était significativement plus longue ($p < 0,05$). Les deux autres paramètres (Rate et yEnd) ne différaient pas significativement entre l'été et l'hiver.



Illustration 5.3: Luca Bettera et Elena Bancalari

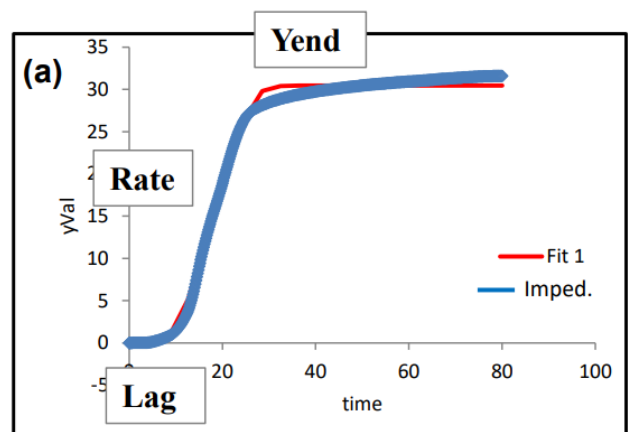


Illustration 5.4: Diagramme linéaire d'une mesure d'impédance (bleu) et de la courbe ajustée (rouge)

La phase de latence, le taux de croissance maximal μ (Rate) et le maximum atteint (yEnd) sont les trois paramètres importants qui décrivent la courbe.

Si l'on tient compte d'autres facteurs d'influence extérieurs comme le climat ou la situation géographique de la fromagerie, cette dernière semble également être un facteur hautement significatif pour pouvoir distinguer le lait d'hiver

du lait d'été. L'équipe d'Elena Bancalari a toutefois dû constater, contre toute attente, que les conditions météorologiques - température, humidité, point de rosée, force du vent - et même la situation géographique ne peuvent pas servir à prédire correctement la phase de latence.

5.3 Présentation de posters

Manzocchi *et al.* ont réalisé un essai sur deux pâturages différents: l'un présentait une biodiversité botanique élevée et l'autre une biodiversité faible. Des fromages Cantal ont été fabriqués avec le lait produit à partir de l'herbe de ces deux pâturages et leurs microbiotes respectifs ont été comparés. Sur un total de 1055 ASV (amplicon sequence variants), 67 ont été trouvés à la fois dans le lait, à l'intérieur du fromage, sur la croûte et dans l'herbe. Les deux groupes de fromages se distinguaient par 14 et 21 ASV. Si l'on tient compte de la fréquence d'apparition, il reste encore 3 ASV détectables tout au long de la chaîne, de l'herbe au fromage. Les ASV se réfèrent à des séquences qui diffèrent dans le processus d'analyse. L'analyse à ce niveau offre une meilleure résolution des communautés microbiennes qu'une simple observation au niveau de l'espèce, permettant ainsi une mesure plus précise de la diversité.

Il est indéniable que la diversité microbienne contribue largement au caractère des fromages. C'est la raison pour laquelle de nombreux efforts vont dans le sens d'une promotion de cette diversité, en particulier pour les fromages AOP. L'utilisation de cultures commerciales spécifiques, composées d'une ou de plusieurs souches, aboutit souvent à l'effet inverse. Le poster de Couderc *et al.* traite de cette thématique. Le groupe de recherche français s'est fixé pour objectif de développer une culture pour le fromage à pâte molle au lait de chèvre Rocamadour AOP. A cet effet, ils ont isolé 24 souches de *Lactococcus lactis* à partir de lait de chèvre cru provenant de la région d'origine du Rocamadour. Après une présélection basée sur des caractéristiques phénotypiques et génotypiques, ils ont sélectionné trois souches pour la culture. Une comparaison entre les fromages produits avec la culture d'essai et ceux produits avec une culture commerciale a montré que la culture d'essai constituait une alternative valable et contribuait à des caractéristiques sensorielles plus riches. Ce poster a reçu le premier prix (ill. 5.5).



Illustration 5.5: Christel Couderc et Hans-Peter Bachmann

Dès les années 1970, il a été reconnu que la diversité microbienne diminuait lentement mais sûrement en raison de l'amélioration des conditions d'hygiène dans la production laitière et de la demande croissante de cultures spécifiques. Dans son poster, Tancoigne décrit comment, dès les années 80, des voix se sont élevées pour que des collections de souches soient constituées et que la recherche sur les micro-organismes importants pour l'alimentation soient accélérées. Les différents objectifs de la conservation des souches d'Agroscope (Suisse) et d'Actalia (France) sont mis en parallèle. Alors qu'Agroscope encourage l'utilisation de cultures mixtes brutes - composées de souches non sélectionnées et parfois non définies - Actalia se concentre sur des cultures multi-souches définies et prêtes à l'emploi, avec des souches spécialement sélectionnées pour les produits AOP correspondants. Dans le cas de la Suisse, les fromagers ont besoin de beaucoup de savoir-faire et d'expérience pour produire les cultures

d'exploitation souhaitées. Actalia est un centre de technologie agroalimentaire au niveau national, spécialisé dans les produits laitiers et la sécurité sanitaire des aliments.

Chiadò Rana *et al.* ont mené une étude visant à mettre en évidence le rôle du microbiote bactérien du lait cru ainsi que des surfaces des installations et des appareils sur la sécurité hygiénique des fromages fabriqués à basse température. Ils ont comparé 10 cas de présence de micro-organismes pathogènes (*Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* et *Escherichia coli* entérohémorragique) dans le lait cru avec 10 cas sans bactéries pathogènes dans le lait cru. Des métadonnées sur la production et le traitement du lait ont été collectées et des analyses métagénomiques ont été effectuées. Il a été démontré que la biodiversité bactérienne des fromages était plus élevée dans les cas non contaminés que dans les fromages avec des pathogènes dans le lait cru. De plus, les intervalles de soins et la durée d'affinage des fromages contaminés étaient plus courts que ceux des fromages témoins. Toutes les différences n'étaient toutefois pas significatives. Il ressort de l'étude que la biodiversité que l'on peut mettre en évidence diminue drastiquement après l'ajout des cultures au lait et qu'elle augmente à nouveau modérément pendant l'affinage. Ce poster a été récompensé en tant que «second runner-up».

Rest *et al.* ont montré dans leur poster que les compositions de micro-organismes peuvent également contenir et fournir des informations précieuses sur l'expansion préhistorique de la production laitière. Ainsi, l'équipe travaille actuellement à la collecte d'échantillons de troupeaux élevés de manière non industrielle et des produits qui en sont issus en Jordanie, dans les Alpes et en Mongolie. Il est également important pour les chercheuses et chercheurs de pouvoir établir un lien entre les hommes, les animaux et les produits laitiers. A partir de l'exemple de la Mongolie, ils souhaitent se pencher sur la question de l'influence de la consommation de produits laitiers sur le microbiote intestinal et donc la capacité à digérer le lactose en dépit d'une absence génétique de lactase. Un autre objectif de leur travail est de contribuer à mettre fin à la guerre contre les micro-organismes en créant des collections de cultures dans toute l'Eurasie.

6 Programme-cadre

6.1 Visites

Le premier jour du congrès, cinq excursions d'une journée ont été proposées, avec la visite d'une fromagerie artisanale et de deux de ses fournisseurs de lait.

- Excursion 1: Gruyère AOP (fromagerie de Grangeneuve)
- Excursion 2: Vacherin Fribourgeois AOP (fromagerie de Belfaux)
- Excursion 3: Fromage d'alpage fribourgeois (fromagerie d'alpage Gantrischli, Schwarzsee)
- Excursion 4: Emmentaler AOP (fromagerie d'alpage Oberbütschel)
- Excursion 5: Divers fromages bernois (fromagerie Eyweid, Zäziwil) (ill. 6.1.1 et 6.1.2)



Illustration 6.1.1: Visite de la fromagerie Eyweid



Illustration 6.1.2: Le lait de ces vaches est transformé dans la fromagerie Eyweid

6.2 Ateliers pratiques et théoriques

Les ateliers étaient au programme de la deuxième matinée. Sept ateliers pratiques différents ont été proposés à l'école de fromagerie et à la halle de technologie de Grangeneuve:

- Fromages à pâte mi-dure (ill. 6.2.1)
- Fromages à pâte molle
- Pasta Filata (ill. 6.2.2)
- Séré et cottage cheese
- Produits laitiers fermentés
- Glaces
- Beurre

Tous les ateliers pratiques affichaient complet et les participantes et participants ont travaillé avec beaucoup d'intérêt et d'engagement. Ils ont également pu s'informer et partager leurs expériences lors d'ateliers théoriques sur des thèmes choisis:

- Sécurité alimentaire et réglementation suisse: le Service de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires du canton de Fribourg a expliqué les directives pour la fabrication de produits au lait cru en Suisse.
- Listerias: un consultant en fromagerie d'Agroscope a transmis les dernières informations sur les mesures à prendre pour éviter la présence de listerias dans le fromage.
- Formation dans l'industrie laitière: La Société suisse d'industrie laitière a présenté le système de formation professionnelle.
- Services de conseil et analyses: Le service régional de conseil en production laitière CASEi a fourni des informations sur le conseil aux fromageries et a présenté quelques études de cas concrets tirés de la pratique.

En guise d'alternative aux ateliers, il était également possible de visiter la production de cultures à Liebefeld.



Illustration 6.2.1: Fabrication de fromages à pâte mi-dure



Illustration 6.2.2: Fabrication de Pasta Filata

6.3 Stands d'information

D'autres institutions importantes de l'Industrie laitière suisse étaient présents avec un stand d'information:

- Centre de compétence sur les produits laitiers à base de lait cru
- Vulgarisation et formation continue des fromagères et fromagers artisanaux
- Estivage et production de fromages d'alpage en Suisse
- Antenne suisse de la Fédération internationale du lait (FIL)

Les liens vers les posters correspondants se trouvent dans le chapitre 9.3.

Sur certains postes de travail, Fromarte a également fait découvrir aux participantes et participants le système de gestion de la qualité et le guide de durabilité pour les fromageries.

6.4 Buffet européen du fromage

Le buffet européen du fromage est devenu le point d'orgue des congrès annuels de FACEnetwork, tant d'un point de vue culinaire que professionnel et social. Les participantes et participants sont invités à apporter leur propre fromage. Cela permet d'obtenir une diversité unique et les productrices et producteurs sont présents pour partager l'histoire de leur fromage.



Illustration 6.4.1: Buffet européen du fromage avec 84 sortes provenant de 15 pays



Illustration 6.4.2: Le buffet européen du fromage a été créé par Fromarte

L'équipe de Fromarte était sous la direction d'Andréas Leibundgut (deuxième à partir de la gauche)

7 Résultats de l'enquête de satisfaction

L'enquête a été réalisée sur la plateforme TIVIAN (<https://www.efs-survey.com/>).

Tant l'organisation que le programme ont été globalement bien, voire très bien évalués par les participantes et les participants.

Tableau 7.1: Evaluation de l'organisation et du programme par les participantes et participants (échelle: 1 = faible, 2 = moyen, 3 = bien, 4 (valeur maximale) = très bien)

Evaluation de l'organisation ¹⁾			Evaluation du programme ¹⁾		
Aspects	Valeur moyenne	Ecart-type	Aspects	Valeur moyenne	Ecart-type
Homepage	3.77	0.53	Conférences	3.82	0.39
Inscription	3.77	0.43	Posters	3.73	0.46
Paieement	3.85	0.37	Stands d'information	3.41	0.59
Locaux	3.55	0.67	Podium de discussions	3.43	0.68
Restauration	3.50	0.51	Ouverture	3.62	0.67
Transports	3.74	0.56	Ateliers	3.56	0.73
Signalisation	3.32	0.78	Visites	4.00	0.00
Traductions	3.50	0.99	Buffet de fromages	3.95	0.22
Supports de conférence	3.71	0.46	Repas du soir	3.47	0.70
Impression générale	3.91	0.29	Impression générale	3.95	0.22

1) 23 personnes sur 240 ont répondu à l'enquête (= 9,6 %)

8 Conclusions

8.1 Propositions pour rendre le Centre de compétences Produits à base de lait cru plus international

Le congrès de FACEnetwork a mis en évidence l'importance du dialogue entre la science et la pratique, en particulier pour les produits à base de lait cru, dont la fabrication est très exigeante. Il serait ainsi intéressant d'initier un groupe de travail international dans le cadre du centre de compétences afin de promouvoir ce dialogue:

- Il faudrait une collaboration entre des personnes issues à la fois du monde scientifique et de la pratique (production, conseil, formation professionnelle) et provenant du plus grand nombre possible de pays européens.
- Le groupe de travail devrait se réunir régulièrement (par ex. tous les mois) en ligne pour un échange. A chaque fois, une personne issue de la recherche pourrait présenter de nouvelles connaissances (propres ou publiées) et une personne issue de la pratique pourrait présenter une étude de cas intéressante (un problème issu de la pratique, une innovation ou une tradition peu connue).
- Le groupe de travail pourrait également échanger des expériences sur la manière dont la formation professionnelle, la vulgarisation, la formation continue et la recherche sont organisées dans les différents pays ou régions.
- En option, le groupe de travail pourrait également décerner régulièrement un prix à de jeunes scientifiques.

Ce groupe de travail pourrait très bien devenir un groupe de travail supplémentaire au sein de FACEnetwork et contribuer ainsi à dynamiser et à renforcer cet important réseau.

8.2 Propositions pour de futurs projets de recherche

Du point de vue du Scientific Programme Committee, des recherches sont nécessaires dans plusieurs domaines:

- Le petit-lait cru est un sous-produit précieux de la production de fromage au lait cru, avec un grand potentiel d'effets positifs sur la santé humaine, étant donné que les protéines du petit-lait ne sont pas dénaturées et que des micro-organismes vivants y sont également présents. Il convient de développer des technologies permettant de transformer le petit-lait cru en aliments savoureux sans dénaturer les protéines qui y sont contenues.
- Il faut davantage de différenciation dans le contrôle de la qualité microbiologique du lait cru, car le microbiote du lait cru a également de nombreux effets positifs sur la qualité des produits à base de lait cru et la santé. Les méthodes actuelles ont conduit à un appauvrissement important du microbiote du lait cru. Des méthodes telles que l'analyse par impédance sont nécessaires pour caractériser positivement la qualité du lait.
- Il serait très intéressant productrices et producteurs artisanaux de produits au lait cru disposent de méthodes simples, applicables dans la pratique pour augmenter de manière sélective la biodiversité microbienne sans pour autant accroître les risques de sécurité sanitaire des aliments.
- Pour le yogourt au lait cru, il serait utile de mener des études sur l'effet protecteur contre les allergies similaires à celles menées pour le kéfir de lait cru. En Suisse, le yogourt est beaucoup plus populaire que le kéfir.

















8.3 Propositions d'ordre générale

Le congrès a également mis en évidence la nécessité d'agir dans d'autres domaines:

- Les effets positifs des produits au lait cru sur la santé humaine sont trop peu connus dans le secteur de la transformation du lait, chez les détaillants et dans la population et devraient faire l'objet d'une communication plus active.
- L'assainissement du cheptel laitier suisse en ce qui concerne *Staphylococcus aureus* génotype B serait très bénéfique aux producteurs et productrices de lait, aux transformateurs et transformatrices et surtout à la production de fromages au lait cru.






9 Bibliographie avec liens directs et codes QR

















9.1 Conférences et résumés



Auteur (s) et titre	Conférence-Number	Résumés		Conférences	
		Lien direct	Code QR	Lien direct	Code QR
Bachmann H.P., Graber H.: Safety and quality of raw milk cheeses: Two sides of the same coin.	1b	https://lmy.de/jPZD		https://lmy.de/xChR	
Bancalari E.: Importance of raw milk lactic acid bacteria for cheesemaking: a new approach for their detection.	4b	https://lmy.de/dQbH		https://lmy.de/nFzq	
Delbès C.: Microbial transfers across a food chain: from grassland to cheese using systemic and multidisciplinary approaches.	4a	https://lmy.de/hqeL		https://lmy.de/GXqA	
Donnelly C.: Ending the war on artisan cheese.	1a	https://lmy.de/tvOG		https://lmy.de/pVMc	
Eugster E., Meier M., Lemola J.: Guide «Sustainability in artisanal cheese dairies in Switzerland».	2b	https://lmy.de/bfPE		https://lmy.de/wBQG	
Niggli U.: The role of sustainable grassland management for food security and maintenance of natural resources.	2a	https://lmy.de/OOCQ		https://lmy.de/nmfc	
Roth-Walter F.: Micronutrient-transport by whey proteins: A missing link to health and immune resilience.	3a	https://lmy.de/xuBF		https://lmy.de/vHbb	
Van Esch B.: Raw milk and Raw milk Kefir for the dietary management of allergic diseases.	3b	https://lmy.de/iNHF		https://lmy.de/ptVq	

Sämtliche Quellen wurden am 15.7.2024 abgerufen.

9.2 Présentation des posters

Auteur (s) et titre	Conférence-Number	Lien direct	Code QR
Baars T., Mulder A., Mulder K.: Health impact is the main reason for increased interest for raw milk kefir.	H01	https://lmy.de/oeCX	
Bel N., Charles C., Couteaux J., Baudrit C., Buche P., Notz E., Lasbleiz R.: DOCaMEx - Capitalise on Know-How in Geographical Indications. (Selected for short presentation)	S04	https://lmy.de/YsTS	
Bettera L., Dreier M., Schmidt R.S., Gatti M., Berthoud H., Bachmann H.P.: Selective enrichment of the raw milk microbiota in cheese production: concept of a natural adjunct milk culture.	S02	https://lmy.de/HxBU	
Bisig W., Berger J., Hummerjohann J., Bachmann H.P.: Microbiological safety of raw milk yoghurt.	Q07	https://lmy.de/kqMR	
Buchin S., Puech T., Rolet-Répécaud O., Barbet P., Petitpas F., Arnould C., Coquillard M.O., Beuvier E.: Suitability of organic raw milk for cheesemaking according to seasons.	S03	https://lmy.de/YVtW	

Chiadò Rana A., Valat C., Cazeau G., Béthune K., Chochois V., Teyssier C.: Characterization of bacterial communities during bovine raw milk and artisanal uncooked pressed cheese production: Implications for dairy products safety and quality. (Awarded as second runner-up)	M04	https://lmy.de/eZLV	
Couderc C., Laroute V., Abi Khalil R., Codeville M., Caillaud M.A., Jardi G., Raynaud C., Cocaigh-Bousquet M., Tormo H., Mourez M., Daveran-Mingot M.L.: Design of an indigenous starter for the production of Rocamadour, a french PDO cheese (Awarded as best poster)	M01	https://lmy.de/jewm	
Cremonesi P., Castiglioni B., Pizzi F., Brasca M., Silvetti T., Morandi S., Tringali S., Severgnini M., Crivelli M., Cipolat-Gotet C., Gandini G., Turri F.: The BIO4VERBA project - Preserve the biodiversity of local Verzaschese and Bionda dell'Adamello goat breeds through the enhancement of their productions and the creation of an ex-situ genetic reserve. (Selected for short presentation)	S05	https://lmy.de/eHLS	
Darnay L., Austheim L.K.M: Factors influencing biogenic amine content of European ripened cheeses. (Awarded as first runner-up)	Q01	https://lmy.de/SrNy	
Dreier M., Bachmann H.P., Lüscher Bertocco M., Schmidt R.S.: Influence of the season on the level of biogenic amines in Vacherin Fribourgeois PDO.	Q05	https://lmy.de/Awfd	
Dreier M., Guggisberg D., Bachmann H.P., Lüscher Bertocco M., Schmidt R.S.: The force at fracture in semi-hard cheese depends on the milk treatment and the season.	Q06	https://lmy.de/zDpT	
Ducrey C., Ouzia S., Basset B., Schlüsselhuber M., Bertry A., Dieng A., Pignol C., Desmasures N., Bel N., Chuzeville S., Ledauphin J.: SO'DIFF - Identification of quality markers from Tomme de Savoie to support selection of indigenous microorganisms.	Q08	https://lmy.de/xbZZ	
Fröhlich-Wyder M.T., Aeschlimann T., Winkler H., Bachmann H.P.: Simmentaler Original: The first Swiss cheese made from the milk of a single cow breed.	S01	https://lmy.de/lefL	
Fröhlich-Wyder M.T., Bachmann H.P., Schmidt R.S.: Every cheese has its own character.	Q02	https://lmy.de/QvZF	
Guggenbühl B., Beutler E., Fleuti C., Lüscher Bertocco M., Bachmann H.P.: Vacherin fribourgeois AOP: Consumer study shows popularity of raw-milk cheeses.	Q04	https://lmy.de/IFfH	
Manzocchi E., Martin B., Bord C., Bouchon M., Bérard J., Coppa M., Delbès C., Verdier-Metz I.: Bacterial and botanical diversity of pastures affects the Cantal-type cheese sensory properties.	M03	https://lmy.de/aTtY	
Morandi S., De Noni I., Stuknyté M., Brasca M.: Influence of growth temperature on the production of bacteriocins by <i>Lactococcus</i> spp.	Q09	https://lmy.de/kmoz	
Lauber Fürst S., Bondarchuk A., Bondarchuk O., Berger T., Nemati G., Kagadiy N., Chernova O.: Partnering for innovation in quality and safety in artisan cheese making.	Q10	https://lmy.de/DFXb	
Rest M., Reichhardt, B. Hendy J., Tsolmon S., Warinner C.: Heirloom Microbes - Tracing the Diversity of Dairying Bacteria across Eurasia (Selected for short presentation)	M05	https://lmy.de/WESJ	
Schmidt R.S., Somerville V., Berthoud H., Guggenbühl B., Gschwend F., Arias-Roth E.: The sensory and microbial diversity of Bernese Alp Cheese.	Q11	https://lmy.de/omsw	
Schwaiger L.: Herstellung von Frisch-, Weich-, Schnitt- und Hartkäse: Orientierungswerte und Empfehlungen für Herstellungsparameter.	Q12	https://lmy.de/MPvL	

Stoffers H., Schmidt R.S., Bachmann H.P.: New process for the ripening of cheese.	Q03	https://lmy.de/zFUm	
Tancoigne E.: Back to the Future: designing the microbial terroir of French and Swiss cheeses since the 70s.	M02	https://lmy.de/LEIm	

Toutes les sources ont été consultées le 15.7.2024.

9.3 Stands d'information

Titre	Lien direct	Code QR
Centre of Excellence for Raw Milk Products		
- Concept	https://lmy.de/JGUk	
- First projects	https://lmy.de/ZcNd	
- Raw milk and raw-milk products affect our health	https://lmy.de/eTrU	
Agroscope		
- Consultants en fromagerie	https://lmy.de/fzaA	
- Taches noires dans les fromages causées par les obturateurs de trayons	https://lmy.de/WYBd	
SAV – Schweizerischer Alpwirtschaftlicher Verband		
- Sömmerung und Alpkäseproduktion in der Schweiz	https://lmy.de/AXGE	
- Summer grazing and the production of alpine cheese in Switzerland	https://lmy.de/ppIE	
- Estivage et production de fromage d'alpage en Suisse	https://lmy.de/dxif	
International Dairy Federation Switzerland	https://lmy.de/umgb	

Toutes les sources ont été consultées le 15.7.2024.

10 Liste de illustrations

Illustration 1.1: La communication d'Agroscope a créé un «eye-catcher» pour le congrès FACEnetwork.....	6
Illustration 1.2: Le congrès a attiré 240 participantes et participants de 17 pays différents.....	7
Illustration 1.3: Le Scientific Programme Committee.....	7
Illustration 1.4: Daniela Weber, fromagère à Düdingen, a enthousiasmé par son discours d'ouverture.....	7
Illustration 2.1: Franziska Roth-Walter, Hans-Peter Bachmann et Catherine Donnelly.....	8
Illustration 2.2: Page de couverture du livre «Ending the War on Artisan Cheese» de Catherine Donnelly.....	9
Illustration 2.3: Hans Graber.....	10
Illustration 2.4: Amines biogènes dans le Vacherin Fribourgeois AOP (n = 24) au lait cru et au lait thermisé.....	11
Illustration 2.5: Escherichia coli et Listeria innocua dans du yogourt doux et acide.....	11
Illustration 2.6: Retrait de l'enveloppe biodégradable d'un fromage à raclette.....	12
Illustration 3.1: Urs Niggli dans le salon du pionnier autrichien du bio Gerhard Zoubek à Glinzendorf.....	13
Illustration 3.2: Composition de l'alimentation du bétail à l'échelle mondiale.....	13
Illustration 3.3: Les deux conférencières Elisabeth Eugster et Betty van Esch au buffet européen du fromage.....	14
Illustration 3.4: Les quatre dimensions de la durabilité des lignes directrices SAFA.....	15
Illustration 3.5: La Simmental est une race à deux fins très appréciée.....	15
Illustration 3.6: Fabien Crausaz a eu beaucoup de succès avec le «Ranz des Vaches».....	16
Illustration 4.1: Absorption des micronutriments par le système lymphatique.....	17
Illustration 4.2: Facteurs d'influence sur la réaction allergique.....	19
Illustration 5.1: Céline Delbès (au milieu) lors de la visite de la production de cultures à Liebefeld.....	21
Illustration 5.2: Transfert de microorganismes de la surface des trayons au fromage.....	21
Illustration 5.3: Luca Bettera et Elena Bancalari.....	22
Illustration 5.4: Diagramme linéaire d'une mesure d'impédance (bleu) et de la courbe ajustée (rouge).....	22
Illustration 5.5: Christel Couderc et Hans-Peter Bachmann.....	23
Illustration 6.1.1: Visite de la fromagerie Eyweid.....	25
Illustration 6.1.2: Le lait de ces vaches est transformé dans la fromagerie Eyweid.....	25
Illustration 6.2.1: Fabrication de fromages à pâte mi-dure.....	26
Illustration 6.2.2: Fabrication de Pasta Filata.....	26
Illustration 6.4.1: Buffet européen du fromage avec 84 sortes provenant de 15 pays.....	26
Illustration 6.4.2: Le buffet européen du fromage a été créé par Fromarte.....	26

11 Tableau

Tableau 7.1: Evaluation de l'organisation et du programme par les participants.....	27
---	----