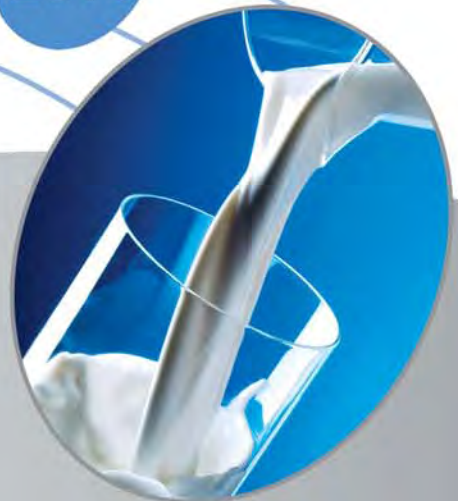




2010  
**Forum**  
technologique  
**NOVALAIT**

13 mai  
2010



Carrefour des  
• **compétences,**  
• **savoirs** et  
• **savoir-faire**  
laitiers

**NOVALAIT**

**Photos fournies par :**

Le Producteur de lait québécois  
Les Producteurs laitiers du Canada

**Conception graphique et réalisation :**

Isabelle Jobin, graphiste

**Remerciements :**

Nous tenons à remercier les chercheurs et les étudiants pour leur collaboration à l'élaboration des fiches Trans-Info et des résumés d'affiches. Veuillez noter que le contenu de ces documents relève de la responsabilité des auteurs et n'engage aucunement celle de Novalait inc.





## Mot du président

Bienvenue à toutes et à tous,

C'est un grand plaisir de vous accueillir pour l'ouverture de l'édition 2010 du Forum Technologique Novalait au *Carrefour des compétences, savoirs et savoir-faire laitiers*. Cet événement bisannuel où se côtoient chercheurs, producteurs et transformateurs laitiers, favorise les échanges sur les applications et les retombées des plus récents projets de recherche laitière réalisés grâce au support de Novalait inc. et de ses partenaires financiers.

Le Forum est un événement particulier à bien des égards. D'abord, il a pour but de présenter les découvertes et les opportunités d'innovation issues de projets de recherche sélectionnés et financés par les producteurs et les transformateurs laitiers du Québec, avec leurs partenaires. C'est donc un événement mixte, production et transformation, qui se distingue et est complémentaire des colloques et symposiums scientifiques dans la façon de communiquer les résultats de recherche et les retombées escomptées. D'ailleurs, je remercie les chercheurs et les étudiants pour leurs efforts de synthèse et de communication des opportunités potentielles d'innovation dans le cadre du Forum ainsi que pour leurs autres efforts de communication dans le cadre d'articles ou de colloques scientifiques. Ce sont des voies de diffusion et de communication différentes et complémentaires.

Le Forum est aussi une occasion de rencontrer la relève scientifique et technologique laitière. Le renouvellement des compétences est un enjeu majeur de compétitivité des entreprises et des organisations de production et de transformation laitières. Les institutions de recherche universitaires et gouvernementales font également face à ce défi car d'ici 10 ans, plus des 2/3 des chercheurs ayant leur principal intérêt de recherche en production ou en transformation laitières seront éligibles à la retraite. Le secteur laitier offre de belles opportunités de carrière et le Forum est aussi une occasion de rencontrer de nouvelles compétences laitières qui présentent leurs 26 affiches dans le cadre du carrefour de la relève technologique. Leurs efforts seront soulignés par la remise de 3 prix d'excellence.

Les compétences, les savoirs et les savoir-faire issus des projets de recherche supportés par Novalait inc. sont des opportunités de création de valeur par l'innovation pour les entreprises et les organisations de production et de transformation laitières. Il leur appartient de se positionner et de poursuivre les démarches nécessaires pour saisir les opportunités d'innovation. Nous espérons que de ce *Carrefour des compétences, savoirs et savoir-faire laitiers* émergent des suites de maturation technologique, des projets de transfert et éventuellement le recrutement de personnel qualifié.

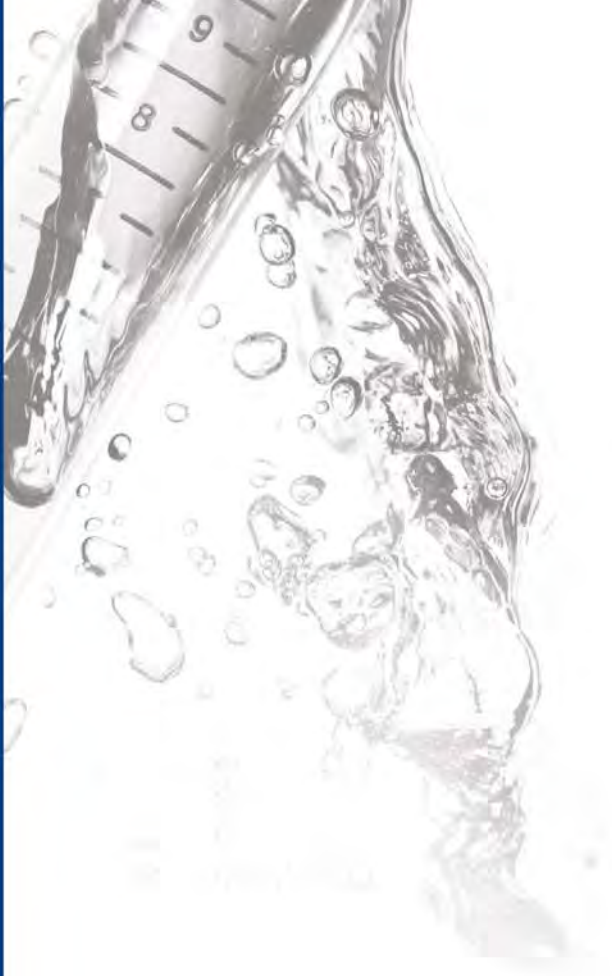
À toutes et à tous, je souhaite un fructueux Forum !

**Gilbert Rioux, président**  
Novalait inc.



**PROGRAMME** **NUMÉRO DE FICHE**

<b>8 h 30</b>	<b>Accueil des participants</b>	
<b>9 h 00</b>	<b>OUVERTURE DU FORUM</b> Danielle Rivard, directrice générale de Novalait inc. Gilbert Rioux, président de Novalait inc.	
<b>9 h 10</b>	<b>RÉSULTATS ET RETOMBÉES DES PROJETS SUPPORTÉS PAR NOVALAIT inc.</b> Modérateur : René Grimard, Agropur Coopérative	
9 h 10	<b>Impact d'une régie de tarissement court</b> Christiane Girard, AAC - Centre de recherche et développement sur le bovin laitier et le porc	P-2010-01
9 h 30	<b>Potentiel prébiotique des acides linoléiques conjugués (ALC) d'origine laitière</b> Claude Champagne, AAC - Centre de recherche et développement sur les aliments	T-2010-02
9 h 50	<b>Étude des facteurs influençant la variation du profil des protéines du lait</b> Kevin Michael Wade, Université McGill	P-2010-03
10 h 10	<b>Développement d'une approche intégrée pour la valorisation des solides du babeurre</b> Michel Britten, AAC - Centre de recherche et développement sur les aliments	T-2010-04
<b>10 h 30</b>	<b>Pause Santé – Session d'affiches au Carrefour de la relève technologique</b>	
<b>11 h 00</b>	<b>RÉSULTATS ET RETOMBÉES DES PROJETS SUPPORTÉS PAR NOVALAIT inc.</b> Modératrice : Geneviève Rainville, Fédération des producteurs de lait du Québec	
11 h 00	<b>Optimiser l'utilisation des exopolysaccharides dans les produits laitiers acides</b> Daniel St-Gelais, AAC - Centre de recherche et développement sur les aliments	T-2010-05
11 h 20	<b>Validation d'un questionnaire sur les facteurs de risques de la paratuberculose</b> Sébastien Buczinski, Université de Montréal	P-2010-06
11 h 40	<b>Un nouvel outil d'évaluation de la régie des génisses et des veaux laitiers</b> Doris Pellerin, Université Laval	P-2010-07
<b>12 h 00</b>	<b>Dîner</b>	
<b>13 h 30</b>	<b>Session d'affiches au Carrefour de la relève technologique</b>	
<b>14 h 00</b>	<b>RÉSULTATS ET RETOMBÉES DES INITIATIVES STRUCTURANTES SUPPORTÉES PAR NOVALAIT inc.</b> Modérateur : Charles Langlois, Conseil des industriels laitiers du Québec	
14 h 00	<b>Chaire industrielle de recherche en technologie et typicité fromagère</b> Denis Roy, Université Laval	T-2010-08
14 h 30	<b>Réseau canadien de recherche sur la mammite bovine</b> Daniel Scholl, Université de Montréal	P-2010-09
15 h 00	<b>Chaire industrielle de recherche sur le contrôle nutritionnel de la production des constituants du lait</b> Yvan Chouinard, Université Laval	P-2010-10
<b>15 h 30</b>	<b>PLAN STRATÉGIQUE DE NOVALAIT inc. 2009-2012</b> Danielle Rivard, directrice générale de Novalait inc.	
<b>16 h 00</b>	<b>REMISE DES PRIX D'EXCELLENCE DE LA RELÈVE TECHNOLOGIQUE</b>	
<b>16 h 15</b>	<b>ALLOCUTION DE CLÔTURE</b> Gilbert Rioux, président de Novalait inc.	
<b>16 h 30</b>	<b>Cocktail au Carrefour de la relève technologique</b>	



## Impacts d'une régie de tarissement court pour les troupeaux laitiers québécois

Durée : 06/2006 – 09/2009

### Résumé du projet

Ce projet a été élaboré afin de vérifier si la recommandation actuelle de tarir les vaches pendant 60 jours était encore adaptée aux troupeaux d'aujourd'hui, ou si une régie de 35 jours de tarissement serait plus appropriée. Afin d'évaluer tous les impacts possibles, 4 études ont été réalisées. Les deux premières études se sont déroulées dans 13 fermes commerciales et incluaient un total de 850 vaches. L'étude avait pour objectif d'évaluer les impacts d'une régie de 35 jours de tarissement sur la production et la composition du lait, la santé et les maladies métaboliques ainsi que la reproduction des vaches. L'étude 2 avait pour but de déterminer l'impact économique de cette pratique dans un contexte québécois. L'étude 3 a vérifié les effets d'un tarissement raccourci sur le renouvellement et l'activité des cellules de la glande mammaire. L'étude 4 a mesuré les effets d'une alimentation spécifique à une régie de tarissement court sur l'efficacité alimentaire et la digestibilité. Les résultats de l'ensemble de ces études suggèrent que, chez les vaches primipares, le lait supplémentaire obtenu en continuant de traire les vaches pendant un mois supplémentaire compense pour la légère diminution de production lors de la 2<sup>e</sup> lactation. Chez les vaches en 3<sup>e</sup> lactation ou plus, il n'y a pas d'effets sur la production laitière lors de la lactation suivante. Il n'y a pas d'impacts majeurs sur les maladies métaboliques et la reproduction suite à un tarissement court. Les vaches ayant reçu une régie de tarissement court consomment plus de matière sèche en début de lactation et mobilisent moins de réserves corporelles. Un tarissement de 35 jours n'a pas eu d'effet sur le renouvellement ou l'activité des cellules de la glande mammaire en début ou en milieu de la lactation suivante. Du point de vue économique, une régie de tarissement court semble être avantageuse pour une ferme ayant des coûts de production moyens, surtout si le producteur achète le quota supplémentaire pour couvrir la production additionnelle. Par contre, les résultats sont variables selon les fermes.

### Objectifs et méthodologie

L'étude avait pour objectif d'évaluer les impacts d'une régie de 35 jours de tarissement sur la production et la composition du lait, la santé et les maladies métaboliques ainsi que la reproduction des vaches, tandis que l'étude 2 avait pour but de déterminer l'impact économique de cette pratique dans un contexte québécois. Ces deux études se sont déroulées dans 13 fermes commerciales. Mises à part les vaches ayant un intervalle prévu de vêlage de 500 jours ou plus, toutes les vaches des fermes étaient impliquées. Au total, 850 vaches Holstein (414 primipares et 436 multipares) ont été incluses. À tous les 2 mois, les vaches étaient assignées soit à une régie de tarissement court (35 jours) ou conventionnel (60 jours) selon la parité, la production des 305 jours de la lactation précédente et l'intervalle prévu de vêlage. De janvier 2007 à décembre 2008, avec des visites aux 2 semaines, les données suivantes ont été recueillies : état de chair complet du troupeau, kéto-tests chez les vaches entre 3 et 21 jours en lait, cueillette des données sur les ma-ladies, traitements et observations sur ces vaches. De plus, les données de production, de reproduction et d'alimentation ont été recueillies pendant les 2 ans du projet. L'étude 3 a vérifié les effets d'un tarissement raccourci sur le renouvellement et l'activité des cellules de la glande mammaire. Dans ce volet de l'étude, deux groupes de 9 vaches ont été attribués sans égard à la parité à une régie conventionnelle ( $64,3 \pm 1,1$  jours) ou à une régie de tarissement court ( $31,9 \pm 1,0$  jours). Durant les périodes de lactation comprises entre le jour 85 avant vêlage jusqu'au jour 150 après le vêlage, des échantillons de lait et de sang ont été prélevés pour des analyses de composition. Des biopsies mammaires ont été effectuées aux jours 20 et 150 de lactation, pour la mesure de

l'apoptose, de la prolifération et de l'expression génique des cellules mammaires, tandis que des échantillons de sang ont été prélevés avant, pendant et après la traite pour la mesure de la relâche de la prolactine (PRL) induite par la traite. L'étude 4 visait à mesurer les effets d'une alimentation propre à une régie de tarissement court sur l'efficacité alimentaire, la digestibilité ainsi que la synthèse de vitamines du complexe B en début de lactation. Pour ce faire, 12 vaches Holstein ont été réparties en 6 blocs selon leur parité, leur production de lait lors de la lactation précédente et leur date de vêlage. Par la suite, elles étaient assignées de façon aléatoire soit à une régie de tarissement conventionnel ( $63,2 \pm 2,0$  j) ou de tarissement court ( $35,5 \pm 2,0$  j). Les vaches ayant la régie de tarissement conventionnel ont reçu une ration pour vache tarie jusqu'à 28 jours avant le vêlage, suivie par la ration de préparation au vêlage. Les vaches ayant la régie de tarissement court ne recevaient que la dernière ration après avoir été tarées. Après le vêlage, les vaches des deux groupes recevaient la même ration de lactation. Pendant toute la durée du projet, la consommation de matière sèche était mesurée quotidiennement, tout comme la production de lait lorsque les vaches n'étaient pas tarées. Un échantillon sanguin était pris à chaque semaine et pendant les quatre premières semaines suivant le vêlage, deux échantillons par semaine étaient récoltés. Des collectes de contenus ruminal et omasal ont eu lieu 18 jours avant le vêlage et 20 jours après le vêlage aux temps 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 et 12 h suivant le premier repas de la journée, les repas étant servis à des intervalles de 12 heures. Les études 3 et 4 se sont déroulées au centre de recherche sur le bovin laitier et le porc d'Agriculture et Agroalimentaire Canada.

## Résultats et applications

Les résultats de l'ensemble de ces études suggèrent que le lait supplémentaire obtenu en continuant de traire les vaches primipares pendant un mois supplémentaire compense pour la légère diminution de production lors de la 2<sup>e</sup> lactation. Chez les vaches en 3<sup>e</sup> lactation ou plus, le tarissement court n'a pas d'effets sur la production laitière de la lactation suivante, et le lait supplémentaire obtenu en fin de lactation est donc très avantageux. Une régie de tarissement court diminue l'incidence d'acétonémie, mais augmente les risques de rétention placentaire chez les vaches en 3<sup>e</sup> lactation ou plus. Il n'y a pas d'impact majeur sur les autres maladies métaboliques et sur la reproduction suite à un tarissement court. Les vaches ayant reçu une régie de tarissement court consomment plus de matière sèche en début de lactation et mobilisent moins de réserves corporelles, se retrouvant donc en meilleur bilan énergétique en début de lactation que les vaches

tarées conventionnellement. Concernant la glande mammaire, il n'y a pas d'effet sur le renouvellement ou l'activité des cellules en début ou en milieu de lactation suivant un tarissement de 35 jours. Du point de vue économique, une régie de tarissement court semble être avantageuse pour une ferme ayant des coûts de production moyens, surtout si le producteur procède à l'achat de quota supplémentaire. Par contre, les résultats sont variables selon les fermes. Compte tenu de l'approche intégrée de ces projets (effets sur la production, la santé de la vache, la reproduction et l'impact économique), les producteurs ont une meilleure idée de l'impact global de cette nouvelle pratique. Les producteurs laitiers québécois bénéficient des résultats de ce projet de recherche; les effets d'une période de tarissement plus courte identifiés lors de cette étude leur permettent de baser leurs choix de gestion de troupeau sur des études faites dans des conditions très similaires à celles de leur ferme.

## Transfert des résultats

Le transfert des résultats de ce projet se fait par la publication d'articles scientifiques et la présentation à des congrès scientifiques, mais aussi par des communications pour les producteurs et spécialistes œuvrant dans le domaine. Puisque ce projet a pour but d'évaluer l'application de cette nouvelle régie de tarissement en considérant les effets pour la vache ainsi que l'impact économique spécifiquement pour les

troupeaux québécois, il est primordial de rapidement transférer les résultats aux producteurs. Compte tenu qu'une partie du projet s'est déroulée directement chez des producteurs et de l'implication de Valacta, le transfert vers les utilisateurs se fait rapidement, plusieurs des obstacles du transfert ayant déjà été surmontés et une démonstration de la faisabilité à la ferme ayant été réalisée.

## Partenaires financiers

Entente de collaboration pour l'innovation en production et en transformation laitières (ECI 2005-2011) :

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Novalait inc.

**BUDGET TOTAL : 250 000 \$**

## Point de contact

**Responsable du projet :**

**Doris Pellerin**

Département de sciences animales

Université Laval, Pavillon Paul Comtois, Québec (Qc), G1V 0A6

Téléphone : 418-656-2131 poste 2519

Télécopieur : 418-656-3514

Courriel : doris.pellerin@san.ulaval.ca

**Christiane L. Girard**

Agriculture et Agroalimentaire Canada,

Centre de recherche et développement sur le bovin laitier et le porc (CRDBLP)

C. P. 90, Succ. Lennoxville, Sherbrooke, Québec, J1M 1Z3

Téléphone : 819-565-9174 poste 233

Télécopieur : 819-564-5507

Courriel : Christiane.Girard@agr.gc.ca

**Collaborateurs :**

**Daniel Lefebvre**, Valacta

**Pierre Lacasse et Robert Berthiaume**,

Agriculture et Agroalimentaire Canada (CRDBLP)



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

## Potentiel prébiotique des acides linoléiques conjugués (ALC) d'origine laitière : analyse *in vitro* et effets sur l'écosystème gastro-intestinal

Durée : 06/2006 - 09/2009

### Résumé du projet

Le lait est un aliment complet qui représente une bonne source de calcium et de protéine, mais la matière grasse (MG) qu'il contient a souvent une mauvaise réputation. Parmi les composés de la MG du lait les plus étudiés, les acides linoléiques conjugués (ALC) ont suscité beaucoup d'intérêt à cause de leurs effets bénéfiques possibles sur la santé. Toutefois, les mécanismes d'action des ALC ne sont pas encore établis et des preuves scientifiques demeurent nécessaires pour l'acceptation des allégations revendiquées. Dans le cadre de ce projet de recherche nous avons étudié à l'aide de modèles *in vitro* novateurs le métabolisme des ALC d'origine laitière. Nous avons également évalué l'impact de ces composés sur l'équilibre de l'écosystème digestif. Les résultats obtenus ont révélé que la digestibilité de l'ensemble des acides gras (AG) du lait était de 79,6% et que les ALC semblent être hautement digestibles comparativement aux autres AG à longue chaîne. D'autre part, nos résultats ont démontré que les AG à courte chaîne inhibaient la croissance des lactobacilles et que cette inhibition augmente avec la concentration en AG et la longueur de la chaîne carbonée. Toutefois une stimulation de la croissance a été observée avec d'autres probiotiques notamment les bifidobactéries, lorsque les AG sont utilisés à des faibles concentrations. Sur le plan scientifique, ce projet a permis de générer des connaissances fondamentales uniques sur les métabolismes digestifs des AG laitiers et leurs effets positifs sur le microbiote colique. Ces nouvelles données peuvent continuer à rehausser l'image de la MG laitière auprès du consommateur et à développer de nouveaux produits à haute valeur ajoutée susceptibles d'accroître la compétitivité de l'industrie laitière québécoise à l'échelle nationale et internationale.

### Objectifs et méthodologie

#### Objectif spécifique 1 : Étude du métabolisme des AG du lait et des ALC au niveau gastro-intestinal

L'objectif était de mesurer la digestibilité *in vitro* de différents laits ayant des teneurs élevées en ALC produits naturellement par voie de l'alimentation de la vache laitière ou ajoutés sous forme d'ALC synthétiques. Ces derniers ont été obtenus par émulsification des différents isomères d'ALC d'origine synthétique (c9, t11 et t10, c12), soit sous forme de triglycérides ou sous forme d'AG libre dans le lait, à des concentrations similaires à celle du lait enrichi naturellement. Les différents laits obtenus ont été standardisés à 3,25% et 1% de matières grasses (MG). Deux types de laits commerciaux à savoir le lait à 3,25% de MG et le lait à 1% de MG ont été également utilisés. La digestibilité de ces différents laits a été évaluée en utilisant un simulateur dynamique *in vitro* de la partie proximale du tube digestif qui comprend l'estomac, le duodénum, le jéjunum et l'iléon.

#### Objectif spécifique 2 : Évaluation de l'impact des AG laitiers et des ALC sur la physiologie de souches probiotiques

L'objectif était d'évaluer l'effet des AG (et en particulier des ALC d'origine laitière) intacts ou après digestion gastro-intestinale, sur le métabolisme

de souches bactériennes probiotiques. Pour ce faire, deux objectifs ont été définis : i) caractériser des souches probiotiques en fonction de leur croissance sous des concentrations en AG libres pouvant aller jusqu'à 1% et ii) mesurer l'effet de la digestion gastro-intestinale de laits à composition variable en MG et en ALC, sur la croissance de certaines souches probiotiques à savoir *L. helveticus* R0052, *L. rhamnosus* R0011, *L. rhamnosus* RW-9595M, *L. rhamnosus* GG, *L. plantarum* 299V, *L. kefirgranum* IM014; *B. longum* R00175, *B. lactis* BB12, *B. thermophilus* ssp *infantis* RBL 67 and *P. freudenreichii* ssp. *shermanii* PR1.

#### Objectif spécifique 3 : Étude de l'impact des ALC et des AG du lait sur l'équilibre de la microflore intestinale

L'objectif était d'étudier les effets des ALC et les AG libres sur le métabolisme et la croissance bactérienne dans les conditions physiologiques du tube digestif, de même que sur le rétablissement et le maintien de l'équilibre de l'écosystème intestinal. Pour réaliser cet objectif, un deuxième simulateur dynamique *in vitro* du gros intestin a été utilisé. Ce système permet de simuler les conditions microbiologiques et physiologiques des colons ascendant, transversal et descendant.

### Résultats et applications

#### Objectif 1 : Métabolisme des AG du lait et des ALC au niveau gastro-intestinal

Les résultats ont révélé que la digestibilité de l'ensemble des acides gras du lait était de 79,6 % ( $\pm 2,6$ ). Les ALC semblent être hautement digestibles comparativement aux autres acides gras à longue chaîne du lait enrichi en ALC. Les ALC c9, t11 provenant d'un lait naturellement enrichi (NAT) étaient absorbés par le modèle *in vitro* plus efficacement que lorsqu'ils étaient incorporés sous forme de triacylglycérols synthétiques (TAG). À la lumière des résultats obtenus, il est permis de croire que les ALC c9, t11 sont des acides gras très digestibles et que, par conséquent, la disponibilité des ALC c9, t11 ingérés ne devrait pas être considérée

comme une limite dans d'éventuels travaux de recherche en nutrition. Le degré d'hydrolyse n'est pas le seul élément qui distingue les laits grand mélange et ALC. En général le profil des AG est semblable, sauf pour deux AG. En effet, le pourcentage de C16:0 est de 38% dans le lait grand mélange, mais est de 25% seulement dans le lait ALC. Par contre le lait grand mélange est plus pauvre en C18:1 avec seulement 24% alors que cet AG constitue 44% des acides gras libres du lait ALC. Le modèle de digestion *in vitro* TIM-1 nous a permis de générer des résultats uniques concernant la digestibilité des acides gras en fonction de leur longueur de chaîne, leur degré de saturation, leur degré d'estérification et leur position au sein d'un triacylglycérol.



## Résultats et applications - suite...

### Objectif 2 : Impact des AG laitiers et des ALC sur la physiologie et la croissance de souches probiotiques

Un nouveau milieu minimal a été mis au point lors de cette étude. Ce milieu combiné à la technique de spectrophotométrie automatisée nous a permis de suivre la croissance de la majorité des souches probiotiques ciblées par cette étude.

Des essais de croissance sur les différentes souches probiotiques ont montré que les AG à courte chaîne inhibaient la croissance des lactobacilles. L'inhibition augmentant avec la concentration d'AG et la longueur de la chaîne carbonée. Dans certains cas, toutefois on observe une stimulation à faible concentration.

Les grandes conclusions qui se dégagent de cet objectif sont :

- Les ingrédients « non actifs » des sucs intestinaux (bile, estomac, pancréas) n'affectent pas la croissance des probiotiques;
- Il y a un effet marqué de la souche sur la viabilité et la croissance dans les digestats;
- La digestion de la phase non-grasse a montré un effet sur la viabilité et la croissance;
- La présence d'AG dans le digestat pourrait affecter la survie de certains probiotiques dans la partie supérieure du système gastro-intestinal;
- La survie des souches probiotiques dépend du type de gras, les ALC étant plus stimulateurs.

## Transfert des résultats

Ce projet a permis de générer plusieurs résultats très originaux en lien avec les bienfaits des ALC sur la flore digestive et de nouvelles données uniques sur le métabolisme gastro-intestinal des AG et des ALC. Nos travaux ont permis de déterminer les concentrations optimales en AG et en ALC pour obtenir les effets bénéfiques escomptés, de même que les isomères les plus efficaces. Ces données peuvent être rapidement exploitées pour développer de nouveaux produits probiotiques à haute valeur ajoutée.

## Partenaires financiers

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2005-2011) :

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Novalait inc.

**BUDGET TOTAL : 243 500 \$**



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

### Objectif spécifique 3 : Impact des ALC et des AG du lait sur l'équilibre de la microflore intestinale

Dans un premier temps, nous avons évalué la croissance des souches probiotiques dans les différents effluents du TIM1 obtenus dans le cadre de l'objectif 1. Ces effluents permettent de simuler le contenu colique. Nos résultats ont montré que le profil général de fermentation est le même pour toutes les souches testées dans les différents milieux. Si on compare les deux laits enrichis naturellement en ALC à 3,25% de MG et à 1% de MG, on constate que la croissance des souches dépend du pourcentage de MG dans le lait. En effet, les souches sont beaucoup plus sensibles dans le milieu CLA NAT à 3,25% de MG que dans le milieu CLA NAT à 1% de MG. Trois souches sur quatre ont présenté une grande sensibilité dans le lait enrichi naturellement en CLA à 3,25% de MG. À partir de nos résultats on peut déduire que la survie des souches dépend du pourcentage de gras laitier et essentiellement de la souche testée.

Dans un deuxième temps, nous avons étudié les effets des ALC et des AG libres sur le métabolisme et la croissance bactérienne dans les conditions physiologiques du tube digestif de même que sur le rétablissement et le maintien de l'équilibre de l'écosystème intestinal. Un système de fermentation colique a été mis au point. Les résultats obtenus montrent clairement que le système de fermentation mis au point permet de reproduire très fidèlement la microflore représentative du microbiote colique chez l'humain. Une forte corrélation a été observée entre les méthodes testées, soit les milieux sélectifs ou la méthode FISH (*fluorescence in situ hybridization*).

Ces résultats ont été déjà présentés lors de plusieurs réunions scientifiques et congrès nationaux et internationaux (Joint Annual Meeting of the American Dairy Science Association, Canadian Nutrition Congress, Colloque STELA, IDF Dairy Science and Technology Week, Forum Novalait) et ont fait l'objet de plusieurs publications scientifiques. Ces activités sont de nature à assurer un transfert efficace des connaissances et des technologies auprès de la communauté scientifique, des consommateurs et des intervenants de l'industrie laitière.

## Point de contact

### Responsables du projet :

#### Ismail Fliss

Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA)  
Université Laval  
Québec (Québec) G1K 7P4  
Tél. : (418) 656-2131, poste 6825 • Téléc. : (418) 656-3353  
Courriel : ismail.fliss@al.n.ulaval.ca

#### Edward Farnworth

Agriculture et Agroalimentaire Canada  
Centre de recherche et de développement sur les aliments (CRDA)  
3600, boul. Casavant Ouest, Saint-Hyacinthe (Québec) J2S 8E3  
Tél. : (450) 773-1105 • Téléc. : (450) 773-8461  
Courriel : farnworthed@agr.gc.ca

### Collaborateurs :

**Yvan Chouinard**, Université Laval

**Claude Champagne et Marie-Rose Van Clasteren**,  
Agriculture et Agroalimentaire Canada (CRDA)

### Résumé du projet

L'objectif était d'étudier la variabilité des composants du lait en fonction des facteurs de régie et d'alimentation à la ferme. L'analyse de plus de 9 millions d'observations au jour du test, a démontré que les vaches nourries à la ration totale mélangée (RTM) produisaient plus de lait, de gras, de protéine et de lactose et moins d'urée que celles recevant les fourrages et les concentrés séparément. L'analyse des données de plus de 400,000 vaches et 2,4 millions de rations alimentaires a démontré que la concentration d'urée varie en fonction de la race et augmente avec la parité. D'autre part, l'analyse de 923 échantillons de lait collectés sur des vaches et dans les réservoirs de 33 fermes, suggère une relation entre la teneur en acides gras oméga-3 et le système d'alimentation, et la présence ou non d'ensilage de maïs dans les rations. Des relations ont aussi été observées entre les acides linoléiques conjugués (ALC) et les acides gras C18:1 trans, et la présence de maïs-grain dans la ration. Quant aux teneurs en acide gras oméga-6 et au pourcentage de caséine dans la protéine totale, aucune relation significative n'a été observée avec la présence d'ensilage de maïs ou de maïs-grain. Étant donné le grand nombre de variables, des analyses statistiques additionnelles sont toutefois requises pour tirer des conclusions définitives.

### Objectifs et méthodologie

L'objectif était d'étudier la variabilité des composants majeurs et des profils azotés et lipidiques du lait produit sur les fermes, en lien avec la régie et l'alimentation. Les données ont été utilisées pour étudier l'effet de deux systèmes d'alimentation (RTM et traditionnel) et quatre sources énergétiques sur les performances de lactation et la teneur des composants majeurs du lait (i.e., gras, protéine, lactose et urée). En parallèle, 923 échantillons de lait ont été collectés sur des vaches et dans les réservoirs de 33 fermes, de janvier 2006 à août 2008. Ces échantillons ont été analysés en laboratoire pour les composants

majeurs (lactose, solides non-gras et solides totaux), les profils azotés (azote total, caséique et non-caséique, et fractions de la caséine et de la protéine sérique), et les acides gras (chaînes C4 à C22). Les rations pour chaque vache et leur caractéristiques (fibres, gras, protéine, minéraux, fourrage et concentré principal, etc.) ont été reconstituées à partir des ingrédients de base, et jointes aux données de régie (production, poids, état de chair, etc.). Ces données ont ensuite été combinées à celles résultant des analyses sur les échantillons de lait.

### Résultats et applications

L'analyse par modèle mixte de plus de 9 millions d'observations au jour du test (~600,000 vaches et ~6,000 troupeaux) a démontré que les vaches nourries à la RTM produisaient plus de lait, de gras, de protéine et de lactose et moins d'urée que celles nourries traditionnellement. Une tendance à une plus forte production de protéines et une plus basse concentration d'urée a également été observée chez les vaches nourries au maïs-grain ou au maïs humide, comparativement à celles nourries à l'orge ou avec des concentrés commerciaux. L'analyse des données de plus de 400,000 vaches et 2,4 millions de rations alimentaires a démontré que la concentration d'urée varie en fonction de la race et augmente avec la parité. Des techniques de visualisation ont permis d'observer que, du milieu jusqu'en fin de lactation, les vaches semblent suralimentées en protéine brute, menant à de plus grandes concentrations d'urée dans le lait. Ces résultats indiquent des coûts d'alimentation plus élevés que nécessaire et des rejets plus élevés d'azote et d'ammoniacque dans l'environnement.

L'analyse des échantillons de lait de réservoir a permis d'observer une plus haute teneur en protéine lorsque le fourrage principal est l'ensi-

lage de maïs. Une relation significative existe également entre le concentré principal (maïs-grain, orge, concentré commercial et autres) et la protéine du lait. Les résultats indiquent qu'une alimentation incluant du maïs grain augmenterait la teneur en protéine. Des liens significatifs sont également suggérés entre la  $\beta$ -lactoglobuline et le fourrage principal et le concentré principal. Du côté des lipides, la teneur en acides gras oméga-3 était inférieure de 13% avec la RTM. Il ne faut toutefois pas tirer de conclusion hâtive puisque le nombre d'échantillons avec RTM était restreint. Pour les échantillons de lait associés avec un système d'alimentation traditionnel (i.e., sans RTM), la concentration en acides gras oméga-3 était de 24% plus basse en présence d'ensilage de maïs alors que ce type de gras a semblé peu sensible à la présence de maïs-grain. Quant aux acides gras oméga-6, aucune relation significative n'a été observée avec la présence d'ensilage de maïs ou de maïs-grain. Les relations entre, d'une part, les ALC et les acides gras C18:1 trans, et d'autre part la présence d'ensilage de maïs n'étaient pas significatives. Toutefois, la proportion d'ALC dans les gras a diminué de 10% avec la présence de maïs grain. La concentration d'acides gras C18:1 trans a quant à elle baissé de 4%.

## Transfert des résultats

Le projet a été bâti dans l'optique de développer un réseau de chercheurs sur la composition du lait et les facteurs pouvant les influencer à la ferme. Ce projet possédait un volet exploratoire et il a permis la création d'un noyau de recherche multidisciplinaire, une meilleure connaissance du matériel et des méthodes de recherche

## Partenaires financiers

Action concertée 3 (2001-2006) :

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries  
et de l'Alimentation du Québec

Novalait inc.

**BUDGET TOTAL : 375 000 \$**

disponibles collectivement, et une banque de données et d'échantillons de lait pour des analyses futures. Les producteurs, les conseillers en alimentation pourront bénéficier de nouvelles stratégies alimentaires.

## Point de contact

### Responsables du projet :

#### Kevin M. Wade

Groupe de recherche sur les systèmes d'information  
en production laitière

Université McGill, Campus Macdonald

21111 chemin Lakeshore, Ste-Anne-de-Bellevue, QC, H9X 3V9

Téléphone : (514) 398-7973

Télécopieur : (514) 398-7964

Courriel : kevin.wade@mcgill.ca

#### Daniel Ouellet

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Centre de recherche sur le bovin laitier et le porc (CRDBLP)

2000 route 108 Est – C.P. 90, Lennoxville, Québec J1M 1Z3

Téléphone : (819) 565-9174 – poste 209

Télécopieur : (819) 564-5507

Courriel : ouelletd@agr.gc.ca

### Collaborateurs :

**René Lacroix**, Université McGill et Valacta

**Daniel Lefebvre**, Valacta

**Daniel St-Gelais**, Agriculture et Agroalimentaire Canada (CRDA)

**Sylvie Turgeon**, **Yvan Chouinard**, Université Laval



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

### Résumé du projet

La production de 100 kg de beurre génère approximativement 10 kg de poudre de babeurre. Actuellement, le babeurre est principalement utilisé en formulation alimentaire (ex. boulangerie, biscuiterie) où il entre en compétition avec la poudre de lait ou de lactosérum. Bien qu'il possède une composition similaire à celle du lait écrémé, certaines caractéristiques du babeurre limitent son utilisation sur le plan technologique. Plusieurs travaux ont démontré que les propriétés fonctionnelles du babeurre, autres que son pouvoir émulsifiant, sont souvent inférieures à celles du lait écrémé. De plus, l'incorporation du babeurre au lait de fromagerie diminue la fermeté du caillé et la rétention des espèces. La littérature scientifique suggère que les phospholipides, les complexes lipoprotéiques et d'autres lipides mineurs seraient à l'origine de ces problématiques. Par conséquent, on peut poser l'hypothèse que la séparation des lipides du babeurre permettrait de restaurer les propriétés technologiques de la fraction maigre, tout en produisant un extrait à valeur ajoutée. Le but du projet était de développer une approche intégrée permettant une utilisation complète des solides du babeurre en transformation laitière et alimentaire. Il visait aussi à mieux comprendre les phénomènes ou interactions responsables des particularités technologiques du babeurre. Enfin, il souhaitait proposer une nouvelle approche technologique permettant l'utilisation du babeurre en fromagerie et fournir des données préliminaires sur le potentiel d'utilisation du babeurre et de ses fractions comme ingrédient alimentaire fonctionnel.

### Objectifs et méthodologie

Les objectifs de recherche étaient : (1) Caractériser la composition et la distribution des fragments de membranes de globules de gras (MGGL) dans le babeurre et ses fractions; (2) Évaluer et contrôler l'impact du babeurre et de ses fractions en production fromagère; (3) Évaluer le potentiel d'applications alimentaires (autres que fromagères) du babeurre et de ses fractions.

Le projet a d'abord nécessité une étape fondamentale de caractérisation des constituants des MGGL, et surtout, de leurs interactions avec les micelles de caséine du babeurre. Cette première phase devait permettre de développer les bases d'une approche technologique pour séparer les MGGL du babeurre.

### Résultats et applications

Performance du babeurre en fromagerie : Nos premiers essais ont montré que l'ajout de babeurre (standardisation du lait à 3,5% de protéines vraies) aux caillés de type présure diminuait leur fermeté et ralentissait leur vitesse de formation. Ces effets seraient modulés par les traitements thermiques appliqués en cours de production du babeurre. Les fromages modèles obtenus étaient généralement plus humides que ceux préparés à partir de lait écrémé et leur microstructure était aussi plus poreuse. La pasteurisation de la crème avant barattage augmente la rétention des fragments de membranes de matière grasse du babeurre (MGGL) dans les caillés. Il a alors été proposé que le traitement de pasteurisation de la crème (ou du lait entier) modifiait les propriétés de surface des agrégats de MGGL et contribuait aux défauts de texture observés. L'homogénéisation du babeurre n'améliorait pas ses aptitudes à la transformation fromagère (cinétique de coagulation présure, temps de prise, fermeté et capa-

cité de contraction du caillé). Cependant, l'homogénéisation semblait diminuer l'humidité des caillés et augmentait la rétention protéique. Elle entraînait aussi une dégradation de la texture des gels qui était plus faible et plus friable. Les résultats ont surtout montré que le traitement de pasteurisation de la crème (et non l'état de dispersion des fragments de MGGL) semblait responsable des effets négatifs du babeurre en production fromagère. Les résultats obtenus à ce jour permettent de cibler les traitements thermiques appliqués à la crème comme principaux facteurs responsables des changements de la composition protéique de la MGGL et de l'effet négatif de l'ajout du babeurre au lait de fromagerie. Finalement, le fractionnement du babeurre en ses phases colloïdale, soluble et diffusible a permis de mettre en évidence la contribution de chacune d'elles sur la formation des gels présure et les bilans fromagers.

## Résultats et applications - suite...

Effet du chauffage de la crème sur les constituants de la MGGL : Une étude de la composition protéique des fragments de MGGL en électrophorèse-2D a montré que la pasteurisation de la crème favorisait une incorporation de plusieurs protéines du lactosérum, notamment la  $\beta$ -lactoglobuline ( $\beta$ -lg) et l' $\alpha$ -lactalbumine ( $\alpha$ -la), dans la MGGL. Une augmentation de la proportion de résidus thiol libre (SH) et de ponts disulfures (SS) dans la matière protéique de la MGGL de crème pasteurisée suggère que les réactions d'échange SH-SS seraient à l'origine de ces interactions.

Effet de la pasteurisation sur les interactions entre les constituants de la MGGL et les micelles de caséine : La centrifugation de babeurre issus de lait ou de crème pasteurisés a mené à des culots de MGGL plus volumineux et plus riches en protéines que ceux issus du lait ou de crème crus. Une étude de la composition protéique des

culots a permis de démontrer que l'application d'un traitement de pasteurisation de la crème induisait l'interaction entre les micelles de caséine et les constituants de la MGGL dans le babeurre. Les fragments de MGGL se fixent préférentiellement sur la caséine-k en surface des micelles. Les protéines solubles seraient également intégrées dans ces complexes.

Les résultats obtenus ont permis de cibler les traitements thermiques appliqués à la crème comme principaux facteurs responsables des changements de la composition de la MGGL et de l'effet négatif de l'ajout du babeurre au lait de fromagerie. Une caractérisation plus poussée des protéines, mais aussi des lipides mineurs en cause permettra de mieux comprendre les phénomènes observés et d'identifier des avenues pour le contrôle de ces interactions.

## Transfert des résultats

Ce projet permet d'envisager de nouvelles approches technologiques pour l'utilisation du babeurre en fromagerie et ainsi, d'en augmenter sa valeur commerciale. Les membres de ce projet utilisent les divers véhicules de transfert disponibles pour atteindre les entreprises pou-

vant exploiter les résultats de cette recherche. Les résultats ont été et seront présentés à des congrès et publiés dans des revues scientifiques. Les outils de transfert de Novalait inc, du Centre STELA/INAF et du CRDA seront également exploités.

## Partenaires financiers

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2005-2011) :

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Novalait inc.

**BUDGET TOTAL : 170 000 \$**

## Point de contact

**Responsables du projet :**

**Yves Pouliot**

Université Laval

Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA)

Pavillon Paul-Comtois, Local 2322-C, Québec (Québec) G1K 7P4

Téléphone : (418) 656-2131, poste 5988

Télécopieur : (418) 656-3353

Courriel : Yves.Pouliot@inaf.ulaval.ca

**Michel Britten**

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Centre de recherche et de développement sur les aliments (CRDA)

3600, boul. Casavant Ouest, St-Hyacinthe (Québec) J2S 8E3

Téléphone : (450) 768-3235

Télécopieur : (450) 773-8461

Courriel : michel.britten@agr.gc.ca

**Collaborateurs :**

**Sylvie Gauthier, Laurent Bazinet, Paul Angers et Dominique Michaud,**  
Université Laval

**Jessika Bédard-St-Amant et Sophie Izmiroglu,**  
étudiantes, Université Laval

**Pierre Morin et Samia Mezouari,**  
stagiaires post-doctoraux, Université Laval

**Nathalie Rémillard,** Agriculture et Agroalimentaire Canada (CRDA)

**Anaïs Gras,** stagiaire, École supérieure de Montpellier

**Nicholas Rancourt,** stagiaire COOP, Université de Sherbrooke



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

## Comprendre le rôle des exopolysaccharides dans les produits laitiers acides pour optimiser leur utilisation

Durée : 06/2006 – 09/2010

### Résumé du projet

Au Canada, plusieurs yogourts sont produits avec des polysaccharides (PS) commerciaux comme stabilisants. Les bactéries productrices d'exopolysaccharides (EPS) sont aussi de plus en plus utilisées dans la fabrication de yogourts en raison de leur capacité à en améliorer la texture, la viscosité et la rétention d'eau. Jusqu'à présent, les études sur le rôle des EPS portaient sur des systèmes sans PS commerciaux. L'approche proposée est de 1) déterminer le type d'interactions entre les EPS et les PS dans des systèmes laitiers modèles et dans le yogourt, 2) vérifier la biocompatibilité des souches et comparer des yogourts avec et sans EPS et 3) évaluer l'impact de la composition du mélange laitier et des paramètres de fabrication sur les propriétés rhéologiques des yogourts. Nos travaux confirment qu'il n'existe pas de relation directe entre la quantité d'EPS et les améliorations qui en résultent. La structure des EPS (charge, caractère filant) et ses interactions avec les molécules du milieu influencent sa capacité à moduler les propriétés sensorielles des yogourts. Un système laitier modèle a été développé et permet d'étudier l'effet des protéines et des EPS sur l'organisation structurale du yogourt. Certains EPS même s'ils modifient grandement la structure du yogourt (séparation de phases marquée) donnent des yogourts plus fermes et sans synérèse, démontrant l'importance des caractéristiques structurales de chaque EPS. Des couples de souches productrices d'EPS biocompatibles agissent en synergie pour améliorer les propriétés des yogourts. Ce projet offre donc de grandes possibilités d'amélioration de la qualité des produits laitiers fermentés et de développement de nouveaux produits.

### Objectifs et méthodologie

L'objectif général est de comprendre les interactions impliquées entre les EPS, les PS commerciaux et les caséines afin de contrôler et d'optimiser la texture, la fermeté et la synérèse des yogourts. L'approche expérimentale proposée comprend les objectifs spécifiques suivants :

#### 1. Détermination des conditions d'interactions dans les systèmes modèles avec les PS commerciaux

Des souches productrices d'EPS possédant des structures variées (neutre ou chargée négativement, rigide ou flexible, plus ou moins ramifiée et de poids moléculaires variés) ont été choisies parmi une banque de 30 souches provenant de divers laboratoires internationaux. Plusieurs PS commerciaux ont été sélectionnés pour leurs caractéristiques structurales variées (pectines, amidons, alginate et la gomme de guar). Un système laitier modèle a été développé afin d'évaluer les interactions EPS-protéines laitières (caséines et protéines sériques).

#### 2. Comparaison des yogourts avec ou sans EPS

Les conditions de fermentation adéquates pour chaque couple de lactobacille et streptocoque ont été mises au point (le taux d'ensemencement, le ratio streptocoques-lactobacilles (1 souche productrice d'EPS jumelée avec 1 souche non productrice d'EPS, 2 souches productrices d'EPS, etc.) et la combinaison temps/température d'incubation). La quantité d'EPS produite a été déterminée. Un sous-objectif a été ajouté au projet afin d'évaluer le niveau de biocompatibilité des streptocoques et des lactobacilles producteurs d'EPS.

#### 3. Impact de la composition de mélange laitier et du procédé

Une première étude a été réalisée à l'échelle pilote sur l'effet combiné de la composition (ratio caséines/protéines sériques), du traitement thermique (90°C/1 et 4 min.) et de la combinaison des souches (biocompatibles et non-biocompatibles) sur les propriétés rhéologiques de yogourts fermes et brassés. D'autres tests suivront dans l'année.

### Résultats et applications

#### 1. Nouvelles connaissances

Une nouvelle approche facilitant l'étude de la relation structure-fonction des EPS dans les laits fermentés a été utilisée. Un système modèle à base de perméat de lait (sans protéines laitières) permettant la croissance bactérienne et la production *in situ* d'EPS à faibles concentrations caséiques (0-1%) a été développé. Un système modèle à 2% de caséines et à 0.25 ou 0.5% de protéines sériques enrichi en amidons modifiés a permis d'obtenir des gels ayant des propriétés rhéologiques différentes, permettant de démontrer des effets de synergie et d'antagonisme dépendant des combinaisons caséines/protéines sériques/amidon/EPS. Les travaux réalisés dans des yogourts confirment que les souches productrices d'EPS permettent d'améliorer la fermeté et de contrôler la synérèse mais ces effets

dépendent des caractéristiques des EPS, dont la charge. Certains EPS affectent la microstructure des yogourts causant une séparation de phases, mais qui n'est pas nécessairement associée à des défauts de texture et de synérèse. De plus, les souches biocompatibles ont donné des yogourts plus fermes et démontrant moins de synérèse que les souches non-biocompatibles, mêmes si toutes ces souches produisaient des EPS.

Ces résultats soulignent l'importance du choix des souches productrices ou non d'EPS (charge, caractère filant, biocompatibilité) ainsi que de la recette du mélange laitier utilisée pour la production de yogourts. Aucun article scientifique ne relate une telle approche de compréhension des systèmes laitiers acides avec des EPS et des PS commerciaux.

## Résultats et applications - suite...

### 2. Applications/Retombées

Ce projet permettra :

- de doter l'industrie laitière d'outils de décision pour optimiser la qualité et les rendements de production en facilitant le choix des souches productrices d'EPS adéquates pour le système laitier en fonction du stabilisant choisi (PS ou amidon). Quels sont les paramètres les plus affectés lors de l'utilisation des souches productrices d'EPS.

- de réduire, voire enrayer les défauts de qualité comme les problèmes de synérèse et de texture dûs aux effets antagonistes d'un mauvais jumelage d'EPS et de PS commerciaux.
- d'établir la base d'une nouvelle approche proactive pour l'amélioration et le contrôle de la qualité de yogourts et ainsi, facilitera le développement de nouveaux produits tels que des laits acides enrichis en prébiotiques et/ou fibres à base de polysaccharides.

## Transfert des résultats

Le transfert des résultats a débuté par la présentation de conférences et d'affiches à des événements scientifiques (Colloque STELA, Congrès FIL) mais aussi par des présentations chez des utilisateurs potentiels de la recherche. Plusieurs publications scientifiques seront soumises dans l'année.

## Partenaires financiers

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2005-2011) :

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Novalait inc.

**BUDGET TOTAL : 236 000 \$**

## Point de contact

**Responsables du projet :**

**Sylvie Turgeon**

Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA)

Université Laval

2425 rue de l'agriculture, Québec (Québec) G1V 0A6

Téléphone : (418) 656-2131, poste 4970

Télécopieur : (418) 656-3353

Courriel : sylvie.turgeon@fsaa.ulaval.ca

**Daniel St-Gelais**

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Centre de recherche et de développement sur les aliments (CRDA)

3600, boul. Casavant Ouest, St-Hyacinthe (Québec) J2S 8E3

Téléphone : (450) 768-3321

Télécopieur : (450) 773-8461

Courriel : stgelaisd@agr.gc.ca

**Collaborateurs :**

**Denis Roy**, Université Laval

**Annie Caron, Gaétan Bélanger**,

Agriculture et Agroalimentaire Canada, (CRDA)

**Sandra Laneuville**, stagiaire postdoctorale, Université Laval

**Leila Arfaoui, Julie Bullard et Marie-Claude Gentès**,  
stagiaires, Université Laval

**Marie-Soleil Lacroix, Véronique Vézina Belly**,

étudiantes COOP, Université de Sherbrooke.

**Marie Forquet, Anthony Jourdan**, stagiaires français



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

## Validation d'un questionnaire sur les facteurs de risques de transmission de la paratuberculose

Durée : 06/2007 – 06/2009

### Résumé du projet

La paratuberculose est une affection difficile à diagnostiquer sauf en phase terminale de la maladie. Cette maladie entraîne des pertes économiques importantes, même en absence de signes cliniques. Différents facteurs de risques ont été mis en évidence dans les élevages laitiers. Un questionnaire de facteurs de risques basé sur les facteurs reconnus est actuellement disponible au Québec afin d'aider les producteurs laitiers aux prises avec la maladie. Le but de cette étude est de valider la pertinence d'une telle pratique et la corrélation entre un score obtenu avec ce questionnaire et la prévalence clinique au sein de troupeaux laitiers dont le statut, infecté ou non, est connu. Une trentaine de troupeaux ayant eu des cas de cette maladie et un nombre équivalent de troupeaux témoins ont été choisis. Parmi ces troupeaux, un maximum de 30 vaches de 3 ans et plus aléatoirement sélectionnées, une analyse ELISA du sang a été effectuée de même qu'une culture de fumier pour *Mycobacterium avium* ssp. *paratuberculosis*. Le questionnaire de facteurs de risques a ensuite été réalisé avec l'éleveur. Une comparaison entre le score obtenu au questionnaire et la prévalence intra-troupeau de la maladie est ensuite effectuée. Les retombées éventuelles anticipées sont d'estimer, par le biais d'un questionnaire, si un troupeau au statut inconnu est infecté ou non, et si le niveau d'infection est important ou faible. Ceci permettrait aux producteurs laitiers, par un moyen peu coûteux, de savoir si la paratuberculose est un problème sous-clinique sous-jacent dans leur troupeau.

### Objectifs et méthodologie

L'approche proposée pour mettre en évidence une corrélation entre le score obtenu suite aux réponses fournies par l'éleveur à un questionnaire de facteurs de risque et la prévalence de la paratuberculose au sein du troupeau est la suivante : des fermes ayant un statut différent pour la maladie ont été étudiées. Elles ont été arbitrairement choisies en fonction de leur statut supposé pour l'infection par MAP : infectées (ayant eu dans les 3 dernières années des cas cliniques avérés de paratuberculose), et supposées non infectées (aucun diagnostic de

cette maladie dans les 3 dernières années). Des prélèvements de sang (sérologie ELISA paratuberculose) et de fèces (culture en milieu liquide pour isoler *Mycobacterium avium paratuberculosis*) ont été effectués sur 30 vaches choisies au hasard parmi les vaches de 2 lactations ou plus (classe ayant le plus de chance de réagir aux tests dans les troupeaux infectés). Une corrélation est ensuite recherchée entre les résultats obtenus au questionnaire et les résultats des tests effectués sur les vaches.

### Résultats et applications

Les 58 troupeaux échantillonnés étaient répartis dans différentes régions du Québec (Montérégie, Centre du Québec, Bas Saint-Laurent, Cantons de l'Est et Mauricie). Un total de 1614 vaches de plus de 2 lactations a été échantillonné. Alors qu'initialement il était prévu qu'il y ait 29 troupeaux positifs et 29 troupeaux négatifs, des différences par rapport au statut anticipé ont été observées. Ainsi 4 troupeaux supposément positifs n'avaient aucun test positif pour la paratuberculose. De même, 7 troupeaux considérés comme probablement négatifs, du fait de l'absence de diagnostic par leur vétérinaire traitant de la maladie, avaient au moins un animal positif à l'un des deux tests utilisés.

A la suite de ces résultats, une modification de la classification a été réalisée. En plus de la classification initiale en fonction du statut supposé des troupeaux (C1), une seconde classification (C2) a été établie et consistait à classer positif un troupeau ayant au moins 1 test positif (sang ou fèces). Enfin la dernière classification (C3) a été établie en fonction du statut initial du troupeau et des résultats

des tests négatifs; si tous les tests sont négatifs ou si un troupeau supposé négatif avait au plus 1 test sanguin ELISA positif, le statut est négatif; si un test ou plus était positif pour un troupeau supposé positif ou au moins 2 test ELISA positif ou 1 test fécal positif pour des troupeaux supposés négatifs, le statut est positif. Cette dernière classification est la plus intéressante d'un point de vue clinique. La compilation des scores obtenus pour les troupeaux positifs ou négatifs selon les critères précédents a été effectuée. En résumé, la classification C3 a donné une différence significative entre le score total, le score pour la section de la gestion des veaux post-sevrage, des taures et des vaches en fonction du statut des troupeaux. Une des applications pratiques de ce projet est que l'obtention d'un score total  $\geq 50\%$  au questionnaire de facteurs de risque a une spécificité de 97% et une sensibilité de 23% pour détecter un troupeau positif. Dans le cas où le questionnaire est administré dans une ferme au statut inconnu et que le score obtenu est 50% ou plus, il y a 97% de risque que le troupeau soit pris avec la maladie.



## Transfert des résultats

Les résultats partiels de l'étude ont été publiés dans le numéro de juin 2009 du Producteur de Lait Québécois. De plus, les résultats ont été présentés lors du Colloque sur la santé des troupeaux laitiers, à Drummondville, le 25 novembre 2009. Une diffusion internationale des résultats obtenus va également être effectuée le 10 juin 2010 lors de la journée Française sur la paratuberculose à l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort (France). Une présentation lors du congrès annuel de l'American Association of Bovine Practitioners est également en

cours. Les résultats de cette étude ont également servi au développement d'autres projets de recherche sur la maladie dans le contexte Québécois.

## Partenaires financiers

Programme du Réseau de fermes pilotes :  
Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec  
et conseils sectoriels de l'Ontario, du Manitoba,  
du Nouveau-Brunswick, de la Colombie-Britannique,  
de l'Île du Prince-Édouard, de Terre-Neuve et Labrador,  
de la Saskatchewan et de la Nouvelle Écosse

Conseil québécois des races laitières

Les Producteurs laitiers du Canada

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries  
et de l'Alimentation du Québec

Novalait inc.

**BUDGET TOTAL : 74 963 \$**

## Point de contact

**Responsable du projet :**

**Sébastien Buczinski**

Université de Montréal

Faculté de médecine vétérinaire (FMV)

C.P. 5000

Saint-Hyacinthe (Québec) J2S 7C6

Téléphone : (450) 773-8521, poste 18675

Télécopieur : (450) 773-8152

Courriel : s.buczinski@umontreal.ca

**Collaborateurs :**

**Jean-Philippe Roy, Gilles Fecteau, Pascale Aubry  
et Marie Archambault**, Université de Montréal (FMV)

**Olivia Labrecque et Mado Fortin**,

Laboratoire d'épidémiosurveillance animale du Québec (LÉAQ)

**France Sylvestre**, MAPAQ



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

### Résumé du projet

Nous avons développé un outil d'évaluation des pratiques d'élevage ciblant dix éléments clés de la gestion des veaux et des génisses. Les éléments retenus sont la gestion du vêlage, les soins aux nouveau-nés, la gestion des procédures douloureuses, la gestion du colostrum, la séparation du veau d'avec la mère, l'alimentation et le logement des veaux, le sevrage, l'alimentation et le logement des génisses et le suivi général. Les cibles et les indicateurs pour chacun des éléments clés ont été validés par un panel d'experts et pondérés sur la base des opinions de ces experts et de la littérature scientifique. L'outil a été testé sur 28 fermes laitières au Québec pour sa faisabilité et la reproductibilité des résultats entre 2 observateurs. L'évaluation à la ferme a inclus un entretien sur la gestion d'élevage et des mesures sur l'environnement à l'étable. Les résultats et les recommandations ont été discutés avec les producteurs. L'utilité de l'outil a été évaluée par les producteurs eux-mêmes. Les cinq objectifs initiaux posés pour le succès de l'outil ont été atteints : 1) respecter une visite d'une durée maximale de 3 h; 2) recueillir avec facilité les données et obtenir une reproductibilité élevée des variables qualitatives recueillies; 3) aider à la détection de problèmes et à la discussion de ces problèmes avec les producteurs; 4) convaincre les utilisateurs de l'utilité de l'outil pour identifier les éléments de la gestion des veaux et génisses qui ont besoin d'amélioration; 5) Encourager l'adoption de pratiques d'élevage recommandées. Les résultats de ce projet montrent que des améliorations volontaires du bien-être animal peuvent être facilitées par l'utilisation d'outils appropriés pour aider les producteurs à adopter des pratiques recommandées.

### Objectifs et méthodologie

Les objectifs de ce projet étaient de :

- 1- **Élaborer une grille d'évaluation (d'audit) à la ferme de la santé et du bien-être des génisses laitières;**
- 2- **Valider cette grille chez 25 fermes laitières au Québec;**
- 3- **Faire le transfert d'informations déjà connues en recherche sur les points critiques examinés.**

Pour réaliser le premier objectif, les grandes étapes du projet ont été :

1. le choix d'éléments de régie à cibler dans le cadre d'une optimisation de la santé et du bien-être des sujets de remplacement,
2. le choix de paramètres valides, faisables et mesurables à l'étable,
- et 3. la synthèse des éléments de régie et des paramètres choisis en

une grille simple, utilisable par le producteur et son conseiller pour une optimisation de la régie des sujets de remplacement à la ferme. Pour réaliser le second objectif, la grille a été testée pour la faisabilité et de la répétabilité entre deux utilisateurs sur 28 fermes québécoises. Finalement, pour réaliser le dernier objectif, à travers la discussion avec le producteur lors de l'évaluation, les informations déjà connues en recherche sur les points examinés ont été partagées, donc un transfert au niveau de chaque ferme visitée. De plus, un questionnaire qualitatif a été élaboré pour connaître comment les producteurs ayant participé à la validation percevaient cet outil.

### Résultats et applications

Les éléments de régie choisis pour l'évaluation des pratiques d'élevage sont regroupés selon les 10 thématiques suivantes : 1- Autour du vêlage : parc de vêlage (utilisation et propreté) et surveillance du vêlage; 2- Premiers soins aux veaux : désinfection de l'ombilic, identification et procédures douloureuses;

3- Gestion du colostrum : moment du 1<sup>er</sup> repas, quantité distribuée au 1<sup>er</sup> repas, quantité distribuée dans les 12 h, réalisation d'un second repas (quantité et moment), méthode de distribution, qualité du colostrum (provenance et stock); 4- Séparation de la mère : moment

de la séparation; 5- Alimentation lactée et transition alimentaire : plan d'alimentation lactée (quantité, durée et mode d'alimentation), aliment lacté (type et utilisation du lait résiduel), accès à l'eau (âge et mode de distribution), accès à une alimentation solide (âge, type et mode de distribution); 6- Sevrage : critères et méthode; 7- Logement des veaux: type, lieu et caractéristiques (dimensions et propreté); 8- Alimentation post-sevrage : accès à l'eau et disponibilité des aliments; 9- Logement post-sevrage : type, lieu et caractéristiques (dimensions et propreté); 10- Suivi général des animaux : mortalité et maladies, autres soins).

## Résultats et applications - suite...

Pour l'évaluation de chacun de ces éléments, des indicateurs et des cibles ont été identifiés à l'aide d'un groupe d'experts. La pondération des résultats obtenus pour ces indicateurs permet de calculer un score sur 100 pour chacun des éléments clés et ainsi identifier, pour une ferme, les pratiques à améliorer. L'outil final est composé de deux questionnaires, un rapport d'évaluation, un document d'explication du pointage et un mode d'emploi pour la congélation du colostrum.

La validation chez 28 fermes québécoises a permis de constater que les cinq objectifs initiaux posés pour le succès de l'outil ont été atteints. Ces objectifs étaient : 1) respecter une visite d'une durée maximale de 3 h; 2) recueillir avec facilité les données et obtenir une reproductibilité élevée des variables qualitatives recueillies : nous avons obtenu une forte répétabilité des mesures à l'exception des mesures d'évaluation de l'accumulation de fumier

et de la qualité de litière où la répétabilité était moyenne; 3) aider à la détection de problèmes et à leur discussion avec les producteurs : les producteurs ont obtenu des scores médians entre 52 et 78 % pour les 9 éléments clés notés montrant que nos cibles se sont avérées réalistes et n'ont pas découragé les producteurs à entamer des améliorations de leur gestion d'élevage; 4) convaincre les utilisateurs de l'utilité de l'outil: tous les producteurs (100 %) ont estimé que l'outil est facilement utilisable à la ferme et qu'il pouvait aider à améliorer les pratiques en donnant de nouvelles idées et du nouveau matériel pour atteindre les cibles d'une bonne gestion d'élevage; 5) Encourager l'adoption de pratiques d'élevage recommandées : suite à l'évaluation, des améliorations majeures ont été apportées dans la gestion du colostrum, dans l'implémentation d'un plan d'alimentation pour les veaux ainsi que dans la mise en place d'une procédure normalisée pour l'écrantage.

## Transfert des résultats

Le projet était en soit une activité de transfert. Une réunion de présentation des résultats finaux aux producteurs a eu lieu, de même qu'une réunion où nous avons convié les conseillers et les vétérinaires des troupeaux impliqués dans le projet. Aussi, ce projet a fait l'objet d'une publication scientifique, de 2 publications de vulgarisation et de 7 présentations dans des congrès. De plus, une étudiante a été recrutée à l'été 2009 pour assurer que l'outil développé fasse un large consensus dans l'industrie et ainsi en faciliter l'adoption tant

par les producteurs que par leurs conseillers. Ainsi, environ 25 intervenants en production laitière œuvrant pour différentes entreprises au Québec ont été rencontrés individuellement. L'outil est disponible gratuitement sur le site d'Agri-Réseau du CRAAQ ([www.agrireseau.qc.ca/bovinslaitiers](http://www.agrireseau.qc.ca/bovinslaitiers)).

## Partenaires financiers

Programme du Réseau de fermes pilotes :  
Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec  
et conseils sectoriels de l'Ontario, du Manitoba,  
du Nouveau-Brunswick, de la Colombie-Britannique,  
de l'Île du Prince-Édouard, de Terre-Neuve et Labrador,  
de la Saskatchewan et de la Nouvelle Écosse

Conseil québécois des races laitières

Les Producteurs laitiers du Canada

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries  
et de l'Alimentation du Québec

Novalait inc.

**BUDGET TOTAL : 69 511 \$**

## Point de contact

**Responsable du projet :**

**Doris Pellerin**

Département de sciences animales

Université Laval

Pavillon Paul Comtois, Québec (Qc) G1V 0A6

Téléphone : 418-656-2131 poste 2519

Télécopieur : 418-656-3766

Courriel : [doris.pellerin@fsaa.ulaval.ca](mailto:doris.pellerin@fsaa.ulaval.ca)

**Collaborateurs :**

**Elsa Vasseur**, Université Laval

**Anne Marie de Pasillé et Jeffrey Rushen**,

Agriculture et Agroalimentaire Canada, Agassiz

**Jean Durocher et Daniel Lefebvre**, Valacta

**Gilles Fecteau**, Université de Montréal



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
[novalait@novalait.ca](mailto:novalait@novalait.ca) • [www.novalait.ca](http://www.novalait.ca)

### Résumé du projet

De plus en plus, les producteurs canadiens de fromages performant au niveau mondial en produisant une grande diversité de fromages ayant une typicité qui leur appartient. Toutefois, la grande demande et cette diversité de produits compliquent la tâche des fromagers qui se doivent de conserver une qualité constante. Le premier objectif de la Chaire est de favoriser une compréhension du rôle de la minéralisation et de la déminéralisation sur la texture des fromages tandis que le deuxième est de déterminer la relation qui existe entre la typicité et la saveur des fromages et la succession des flores, l'induction et l'expression de gènes à l'échelle génomique de cet écosystème microbien complexe. Dans l'objectif 1 l'analyse globale de plusieurs paramètres (composition, rhéologie, interactions chimiques, par exemple) lors de l'affinage de trois types de fromages, permettra d'obtenir un profil typologique de chaque fromage à l'étude, afin de mieux comprendre les relations directes entre la composition du fromage et ses propriétés finales. L'attente de l'objectif 2 permettra d'évaluer la diversité des communautés microbiennes du fromage, de procéder à l'identification des espèces présentes et d'en comparer l'abondance. À terme, ces travaux, auront généré une analyse poussée de l'évolution des diverses espèces présentes dans les fromages lors de la maturation. Ces informations seront utiles pour améliorer la saveur et la qualité des fromages par une compréhension des changements de la communauté microbienne au cours de la maturation des fromages Cheddar et Camembert.

### Objectifs et méthodologie

**Objectif 1** : Un profil de typicité globale (composition, minéralisation, protéolyse) a été établi pour trois fromages de minéralisation différente, soit la Mozzarella, le Cheddar et l'Emmental. L'influence de cette minéralisation sur les propriétés rhéologiques et de fonte a aussi été étudiée. Pour le Cheddar, l'impact du ratio sel/humidité (S/H) (3,50 à 5,25) et l'impact du traitement thermique du lait (pasteurisation vs thermisation) sur les propriétés rhéologiques (texture, sensorielle, protéolyse) ont été mis à l'étude. Les résultats sur la composition de ces fromages seront corrélés avec le volet moléculaire (objectif 2), ce qui permettra d'observer l'impact des paramètres sur la cinétique des populations microbiennes. Un projet a été mis sur pied pour déterminer les conditions de fabrication et d'affinage idéales pour produire une Mozzarella faible en sel. Le pourcentage de sel, la substitution du NaCl, le choix des souches, la séquence de salaison et les conditions de fabrication seront déterminés. La protéolyse, les propriétés fonctionnelles, la texture et l'évaluation sensorielle seront aussi comparés dans le but d'obtenir un fromage similaire à un fromage standard.

**Objectif 2** : Déterminer la structure phylogénétique de la communauté microbienne présente dans des fromages Cheddar et Camembert à divers stades de maturation par des techniques moléculaires : la PCR quantitative (qPCR) (Cheddar et Camembert), les banques de clones

basés sur l'ADNr 16s ou l'ARNr 16S (Cheddar), l'Automated ribosomal intergenic spacer analysis ou ARISA (Camembert) et la Terminal Restriction Fragment Length Polymorphism ou T-RFLP (Cheddar et Camembert). Pour faire le suivi des communautés actives, des méthodes d'extraction de l'ARN ont été comparées et utilisées en Reverse Transcriptase PCR quantitative ou RT-qPCR (Camembert et Cheddar). Une puce à ADN spécifique à *L. lactis* ssp. *cremoris* a été conçue pour déterminer la différence d'expression de plus de 1000 gènes entre cinq souches de lactocoques après chauffage et salage du caillé. À l'aide des informations fournies par la puce, une technique de typage appelée Multilocus sequence analysis ou MLSA a aussi été appliquée. Afin de déterminer l'activité métabolique individuelle de deux souches de *L. lactis* ssp. *cremoris* en coculture et de pouvoir déterminer leur dominance relative. Les gènes identifiés par hybridation suppressive et soustractive (SSH) ont été utilisés pour la quantification par RT-qPCR. Une banque d'ADNc a été développée afin de déterminer les gènes exprimés par la flore du Camembert afin de mieux comprendre les diverses voies métaboliques. Le niveau d'apoptose ou mort cellulaire sera évalué en cours d'affinage du Camembert par des méthodes enzymatiques tels que la coloration DAPI et la méthode TUNEL ainsi qu'une méthode moléculaire basée sur la technique CodeHop pour la conception d'amorces de RT-qPCR.

### Résultats et applications

A) Nouvelles connaissances : Un profil de typicité globale (composition, minéralisation, protéolyse) a été établi pour quatre fromages de minéralisation différente, soit la Mozzarella, le Cheddar, le Camembert et l'Emmental. La teneur en calcium soluble après 15 jours d'affinage est en relation directe avec le taux de minéralisation du fromage ainsi qu'avec la capacité tampon. Des méthodes moléculaires (T-RFLP et ARISA) ont permis la détection des principaux genres fongiques détectés dans les fromages de type Camembert : *Geotrichum*,

*Penicillium*, *Debaryomyces*, *Mucor*, *Cladosporium*, *Saccharomyces*, *Yarrowia* et *Pichia*. Grâce à cette approche de profilage, il est possible de différencier les flores fongiques en surface et dans la croûte des fromages de type Camembert et Brie, de déterminer l'impact de la taille et du procédé de fabrication (traditionnel ou stabilisé) sur le développement des flores et, de détecter la présence de contaminants fongiques au cours de la maturation.

## Résultats et applications - suite...

L'approche métagénomique a permis d'améliorer la compréhension de l'activité des mycètes contenus dans la croûte de Camembert en déterminant les gènes exprimés par la flore fongique d'un fromage Camembert prêt à la consommation. Le développement d'une puce à ADN spécifique à *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* a permis d'identifier des marqueurs d'activité. Environ 90 % des gènes de la souche SK11 sont communs à 5 autres souches de *L. lactis* ssp. *cremoris*. Les gènes variables entre les souches codent pour des fonctions de métabolisme, de biosynthèse des acides aminés, d'osmorégulation et de la protéolyse. Les gènes dont l'expression varie après chauffage chez toutes les souches, sont impliqués dans le métabolisme, la réaction au stress, la régulation de la transcription et traduction et enfin dans la division cellulaire. La méthode de criblage différentiel SSH a permis de découvrir des gènes spécifiques de deux souches de lactocoques sans connaissance préalable du génome de l'une d'entre elles. L'activité individuelle de chaque souche en coculture a été mesurée par RT-qPCR.

B) Applications : 1. Mise au point d'une méthode d'analyse des protéines dans le fromage par BioAnalyzer en remplacement du SDS-Page. 2. Développement d'une méthode permettant de connaître les gènes exprimés par la flore fongique d'un fromage Camembert prêt à la consommation. 3. Mise au point d'une approche de quantification par PCR en temps réel permettant le suivi d'une population fongique mixte composée de *Penicillium camemberti*, *Geotrichum candidum* et *Kluyveromyces lactis* sur un caillé modèle de type Camembert. 4. Optimisation de la méthode SIGEX pour le métagénome des bactéries de la flore secondaire (NSLAB) du fromage Cheddar. 5. Développement d'une méthode permettant de mesurer des réponses métaboliques des souches de lactocoques en co-culture durant la fabrication fromagère. 6. Application d'une méthode d'extraction d'ARN utilisant une lyse mécanique faite par les billes qui donne un ARN de meilleure qualité. 7. Développement d'une puce à ADN spécifique à *L. lactis* ssp. *cremoris* qui a permis d'identifier des marqueurs d'activité utile pour le suivi des lactocoques pendant la production fromagère. 8. Analyse détaillée de la relation entre la variation du rapport S/H, la protéolyse, la texture et le développement de la flore bactérienne.

## Transfert des résultats

Des affiches et une communication orale ont été présentées lors du Colloque STELA (Mai 2009 à Québec) ainsi que deux affiches et une présentation orale au Colloque du Club des bactéries lactiques (Mai 2009, Toulouse, France). Deux articles ont été publiés. Cinq étudiantes de 2<sup>ème</sup> cycle (V. Albert, M. Arteau, K. Valverdu-Spitz, E. Thibaudeau, R. Labonté), quatre étudiantes au 3<sup>ème</sup> cycle (A. Taïbi,

S. Rachek, E. Desfossés-Foucault, M.-H. Lessard), un stagiaire post-doctoral (B. Ndoye) et deux professionnelles de recherche (C. Viel et P. Savard) ont contribué au projet et seront formés pour assurer la relève en industrie fromagère.

## Partenaires financiers

Agropur coopérative  
Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada  
Damafro inc.  
Fromagerie Clément inc.  
Groupe Saputo inc.  
Les producteurs laitiers du Canada  
Parmalat Canada  
Novalait inc.

**BUDGET TOTAL : 2 125 000 \$**

## Point de contact

Responsable du projet :

**Denis Roy**

Université Laval

Centre de recherche en sciences

et technologie du lait (STELA)

2425, rue de l'agriculture, Québec (Québec) G0V 1A6

Téléphone : (418) 656-2131 poste 3098

Télécopieur : (418) 656-3353

Courriel : Denis.roy@inaf.ulaval.ca

Collaborateurs :

**Steve Labrie, Gisèle LaPointe, Sylvie Turgeon**, Université Laval

**Daniel St-Gelais**, Agriculture et Agroalimentaire Canada (CRDA)



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

## Réseau canadien de recherche sur la mammite bovine La mammite bovine : de nouvelles avenues pour un vieux problème

Durée : 03/2006 à 03/2011

### Résumé du projet

Nos recherches montrent clairement que la propreté des vaches et des logettes a une grande influence sur la fréquence des infections intramammaires dues aux Staphylocoques à coagulase négative (SCN). De plus, les nouvelles connaissances acquises sur la mammite causée par *Staphylococcus aureus* montrent que les souches de cette bactérie ne sont pas identiques et que leur capacité à causer des infections chroniques ou cliniques n'est pas la même selon la souche en cause. Elles démontrent également que la virulence des infections est associée avec la présence ou l'absence de certains gènes et avec la formation de biofilm. Le RCRMB est l'auteur de plusieurs autres découvertes et connaissances qui sont publiées sur son site internet : [www.reseaumammite.org](http://www.reseaumammite.org) ou que l'on peut recevoir par le Flash-mammite, son bulletin électronique mensuel.

### Objectifs et méthodologie

Cette fiche aborde deux aspects du programme de recherche du RCRMB qui préoccupent particulièrement les producteurs laitiers.

#### A. Quels sont les impacts des pratiques de gestion sur la mammite ?

L'objectif est de déterminer les impacts des pratiques de gestion sur les risques d'infections du pis causées par les Staphylocoques à coagulase négative. Les données utilisées sont de type prospectif et proviennent d'un suivi réalisé en 2007 et 2008 chez les 91 fermes de la Cohorte nationale des fermes laitières (CNFL) du RCRMB. Pour chacune, un questionnaire détaillé, validé en français et en anglais, a été administré pour colliger les différentes pratiques couramment appliquées pour prévenir la mammite.

#### B. Pourquoi certaines infections subcliniques causées par *S. aureus* deviennent-elles persistantes ou chroniques ?

L'objectif est de découvrir quels sont les facteurs de virulence ou les gènes qui permettent à *S. aureus* de causer des infections subcliniques et potentiellement, de devenir persistantes. Pour identifier ces facteurs de virulence, une sous-sélection de cas subcliniques et de cas de mammite modérée et sévère a été effectuée. Les résultats ont été obtenus par des analyses statistiques réalisées sur les moyennes des modèles de régression logistique aux multi-niveaux et aux effets aléatoires mixtes.

### Résultats et applications

Au pays, les SCN sont responsables de la mammite subclinique dans 5,4% des cas. Ces mammites légères sont de courte durée mais fréquentes. Une proportion importante du CCS du troupeau pourrait leur être attribuée. La propreté des logettes et des vaches a une grande influence sur les nouvelles infections causées par les SCN :

- Lorsque le fumier est raclé hors des logettes au moins 3 fois par jour, le risque d'une nouvelle infection dans un quartier est de 1,5 fois plus faible;
- L'utilisation de la litière de sable permet de réduire le risque d'infection de 2,4 fois comparativement à d'autres types de litière;
- Ajouter de la litière fraîche au moins deux fois par jour diminue le risque de 1,3 fois;
- Un pis ayant une cote de propreté de 3 sur une échelle de 4 a trois fois plus de risque d'acquérir une infection tandis qu'un pis ayant une cote de 4 a sept fois plus de risque de s'infecter.

Ces résultats devraient avoir un impact sur la réduction des infections du pis, la réduction du CCS individuel des vaches et du réservoir de lait et sur l'amélioration de la qualité du lait s'ils sont mis en pratique sur les fermes.

Selon nos résultats, la bactérie *S. aureus* est responsable de 13,8% des cas de mammite clinique au pays et de 2,4% des cas d'infection subclinique. Les résultats montrent également que les souches de *S. aureus* ne sont pas toutes identiques et que leur capacité à causer des infections chroniques ou cliniques n'est pas la même selon la souche en cause :

- La production de biofilm par la bactérie est associée avec des infections légères, subcliniques et potentiellement persistantes;
- La présence des gènes de virulence *seg*, *sec*, et *tst* est associée à la production de biofilm et à des infections plus sévères ;
- La découverte de certains gènes associés à la virulence de *S. aureus* a conduit au dépôt de deux déclarations d'invention.

L'identification des gènes permettant à *S. aureus* de causer des infections persistantes favorisera la découverte de cibles potentielles pour le développement de nouveaux traitements et produits préventifs.

## Transfert des résultats

Les résultats issus des recherches du RCRMB sont utilisés pour la conception de fiches illustrées, vidéos et divers outils pour la prévention de la mammite. Ils alimentent des formations pratiques comme celle intitulée « La santé du pis : une valeur sûre ! » offerte ce printemps par l'Association des médecins vétérinaires praticiens du Québec et Valacta et qui a rejoint plus de 2 500 producteurs laitiers. Ces résultats ont aussi fait l'objet d'un journal « La recherche sur la mammite : Quoi de neuf ? » distribué auprès de 15 000 producteurs laitiers cana-

diens grâce à une collaboration de leurs associations provinciales. Ils sont publiés dans les revues *Le producteur de lait québécois* et *The Milk Producer* et diffusés lors de conférences scientifiques nationales et internationales comme la *5<sup>e</sup> IDF International Mastitis Conference* tenue en mars 2010 en Nouvelle-Zélande où plus d'une dizaine de chercheurs et d'étudiants du Réseau ont présenté leurs résultats.

## Partenaires financiers

Agence de santé publique du Canada  
Agriculture et Agroalimentaire Canada  
Alberta Milk  
Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada  
Dairy Farmers of New Brunswick  
Dairy Farmers of Nova Scotia  
Dairy Farmers of Ontario  
Dairy Farmers of Prince Edward Island  
Les Producteurs laitiers du Canada  
Le Réseau laitier canadien  
Novalait inc.  
Technology PEI inc  
Université de Montréal  
University of Prince Edward Island

**BUDGET TOTAL : 8 438 471 \$**

## Point de contact

### Responsable du projet :

**Daniel Scholl**

Université de Montréal  
Faculté de médecine vétérinaire (FMV)  
3200 rue Sicotte, Saint-Hyacinthe (Québec) J2S 2M2  
Téléphone : (450) 773-8521, poste 8605  
Télécopieur : (450) 778-8179  
Courriel : [daniel.scholl@umontreal.ca](mailto:daniel.scholl@umontreal.ca)  
Site internet : [www.reseaumammite.org](http://www.reseaumammite.org)

### Collaborateurs :

**Bich Van Le Thanh, Serge Messier et Simon Dufour,**

Université de Montréal (FMV)

**Christian Lebeau-Jacob, François Malouin et Karine Pépin-Gaudreau,**  
Université de Sherbrooke



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
[novalait@novalait.ca](mailto:novalait@novalait.ca) • [www.novalait.ca](http://www.novalait.ca)

### Résumé du projet

Le lait est un produit naturel dont la synthèse et la sécrétion par les bovins sont influencées par plusieurs facteurs, parfois difficiles à contrôler en conditions d'élevage. Une meilleure compréhension de l'influence de ces différents facteurs, principalement liés à la nutrition de la vache laitière, est essentielle afin de mieux maîtriser la production du lait et de chacun de ses composants. L'amélioration des connaissances dans ce domaine permettra aux éleveurs de bovins laitiers de gérer la production du lait selon des critères plus spécifiques ainsi que de mettre en marché des laits, répondre aux besoins de la transformation et des exigences diversifiées des consommateurs. La programmation des travaux comporte trois volets scientifiques subdivisés en deux axes principaux de recherche, soit l'étude des constituants majeurs et mineurs du lait. Le premier volet porte sur le développement d'outils diagnostiques permettant d'identifier certains problèmes d'ordre nutritionnel rencontrés dans les troupeaux laitiers. Le second volet porte sur la modulation de la composition du lait en lien avec les besoins du marché. Enfin, le troisième volet porte sur l'étude des facteurs alimentaires qui influencent la stabilité oxydative et le profil aromatique du lait. Ces travaux permettront de développer le savoir-faire, les mécanismes de contrôle et les outils nécessaires afin de moduler la production du lait selon les objectifs poursuivis par l'industrie laitière dans un marché en pleine évolution. Une collaboration étroite entre le milieu universitaire et les différents partenaires favorisera un transfert efficace des connaissances et la formation de personnel hautement qualifié répondant spécifiquement aux besoins de l'industrie laitière canadienne.

### Objectifs et méthodologie

#### Objectifs spécifiques :

- Améliorer les techniques de gestion et d'alimentation des troupeaux laitiers afin de mieux contrôler la production des constituants du lait
- Modifier les proportions des différents éléments nutritifs du lait en réponse aux besoins du marché
- Évaluer l'effet de l'alimentation de la vache sur les qualités organoleptiques du lait

#### Méthodologie :

##### Volet 1 - Développement d'outils diagnostiques

Pour ce volet, notre approche est basée sur la quantification des acides gras du lait, à chaînes impaire et ramifiée, pour prédire l'efficacité de la fermentation ruminale. Grâce à cet outil, l'optimisation du processus de digestion chez la vache permettra de favoriser la production de matières grasses et de protéines du lait.

##### Volet 2 - Modulation de la composition du lait en lien avec les besoins du marché

Dans cette partie des travaux, nous tenterons d'abord d'identifier les facteurs à la ferme modifiant la teneur des constituants du lait grâce à l'utilisation de banques de données. Nous poursuivrons également le développement de stratégies alimentaires afin de modifier le profil lipidique du lait incluant les teneurs en acides gras Oméga-3, en acides linoléiques conjugués et en acides gras *trans*.

##### Volet 3 - Étude des facteurs alimentaires influençant la stabilité oxydative et le profil aromatique du lait

Dans ce dernier volet, nous évaluerons le transfert du pouvoir anti-oxydant de l'alimentation de l'animal au lait qu'il produit par l'utilisation d'ingrédients contenant des caroténoïdes et des composés polyphénoliques. Nous établirons également l'impact de certains constituants mineurs provenant de l'alimentation ou encore produits au cours du processus de fermentation ruminale sur les arômes et la saveur du lait.

### Résultats et applications

#### Volet 1 - Développement d'outils diagnostiques

À la suite de ces travaux, nous disposerons d'équations afin de prédire l'efficacité du processus de fermentation ruminale. Ces équations serviront au développement d'outils commercialisables mettant à la disposition des producteurs laitiers des services d'analyse facilitant l'identification de problèmes d'ordres nutritionnel ou physiologique au sein de leur troupeau.



## Résultats et applications - suite...

### Volet 2 - Modulation de la composition du lait en lien avec les besoins du marché

L'analyse des banques de données améliorera nos connaissances des impacts de la régie alimentaire sur les composants laitiers, notamment en ce qui a trait aux facteurs modulant la teneur en matières grasses et en protéine, ainsi que le rapport solides non gras : matières grasses. L'application de ces nouvelles connaissances sera facilitée par le fait que les observations auront été faites directement à la ferme. Nous prévoyons également avoir identifié des facteurs alimentaires qui améliorent le transfert des acides gras Oméga-3 de la ration aux sécrétions lactées. La teneur en gras *trans* dans le lait est une préoccupation importante pour l'industrie. En limitant l'exposition des acides polyinsaturés au processus de biohydrogénation, nous espérons réduire la production d'acides gras *trans* dans le rumen et leur incorporation les matières grasses du lait.

### Volet 3 - Étude des facteurs alimentaires influençant la stabilité oxydative et le profil aromatique du lait

Au terme des travaux, nous aurons ciblé des sources naturelles d'antioxydants pouvant être transférés de la ration aux sécrétions lactées. En transformation, ce lait pourra être utilisé comme base pour y ajouter des molécules ou additifs sensibles à l'oxydation (vitamine, AG polyinsaturés, etc.) pour en préserver l'intégrité. Nous aurons également évalué l'effet de différents aliments sur la saveur du lait, et identifié les molécules présentes dans les sécrétions lactées responsables des différents arômes détectés.

## Transfert des résultats

Dès que des résultats pertinents seront disponibles, ils seront diffusés par des articles scientifiques et de vulgarisation. Des conférences seront données lors de colloques ou symposiums, que ce soit dans un cadre régional, provincial ou international. Suite au premier volet des travaux, avant la mise en place d'un service offert aux producteurs, les outils diagnostiques développés devront être validés dans un projet

subséquent de mise à l'échelle. Finalement, les connaissances acquises suite aux travaux portant sur la modulation du profil en acides gras du lait pourront être intégrées directement au cahier de charges pour la production de lait enrichi en acides gras Oméga-3 déjà existant.

## Partenaires financiers

Centre de recherche en sciences animales de Deschambault  
Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada  
Fédération des producteurs de lait du Québec  
Les Producteurs laitiers du Canada  
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries  
et de l'Alimentation du Québec  
Novalait inc.  
Université Laval  
Valacta

**BUDGET TOTAL : 1 631 086\$**

## Point de contact

### Responsable du projet :

**Yvan Chouinard**  
Département des sciences animales  
Université Laval  
2425, rue de l'agriculture, Québec (Québec) G1V 0A6  
Téléphone : (418) 656-2131 poste 8053  
Télécopieur : (418) 656-3766  
Courriel : Yvan.Chouinard@fsaa.ulaval.ca

### Collaborateurs :

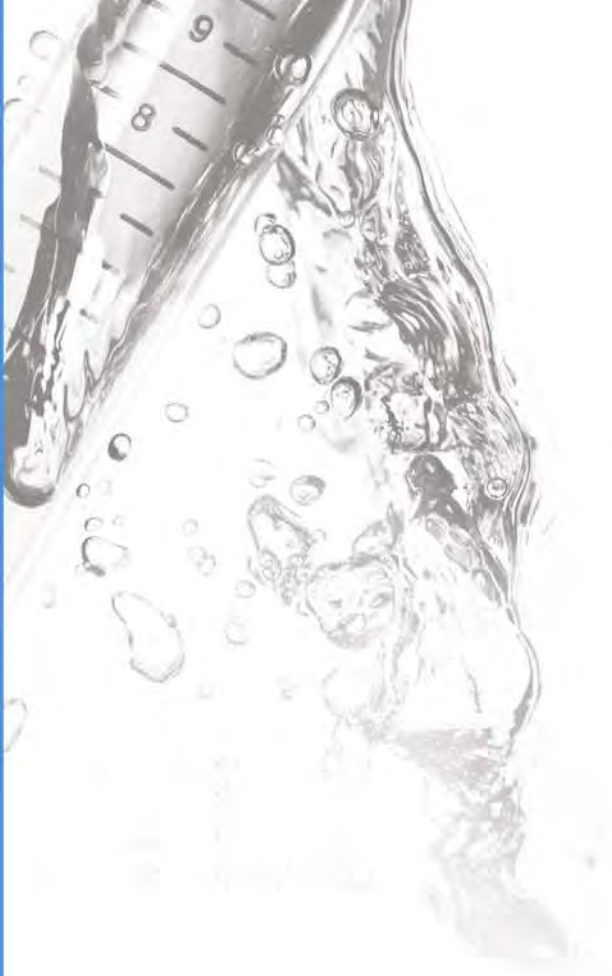
**Édith Charbonneau, Rachel Gervais, Doris Pellerin,**  
**Jean-Christophe Vuillemand,** Université Laval  
**Veerle Fievez,** Université de Gand, Belgique  
**Chaouki Benchaar, Gaëtan Tremblay,**  
Agriculture et Agroalimentaire Canada



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

**SESSION D’AFFICHES** au Carrefour de la relève technologique

	THÈME DE L’AFFICHE	RESPONSABLE	NUMÉRO
<b>Chaire technologique et typicité fromagère</b>	<b>Le fromage cheddar : un écosystème actif... mais pour combien de temps ?</b>	Émilie Desfossés-Foucault, U. Laval	1
	<b>Influence de la variation du ratio sel/humidité sur la qualité du cheddar</b>	Sadjia Rachek, U. Laval	2
	<b>Évolution minérale et rhéologique de 4 types de fromages en affinage</b>	Karen Vallverdu-Spitz, U. Laval	3
	<b>Quantification des principales levures et moisissures du camembert</b>	Marie-Hélène Lessard, U. Laval	4
	<b>Analyse du transcriptome des mycètes de la surface du camembert</b>	Catherine Viel, U. Laval	5
<b>RCRMB</b>	<b>Identification rapide dans le lait des bactéries responsables de la mammite</b>	Marie-Ève Paradis, U. de Montréal	6
<b>RFP</b>	<b>Traitement sélectif au tarissement basé sur les résultats d’un test Petrifilm™</b>	Marguerite Cameron, Atlantic Veterinary College	7
	<b>Valorisation des fourrages à la ferme... faites le diagnostic !</b>	Marie-Christine Coulombe, U. Laval	8
	<b>Une coupe en fin d’après-midi augmente la teneur en sucres de 20 % chez la luzerne et la fléole des prés</b>	Chantale Morin, U. Laval	9
<b>ECI</b>	<b>Relations entre l’alimentation des vaches et les acides gras du lait</b>	Rawad W. Swidan, U. McGill	10
	<b>Nouvelle approche de covalorisation du lactosérum et du babeurre</b>	Maxime Saffon, U. Laval	11
	<b>Utilisation d’émulsions doubles pour l’enrichissement nutritionnel des fromages</b>	Thanh Dinh, INRS-IAF	12
	<b>Effet des interactions EPS-protéines sur la microstructure et la texture du yogourt</b>	Leila Arfaoui, U. Laval	13
	<b>Impact de différents exopolysaccharides bactériens sur le yogourt</b>	Julie Bullard, U. Laval	14
	<b>Caractérisation physicochimique des laits du terroir québécois</b>	Kathya Dupont, U. Laval	15
	<b>Caractérisation microbiologique des laits du terroir québécois</b>	Karine Lavoie, U. Laval	16
	<b>Impact de la composition et de la structure des produits laitiers sur la digestion protéique</b>	Laure Rinaldi, U. Laval	17
	<b>Diagnostic de durabilité à la ferme : oui c’est possible avec DELTA !</b>	Valérie Bélanger, U. Laval	18
	<b>Un peu de fourrages sucrés, c’est bien, mais à volonté, c’est mieux !</b>	Geneviève Régimbald, U. Laval	19
<b>Programme de bourses d’études CCL / Novalait inc.</b>	<b>Prévenir la mammite en gardant les vaches debout après la traite : mythe ou réalité ?</b>	Simon Dufour, U. de Montréal	20
	<b>Valorisation des solides du babeurre et du lactosérum comme ingrédients-santé ?</b>	Valérie Conway, U. Laval	21
	<b>Des agents stabilisants naturels dans nos yogourts ?</b>	Marie-Claude Gentès, U. Laval	22
	<b>Isolement et caractérisation de virus associés à <i>Penicillium camemberti</i></b>	Geneviève Petit, U. Laval	23
	<b>Pour un fromage en santé : des probiotiques vivants et actifs</b>	Véronique Dussault-Lepage, U. Laval	24
	<b>Ajout de probiotiques dans la fabrication du cheddar</b>	Marie-Hélène Fortin, INRS-IAF	25
	<b>Caractérisation d’un système anti-phage chez les bactéries lactiques</b>	Marie-Ève Dupuis et Josiane Garneau, U. Laval	26



## Le fromage cheddar : un écosystème actif... mais pour combien de temps ?

Émilie Desfossés-Foucault<sup>1</sup>, Patricia Savard<sup>1</sup>, Hocine Daba<sup>1</sup>, Gisèle LaPointe<sup>1</sup>, Denis Roy<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA), Université Laval, Québec

La maîtrise de la fabrication du fromage cheddar s'appuie sur divers leviers : traitement du lait, types de ferments, humidité du fromage dégraissé, rapport sel/humidité et température de maturation. Ces facteurs peuvent tous avoir un impact sur l'activité des ferments secondaires pendant la maturation. Les nouvelles méthodes moléculaires permettent d'étudier la succession et l'activité métabolique des flores bactériennes au cours de l'affinage du fromage grâce à l'extraction de leur matériel génétique (ADN et ARN); certaines bactéries vont s'activer et d'autres vont mourir, ce qui fera varier l'ARN, mais pas l'ADN qui reste stable en fonction du temps. Cependant, la qualité du matériel génétique extrait est de première importance pour estimer la participation des lactobacilles par rapport à celle des lactocoques. À cette fin, deux méthodes d'extraction de l'ARN de fromages commerciaux et expérimentaux ont été comparées afin de déterminer la méthode la plus appropriée pour obtenir de l'ARN de qualité et en quantité suffisante. L'efficacité des deux méthodes d'extraction a été démontrée, mais l'extraction mécanique permet d'extraire un ARN de meilleure qualité par rapport à celui obtenu par extraction enzymatique. La quantification de l'activité a ensuite été obtenue par banques de clones (ARNr 16S) et par PCR quantitatif en temps réel. Les résultats supportent l'importance des lactocoques pendant les premiers mois de la maturation, qui sont éventuellement supplantés par les lactobacilles. Les résultats indiquent aussi que la quantité d'ARN extrait en fonction du temps diminue pour devenir négligeable à sept mois, confirmant une diminution de l'activité des bactéries au cours de la maturation bien que leur nombre reste élevé. En conclusion, cette étude démontre l'efficacité des méthodes moléculaires pour mesurer l'impact des traitements sur la quantification de l'abondance et de l'activité des bactéries lors de l'affinage. Ce projet offre de nouvelles perspectives de contrôle de la maturation fromagère en déterminant quelles espèces sont les plus importantes pour la maturation du cheddar, ce qui permettra d'assurer la reproductibilité des caractéristiques propres à ce type de fromage.

**Partenaires financiers :** Chaire industrielle de recherche en technologie et typicité fromagère – Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, Agropur Coopérative, Damafro, Novalait inc., Parmalat Canada, Les Producteurs laitiers du Canada, Saputo et l'Université Laval.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# Résumé d'affiche

## Influence de la variation du ratio sel/humidité sur la qualité du cheddar



Sadjia Rachek<sup>1</sup>, Gaétan Bélanger<sup>2</sup>, Daniel St-Gelais<sup>1,2</sup>, Steve Labrie<sup>1</sup>, Denis Roy<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA), Université Laval, Québec

<sup>2</sup> Centre de recherche et de développement sur les aliments, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Saint-Hyacinthe

Les traitements thermiques appliqués au lait de fromagerie et le rapport sel/humidité (S/H) sont deux leviers importants utilisés pour la maîtrise de la fabrication du fromage cheddar. Le rapport (S/H) influence la dynamique et la diversité de la flore secondaire principalement constituée de bactéries lactiques (*Non Starter Lactic Acid Bacteria*). Les variations de ce rapport, à la hausse ou à la baisse, peuvent aussi affecter les propriétés texturales, sensorielles et la cinétique de la protéolyse des fromages cheddar durant l'affinage. Les techniques moléculaires dites culture-indépendantes mises en œuvre dans ce projet permettront de caractériser l'écosystème microbien des fromages cheddar et donneront des informations spécifiques sur la dynamique de la flore secondaire de ces fromages tout au long de l'affinage. Des fromages cheddar à l'échelle pilote ont été fabriqués sur la base de la variation du rapport S/H (variation des concentrations de sel ajoutées à l'étape du salage), sur des laits traités par pasteurisation, thermisation et un lait contrôlé sans traitement (lait cru). Un total de neuf unités expérimentales de fromages est obtenu de chaque fabrication : 3 laits x 3 rapports S/H. Cinq fabrications indépendantes ont été réalisées et ont été divisées selon des rapports de S/H variant entre 2,6% et 7%. L'affinage s'est fait sur une période d'un an. Une analyse de variance a été effectuée. Ce projet offre de nouvelles perspectives de contrôle de la maturation fromagère grâce à une meilleure compréhension de la succession des flores tout au long de l'affinage en fonction du traitement appliqué au lait de fromagerie. Le projet aide le secteur laitier à déterminer l'impact d'une réduction du sodium sur la stabilité du fromage cheddar au cours de l'affinage grâce à une analyse détaillée de la relation entre la variation du rapport S/H et le développement de la flore secondaire de même que de l'estimation et la caractérisation des corrélations entre les paramètres de protéolyse et de texture et la dynamique des communautés bactériennes.

**Partenaires financiers** : Chaire industrielle de recherche en technologie et typicité fromagère – Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, Agropur Coopérative, Damafro, Novalait inc., Parmalat Canada, Les Producteurs laitiers du Canada, Saputo et l'Université Laval.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

## Evolution minérale et rhéologique de 4 types de fromages en affinage

Karen Vallverdu-Spitz<sup>1,2</sup>, Sylvie L. Turgeon<sup>1</sup>, Daniel St-Gelais<sup>2</sup>

1 Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA), Université Laval, Québec

2 Centre de recherche et de développement sur les aliments, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Saint-Hyacinthe

Les paramètres de fabrication et d'affinage sont les principaux critères qui permettent l'obtention d'un fromage typique possédant les qualités sensorielles spécifiques. De nombreuses études ont porté sur l'évolution chimique de fromages en cours d'affinage mais aucune étude ne permet de comparer différents types de fabrication fromagère et particulièrement de fromages québécois. Ce projet vise donc la caractérisation de la composition minérale et des propriétés rhéologiques de 3 fromages québécois industriels : Cheddar, Emmental, Mozzarella, analysés à différents temps d'affinage (entre 3 et 60 jours). La composition globale, la capacité tampon ainsi que le calcium lié et libre obtenu dans la phase aqueuse par presse hydraulique ont été déterminés. Le profil de texture a aussi été déterminé par TA-XT<sub>2</sub>.

Les 3 fromages ont des caractéristiques de composition (matière grasse sur extrait sec, ratio NaCl/H<sub>2</sub>O, protéines, Ca<sub>Tot</sub>/P<sub>Tot</sub>) semblables à celles citées dans la littérature. Après 15 jours d'affinage, seul le ratio Ca<sub>Tot</sub>/Extrait sec dégraissé, similaire pour le cheddar et l'emmental ( $\approx 2.4$ ) est différent de celui de la mozzarella (2.0). La teneur en Ca<sub>soluble</sub> après 15 jours d'affinage est en relation directe avec le taux de minéralisation du fromage ainsi qu'avec la capacité tampon. L'emmental, le plus minéralisé (Ca<sub>soluble</sub> = 2,73% du Ca<sub>Tot</sub>) est celui qui possède la plus haute capacité tampon (0,0122), comparativement au cheddar (5,27 et 0,0094) et mozzarella (7,11 et 0,0097). Le Ca soluble induirait une diminution de la cohésion et de l'élasticité. De plus, lors de l'affinage des fromages cheddar et emmental, leur profil de texture s'est révélé très similaire avec : diminution de la cohésion ce qui représente une diminution de la force des liaisons internes du fromage et une augmentation de la dureté. La mozzarella, quant à elle présentait une cohésion croissante donc une augmentation de la force des liaisons internes et une dureté décroissante au cours de l'affinage.

Une meilleure connaissance des relations structure, composition et propriétés rhéologiques des fromages permettrait de moduler les paramètres de fabrication en fonction des propriétés sensorielles souhaitées.

**Partenaires financiers :** Chaire industrielle de recherche en technologie et typicité fromagère – Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, Agropur Coopérative, Damafro, Novalait inc., Parmalat Canada, Les Producteurs laitiers du Canada, Saputo et l'Université Laval.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# Résumé d'affiche

## Quantification des principales levures et moisissures du camembert



Marie-Hélène Lessard<sup>1</sup>, Gaéтан Bélanger<sup>2</sup>, Denis St-Gelais<sup>2</sup>, Steve Labrie<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA), Département des sciences des aliments et de nutrition, Laboratoire de mycologie alimentaire, Université Laval, Québec

<sup>2</sup> Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les aliments, St-Hyacinthe

La flore fongique de surface du camembert forme un écosystème complexe qui a été peu étudié jusqu'à maintenant. Les champignons participent activement au développement des propriétés sensorielles typiques du camembert. Toutefois, le suivi de la population fongique pendant la période d'affinage demeure un défi actuel. En effet, la formation de mycélium limite le décompte par les méthodes de microbiologie classique. Les hyphes étant constitués de plusieurs cellules attachées entre elles, l'étalement d'un mycélium sur milieu de culture ne permet pas de quantifier adéquatement les cellules présentes. De plus, le mycélium a tendance à envahir la surface des milieux de culture entraînant ainsi une sous-estimation du nombre réel de cellules. Ainsi, une approche de quantification par PCR en temps réel a été mise au point permettant le suivi d'une population fongique mixte composée de *Penicillium camemberti*, *Geotrichum candidum* et *Kluyveromyces lactis* sur un caillé modèle de type camembert. La méthode de quantification a d'abord été optimisée pour un fromage camembert prêt à la consommation avant d'être appliquée sur les camembert-modèles. La méthode s'est avérée être efficace, fiable et répétable. À notre connaissance, cette étude constitue la première stratégie de quantification par PCR en temps réel d'une population mixte de champignons et démontre la précision accrue par rapport aux méthodes microbiologiques traditionnelles. La suite logique des travaux est d'étudier, sur une production industrielle de camembert, la croissance, mais surtout l'activité biologique de ces microorganismes, dans le but d'assurer un contrôle de qualité et un suivi de l'affinage du camembert.

**Partenaires financiers :** Chaire industrielle de recherche en technologie et typicité fromagère – Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, Agropur Coopérative, Damafro, Novalait inc., Parmalat Canada, Les Producteurs laitiers du Canada, Saputo et l'Université Laval.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

Catherine Viel<sup>1</sup>, Marie-Hélène Lessard<sup>1</sup> et Steve Labrie<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA), Université Laval, Québec

Le fromage de type camembert est un écosystème complexe et dynamique qui évolue constamment au cours de l'affinage. L'activité métabolique de la microflore est grandement responsable de la qualité des fromages produits, car elle contribue à plusieurs changements physico-chimiques de la matrice fromagère. Or, peu de travaux ont porté sur la compréhension des voies cataboliques des mycètes laitiers dans un contexte d'affinage fromager et rares sont les informations disponibles concernant les gènes exprimés par les levures et les moisissures durant l'affinage. Une meilleure connaissance de ces gènes améliorerait notre compréhension de l'activité de la flore fongique. Pour obtenir un portrait global de cette activité, l'approche métatranscriptomique a été préconisée. Cette approche permet d'estimer l'activité d'une communauté microbienne en analysant l'ARN messager qui est l'un des intermédiaires important de cette activité.

Les gènes exprimés par la flore fongique de surface ont été identifiés par une stratégie de banque d'ADNc produite à partir de l'ARN extrait de la croûte d'un fromage de type camembert. À ce jour, 1243 clones issus de la banque d'ADNc ont été séquencés. Chacun de ces clones est un *Express Sequence Tags* (EST) qui représente un ou plusieurs gènes exprimés par la microflore fongique du fromage. L'analyse bioinformatique a permis de grouper 16 EST qui proviennent de gènes impliqués dans la protéolyse. Un des ces EST possède une homologie au domaine *Cathepsin\_D\_like*. Ainsi, la protéine exprimée par la séquence de gènes pourrait avoir une affinité pour la caséine- $\alpha_{s1}$  tout comme la cathepsine D naturellement retrouvée dans le lait. Un autre EST serait homologue à la protéine ATG8 (*autophagy protein 8*), une protéine impliquée dans le processus de mort cellulaire programmée par autophagosomes. Ce processus d'autodestruction cellulaire se déroule dans des conditions environnementales particulières. Une trop grande activité d'autophagie pourrait affecter l'apparence des fromages à croûte fleurie et en réduire la vie de tablette. D'autres EST sont l'objet d'une étude plus approfondie, notamment ceux impliqués dans la réponse au stress comme le stress osmotique dû à la présence de sel. Éventuellement, les gènes les plus intéressants pourront être utilisés comme biomarqueurs par l'industrie fromagère. Les biomarqueurs auraient le grand avantage de pouvoir être suivis en cours d'affinage ce qui permettrait de mieux contrôler la qualité des fromages produits.

**Partenaires financiers :** Chaire industrielle de recherche en technologie et typicité fromagère – Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, Agropur Coopérative, Damafro, Novalait inc., Parmalat Canada, Les Producteurs laitiers du Canada, Saputo et l'Université Laval.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



# Résumé d'affiche

## Identification rapide dans le lait des bactéries responsables de la mammite



Marie-Eve Paradis<sup>1,2</sup>, Daniel Scholl<sup>1,2</sup>, Stephen Oliver<sup>3</sup>, Ian Dohoo<sup>1,4</sup>, Kristen Reyher<sup>4</sup>, Jean-Philippe Roy<sup>1</sup>,  
Luc DesCôteaux<sup>1</sup>, Trevor DeVries<sup>1,5</sup>, Herman Barkema<sup>1,6</sup>

1 Réseau canadien de recherche sur la mammite bovine

2 Université de Montréal, St-Hyacinthe

3 University of Tennessee, Knoxville

4 University of Prince Edward Island, Charlottetown

5 University of Guelph, Guelph

6 University of Calgary, Calgary

La culture bactérienne d'un échantillon de lait est la méthode traditionnellement utilisée pour identifier les bactéries responsables de la mammite. Toutefois, une nouvelle technique nommée « amplification multiplexe en chaîne par polymérase » ou test « PCR multiplexe », permettant d'identifier plusieurs bactéries à la fois, fait depuis peu son apparition sur le marché. Cette technique est plus rapide à exécuter que la culture. De plus, elle a le potentiel d'être plus précise, car elle reconnaît l'ADN de la bactérie, viable ou non. Avant que cette technique soit utilisée à grande échelle, elle devra être validée afin de connaître les taux de résultats faux négatifs et faux positifs du test dans une population réelle de vaches laitières. Ce projet vise à évaluer la fiabilité de trois trousse PCR multiplexes commercialisées ou sur le point de l'être. Jusqu'à maintenant, 3126 échantillons de lait provenant de vaches en mammite clinique ou sans symptôme apparent ont été prélevés des quelques 91 troupeaux de la Cohorte nationale des fermes laitières du Réseau canadien de recherche sur la mammite bovine et analysés par PCR dans les laboratoires de l'University of Tennessee, États-Unis. Une collaboration avec SafeGuard Biosystems Inc. Canada et Finnzymes Oy, Finlande a également été mise en place. Tous les échantillons ont préalablement été soumis à une culture bactérienne dont les résultats seront comparés avec ceux des analyses PCR. Selon les analyses préliminaires, le test PCR semble plus sensible que la culture dans les échantillons provenant de vaches en mammite clinique. Les proportions de résultats positifs obtenus par PCR versus la culture sont : *Staph. aureus*, 15% vs 13%; *E. coli*, 13% vs 8.6%; *Strep. uberis*, 9.3% vs 4.6%; *Strep. agalactiae*, 0.8% vs 0.0%. Il est également intéressant de noter que 8% des échantillons classifiés négatifs à la culture étaient positifs pour *E. coli* au PCR. Ce projet permettra aux producteurs, vétérinaires et intervenants du secteur laitier de bien comprendre les rôles que peuvent jouer le test PCR et la culture bactérienne dans le diagnostic et la surveillance de la mammite.

**Partenaires financiers :** Réseau canadien de recherche sur la mammite bovine : Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, Alberta Milk, Dairy Farmers of New Brunswick, Dairy Farmers of Nova Scotia, Dairy Farmers of Ontario, Dairy Farmers of Prince Edward Island, Les Producteurs laitiers du Canada, Novalait inc., le Réseau laitier canadien, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Agence de santé publique du Canada, Technology PEI inc., Université de Montréal et University of Prince Edward Island.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

## Traitement sélectif au tarissement basé sur les résultats d'un test Petrifilm™

Marguerite Cameron<sup>1</sup>, Greg Keefe<sup>1</sup>, Jean-Philippe Roy<sup>2</sup>, Kim McDonald<sup>1</sup>

1 Department of Health Management, Atlantic Veterinary College, Charlottetown

2 Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Montréal, Saint-Hyacinthe

Le but du projet est d'évaluer l'utilité des milieux de cultures Petrifilm® pour cibler les traitements intra-mammaires au tarissement chez les vaches laitières dans les troupeaux avec un bas comptage de cellules somatiques du réservoir. Notre hypothèse est que les Petrifilm permettront de mieux cibler les traitements au tarissement et de réduire l'usage des antibiotiques dans les troupeaux laitiers. L'objectif principal de notre étude est de comparer la proportion de nouvelles infections au vêlage entre le groupe contrôle et le groupe culture. Le groupe contrôle reçoit une infusion d'antibiotique au tarissement combiné à une infusion d'un scellant interne suite à la dernière traite. Dans le groupe culture, les vaches ayant un résultat positif au Petrifilm® (présence de bactéries) recevront une infusion d'antibiotique au tarissement suivie d'une infusion de scellant interne tandis que les vaches ayant un résultat négatif au Petrifilm® recevront une infusion de scellant interne seulement. À ce jour, nous avons 194 vaches inscrites dans le groupe contrôle et 191 vaches inscrites dans le groupe culture. Dans le groupe culture, 96 vaches (50.3%) sont catégorisées positives et ont reçu une infusion d'antibiotique au tarissement suivie d'une infusion de scellant interne dans les 4 quartiers, tandis que 95 vaches (49.7%) sont catégorisées négatives et ont reçu seulement qu'une infusion de scellant interne dans les 4 quartiers. Ce projet permettra de développer à court terme un outil de prise de décision pour le traitement au tarissement des vaches laitières. Ceci permettra de diminuer de manière significative l'usage des antibiotiques au tarissement entraînant ainsi une économie pour les producteurs, une réduction des risques liés à la présence de résidus antibiotiques et à la résistance antimicrobienne.

**Partenaires financiers :** Programme du Réseau des fermes pilotes : Conseil québécois des races laitières, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Novalait inc., Les producteurs laitiers du Canada, Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ) et les conseils sectoriels de l'Ontario, du Manitoba, du Nouveau-Brunswick, de la Colombie-Britannique, de l'Île du Prince-Édouard, de Terre-Neuve et Labrador, de la Saskatchewan et de la Nouvelle Écosse dont le financement est issu du Programme pour l'avancement du secteur canadien de l'agriculture et de l'agroalimentaire (PASCAA) d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, Atlantic Veterinary College, Pfizer Santé Animale, 3M Canada.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# Résumé d'affiche

## Valorisation des fourrages à la ferme... faites le diagnostic!



Marie-Christine Coulombe<sup>1</sup>, Doris Pellerin<sup>1</sup>, René Roy<sup>2</sup>, Guy Allard<sup>1</sup>, Philippe Savoie<sup>3</sup>, Diane Parent<sup>1</sup> et Édith Charbonneau<sup>1</sup>

1 Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Québec

2 Valacta, Sainte-Anne-de-Bellevue

3 Centre de recherche et développement sur les sols et les grandes cultures, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Québec

La valorisation des fourrages est un élément important à considérer dans l'amélioration de la rentabilité des fermes laitières québécoises. Cependant, il est difficile pour les producteurs d'évaluer leurs performances à ce niveau et de cibler les pratiques à améliorer. Un outil de diagnostic, sous la forme d'une grille d'évaluation, a donc été développé en collaboration avec des experts du domaine. Il cible les paramètres ayant le plus d'influence sur trois aspects majeurs de la valorisation des fourrages, soit la productivité au champ, le coût de production et l'utilisation à la ferme. La grille sera validée par des intervenants du milieu ayant un intérêt pour la valorisation des fourrages. Elle sera ensuite testée sur au moins 20 fermes laitières commerciales du Québec choisies de façon à représenter les différents types de gestion des fourrages retrouvés dans la province. De plus, les facteurs affectant l'adoption des pratiques suggérées par la grille seront évalués de manière à mieux comprendre les motivations et les freins associés à la modification des façons de faire des producteurs laitiers québécois. Grâce à ce projet, les producteurs laitiers et leurs conseillers auront accès à un outil pratique pour effectuer un diagnostic efficace de la valorisation des fourrages sur les fermes laitières.

**Partenaires financiers :** Programme du Réseau des fermes pilotes : Conseil québécois des races laitières, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Novalait inc., Les producteurs laitiers du Canada, Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ) et les conseils sectoriels de l'Ontario, du Manitoba, du Nouveau-Brunswick, de la Colombie-Britannique, de l'Ile du Prince-Édouard, de Terre-Neuve et Labrador, de la Saskatchewan et de la Nouvelle Écosse dont le financement est issu du Programme pour l'avancement du secteur canadien de l'agriculture et de l'agroalimentaire (PASCAA) d'Agriculture et Agroalimentaire Canada.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
 Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
 novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

## Une coupe en fin d'après-midi augmente la teneur en sucres de 20% chez la luzerne et la fléole des prés

Chantale Morin<sup>1</sup>, Gilles Bélanger<sup>2</sup>, Gaëtan Tremblay<sup>2</sup>, Annick Bertrand<sup>2</sup>, Yves Castonguay<sup>2</sup>, Raynald Drapeau<sup>3</sup>,  
Réal Michaud<sup>2</sup>, Robert Berthiaume<sup>4</sup> et Guy Allard<sup>1</sup>

1 Université Laval, Québec,

2 Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Québec

3 Ferme expérimentale de Normandin, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Normandin

4 Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sherbrooke

Une concentration limitée en énergie rapidement fermentescible combinée à une dégradation ruminale intensive des protéines dans les fourrages contribue à une faible utilisation de l'azote par les vaches laitières. Les glucides non structuraux (GNS) sont la principale source d'énergie rapidement fermentescible pour les micro-organismes du rumen et des fourrages riches en GNS peuvent améliorer la performance des vaches laitières. Il est connu que les GNS s'accumulent dans les plantes au cours de la journée mais peu d'études ont permis d'identifier le moment où la concentration en GNS est maximale. Cette étude visait à mesurer les variations journalières de la teneur en GNS de la luzerne et de la fléole des prés afin de déterminer la période optimale de fauche maximisant cette teneur. À Lévis et Normandin en 2007, des échantillons de fourrage ont été prélevés aux 2 heures, entre 6h00 et 20h00, dans des parcelles de luzerne et de fléole des prés, au cours de six journées entourant le stade recommandé de récolte en première et deuxième coupes. Tous les échantillons ont été balayés par spectroscopie dans le proche infrarouge et 150 échantillons ont été analysés chimiquement. L'amidon a été analysé par colorimétrie alors que les sucres solubles (pinitol, sucrose, glucose, fructose et fructosanes) ont été dosés par HPLC. Les GNS étaient estimés par la somme des sucres solubles et de l'amidon. Chez la luzerne, la teneur en GNS (moyenne des 6 jours et des 2 sites) est passée de 80 mg/g MS à 6h00 à un maximum de 102 mg/g MS à 18h00 à la première coupe et de 63 mg/g MS à 6h00 à 96 mg/g MS à 18h00 à la deuxième coupe. L'accroissement provenait de l'accumulation des sucres solubles et de l'amidon. Chez la fléole des prés, la teneur en GNS est passée de 52 mg/g MS à 6h00 à 70 mg/g MS à 18h00 à la première coupe et de 30 mg/g MS à 6h00 à 72 mg/g MS à 18h00 à la deuxième coupe; l'accroissement provenait principalement de l'accumulation du sucrose. La période optimale de fauche pour ces fourrages serait donc entre 16h00 et 18h00 puisqu'ils contiennent au moins 20% plus de sucres que ceux coupés tôt le matin. Les processus de séchage et de fermentation en ensilage peuvent aussi affecter la teneur en sucres du fourrage et des recherches sont en cours pour en déterminer les effets.

**Partenaires financiers :** Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI 2005-2011) - Agriculture et Agroalimentaire Canada, Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

# Résumé d'affiche

## Relations entre l'alimentation des vaches et les acides gras du lait



Rawad. W. Swidan<sup>1</sup>, René Lacroix<sup>1,2</sup>, Daniel Lefebvre<sup>2</sup>, Daniel Ouellet<sup>3</sup>, Yvan Chouinard<sup>4</sup>, Keven M. Wade<sup>1</sup>

1 Groupe de recherche sur les Systèmes d'information en production laitière, Université McGill, Sainte-Anne-de-Bellevue

2 Valacta, Sainte-de-Bellevue

3 Centre de recherche sur le bovin laitier et le porc, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sherbrooke

4 Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Québec

Dans le but d'améliorer son impact sur la santé humaine, l'industrie laitière canadienne s'oriente vers des laits plus faibles en gras, avec une plus haute proportion d'acides gras non-saturés. Plusieurs chercheurs ont déjà remarqué que la modification du régime alimentaire d'une vache pouvait améliorer la qualité des produits laitiers par l'altération du métabolisme des acides gras par les micro-organismes dans le rumen. L'objectif de cette étude était d'analyser une banque de données incluant 1) des résultats d'analyse en laboratoire des profils d'acides gras de 221 échantillons de lait collectés dans les réservoirs de 31 fermes au Québec pendant la période de 2006 à 2008, et 2) les données de régie et d'alimentation collectées par Valacta sur ces fermes. Des analyses statistiques ont indiqué que des diètes contenant du maïs-grain correspondaient à des laits contenant une plus faible quantité d'acides gras C18:1 trans et d'acides linoléiques conjugués. Par contre, la présence de maïs-grain n'a pas eu d'effet sur les acides gras oméga-3 et oméga-6. Une plus faible concentration de gras oméga-3 a été observée avec des rations contenant de l'ensilage de maïs. Les résultats indiquent que le régime alimentaire d'une vache peut avoir un effet majeur sur le contenu en acides gras non-saturés contenus dans le lait. Ces connaissances peuvent être utilisées comme une base de recherche future pour moduler la composition des produits laitiers afin de combler les besoins des consommateurs et contribuer à une meilleure santé pour les humains.

**Partenaires financiers :** Action concertée 3 (2001-2006) - Agriculture et Agroalimentaire Canada, Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Novalait inc.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

Maxime Saffon<sup>1</sup>, Michel Britten<sup>2</sup> et Yves Pouliot<sup>1</sup>

1 Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA), Université Laval, Québec

2 Centre de recherche et de développement sur les aliments, Agriculture et Agroalimentaire Canada, St- Hyacinthe

La réincorporation de protéines du lactosérum en fromagerie est une technique bien établie chez les transformateurs laitiers canadiens, par contre l'utilisation du babeurre reste limitée du fait que son ajout augmente de façon trop importante l'humidité du fromage. L'hypothèse que la co-dénaturation thermique du lactosérum et du babeurre permettrait de former des complexes utilisables en fromagerie a été émise. Elle permettrait, par la forte teneur en phospholipides du babeurre de développer des fromages aux qualités nutritionnelles améliorées. L'objectif de cette étude a été de mettre au point un procédé de co-dénaturation thermique permettant d'obtenir le meilleur taux d'agrégation tout en limitant la capacité de rétention d'eau des agrégats. De la poudre de lactosérum et de babeurre ont été réhydratés afin d'obtenir des mélanges à respectivement 6,6% et 10% de solides (w/v). Trois valeurs de pH du mélange (6,2; 5,4 et 4,6) ainsi que deux température de dénaturation (80°C et 90°C) ont été testées sur des mélanges à différents ratios lactosérum-babeurre (100:0; 75:25; 50:50; 25:75 et 0:100). Les conditions optimales ont été testées sur du lactosérum de fromagerie et du babeurre préalablement concentrés à 9,5% de protéines (w/v) par ultrafiltration. La diminution du pH jusqu'à 4,6 a permis d'obtenir des agrégats faiblement hydratés (4,07; 2,91 et 2,90 g<sub>eau</sub>/g<sub>protéine</sub> respectivement pour les ratios 75:25; 50:50 et 25:75) et une température de 90°C a permis d'augmenter significativement les pourcentages d'agrégations (10% à 80°C et 29% à 90°C). En mettant en relation le pourcentage d'agrégation et la capacité de rétention d'eau des agrégats, il est envisageable de sélectionner des complexes pour la réincorporation fromagère (moins hydratés) ou pour la réincorporation dans le yogourt (plus hydratés). A terme l'optimisation du procédé et la mise à l'échelle pilote du procédé permettra une valorisation des deux sous produits en industrie laitière.

**Partenaires financiers :** Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI 2008-2014) - Agriculture et Agroalimentaire Canada, Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# Résumé d'affiche

## Utilisation d'émulsions doubles pour l'enrichissement nutritionnel des fromages



Thanh Dinh<sup>1</sup>, Patrick Fustier<sup>2</sup>, Daniel St-Gelais<sup>2</sup>, Claude P. Champagne<sup>2</sup>, Monique Lacroix<sup>1</sup>, Michel Britten<sup>2</sup>

1 Institut national de la recherche scientifique, Institut Armand-Frappier, Laval

2 Centre de recherche et de développement sur les aliments, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Saint-Hyacinthe

Les émulsions doubles eau-dans-huile-dans-eau ( $E_1/H/E_2$ ) permettent d'encapsuler des molécules hydrosolubles sensibles, limitant ainsi la dégradation et l'interaction de ces dernières avec l'environnement externe. Ces émulsions sont des véhicules privilégiés pour accroître la rétention de composés actifs hydrosolubles dans le fromage. L'objectif de ce travail est d'élaborer des émulsions doubles à partir d'huile de canola ou d'huile de beurre anhydre et d'étudier l'effet de la taille des gouttelettes sur l'efficacité d'encapsulation et la stabilité physique des émulsions. Des fromages modèles sont produits à l'échelle laboratoire et la crème de standardisation de la matière grasse est remplacée par ces émulsions doubles enrichies de marqueurs hydrosolubles dans la phase aqueuse interne. Le bilan fromager et la rétention des marqueurs hydrosolubles sont mesurés. Les conditions d'homogénéisation permettent de contrôler la taille des gouttelettes de l'émulsion double, qui est peu influencée par l'origine de la matière grasse. La réduction de taille des gouttelettes diminue le crémage des émulsions dans le lait, mais se traduit par une plus faible efficacité d'encapsulation des marqueurs hydrophiles. La rétention de la matière grasse et des marqueurs hydrophiles dans le fromage est inversement proportionnelle à la taille des gouttelettes. On observe d'importantes différences d'efficacité d'encapsulation et de rétention dans le fromage selon le marqueur hydrophile étudié. En conclusion, l'utilisation d'émulsions doubles  $E_1/H/E_2$  en production fromagère permet d'augmenter la rétention de composés hydrosolubles encapsulés dans la phase aqueuse interne. Cette approche pourrait être utilisée pour l'enrichissement nutritionnel des fromages.

**Partenaires financiers :** Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI 2005-2011) - Agriculture et Agroalimentaire Canada, Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

## Effet des interactions EPS-protéines sur la microstructure et la texture du yogourt

Leila Arfaoui<sup>1</sup>, Daniel St-Gelais<sup>2</sup> et Sylvie Turgeon<sup>1</sup>

1 Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA), Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF), Université Laval, Québec

2 Centre de recherche et de développement sur les aliments, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Saint-Hyacinthe

Les bactéries lactiques productrices d'exopolysaccharides (EPS+) sont de plus en plus utilisées dans la fabrication du yogourt. En effet, elles contribuent à l'amélioration de la viscosité, la texture, la rétention d'eau, et la réduction du recours aux stabilisants. Des études antérieures ont montré que la quantité d'EPS produite *in situ* n'est pas déterminante pour l'amélioration de la texture du yogourt. Ainsi les propriétés intrinsèques des EPS et leurs interactions avec les autres constituants du lait, notamment les protéines, sont proposées comme étant les principaux facteurs affectant les propriétés texturales et la microstructure du yogourt. Cependant le mécanisme moléculaire d'action des EPS seuls ou en interactions avec les caséines, demeure encore méconnu. Ainsi, la présente étude vise à identifier l'effet des propriétés intrinsèques des EPS et de leurs interactions avec les protéines du lait sur la microstructure et les propriétés rhéologiques du yogourt afin d'optimiser leur utilisation. Selon les propriétés de leurs EPS (charge, flexibilité, poids moléculaire, caractère filant), trois bactéries lactiques EPS+ ont été sélectionnées et combinées chacune avec une souche contrôle. Quatre combinaisons *streptococcus-lactobacillus* (ratio 1:1 ; taux d'ensemencement de 1.5% ( $2 \times 10^7$  UFC/ml)) ont été utilisées pour produire un yogourt ferme. Les interactions ont été ensuite étudiées via la rhéologie dynamique et statique, la mesure de la synérèse et la microscopie confocale à balayage laser. Nos résultats ont montré que les EPS améliorent la force et la viscosité du yogourt et corrigent le défaut de synérèse. Comparée aux souches produisant un EPS neutre, celle ayant un EPS chargé a donné le yogourt le plus ferme et le plus visqueux mais exhibait plus de synérèse. En revanche, l'EPS neutre à chaîne flexible et de poids moléculaire plus élevé a donné un yogourt plus ferme et plus visqueux par rapport à celui rigide et de poids moléculaire plus faible. La microstructure des gels produits par les souches EPS+ a montré une séparation de phases en raison d'une incompatibilité entre les protéines et les EPS qui était plus accrue avec les EPS neutres. Les résultats obtenus aideront les industriels laitiers à choisir les souches selon les caractéristiques de leur EPS pour optimiser la qualité texturale du yogourt et minimiser le coût d'incorporation des polysaccharides commerciaux. Des études plus approfondies sur des systèmes complexes (contenant des EPS et des PS commerciaux) sont requises pour optimiser d'éventuelles combinaisons EPS-PS.

**Partenaires financiers :** Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI 2005-2011) - Agriculture et Agroalimentaire Canada, Fonds québécois sur la nature et les technologies, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Novalait inc.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



# Résumé d'affiche

## Impact de différents exopolysaccharides bactériens sur le yogourt



Julie Bullard<sup>1,2</sup>, Daniel St-Gelais<sup>1</sup>, Sylvie Turgeon<sup>2</sup>

1 Centre de recherche et de développement sur les aliments, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Saint-Hyacinthe

2 Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA), Université Laval, Québec

Les bactéries lactiques productrices d'exopolysaccharides (EPS) sont de plus en plus employées en fabrication de yogourt en raison de leur potentiel à améliorer la texture, la viscosité et la rétention d'eau du produit fini. Les propriétés sensorielles et rhéologiques du yogourt peuvent aussi être modulées en fonction de la composition du mélange laitier et des paramètres de fabrication. La littérature ne rapporte jusqu'à présent aucune étude sur l'emploi combiné de deux ferments producteurs d'EPS en production de yogourt. Dans le présent projet, des souches de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* ont été sélectionnées en fonction des propriétés de leurs EPS (flexibilité, poids moléculaire, caractère filant, libres ou capsulaires). Deux souches témoins ont aussi été utilisées. Une étude de biocompatibilité par spectrophotométrie a d'abord permis de combiner les souches selon leur niveau de compatibilité. Les ferments sélectionnés, soit le ferment témoin (TEM), les ferments biocompatibles à production d'EPS filants (FF) ou d'EPS capsulaires et filants (CF) et le couple non-biocompatible à production d'EPS capsulaires (CC), ont été employés pour la production de yogourts fermes et brassés. Les effets du mélange laitier (0.75% ou 1.25% de protéines sériques), du traitement thermique (90°C-1 minute, 90°C-4 minutes) et du temps d'entreposage à 4°C ont été analysés. Les yogourts ont tous été fabriqués sans ajout de polysaccharides commerciaux. Les résultats démontrent des variations significatives des propriétés rhéologiques selon le ferment employé. Ainsi, les yogourts biocompatibles FF et CF présentent une fermeté deux fois supérieure aux yogourts TEM et CC ainsi qu'un taux de synérèse réduit d'environ 2 fois (yogourt brassé) et de 10 fois (yogourt ferme). Pour le yogourt CC, les valeurs de viscosité apparente et de module élastique tendent à être plus faibles que pour les autres yogourts. De façon générale, l'élévation du traitement thermique et du taux de protéines sériques a influencé à la hausse les valeurs de viscosité et de fermeté, et à la baisse le taux de synérèse. Au terme du projet, les informations recueillies permettront à l'industrie d'en connaître davantage sur l'effet d'une combinaison de ferments producteurs d'EPS. Les entreprises de transformation pourront ainsi choisir, adapter et combiner eux-mêmes les ferments qui conviennent à leurs produits. De plus, cette approche pourrait permettre de réduire ou d'éliminer l'utilisation de polysaccharides commerciaux au profit de l'emploi exclusif de ferments producteurs d'EPS.

**Partenaires financiers :** Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI 2006-2011) - Agriculture et Agroalimentaire Canada, Fonds québécois de recherche sur la nature et les technologies, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Novalait inc.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

Kathya Dupont,<sup>1,2</sup> Daniel St-Gelais<sup>2</sup>, Steve Labrie<sup>1</sup>

1 Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA), Université Laval, Québec

2 Centre de recherche et de développement sur les aliments, Agriculture et Agroalimentaire Canada, St-Hyacinthe

La composition du lait et ses caractéristiques technologiques peuvent varier selon plusieurs facteurs reliés à l'animal et à son environnement. Lors de la fabrication fromagère, ces variations peuvent avoir un impact important sur la qualité du produit final, particulièrement les laits provenant d'un petit troupeau. Ce projet a donc pour but d'accroître les connaissances sur la composition et les propriétés physico-chimiques des laits du terroir selon les races bovines et les saisons. Du mois de février à novembre 2009, la composition et les propriétés physico-chimiques des laits (pouvoir tampon, coagulation, diamètres des micelles) de race Holstein, Suisse Brune, Jersey et Canadienne provenant d'une quinzaine de producteurs/transformateurs québécois ont été analysés et comparés à des laits de grand mélange industriel. Les résultats ont démontré que chaque race possédait un profil unique au niveau des composantes. Par contre, pour toutes les races les constituants avaient tendance à être plus élevées durant l'hiver, diminuaient l'été et remontaient vers l'automne. Le lait de Jersey était plus riche au niveau des protéines, gras et calcium, possédait un pouvoir tampon élevé et des micelles de caséines plus petites. Mis à part des micelles de caséines plus volumineuses, la Suisse Brune et la race Canadienne possédaient des caractéristiques comparables mais plus faibles que la Jersey. La composition des laits Holstein et industriels était similaire mais plus faible que les autres races. Au niveau de la coagulation, celle-ci était plus rapide avec les laits les plus riches en caséines et en calcium (Jersey et Suisse brune) sauf pour le lait de la race Canadienne, pourtant riche en caséines et en calcium mais dont la coagulation était similaire au lait industriel et Holstein plus faible en caséines. Des analyses plus approfondies seront nécessaires afin d'expliquer cette observation. Pour les trois premiers mois d'analyses, les résultats ont aussi démontrés qu'il n'y avait aucune différence significative dans la composition entre les laits certifiés biologiques et non biologiques. Enfin, il a été démontré que *Geotrichum candidum* pouvait croître aisément dans des caillés modèles de type camembert produits avec 5 laits de terroir mais que la croûte obtenue pouvait différer selon l'origine du lait. Les renseignements obtenus au cours de cette étude permettront aux producteurs/transformateurs d'établir des corrélations entre la composition de leur lait de terroir selon la race et la période de l'année avec les propriétés sensorielles de leurs fromages artisanaux.

**Partenaires financiers :** Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2008-2014) - Agriculture et Agroalimentaire Canada, Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# Résumé d'affiche

## Caractérisation microbiologique des laits du terroir québécois



Karine Lavoie<sup>1</sup>, Daniel St-Gelais<sup>1,2</sup> et Steve Labrie<sup>1</sup>

1 Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA), Université Laval, Québec

2 Centre de recherche et de développement sur les aliments Agriculture et Agroalimentaire Canada, Saint-Hyacinthe

Près de 250 000 tonnes de fromages fins ont été produites au Canada dans la dernière année, dont 58% au Québec seulement. Avec une telle part de marché, le Québec doit absolument maintenir et améliorer la qualité de ses produits. Une meilleure compréhension de la flore microbiologique du lait et des fromages de producteurs du terroir permettrait une meilleure gestion de la fabrication fromagère. En effet, des caractéristiques spécifiques à chaque produit sont attribuables aux propriétés du lait cru, aux conditions environnementales et au processus de transformation utilisés. Ainsi, les laits destinés à la fabrication de fromages fins artisanaux renferment une biodiversité de levures et de moisissures (L&M) laitières typiques du Québec dont on n'a pas encore exploité le potentiel. L'objectif général de ce projet consiste à déterminer la diversité des L&M dans le lait de vache du terroir québécois. Ainsi, 600 L&M laitières ont été isolées de 107 échantillons de lait et de 29 fromages provenant de 13 producteurs/transformateurs. Au total, 43 différentes espèces de levures et 42 espèces de moisissures ont été identifiées. La microflore a été suivie plus en détail pour quatre fromageries artisanales pendant cinq mois. Les résultats montrent que les laits des quatre producteurs ont des profils de L&M différents, tant au niveau quantitatif qu'au niveau de la diversité fongique. Les laits de certains producteurs montrent une dominance d'espèces ayant un potentiel positif pour la fabrication fromagère (prédominance de *Debaryomyces hansenii*). Finalement, au niveau d'une espèce de levure donnée (ex. *Issatchenkia orientalis*), il existe une grande diversité de souches dans le lait et le fromage. Ceci suggère donc que la microflore fongique du lait est plus diversifiée qu'initialement anticipée. Certaines souches isolées de L&M sont en cours de caractérisation afin de déterminer leur potentiel comme culture d'appoint en transformation fromagère. Ces informations pourraient permettre de mieux comprendre les variations qui existent entre les différentes fabrications fromagères au Québec, principalement chez les producteurs de fromages fins au lait cru, où la composition en levure et moisissure a un impact direct sur chacune de leurs productions et où le principe de terroir prend toute sa signification.

**Partenaires financiers :** Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI 2005-2011) - Agriculture et Agroalimentaire Canada, Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

## Impact de la composition et de la structure des produits laitiers gélifiés acides sur la digestion protéique

Laure Rinaldi<sup>1</sup>, Sylvie L. Turgeon<sup>1</sup> et Michel Britten<sup>1,2</sup>

1 Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA), Université Laval, Québec

2 Centre de recherche et de développement sur les aliments, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Saint-Hyacinthe

Les aliments sont des mélanges complexes de nutriments qui ont subi des traitements industriels variés pouvant influencer leur valeur nutritive réelle après consommation. Actuellement, l'ajout de molécules bioactives permet d'obtenir des aliments-santé, mais très peu de travaux s'intéressent à l'organisation moléculaire et structurale des nutriments dans les aliments et à son effet sur les mécanismes de digestion.

Ce projet vise à optimiser la composition et les procédés de fabrication des produits laitiers fermentés (yogourts) afin de contrôler la bioaccessibilité et la biodisponibilité de nutriments azotés et certaines réponses métaboliques, pour ainsi accroître la valeur nutritive de ces produits. Un système modèle a été mis en place pour étudier les propriétés des matrices alimentaires dans l'environnement gastro-intestinal. Ce modèle prend en compte toutes les étapes de digestion, en conditions non statiques, et permet de mesurer la bioaccessibilité des produits de digestion des protéines par leur séparation selon leur poids moléculaire. En accord avec une étude clinique sur la cinétique de digestion des protéines de lait et selon notre modèle simple *in vitro*, la migration sur gel SDS-PAGE d'un chyme de lait pasteurisé, montre une disparition plus lente de 8% des caséines et de 45% de la  $\beta$ -lactoglobuline ( $\beta$ -LG) par rapport au profil de migration d'un chyme de lait stérilisé. La présence de polysaccharides (PS) dans un yogourt commercial entraîne une augmentation du taux de digestion de la caséine (10%) après quatre minutes de digestion gastrique, ce qui est contraire aux résultats de plusieurs études sur la digestion de ces protéines en présence de PS, hors matrice alimentaire. Notre résultat confirme l'effet de la matrice alimentaire sur la digestion des nutriments qui la constituent. Les prochains travaux viseront l'étude d'autres facteurs tels que le traitement thermique des protéines sur leurs propriétés rhéologiques et la cinétique de digestion. Ces travaux permettront de définir les paramètres importants pour comprendre les qualités de produits laitiers gélifiés définis comme source de nutriments et l'impact de la composition et des procédés de fabrication sur l'intégrité de la matrice durant sa digestion, sur la cinétique de libération des nutriments dans l'appareil gastro-intestinal et sur des réponses métaboliques associées. Ce projet enrichira les connaissances du rôle de l'organisation de la matrice laitière sur ses propriétés nutritionnelles et aidera les entreprises de transformation à choisir les procédés et formulations valorisant les effets santé et stimulant ainsi la croissance de la consommation des produits laitiers fermentés.

**Partenaires financiers :** Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI 2008-2014) - Agriculture et Agroalimentaire Canada, Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Novalait inc.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

# Résumé d'affiche

## Diagnostic de durabilité à la ferme : oui c'est possible avec DELTA !



Valérie Bélanger<sup>1</sup>, Diane Parent<sup>2</sup>, Anne Vanasse<sup>1</sup>, Guy Allard<sup>1</sup>, Doris Pellerin<sup>2</sup>, Donald Larochelle<sup>2</sup>

1 Département de phytologie, Université Laval, Québec

2 Département des sciences animales, Université Laval, Québec

Le concept de développement durable se généralise et est de plus en plus appliqué à l'ensemble des activités de la société. L'agriculture n'échappe pas à cette tendance et les systèmes agricoles doivent évoluer en ce sens pour rendre le concept plus opérationnel. La diminution importante du nombre de fermes permet, entre autres, de se questionner sur la viabilité et la durabilité des fermes. L'évaluation de la durabilité doit prendre en compte les volets environnemental, économique et social. Afin de répondre à ce défi, notre projet de recherche a comme objectif d'élaborer une méthode d'évaluation globale de la durabilité des fermes laitières en construisant des indicateurs dans les trois volets du développement durable. Bien que la portée de cette méthode semble prometteuse pour les producteurs et le milieu environnant, l'intérêt réside aussi dans son approche méthodologique basée sur une démarche participative. Une série d'étapes successives, incluant l'utilisation de la technique Delphi et des focus groups, permettent aux producteurs, chercheurs et intervenants du milieu de sélectionner les indicateurs les plus pertinents, de déterminer des seuils et d'établir une pondération. La technique Delphi permet de consulter à distance et de façon anonyme des experts sur une question précise. Les indicateurs ont été testés sur 40 fermes situées dans deux régions agricoles contrastées : la Montérégie et le Bas-St-Laurent afin de vérifier si la mécanique des indicateurs fonctionnait bien et s'ils représentaient la réalité du terrain. La méthode nommée DELTA permet d'évaluer la durabilité d'une ferme laitière dans son ensemble à partir de 13 indicateurs agroenvironnementaux, 8 indicateurs technico-économiques et 20 indicateurs sociaux. Les résultats d'une ferme sont illustrés en utilisant les graphiques en radars (toile d'araignée); ces derniers permettent l'identification rapide des points forts et points à améliorer de chaque ferme. Un score est attribué pour chacun des volets. La méthode DELTA, utilisée comme outil d'autodiagnostic, permettra de suivre la progression de la ferme sur le chemin de la durabilité par l'adoption de meilleures pratiques. Dans un avenir rapproché, l'outil sera facilement accessible par les producteurs désireux de réaliser leur diagnostic.

**Partenaires financiers :** Étudiante boursière du programme de bourses d'études de la commission canadienne du lait en collaboration avec Novalait inc., Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

Geneviève Régimbald<sup>1,2</sup>, Robert Berthiaume<sup>2</sup>, André Brito<sup>2</sup>, Gaëtan Tremblay<sup>3</sup>, Guy Allard<sup>1</sup>, Gilles Bélanger<sup>3</sup>, Annick Bertrand<sup>3</sup>, Yves Castonguay<sup>3</sup>, Réal Michaud<sup>3</sup> et Doris Pellerin<sup>1</sup>

1 Université Laval, Québec

2 Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sherbrooke

3 Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Québec

Les protéines des fourrages étant rapidement dégradées dans le rumen, il est nécessaire d'avoir une source d'énergie rapidement fermentescible afin d'utiliser efficacement les produits de la dégradation. Une augmentation de la teneur en énergie des fourrages, par voie génétique ou par la régie de fauche, entraîne généralement une amélioration de l'efficacité d'utilisation des produits de dégradation des protéines par les microorganismes du rumen. La production de fourrages plus riches en sucres pourrait apporter des bénéfices importants aux entreprises laitières du Québec : meilleure utilisation de l'azote, meilleure performance animale, diminution des coûts de production et réduction des rejets azotés. Nos recherches visent à augmenter la teneur en énergie des fourrages produits au Québec en vue d'améliorer la performance des bovins laitiers via l'augmentation de la prise alimentaire et de l'efficacité d'utilisation de l'azote tout en réduisant les pertes azotées dans l'environnement. Lors de deux essais indépendants, nous avons comparé de la luzerne fauchée après une journée ensoleillée (PM) à de la luzerne fauchée en début de journée (AM). La fauche en fin de journée a permis de produire des ensilages contenant plus de sucres et donc plus d'énergie. Dans le premier essai, les vaches en début de lactation recevaient une ration contenant 41% de concentrés et 59% d'ensilage de luzerne provenant soit de la luzerne fauchée en PM ou en AM. Les teneurs en sucres de ces ensilages étaient par contre relativement faibles et peu contrastées (4,4 vs 3,2% MS), de sorte que le fait de faucher la luzerne en fin de journée n'a pas eu d'effet sur l'ingestion volontaire et la production de lait. Lors du deuxième essai, des vaches en fin de lactation recevant une ration composée uniquement d'ensilage de luzerne coupée en PM ou AM ont augmentées leur prise alimentaire de 4,8%, ont produit 5,2% plus de lait et ont connu une diminution de l'urée de leur lait de 7,9%, ce qui indique que ces vaches ont mieux utilisé l'azote de la ration. Ces résultats démontrent qu'il est possible d'augmenter la valeur énergétique des fourrages par la régie de coupe et que cette augmentation a un effet positif sur les performances des vaches laitières. Ceci est déjà appliqué sur certaines fermes laitières au Québec. Avec l'augmentation du coût des concentrés et des engrais la production de fourrages de qualité deviendra essentielle au maintien de notre compétitivité. Les résultats de nos recherches présentent une des pistes à suivre pour améliorer l'utilisation de l'azote et de l'énergie sur les fermes laitières du Québec.

**Partenaires financiers :** Étudiante boursière du programme de bourses d'études de la commission canadienne du lait en collaboration avec Novalait inc. - Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI 2005-2011) - Agriculture et Agroalimentaire Canada, Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

# Résumé d'affiche

## Prévenir la mammite en gardant les vaches debout après la traite : mythe ou réalité ?



Simon Dufour<sup>1,2</sup>, Daniel Scholl<sup>1,2</sup>, Trevor DeVries<sup>1,3</sup>

1 Réseau Canadien de Recherche sur la Mammite Bovine

2 Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal, St-Hyacinthe

3 Department of Animal and Poultry Science, University of Guelph, Guelph

La croyance générale est que la distribution d'aliments lors de la traite, afin de garder les vaches debout après le retrait de la trayeuse, prévient l'apparition d'infections intramammaires. Cette croyance découle du fait que la pénétrabilité relative ainsi que le diamètre du sphincter du trayon demeurent élevés dans les heures suivant la traite. L'objectif de cette étude était d'évaluer l'influence de la stratégie de distribution des aliments sur le temps passé debout suivant la traite et de déterminer si le temps passé debout est associé à l'incidence d'infection intramammaire (IIM). Dans six troupeaux laitiers en stabulation entravée, quinze vaches en lactation ont été choisies pour un total de 90 animaux. Des échantillons de lait de chaque quartier de ces vaches ont été prélevés à toutes les trois semaines pour un total de 3 échantillons et la culture bactériologique a été réalisée afin de mesurer l'apparition de nouvelles IIM. Les données de comportement suivant la traite ont été amassées pour chacune des vaches pendant les 7 jours précédant chaque échantillonnage à l'aide d'un enregistreur de position fixé à un membre postérieur. Durant ces 7 jours, les heures de traite et d'alimentation de chacune des vaches ont été notées. Nos résultats ont démontré que les vaches demeuraient debout pour la plus longue période de temps (64 min) lorsque l'alimentation était réalisée autour de la période de la traite (entre 30 min avant et 60 min après). Les vaches alimentées plus de 30 min avant la traite étaient celles qui passaient le moins de temps debout après la traite (45-50 min); celles alimentées plus de 60 min après la traite se couchaient légèrement plus tôt (63 min) que les vaches alimentées autour de la traite. Les vaches se couchant pour la première fois entre 40-60 min après la traite avaient 1.4 fois moins de risque (95% IC : 0.38, 9.1) d'acquies une IIM d'origine environnementale que les vaches se couchant dans les 40 min suivant la traite. Par contre, lorsque le temps passé debout augmentait au-delà de 60 min, le risque d'acquies une IIM d'origine environnementale augmentait aussi. Les vaches se couchant pour la première fois entre 60-90 min, 90-120 min et plus de 120 min suivant la traite avaient respectivement, 3.2 (95% IC : 0.74, 13.6), 5.8 (1.2, 28.8) et 7.4 (1.6, 34.0) fois plus de risque d'acquies une IIM que les vaches se couchant dans les premiers 40 min. Nos résultats suggèrent que, malgré la possibilité d'influencer le temps passé debout après la traite à l'aide des stratégies d'alimentation, l'utilité de cette pratique en tant que stratégie de prévention des IIM n'est pas réaliste.

**Partenaires financiers :** Etudiant boursier du programme de bourses d'études de la commission canadienne du lait en collaboration avec Novalait inc., Réseau canadien de recherche sur la mammite bovine : Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada; Alberta Milk; Dairy Farmers of New Brunswick; Dairy Farmers of Nova Scotia; Dairy Farmers of Ontario; Dairy Farmers of Prince Edward Island; Les Producteurs laitiers du Canada; Novalait inc.; Le Réseau laitier canadien; Agriculture et Agroalimentaire Canada; Agence de santé publique du Canada; Technology PEI inc.; Université de Montréal; University of Prince Edward Island.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

## Valorisation des solides du babeurre et du lactosérum comme ingrédients-santé ?

Valérie Conway<sup>1</sup>, Sylvie F. Gauthier<sup>1</sup>, Yves Pouliot<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA), Université Laval, Québec

Depuis quelques années, plusieurs travaux ont mis en évidence le babeurre et le lactosérum comme des vecteurs de composés ayant un potentiel bénéfique pour la santé. Plusieurs activités physiologiques ont été associées à divers composés constituant la membrane des globules de gras laitier (Milk Fat Globule Membrane, MFGM), ainsi qu'à diverses séquences peptidiques générées par l'hydrolyse des protéines du lactosérum. Une approche technologique d'agrégation thermique des protéines du lactosérum et du babeurre est actuellement en développement et les nouveaux complexes formés offrent de nouvelles opportunités de valorisation comme ingrédient santé. Le but de nos travaux était de mettre en évidence le potentiel d'activité biologique de ces nouveaux complexes, avant et après une digestion (pepsique et trypsique) *in vitro*. Les complexes protéiques ont été préparés par mélange de lactosérum de fromagerie et de babeurre, tous deux préalablement concentrés par ultrafiltration à 9,5% protéines (w/v), suivi d'un ajustement du pH à 4,6 et d'un chauffage à 90°C. La composition des babeurres (UF), des lactosérums (UF) et des différents complexes a été caractérisée, puis le potentiel antioxydant des échantillons a été étudié par la méthode ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity). Les résultats ont démontré qu'une hydrolyse pepsique (2h) suivie d'une hydrolyse trypsique (3h) augmente de plus de 400 fois la capacité antioxydante du babeurre (UF) et du lactosérum (UF), comparé aux valeurs initiales. La formation de complexes entre le babeurre et le lactosérum a permis d'accroître légèrement la capacité antioxydante, mais cette dernière a été réduite suite à la digestion *in vitro* (5 h) des complexes. Ces observations sont très prometteuses puisqu'elles supportent l'hypothèse que la digestion des protéines du babeurre et du lactosérum libère des composés ayant des effets bénéfiques pour la santé.

**Partenaires financiers :** Étudiante boursière du programme de bourses d'études de la commission canadienne du lait en collaboration avec Novalait inc., Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies.

### Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



# Résumé d'affiche

## Des agents stabilisants naturels dans nos yogourts ?



Marie-Claude Gentès<sup>1,2</sup>, Daniel St-Gelais<sup>2</sup>, Sylvie L. Turgeon<sup>1</sup>

1 Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA), Université Laval, Québec

2 Centre de recherche et de développement sur les aliments, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Saint-Hyacinthe

Les exopolysaccharides (EPS), ces polysaccharides naturellement produits par certaines bactéries lactiques, ont un intérêt technologique en raison de leur capacité à retenir l'eau et à moduler la viscosité des yogourts. Certains yogourts européens sont fabriqués avec des EPS comme agent stabilisant. En Amérique du Nord, ce sont des polysaccharides d'origine végétale qui sont ajoutés, les EPS sont très peu utilisés. Le manque d'information sur l'utilisation combinée d'EPS et de polysaccharides d'origine végétale tels les amidons modifiés (AM) pourrait en être la cause.

Ce projet vise à déterminer l'impact de la composition (ratio caséines/protéines sériques, type d'EPS, ajout d'AM) sur les interactions EPS-AM synergiques et antagonistes dans un système modèle et dans les yogourts brassés. Les résultats ont démontré que différents comportements rhéologiques (synergiques et antagonistes) peuvent être observés selon de l'EPS utilisé et la recette choisie (ratio caséines/protéines sériques, ajout d'AM). Par exemple, la viscosité d'un système modèle à 2% de caséines et 0.25% de protéines sériques avec un EPS chargé négativement demeure inchangée en présence ou non d'AM. Par contre, pour le témoin (sans EPS), la viscosité augmente lors de l'ajout d'AM. L'expertise et les connaissances acquises permettront de doter les entreprises de transformation laitière d'outils de décision afin de faciliter le développement de produits laitiers fermentés avec des EPS et en présence ou non d'AM. Les résultats de recherche pourront être exploités à long terme par les entreprises de transformation laitière pour le développement de nouveaux produits laitiers fermentés répondant aux attentes des consommateurs canadiens et à valeur ajoutée, puisque les EPS sont associés aux fibres alimentaires.

**Partenaires financiers :** Étudiante boursière du programme de bourses d'études de la commission canadienne du lait en collaboration avec Novalait inc. - Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI 2005-2011) – Agriculture et Agroalimentaire Canada, Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

## Des mycovirus chez *Penicillium camemberti* : un nouveau défi technologique ?

Geneviève Petit<sup>1</sup>, Steve Labrie<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA), Université Laval, Québec

*Penicillium camemberti* (syn. *P. candidum*, syn. *P. caseicolum*) est une moisissure utilisée depuis de nombreuses années en industrie fromagère. Lors de l'affinage, elle confère aux fromages à pâte molle de type brie et camembert une mince couche blanche, duveteuse et uniforme à la surface. Malgré sa grande utilisation dans le domaine fromager, il est étonnant de constater que relativement peu d'études scientifiques portent sur cette moisissure. On sait, par ailleurs, qu'un déséquilibre au niveau de la flore d'affinage entraîne des problèmes de qualité et peut représenter des pertes économiques pour les transformateurs laitiers. L'objectif de cette étude était de vérifier la présence de mycovirus chez quatre souches de *P. camemberti* couramment utilisées en fabrication fromagère. Les souches ont d'abord été identifiées par ribotypage. Le ribotypage consiste à analyser les sites de variation de l'ADN ribosomique de souches pures de moisissures, ce qui permet d'identifier leur genre et leur espèce. Des mycovirus ont ensuite été recherchés et isolés en utilisant une technique de purification par ultracentrifugation zonale à l'aide d'un gradient discontinu de saccharose. Les préparations ont ensuite été observées en microscopie électronique à transmission. La présence de mycovirus a été confirmée chez les quatre souches de *P. camemberti* à l'étude. Les particules virales non enveloppées sont isométriques et ont un diamètre moyen de 45 nm. À court terme, il sera intéressant de comprendre l'impact d'une telle infection chez *P. camemberti* dans un contexte industriel et son influence sur la physiologie de la moisissure. Cette étude, est la première mettant en évidence la sensibilité de *P. camemberti* à une infection virale. Cette découverte a des implications dans le domaine fromager puisque la présence de ces mycovirus pourrait entraîner des modifications significatives dans la physiologie du microorganisme, de même que dans ses activités biologiques impliquées dans l'affinage des fromages à pâte molle.

**Partenaires financiers :** Étudiante boursière du programme de bourses d'études de la commission canadienne du lait en collaboration avec Novalait inc., Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# Résumé d'affiche

## Pour un fromage en santé : des probiotiques vivants et actifs



Véronique Dussault-Lepage<sup>1</sup>, Gisèle LaPointe<sup>1</sup>, Denis Roy<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre de recherche en sciences et technologie des aliments (STELA), Université Laval, Québec

La détermination des conditions de viabilité et du maintien des propriétés fonctionnelles des probiotiques dans le lait et les produits laitiers transformés est un défi de taille. Ce travail a pour objectif d'étudier l'impact du procédé de fabrication fromagère de type cheddar sur l'activité et la survie de bactéries probiotiques à l'aide de méthodes moléculaires. Pour ce faire, des fabrications fromagères seront réalisées en ajoutant au ferment des souches de bactéries probiotiques à un taux d'inoculation permettant l'obtention de  $1 \times 10^9$  cellules par portion de 30gr de fromage. La viabilité de ces souches sera évaluée par des comptes selon les méthodes microbiologiques classiques ainsi qu'à l'aide de méthodes moléculaires comme la PCR quantitative (qPCR). L'utilisation de propidium monoazide permettra de quantifier les bactéries viables via l'ADN. L'activité des probiotiques sera évaluée par quantification de l'expression de gènes par RT-qPCR. Les travaux présentés permettront de mieux comprendre le comportement des probiotiques dans la matrice alimentaire qu'est le fromage cheddar. Les nouvelles méthodes utilisées donneront des résultats plus complets et plus représentatifs de la réalité que le permettaient les méthodes conventionnelles.

**Partenaires financiers :** Étudiante boursière du programme de bourses d'études de la commission canadienne du lait, en collaboration avec Novalait inc.- Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI 2005-2011) - Agriculture et Agroalimentaire Canada, Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Novalait inc.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

Marie-Hélène Fortin<sup>1,2</sup>, Claude Champagne<sup>1</sup>, Daniel St-Gelais<sup>1</sup>, Michel Britten<sup>1</sup>, Patrick Fustier<sup>1</sup>, Monique Lacroix<sup>2</sup>

1 Centre de recherche et de développement sur les aliments, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Saint-Hyacinthe

2 Laboratoire de Recherche en Sciences Appliquées à l'Alimentation, INRS-Institut Armand-Frappier, Montréal

La popularité des aliments santé augmente constamment à travers le monde, ce qui stimule l'apparition de nouveaux aliments fonctionnels. La présente recherche suit cette tendance, puisqu'elle a pour but d'améliorer la rétention et la survie des cultures probiotiques dans le fromage cheddar frais. L'effet de l'apport en oxygène, du moment d'inoculation des probiotiques, de l'addition des ferments et de l'ajout de sel sur les concentrations bactériennes a été analysé pour cinq souches probiotiques dans le caillé et le lactosérum au cours d'une simulation de fabrication de fromage cheddar. Il y avait très peu de croissance des bactéries probiotiques durant la fermentation et une souche (*Bifidobacterium longum* 15708) a été démontrée sensible à l'oxygène. Entre 29 et 92% des probiotiques ont été retrouvés dans le caillé, et cette distribution des cellules entre le caillé et le lactosérum était influencée par la souche, le moment d'inoculation et le salage du caillé. L'inoculation des probiotiques dans le lait avant emprésurage résultait en de moins fortes pertes dans le lactosérum que lors de l'inoculation sur les grains après soutirage, soit avant la cheddarisation. Les résultats démontrent aussi des pertes de viabilité de l'ordre de 3 log UFC.g<sup>-1</sup> de *B. longum* après trois jours d'entreposage du fromage. Il a également été démontré que le moment d'inoculation, les paramètres de fabrication (apport en oxygène, salage), l'entreposage, de même que l'effet de souche affectent la viabilité de bactéries probiotiques dans le caillé cheddar. La microencapsulation est l'avenue qui a été ciblée pour la poursuite de l'étude, afin de tenter d'améliorer la survie bactérienne durant le processus de fabrication et d'entreposage du fromage. L'atteinte des buts de ce projet permettrait le développement de nouveaux procédés, dont les impacts pourraient contribuer à la croissance et à l'amélioration de la compétitivité de l'industrie laitière canadienne en favorisant l'émergence de fromages enrichis en ingrédients bioactifs.

**Partenaires financiers :** Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI 2005-2011) - Agriculture et Agroalimentaire Canada, Fonds québécois de recherche sur la nature et les technologies, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Novalait inc. Étudiante boursière du programme de bourse d'excellence Initia ainsi que du programme de bourses d'études de la Commission canadienne du lait en collaboration avec Novalait inc.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# Résumé d'affiche

## Caractérisation d'un système anti-phage chez les bactéries lactiques



Marie-Ève Dupuis<sup>1</sup>, Josiane Garneau<sup>1</sup>, Sylvain Moineau<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Département de biochimie et de microbiologie, Faculté des sciences et de génie, Université Laval, Québec

<sup>2</sup> Groupe de recherche en écologie buccale, Université Laval, Québec

L'industrie laitière doit faire face à une forte compétition. Pour demeurer concurrentielle, elle doit sans cesse améliorer ses connaissances scientifiques, dont microbiologiques. À ce niveau, les bactériophages ont un impact négatif considérable sur la fabrication et la qualité des produits laitiers transformés, puisqu'ils s'attaquent aux bactéries lactiques utilisées dans les ferments. Heureusement, certaines bactéries lactiques ont développé des éléments génétiques leur permettant d'éviter les attaques phagiques et d'assurer leur survie. Au cours des dernières années, notre équipe a élaboré plusieurs stratégies visant à réduire l'incidence des bactériophages dans l'industrie laitière. Plus récemment, des travaux ont été menés sur le système anti-phage CRISPR/Cas chez *Streptococcus thermophilus*, une des plus importantes bactéries lactiques utilisées en transformation du lait. Les applications possibles de ce système anti-phage n'ont été mises au jour que très récemment et les détails de son mode de fonctionnement ne sont pas encore connus.

Le but global de ce projet de recherche est donc l'étude du mécanisme d'action du système CRISPR/Cas afin d'élaborer une stratégie de défense efficace et durable contre les phages dans l'industrie laitière. Pour ce faire, nous avons analysé l'effet du mécanisme CRISPR/Cas sur la réplication de l'ADN et sur la transcription de l'ARN du phage. De plus, nous effectuons actuellement l'analyse de l'interaction avec un autre mécanisme de résistance bactérien, les systèmes de restriction-modification. Les résultats des études *in vivo* démontrent que le système CRISPR/Cas de *S. thermophilus* affecte l'intégralité du matériel génétique du phage, et ce, presque instantanément, ce qui confirme l'efficacité du système. Les pertes historiques engendrées par les contaminations dues aux bactériophages et la possibilité d'utiliser des souches CRISPR dès maintenant démontrent bien l'utilité du projet. L'utilisation de meilleurs ferments naturellement résistants aux phages assurera une meilleure rentabilité et améliorera la compétitivité et l'innovation de plusieurs entreprises de transformation laitière.

**Partenaires financiers :** Etudiantes boursières du programme de bourses d'études de la commission canadienne du lait en collaboration avec Novalait inc., Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies, Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca



TITRE DU PROJET	CHERCHEUR RESPONSABLE	NUMÉRO DE FICHE
Production de fourrages riches en sucres pour améliorer les performances de la vache laitière	Guy Allard, U. Laval Gaétan Tremblay, AAC-CRDSGC	T2010-11
Exploitation de l'activité antibactérienne et antifongique des hydrolysats de protéines de lactosérum	Julie Jean, U. Laval Michel Britten, AAC-CRDA	T2010-12
Intégration de composantes bioactives aux caillés présures : impact sur le rendement du fromage	Monique Lacroix, INRS-IAF Michel Britten, AAC-CRDA	T2010-13
Contrôle des bactériophages de la ferme à l'usine	Sylvain Moineau, U. Laval Daniel Massé, AAC-CRDBLP	T2010-14
Étude des caractéristiques technologiques et microbiologiques des laits du terroir québécois destinés à la fabrication de fromages fins	Steve Labrie, U. Laval Claude Champagne, AAC-CRDA	T2010-15
Validation des conditions de viabilité des probiotiques dans les produits laitiers par de nouvelles approches	Denis Roy, U. Laval Daniel St-Gelais, AAC-CRDA	T2010-16
Impact de suppléments d'acide folique et de vitamine B <sub>12</sub> en période prépartum et début de lactation sur la productivité des troupeaux laitiers québécois	Jean-Paul Laforest, U. Laval Christiane Girard, AAC-CRDBLP	P2010-17
Développement de nouveaux complexes protéiques fonctionnels par chauffage des protéines du lactosérum en présence de babeurre	Yves Pouliot, U. Laval Michel Britten, AAC-CRDA	T2010-18
Compréhension de la relation entre la microstructure du lait et des produits laitiers et leurs propriétés nutritionnelles	Sylvie Turgeon, U. Laval Michel Britten, AAC-CRDA	T2010-19
Régie novatrice des troupeaux laitiers québécois : repenser le tarissement	Xin Zhao, U. McGill Pierre Lacasse, AAC-CRDBLP	P2010-20
Grille d'évaluation du coût de production et de l'utilisation des fourrages dans les fermes laitières québécoises	Édith Charbonneau, U. Laval	P2010-21
Validation des tests d'estérase leucocytaire pour le diagnostic à la ferme d'endométrite clinique et subclinique chez la vache laitière	Réjean C. Lefebvre, U. de Montréal	P2010-22
Évaluation d'un traitement sélectif au tarissement basé sur les résultats d'une culture bactériologique du lait à la ferme à l'aide des PETRIFILM®	Jean-Philippe Roy, U. de Montréal	P2010-23
Validation du test de laboratoire PCR pour l'identification rapide dans le lait des bactéries responsables de la mammites	Daniel Scholl, U. de Montréal	P2010-24



## Production de fourrages riches en sucres pour améliorer les performances de la vache laitière

Durée : 07/2007 - 10/2010

### Résumé du projet

Une teneur élevée en énergie rapidement fermentescible dans les fourrages contribue à augmenter l'efficacité d'utilisation de l'azote par les ruminants et entraîne une réduction de l'azote excrété dans l'environnement. Ce projet de recherche vise à augmenter la teneur en énergie rapidement fermentescible des fourrages par un accroissement des teneurs en glucides non structuraux, ce qui améliore la production laitière des vaches via une augmentation de la prise alimentaire et une plus grande efficacité d'utilisation de l'azote. Cette stratégie pourrait permettre de réduire de 10 à 15% les pertes azotées dans l'environnement et résulter en des gains nets de plus de 15 M\$ par an pour les producteurs de lait québécois. Le projet démontrera les avantages économiques et environnementaux de l'utilisation des fourrages riches en glucides non structuraux sur les fermes laitières québécoises. Les résultats attendus sont : 1) l'élaboration de recommandations agronomiques pour la production de fourrages riches en glucides non structuraux sur les entreprises laitières du Québec; 2) une amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'azote des fourrages avec une réduction concomitante des pertes d'azote dans l'environnement; et 3) la mise au point d'une méthode de prédiction des différents glucides non structuraux des fourrages produits au Québec.

### Objectifs et méthodologie

L'objectif principal est d'augmenter la teneur en glucides non structuraux (GNS) des fourrages en vue d'améliorer la performance des vaches laitières via l'augmentation de la prise alimentaire et de l'efficacité d'utilisation de l'azote tout en réduisant les pertes azotées dans l'environnement. Quatre objectifs sont visés : 1- Développer des pratiques culturales qui favorisent une plus grande accumulation des GNS dans les fourrages; les effets du cycle journalier, du stade de développement, de la fertilisation azotée, du préfanage, de la durée de la fermentation et du mode de séchage sont étudiés. La fléole des prés et la luzerne qui représentent 40 et 25% des ventes annuelles de semences fourragères au Québec sont les espèces utilisées. 2- Mesurer l'impact de la teneur en GNS du fourrage sur sa digestibilité et la synthèse des protéines microbiennes dans un système d'analyse *in vitro*. Des échantillons de luzerne et de fléole des prés contrastés pour leurs teneurs en GNS sont utilisés pour effectuer cette comparaison. 3- Évaluer la faisabilité d'utiliser la spectroscopie dans le proche

infrarouge pour caractériser les GNS des fourrages; des mélanges dans diverses proportions de luzerne et de fléole ayant des teneurs en sucres similaires et contrastées ont été balayés par spectroscopie. Des échantillons ont été analysés chimiquement pour leurs teneurs en sucres solubles, amidon, fructosanes et glucides non fibreux afin de réaliser une calibration du spectromètre. 4- Mesurer l'impact d'un fourrage riche en GNS sur la prise alimentaire, l'efficacité d'utilisation de l'azote et les performances de la vache laitière; quatre traitements alimentaires sont évalués en phase animale; un essai a été réalisé avec des vaches en début de lactation pour comparer de la luzerne ayant des teneurs en sucres contrastées (fauche AM vs. PM). Un second essai a été réalisé avec des vaches en mi-lactation avec de la fléole des prés contrastées en sucres. L'effet de la teneur en GNS du fourrage sur l'ingestion, la synthèse de protéine microbienne, le flux post-ruminal de certains nutriments (azote, acides aminés), le bilan azoté, la production et la composition du lait sont également analysés.

### Résultats et applications

Les résultats attendus sont : 1) l'élaboration de recommandations agronomiques pour la production de fourrages riches en GNS sur les entreprises laitières du Québec; 2) une amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'azote des fourrages avec une réduction concomitante des pertes d'azote dans l'environnement; et 3) la mise au point d'une méthode de prédiction des GNS des fourrages produits au Québec. Ce projet permettra de démontrer les avantages à la fois économiques

et environnementaux des fourrages riches en énergie pour les fermes laitières québécoises. Les connaissances acquises dans le cadre du projet permettent déjà de cibler de nouvelles pratiques pour la production de fourrages riches en GNS : choix de l'espèce, heure de la fauche, le maintien des niveaux de GNS durant le préfanage, et le peu d'impact de la fertilisation azotée.



## Résultats et applications - suite...

Nos résultats démontrent aussi que la spectroscopie dans le proche infrarouge est une méthode fiable d'analyse des glucides des fourrages. Les équations de prédiction qui ont été développées pourraient être utilisées par l'industrie afin de permettre aux conseillers en alimentation de faire des recommandations plus précises et aux producteurs laitiers de faire une meilleure valorisation de leurs fourrages dans les rations. Les résultats des essais *in vivo* analysés jusqu'à maintenant suggèrent que l'augmentation de la teneur en GNS de la

luzerne cause une augmentation du temps de rumination chez la vache en début de lactation. Une analyse systémique des pratiques culturales permettant de maximiser l'énergie des fourrages et leur impact sur le métabolisme ruminal, l'efficacité d'utilisation de l'azote par l'animal et la production laitière est en cours. L'approche pluridisciplinaire incluant des parties économique et environnementale au projet permettra de quantifier les bénéfices associés à la production de fourrages riches en GNS.

## Transfert des résultats

Produire des fourrages riches en GNS est un moyen souvent énoncé pour valoriser les fourrages dans l'alimentation des ruminants et optimiser l'efficacité d'utilisation de l'azote tout en minimisant les pertes azotées dans l'environnement. Le projet a été conçu pour répondre aux attentes des producteurs laitiers du Québec et de leurs conseillers, et les recommandations de production des fourrages seront disponibles rapidement par le biais de différents moyens de communication. Concernant l'utilisation d'équations de calibration dans le proche infrarouge, une mise à l'échelle sera nécessaire et elle pourrait être réalisée en coopération avec Valacta dans un projet de mise à l'échelle subséquent. Une fois en place, elles permettront d'évaluer avec plus de précision l'énergie des fourrages et rapidement elles pourront être utilisées par les différents intervenants qui formulent les rations pour vaches laitières au Québec. Une production

laitière à meilleur coût est un gain pour toute l'industrie filière laitière québécoise. Les résultats seront présentés dans le cadre des journées de formation organisées par Valacta, de conférences présentées aux journées laitières régionales, de congrès scientifiques dédiés à la production laitière ou aux fourrages. Des articles de vulgarisation et scientifiques ont déjà été écrits et d'autres seront écrits afin de transmettre les résultats de recherche auprès des intervenants en production laitière de toutes les organisations privées et gouvernementales. Les connaissances seront transmises dans les cours universitaires par les professeurs en agronomie et plus spécifiquement en production laitière et en production fourragère. Une étudiante au doctorat et deux étudiantes à la maîtrise auront été formées dans le cadre du projet.

## Partenaires financiers

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2005-2011) :

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Novalait inc.

**BUDGET TOTAL : 250 000 \$**

## Point de contact

### Responsables du projet :

#### Guy Allard

Université Laval

Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation

Pavillon Paul-Comtois, Québec (Québec) G1K 7P4

Téléphone : (418) 656-2131, poste 2706

Télécopieur : (418) 656-7806

Courriel : guy.allard@fsaa.ulaval.ca

#### Gaëtan Tremblay

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Centre de recherche et de développement sur les sols

et les grandes cultures (CRDSGC)

2560 boulevard Hochelaga, Sainte-Foy (Québec) Canada G1V 2J3

Téléphone : (418) (418) 210-5048

Télécopieur : (418) 648-2402

Courriel : tremblaygf@agr.gc.ca

### Collaborateurs :

**Gilles Bélanger, Annick Bertrand, Yves Castonguay, Raynald Drapeau et Réal Michaud**, Agriculture et Agroalimentaire Canada (CRDSGC)

**Robert Berthiaume**, Agriculture et Agroalimentaire Canada (CRDBLP)

**Doris Pellerin**, Université Laval

**Daniel Lefebvre**, Valacta

**Alain Fournier**, MAPAQ



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

## Exploitation de l'activité antibactérienne et antifongique des hydrolysats de protéines de lactosérum

Durée : 07/2007 – 04/2012

### Résumé du projet

Le développement de nouveaux agents antimicrobiens naturels susceptibles de réduire l'incidence des pathogènes dans les aliments et de prolonger la durée de vie, demeure une urgence dans le secteur alimentaire, notamment le secteur laitier. Le but du présent projet est d'identifier, caractériser et exploiter de nouveaux produits antimicrobiens d'origine alimentaire pour remplacer les additifs classiques dans la conservation des produits laitiers. Différentes fractions peptidiques ont été obtenues soit par hydrolyse trypsique de protéines de lactosérum ou par extraction aqueuse à partir de différentes matrices fromagères. L'analyse de l'activité biologique de ces différentes fractions a montré une activité inhibitrice importante de type bactéricide ou bactériostatique contre *Listeria* et *Escherichia coli*. Des réductions bactériennes jusqu'à 7-logs ont été obtenues, notamment avec les extraits de fromage de type mozzarella et Cheddar fort. Les fractions les plus actives sont actuellement soumises à une caractérisation physico-chimique et moléculaire. La mise en évidence de ces propriétés antibactériennes et antifongiques pourrait permettre de développer de nouveaux produits à haute valeur ajoutée après une simple hydrolyse du lactosérum. Cette approche constitue non seulement une police d'assurance pour le consommateur, mais aussi une marque de qualité supplémentaire pour la réputation des produits laitiers canadiens.

### Objectifs et méthodologie

Dans le présent projet, cinq objectifs spécifiques ont été établis :

#### 1. Préparer et caractériser des fractions peptidiques issues de l'hydrolyse enzymatique des protéines de lactosérum

Dans cet objectif, deux approches ont été explorées. Dans la première approche, un mélange de protéines sériques a été hydrolysé par voie enzymatique par la trypsine afin de produire des peptides de différentes tailles. Les hydrolysats obtenus ont alors été séparés en quatre fractions peptidiques selon le point isoélectrique. Dans une deuxième approche, la fraction aqueuse soluble a été extraite à partir de différents types de fromages commerciaux (Cheddar fort, mi-fort et doux, mozzarella, Gouda, suisse) et ultrafiltrée sur une membrane de 10 kDa. Les différentes fractions ont été caractérisées afin de déterminer leur teneur en protéines, d'établir leur profil peptidique, mais aussi de déterminer le profil de masse moléculaire.

#### 2. Identifier des fractions peptidiques pour leur activité antibactérienne et antifongique contre des microorganismes problématiques pour le secteur laitier

L'activité antimicrobienne des fractions peptidiques a été évaluée contre deux bactéries indicatrices (*Escherichia coli* MC 4100 et *Listeria ivanovi*) et des moisissures (*Mucor*, *Aspergillus*, *Penicillium*, etc.), toutes problématiques pour le secteur laitier, en utilisant le test d'inhibition en microplaque et un dénombrement microbien. Les fractions les plus actives ont été testées avec les souches pathogènes *Listeria monocytogenes* et *E. coli* O157:H7.

#### 3. Valider les propriétés antibactérienne et antifongique dans différentes matrices fromagères

Le potentiel antimicrobien des fractions peptidiques les plus actives sera validé dans différentes matrices fromagères. Différents échantillons de fromage seront préparés et inoculés artificiellement avec un des microorganismes ciblés. L'efficacité de la présence de la fraction peptidique sera évaluée par la détermination de la « réduction microbienne » en comparaison à un échantillon contrôle. Les effets de l'ajout des fractions peptidiques antimicrobiennes sur les caractéristiques organoleptiques des fromages seront également évalués.

#### 4. Identifier les peptides actifs dans les fractions peptidiques ayant montré une activité antimicrobienne dans les matrices fromagères

Deux stratégies ont été adoptées pour l'identification des peptides actifs. La première stratégie consiste à identifier les séquences peptidiques présentes en quantité supérieure dans les fractions actives, puis à valider l'activité antimicrobienne des peptides identifiés sous forme purifiée. La deuxième stratégie consiste en une série de fractionnements successifs combinés à la détermination de l'activité antimicrobienne des fractions obtenues. La ou les fractions purifiées actives obtenues seront soumises à une caractérisation poussée afin de connaître leur séquence en acides aminés, leur charge globale nette et leur poids moléculaire afin de mieux comprendre leur mécanisme d'action, mais aussi pour élaborer une approche simplifiée pour la préparation d'hydrolysats enzymatiques enrichis en peptides antimicrobiens.

#### 5. Développer un procédé pilote simple pour la préparation à grande échelle de fractions enrichies en peptides à activité antimicrobienne à partir d'hydrolysats enzymatiques de protéines de lactosérum (CPL)

La production à plus grande échelle de fractions peptidiques enrichies en peptides antimicrobiens sera réalisée par nanofiltration à l'aide d'une membrane G10 (2,5 kDa) à partir d'une solution d'hydrolysats trypsique (1%, p/p) à pH 8. Dans ces conditions, nos travaux antérieurs ont montré que les peptides anioniques sont concentrés dans le rétentat, alors que les peptides cationiques et neutres traversent la membrane et sont concentrés dans le perméat. Les premiers essais seront réalisés à l'échelle laboratoire sur des membranes planes afin d'optimiser les conditions de fractionnement sélectif des peptides. Par la suite, des essais à l'échelle pilote seront réalisés sur des membranes spiralées composées du même matériau membranaire en vue de déterminer le taux d'enrichissement des fractions en peptides actifs.

## Résultats et applications

Peptides issus de l'hydrolyse trypsique : La fraction la plus acide s'est révélée la plus active en termes d'activité antibactérienne. Cette activité est plus marquée chez les souches modèles indicatrices (4-logs de réduction) que chez les souches pathogènes (1-log). De plus, *Listeria* semble être plus sensible qu'*E. coli*. L'activité inhibitrice de cette fraction peut donc être considérée comme significative puisque cette fraction est constituée d'un mélange hétérogène de peptides. La concentration des peptides actifs par nanofiltration, tel que décrit précédemment, pourrait donc permettre d'amplifier l'activité antimicrobienne observée.

Peptides antimicrobiens d'origine fromagère : Parmi les extraits fromagers testés, ceux obtenus à partir des fromages mozzarella et Cheddar fort ont montré les activités inhibitrices les plus marquées. Il s'agit souvent d'une activité de type bactériostatique avec des réductions microbiennes variant de 0 à 6-logs pour les souches indicatrices. Une activité moins marquée a été observée avec les souches pathogènes. Des réductions de 5-logs pour le mozzarella, 4-logs pour le Cheddar fort et 2-logs pour le Cheddar mi-fort, le Gouda et le Suisse ont été obtenues avec *Listeria monocytogenes*. Une activité bactéricide a été même observée avec les souches indicatrices à des concentrations de 10 et 20 mg/ml. De manière générale, les extraits obtenus ont montré une activité plus importante contre les Gram+. Les extraits les plus actifs sont actuellement soumis à un fractionnement et une caractérisation poussée.

Identification et caractérisation des peptides actifs : La caracté-

risation de la fraction acide issue de l'hydrolyse trypsique d'un CPL a révélé que certains peptides (f94-100, f125-135, f135-136 et f125-138) de la  $\beta$ -lactoglobuline pourraient être les composantes actives du mélange peptidique. La prochaine étape consistera donc à valider l'activité antimicrobienne de ces peptides sous forme purifiée (peptide de synthèse) envers les bactéries indicatrices et les souches pathogènes, et ce, afin de déterminer leur concentration minimale inhibitrice. À noter que ces peptides sont tous chargés négativement avec des pI inférieurs à 4,5, ce qui devrait faciliter leur concentration dans la fraction rétentat lors des essais de nanofiltration.

Plusieurs résultats originaux ont été obtenus relativement à l'activité antimicrobienne de peptides d'origine laitière. Leur spectre d'action antifongique et antibactérien, notamment contre plusieurs microorganismes pathogènes et d'altération, est en cours de détermination. Ces informations permettront de valider le grand potentiel d'applications de ces molécules dans le domaine laitier ou même dans d'autres domaines du secteur bioalimentaire et de la santé. Pour le secteur laitier, les retombées seront d'autant plus importantes dans le contexte actuel où le recours aux additifs traditionnels fait de moins en moins l'unanimité. De plus, la mise en évidence de propriétés antibactériennes et antifongiques des protéines du lactosérum et leurs peptides permettra de développer de nouveaux produits à haute valeur ajoutée après une simple hydrolyse de sous-produits du lactosérum.

## Transfert des résultats

Certains de nos résultats ont déjà été présentés lors du congrès de la FIL-Canada, du colloque STELA et du Forum Technologique Novalait. D'autres véhicules d'information (congrès nationaux et internationaux, publication dans des revues scientifiques avec comité de lecture)

seront utilisés d'ici la fin du projet pour la diffusion des résultats qui seront générés lors de ce projet. Les outils de transfert de Novalait inc., du centre STELA et du CRDA seront également exploités.

## Partenaires financiers

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2005-2011) :

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Novalait inc.

**BUDGET TOTAL : 237 500 \$**

## Point de contact

**Responsables du projet :**

**Julie Jean**

Université Laval

Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA)

Pavillon Comtois, local 1401, Québec (Québec) G1K 7P4

Téléphone : (418) 656-2131, poste 13849

Télécopieur : (418) 656-3353

Courriel : Julie.Jean@fsaa.ulaval.ca

**Michel Britten**

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Centre de recherche et de développement sur les aliments (CRDA)

3600, boul. Casavant Ouest, Saint-Hyacinthe (Québec) J2S 8E3

Téléphone : (450) 768-3235

Télécopieur : (450) 773-8461

Courriel : brittenm@agr.gc.ca

**Collaborateurs :**

**Ismail Fliss et Sylvie Gauthier**, Université Laval

**Akier Assanta Mafu et Gilles Robitaille**,

Agriculture et Agroalimentaire Canada (CRDA)



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

## Intégration de composantes bioactives aux caillés présures : impact sur le rendement fromage, les activités biologiques, les propriétés physico-chimiques et sensorielles du fromage

Durée : 07/2007 - 10/2010

### Résumé du projet

Les produits laitiers, reconnus pour leur forte densité nutritionnelle, sont considérés comme des véhicules privilégiés pour le transport de molécules bioactives. Le développement de produits laitiers fonctionnels, est une des réponses de l'industrie laitière à la demande pour des aliments adaptés aux exigences nutritionnelles des consommateurs. L'ajout de composés bioactifs au fromage pose toutefois un défi technologique important en raison des pertes anticipées dans le lactosérum (jusqu'à 90%) et de l'impact potentiel sur les qualités sensorielles. Ce projet de recherche vise donc le développement de technologies efficaces d'intégration de composantes physiologiquement actives à la matrice des fromages. Les résultats obtenus ouvriront aux transformateurs de nouvelles avenues pour accélérer le développement de nouveaux produits. Les travaux réalisés dans la première phase du projet ont porté sur l'ajout au fromage de cultures probiotiques, de composés phénoliques et sur le développement d'émulsions doubles pour l'encapsulation de composés hydrosolubles. Malgré une forte rétention dans le caillé, les cultures probiotiques ajoutées au lait sont sensibles au sel et affichent une perte importante de viabilité pendant les premiers jours d'entreposage. Cette sensibilité varie de façon importante selon la souche sélectionnée. Les composés phénoliques montrent une forte affinité pour la fraction caséique du lait et la rétention dans le caillé fromager est excellente. Les composés phénoliques affectent la cinétique de formation et les caractéristiques des caillés présure, mais les indicateurs de rendement ne sont pas modifiés. La formation d'émulsions doubles a été optimisée pour faciliter leur intégration à la matrice des fromages. La taille de gouttelettes de l'émulsion double et la nature du composé encapsulé déterminent le taux de rétention dans le fromage.

### Objectifs et méthodologie

#### Objectif 1. Optimiser la rétention et la viabilité des bactéries probiotiques dans les matrices fromagères

Cinq souches de bifidobactéries ont été caractérisées et la plus sensible à l'oxygène a été sélectionnée. Des fromages ont été réalisés à l'échelle laboratoire et pilote et la culture probiotique a été ajoutée à différentes étapes de production. Les fromages ont été produits en variant la concentration de sel et la disponibilité d'oxygène. En plus du bilan fromager, la viabilité de la culture pendant la production et l'entreposage du fromage a été mesurée.

#### Objectif 2. Étudier l'interaction des composés phénoliques avec les protéines de lait et déterminer leur comportement en production fromagère

Six composés phénoliques purifiés et trois extraits bruts ont été caractérisés. L'affinité pour les fractions protéiques du lait a été étudiée par chromatographie d'exclusion. Ces mêmes composés phénoliques ont été ajoutés au lait et utilisés pour la préparation et la caractérisation de fromages modèles en laboratoire. Leur effet sur la cinétique de coagulation du lait (présure), la rétention d'eau, la fermeté du caillé et sur le bilan fromager a été établi.

#### Objectif 3. Développer des émulsions simples ou doubles adaptées à la protection et l'incorporation de composés hydro- et liposolubles et de suspensions particulières dans les matrices fromagères

Des émulsions doubles ont été formées à partir d'huile de beurre et de lait écrémé pour produire des « crèmes fonctionnelle » utilisées pour standardiser le lait fromager. L'effet des conditions d'homogénéisation de l'émulsion primaire (eau/huile) et secondaire (eau/huile/eau), du type et de la concentration des tensioactifs sur la taille des gouttelettes, le taux d'encapsulation et la stabilité physique de l'émulsion a été étudié. Des essais de production fromagère ont été réalisés à l'échelle laboratoire.

#### Sous objectifs

Pour chacun des objectifs, les éléments suivant sont étudiés :

- Bilans fromagers et propriétés sensorielles de fromages
- Taux de rétention des composantes bioactives dans la matrice fromagère
- Protection de la viabilité ou de l'activité pendant la fabrication et l'entreposage du fromage

### Résultats et applications

#### Objectif 1. Rétention et viabilité des bactéries probiotiques

Les premiers essais fromagers à petite échelle (2 L) ont révélé que 80% des bactéries inoculées se retrouvaient dans le fromage frais, mais que des pertes importantes de viabilité avaient lieu lors de l'entreposage du fromage (entre 2 et 4 log après 14 jours). Dans le but d'améliorer la rétention des probiotiques dans le caillé et de réduire les pertes de viabilité, des fabrications fromagères à échelle 200 L furent réalisées. Les paramètres suivant ont été testés : 1) degré de salage, 2) moment

d'inoculation et 3) encapsulation. Les plus hauts comptes viables furent obtenus avec un ensemencement dans le lait plutôt que dans le caillé égoutté (avant cheddarisation) ou lors de la mise en moule. Le salage augmente significativement les pertes de viabilité lors de l'entreposage, et l'encapsulation n'a pas eu d'effet protecteur. Il a été possible d'obtenir des fromages ayant 5 milliards de probiotiques par portion de 50 g ce qui répondait aux recommandations de Santé Canada (1 milliard par portion).

## Résultats et applications - suite...

Les travaux ont permis de déterminer des stratégies de fabrication (type de probiotique, moment d'ensemencement et salage) qui limitent les pertes de viabilité. Toutefois même dans les meilleures conditions, la population était rapidement réduite à moins de  $10^9$  CFU/portion pendant l'entreposage du fromage. Des essais supplémentaires sont requis pour permettre l'usage de souches probiotiques hautement sensibles.

### Objectif 2. Ajout de polyphénols au lait fromager

Les polyphénols ont montré une affinité spécifique pour la caséine du lait et l'intensité de l'interaction a été corrélée avec l'hydrophobicité des composés phénoliques. En conséquence, les taux de rétention dans la matrice fromagère étaient élevés, variant de 75 à 87% selon le type de polyphénol. Ajoutés au lait, plusieurs polyphénols ont augmenté la vitesse de formation du gel présure, la fermeté du caillé et l'aptitude à la synérèse. L'enrichissement des fromages avec des polyphénols s'est traduit par une augmentation significative de l'activité anti-radicalaire. L'interaction naturelle entre les polyphénols et la caséine facilite leur intégration à la matrice des fromages. Les pertes dans le lactosérum sont limitées et des modifications simples du procédé de fabrication permettraient de contrôler les caractéristiques du produit. Les propriétés sensorielles des fromages enrichis devront toutefois être évaluées afin de s'assurer de l'intégrité de la saveur et de la texture.

### Objectif 3. Émulsions doubles pour la standardisation du lait fromager

Le contrôle des conditions d'homogénéisation et du système d'émulsifiants a permis de disperser l'émulsion primaire (eau/huile) dans le lait écrémé en faisant varier la taille des gouttelettes de l'émulsion double ( $D_{43}$ ) de 7 à  $67\mu\text{m}$ . L'efficacité d'encapsulation était fortement influencée par la nature du composé hydrosoluble encapsulé. Ainsi, le ribose (utilisé comme marqueur) était rapidement libéré par simple diffusion tandis que la vitamine  $B_{12}$  affichait des taux d'encapsulation pouvant atteindre 99%. Les émulsions doubles ont été utilisées pour standardiser le lait de fromagerie. Pour les émulsions fines ( $D_{43}=7\mu\text{m}$ ), la rétention des matières grasses dans le fromage était semblable à celle du lait contrôle (~91%), mais diminuait jusqu'à 52% pour les émulsions plus grossières ( $D_{43}=67\mu\text{m}$ ) en raison d'un crémage excessif avant la coagulation du lait. La standardisation du lait avec l'émulsion double n'a eu aucun effet sur la rétention des protéines dans le fromage, qui était semblable à celle du fromage contrôle. L'utilisation d'émulsions doubles en production fromagère permet donc l'encapsulation et la rétention de composés hydrophiles. Toutefois, cette approche est valable seulement si la taille des gouttelettes est inférieure  $10\mu\text{m}$ . De plus il faudra s'assurer que les composés encapsulés ne sont pas libérés par simple diffusion.

## Transfert des résultats

Publications scientifiques, présentation à des réunions et congrès (Forum Technologique Novalait, ICSTA, IFT etc.)

## Partenaires financiers

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2005-2011) :

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Novalait inc.

**BUDGET TOTAL : 246 400 \$**

## Point de contact

### Responsables du projet :

#### Monique Lacroix

INRS-Institut Armand-Frappier

Laboratoire de Recherche en Sciences Appliquées à l'Alimentation  
531, boulevard des Prairies, Éd. 22 - J1H1, C.P. 100

Laval-des-Rapides (Québec) H7N 4Z3

Téléphone : (450) 687-5010, poste 4489

Télécopieur : (450) 687-5792

Courriel : Monique.Lacroix@iaf.inrs.ca

#### Michel Britten

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Centre de recherche et de développement sur les aliments (CRDA)  
3600, boul. Casavant Ouest

St-Hyacinthe (Québec) J2S 8E3

Téléphone : (450) 768-3235,

Télécopieur : (450) 773-8461

Courriel : michel.britten@agr.gc.ca

### Collaborateurs :

**Claude P. Champagne, Patrick Fustier et Daniel St-Gelais,**

Agriculture et Agroalimentaire Canada (CRDA)

**Marie-Hélène Fortin, Thanh Dinh,** étudiants à la maîtrise, Université Laval



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

### Résumé du projet

Il est connu que l'accroissement de la productivité fromagère et l'utilisation répétée des mêmes ferments lactiques augmentent le risque d'échecs fermentaires dus à la présence des phages dans le lait. Suite à de très nombreuses études sur le sujet, plusieurs stratégies sont maintenant disponibles pour réduire les problèmes de fermentation associés aux phages. Néanmoins, les phages demeurent encore aujourd'hui la cause principale des retards dans les fermentations laitières et risquent toujours d'occasionner des pertes économiques. Les phages sont également responsables, en partie, de la fluctuation de la qualité de certains fromages. Au fil des années, la problématique des phages a souvent été transférée aux fournisseurs de ferments lactiques. Effectivement, il est nécessaire qu'un fabricant distribue des ferments insensibles à la plupart des phages et qu'il assure un suivi des populations de phages. Toutefois, il est également important qu'une usine utilise en parallèle une bonne stratégie de contrôle, ce qui inclut une procédure efficace de nettoyage. Il nous apparaît également souhaitable que les sources de contamination soient connues afin de maximiser leur contrôle. Le présent projet vise l'identification des sources de phages à l'usine comme à la ferme, l'étude du comportement de ces particules virales dans l'air ainsi que des méthodes physico-chimiques de contrôle de phages.

### Objectifs, méthodologies et résultats

Ce projet comprend quatre objectifs formulés sous forme de questions. La méthodologie a été développée pour obtenir des réponses à ces questions.

#### Objectif 1 : Est-ce que l'air d'une usine est un réservoir important de phages ?

Il n'existe aucun outil standardisé et reconnu pour l'échantillonnage des phages dans l'air. Dans un premier temps, nous avons mis au point en laboratoire (chambre de nébulisation) des outils pour échantillonner et détecter des virus dans l'air. Les phages ont été détectés et quantifiés à l'aide de la PCR en temps réel ainsi que par culture sur boîtes de Pétri. Ensuite, nous avons testé cinq échantillonneurs d'air (filtres PC, filtres PTFE, Coriolis, BioSampler, NIOSH) afin d'identifier le plus efficace pour récupérer des phages lactiques. Nous avons également échantillonné l'air de diverses salles de travail dans quelques fromageries ainsi que dans un laboratoire de recherche universitaire.

#### Résultats

- 1) L'air des usines de transformation du lait est définitivement un réservoir de phages. Toutefois, la contamination aérienne est variable d'une usine à l'autre et selon l'endroit échantillonné à l'usine.
- 2) Les concentrations les plus élevées de phages dans l'air ont été obtenues avec un échantillonneur de type BioSampler mais le nouvel échantillonneur du « The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) » des États-Unis est le plus efficace.
- 3) Nous avons également échantillonné de nombreuses surfaces dans des usines et plusieurs sont contaminées par des phages (téléphone, porte, mur, plancher, etc).

#### Objectif 2 : Est-ce que l'eau de la ferme est une source de phages dans le lait ?

La présence de microorganismes dans des puits d'eau représente un risque de contamination pour l'équipement de traite et pour les animaux de ferme. Nous avons échantillonné l'eau de plusieurs fermes afin de détecter des phages par une méthode moléculaire. Nous avons également testés la présence de phages dans la poussière des systèmes de ventilation de fermes. De plus, nous avons évalué l'efficacité des UV et de l'ozone pour inactiver des phages lactiques.

#### Résultats

- 1) Nous n'avons pas trouvé de phages lactiques dans les échantillons d'eau et de poussières des fermes.
- 2) Les UV et l'ozone sont très efficaces pour inactiver les phages lactiques dans l'eau.

#### Objectif 3 : Est-ce que les assainisseurs sont efficaces pour inactiver les phages ?

En utilisant une méthode standardisée et développée par l'AFNOR (Association Française de Normalisation), nous avons testé 23 assainisseurs commerciaux de plusieurs fournisseurs accrédités par l'ACIA contre une diversité de phages lactiques. Les assainisseurs analysés incluaient des agents oxydants (peroxyde d'hydrogène, acide peracétique), des agents halogénés (hypochlorite de sodium, dioxyde de chlore), des alcools, des ammoniums quaternaires (dérivés du chlorure de benzalkonium), des acides anioniques (acide phosphorique additionné d'acides organiques), des acides à base d'iode et des amphotères. Ils ont été testés à deux concentrations et également à deux temps de contact, soit 2 et 15 minutes. La première concentration correspondait à la plus faible concentration recommandée par le fournisseur pour un assainissement sans rinçage. La seconde concentration correspondait à la plus haute concentration recommandée. L'efficacité des assainisseurs a été mesurée en présence de matière organique soit 1% de lactosérum ou 1% de lait.

## Objectifs, méthodologies et résultats - suite...

### Résultats

- 1) La présence de lait ou de lactosérum réduit l'efficacité des assainisseurs.
- 2) Les alcools, les composés iodés, l'amphotère et les composés chlorés sont peu efficaces.
- 3) Les acides anioniques, les composés d'ammonium quaternaire, un composé inter-halogéné (Br-Cl), de même que les mélanges commerciaux de peroxyde d'hydrogène, d'acide peracétique et d'acide acétique sont très efficaces.
- 4) Trois produits se sont démarqués pour leur grande efficacité dans toutes les conditions :
  - i) 0,13% et 0,25% de l'agent oxydant D (3-7% acide peracétique, 15-40% acide acétique, 5-10% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 3-7%; 1-octanesulfonic acid, 1-5% octanoic acid)
  - ii) 100 ppm et 200 ppm de BCDMH (60-100% de bromochlorodiméthylhydantoin)
  - iii) 200 ppm et 500 ppm de QAC (10-20% de benzalkonium chloride).

- 5) De plus, nous avons testé l'effet de la soude industrielle (NaOH) et de l'acide nitrique utilisés dans les systèmes CIP. Ainsi, du NaOH à 2.0% à 65°C ainsi que l'acide nitrique 0,4% à 50°C peuvent réduire la concentration de phages de plus de 4 logs.

### Objectif 4 : Est-ce que des facteurs climatiques influencent les contaminations par les phages ?

À notre connaissance, il n'existe aucune étude sur l'influence des saisons sur la présence des phages dans une usine.

### Résultat

Au cours des trois années de ce projet, la contamination des phages a lieu tout au long de l'année dans les usines mais la saison de l'automne semble la plus propice à ce type de contaminations, suivis à égalité du printemps et de l'été. Finalement, l'hiver semble être la saison la moins propice aux contaminations par les phages.

## Applications

Ce projet a généré un ensemble d'informations inédites et utiles qui amélioreront le contrôle des phages à l'usine, et ce, autant pour les petites et les grandes entreprises de transformation laitière. Une utilisation appropriée de ces nouvelles informations et connaissances mènera sûrement à une meilleure stratégie pour la prévention et la gestion du risque lié aux phages et possiblement à d'autres microorganismes dont des pathogènes bactériens et

viraux. Les résultats de nos travaux devraient permettre de réduire les pertes de production et de qualité des produits associés aux fermentations perturbées par les phages. En conséquence, un contrôle adapté des phages assurera une meilleure rentabilité et améliorera la compétitivité des entreprises de transformation laitière. L'impact technico-économique sera variable d'une usine à l'autre.

## Transfert des résultats

La plupart des résultats obtenus sont directement transférable aux entreprises concernées. Nous avons déjà publié deux articles scientifiques sur nos travaux incluant une imposante revue de la littérature dans le prestigieux journal « Microbiology and Molecular Biology

Reviews ». Deux autres articles scientifiques sont présentement en rédaction. Nous avons présenté nos travaux à sept reprises dans des congrès scientifiques.

## Partenaires financiers

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2005-2011) :

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Novalait inc.

**BUDGET TOTAL : 239 801 \$**

## Point de contact

### Responsables du projet :

#### Sylvain Moineau

Université Laval, Faculté des sciences et de génie

Département de biochimie et de microbiologie

Pavillon Vachon, Québec (Québec) G1V 0A6

Téléphone : (418) 656-3712 • Télécopieur : 418-656-2861

Courriel : Sylvain.Moineau@bcm.ulaval.ca

#### Daniel Massé, chercheur

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Centre de recherche et de développement

sur le bovin laitier et le porc (CRDBLP)

2000, rue Collège, C.P. 90, Succ. Lennoxville

Sherbrooke (Québec) G1M 1Z3

Téléphone : (819) 565-9174, poste 128 • Télécopieur : (819) 564-5507

Courriel : massed@agr.gc.ca

### Collaborateurs :

Caroline Duchaine, Céline Campagna, Maxim Moisan

et Geneviève Rousseau, Université Laval

Daniel Verreault, Université Laval/AAC

Éric Pariseau, Université de Sherbrooke/AAC



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

## Étude des caractéristiques technologiques et microbiologiques des laits du terroir québécois destinés à la fabrication de fromages fins

Durée : 07/2008 – 10/2011

### Résumé du projet

L'engouement pour les fromages fins est marqué au Québec puisque c'est ici que les dépenses hebdomadaires moyennes pour ces fromages sont les plus élevées au Canada. Le rattachement au terroir québécois prend de plus en plus d'importance pour les consommateurs. Le présent projet vise à comprendre la typicité microbiologique et technologique de différents laits et fromages fins du terroir québécois et d'utiliser ces résultats afin de régulariser la qualité des fabrications et de valoriser les produits québécois. La gestion particulière d'un troupeau laitier modifie non seulement sa composition microbienne, mais aussi sa composition chimique et a aussi un impact direct sur les propriétés technologiques du lait. En Europe, il a été démontré que plusieurs souches de levures et moisissures typiques du terroir peuvent être isolées et que leurs caractéristiques dépendent en partie de la région géographique où le lait est produit. Ainsi, les laits utilisés pour la fabrication de fromages fins artisanaux renferment une biodiversité de levures et moisissures laitières typiques du Québec, dont on n'a pas encore exploité le potentiel. Dans ce projet, les propriétés technologiques et microbiologiques du lait d'origine artisanale seront déterminées. Les premiers résultats indiquent déjà que plusieurs laits de terroir ont des caractéristiques qui les rendent uniques tant par la composition du lait que par la composition de la microflore secondaire qui s'est révélée très importante. Les résultats indiquent aussi que le lait de certaines fromageries contient une microflore secondaire de levures et moisissures particulière. Cette caractérisation des laits de terroir permettra certainement de mieux comprendre la qualité des fromages fins québécois et d'en régulariser la production.

### Objectifs et méthodologie

Le projet vise à accroître les connaissances technologiques et microbiologiques des laits du terroir afin d'améliorer et régulariser la qualité des fromages fins artisanaux et biologiques québécois.

Les objectifs spécifiques sont :

- d'échantillonner sur 10 mois des fromageries qui transforment le lait d'un seul troupeau;
- de déterminer la qualité microbiologique et les caractéristiques technologiques des laits;
- d'évaluer la diversité des levures et moisissures présentes naturellement dans le lait et déterminer leurs capacités à participer à l'affinage;
- d'identifier des souches de levures et moisissures désirables ayant des capacités probiotiques et comprendre leurs interactions avec la microflore (positive et négative) des fromages.

Nous avons recruté 13 fermes produisant du lait de vache dédié à la fabrication artisanale de fromages de spécialité et un lait industriel de grand mélange. Ces fermes sont réparties dans six régions administratives du Québec. Au total, 107 échantillons de lait ont été obtenus pendant 10 mois, de même que 29 échantillons de fromages fins. Les échantillons ont été documentés en fonction de la race de vache (Holstein, Canadienne, Jersey, Suisses brunes), la localisation des fermes et la technique d'élevage (biologique ou non-biologique). La composition des laits (protéines totales, gras, lactose et solides non gras), la teneur en caséines, la teneur minérale (Ca, P, Mg, K et Na) ainsi que le profil des caséines ont aussi été déterminées.

### Résultats et applications

L'analyse actuelle sur la composition et les propriétés physico-chimiques tend à démontrer que les différentes composantes et propriétés du lait étaient influencées par les saisons et les races. Pour toutes les races, les composantes majeures avaient tendance à être plus élevées pendant l'hiver, diminuaient l'été pour remonter l'automne. De grandes différences ont été observées pour les races. Les teneurs en caséines, protéines sériques, calcium et gras étaient plus élevées chez les laits de la Jersey, suivi par la race Canadienne et la Suisse brune. Les laits les moins riches provenaient de la race Holstein et des laits de grand mélange. Le profil des caséines  $\alpha_{s1}$ ,  $\alpha_{s2}$ ,  $\beta$  et  $\kappa$  était différent selon la race. Le pouvoir tampon était plus élevé chez les laits riches en minéraux et en caséines (Jersey ou Canadienne). La taille des micelles de caséines était plus petite chez les

laits de Jersey et plus grande chez les autres races. La coagulation du lait était plus rapide avec les laits les plus riches en caséines et en calcium (Jersey et Suisse brune) sauf pour le lait de la race Canadienne pourtant riche en caséines et en Ca mais dont la coagulation était similaire au lait de grand mélange, plus faible en caséines. Des analyses plus approfondies sont donc nécessaires pour expliquer cette observation. Pour les trois premiers mois analysés, les résultats démontrent qu'il n'y a aucune différence significative dans la composition entre les laits certifiés biologiques et les laits non biologiques. Enfin, il a été démontré que *Geotrichum candidum* pouvait croître sans problème dans des caillés modèles de type Camembert produits avec 5 laits de terroir, mais que la croûte obtenue était différente selon l'origine du lait.



## Résultats et applications - suite...

L'analyse bactériologique des laits de terroirs a montré que, pour la grande majorité des cas, la qualité microbiologique des laits était très bonne. Les décomptes de levures et moisissures (L&M) obtenus varient entre  $10^1$  et  $10^3$  ufc/ml. Il a été constaté que le lait de certains producteurs maintenait une concentration élevée de L&M durant toute l'année alors que d'autres conservaient une faible concentration de L&M. Afin de dresser un portrait complet des L&M présentes dans le lait et le fromage du terroir québécois, la caractérisation de 600 L&M a été réalisée. Au total, 43 différentes espèces de levures et 42 espèces de moisissures ont été identi-

fiées. Les laits de certains producteurs montrent une dominance d'espèces ayant un potentiel positif pour la fabrication fromagère (ex. une dominance de *Debaryomyces hansenii*). Ceci démontre que certains laits sont plus disposés que d'autres à la fabrication de fromages fins au lait cru en apportant des espèces désirables. Les résultats obtenus suggèrent aussi une biodiversité de la microflore fongique du lait plus importante qu'initialement anticipée. Certaines souches isolées sont en cours de caractérisation afin de déterminer leur potentiel comme cultures d'appoint en transformation fromagère.

## Transfert des résultats

Les participants au projet recevront un bilan des analyses effectuées. Nous avons aussi développé l'expertise dans la caractérisation des microflores fongiques du lait. Cette expertise est disponible sur demande pour les industriels afin d'identifier des L&M (contaminantes ou utiles). Nous avons aussi généré la plus importante banque de souches de L&M laitière au Canada qui pourra servir de référence.

La valorisation des souches désirables isolées dans le cadre de ce projet est aussi envisagée. Finalement, il est aussi prévu de présenter les résultats dans des congrès locaux et internationaux et par la publication d'articles scientifiques.

## Partenaires financiers

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitière (ECI2005-2011) :

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Fonds québécois sur la recherche et la nature et les technologies

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Novalait inc

**BUDGET TOTAL : 250 000 \$**

## Point de contact

**Responsables du projet :**

**Steve Labrie**

Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA)  
Université Laval

2425 rue de l'Agriculture, Québec, (Québec), G1V 0A6

Téléphone : (418) 656-2131 poste 3243

Télécopieur : (418) 656-335

Courriel : [steve.labrie@inaf.ulaval.ca](mailto:steve.labrie@inaf.ulaval.ca)

Web : [www.inaf.ulaval.ca/labrie.html](http://www.inaf.ulaval.ca/labrie.html)

**Claude Champagne**

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Centre de recherche et de développement sur les aliments

3600 boul. Casavant Ouest, Saint-Hyacinthe, Québec J2S 8E3

Téléphone : (450) 773-1105, poste 259

Télécopieur : (450) 773-8461

Courriel : [champagnec@agr.gc.ca](mailto:champagnec@agr.gc.ca)

**Collaborateurs :**

**Daniel St-Gelais et Claude P. Champagne,**

Agriculture et agroalimentaire Canada (CRDA)

**Ismail Fliss,** Université Laval



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
[novalaait@novalaait.ca](mailto:novalaait@novalaait.ca) • [www.novalaait.ca](http://www.novalaait.ca)

## Validation des conditions de viabilité des probiotiques dans les produits laitiers par de nouvelles approches axées sur les caractéristiques métaboliques spécifiques, l'abondance et l'activité relative

Durée : 07/2008 – 10/2012

### Résumé du projet

L'élaboration de produits permettant de conserver la viabilité et l'activité de bactéries probiotiques soigneusement sélectionnées représente un réel défi technologique pour les industriels qui désirent se lancer dans la mise en marché des aliments fonctionnels. La production de fromages contenant des probiotiques est une alternative appropriée et prometteuse à celle des laits fermentés et des yogourts parce que le fromage offre des avantages comme un pH plus élevé, une matrice plus dense et une teneur en matière grasse plus élevée. La définition des probiotiques de la FAO (2002) connue comme étant : « microorganismes vivants qui administrés en quantité adéquate confèrent un bénéfice pour la santé de l'hôte » impose que les probiotiques restent viables tant au niveau de la production de l'aliment, son entreposage et même au moment de sa consommation. Le succès de l'incorporation des bactéries probiotiques dans les fromages dépend des souches utilisées, de l'activité des ferments utilisés dans la fabrication du fromage, de la composition du fromage, et des conditions de fabrication et d'affinage. Des changements de la composition chimique et de la texture peuvent se produire dans les fromages à la suite de l'incorporation des bactéries probiotiques. Maintenir la viabilité des probiotiques dans les produits commerciaux jusqu'à la fin de la durée de conservation est donc un véritable défi. Le présent projet vise donc à déterminer les conditions de viabilité et du maintien des propriétés fonctionnelles des probiotiques dans le lait et les produits laitiers transformés. Les résultats attendus sont la compréhension des facteurs qui affectent la viabilité et l'activité des bactéries probiotiques dans les fromages et le développement d'outils qui seront utiles aux transformateurs laitiers dans le développement de nouveaux produits laitiers.

### Objectifs et méthodologie

L'objectif principal est d'aider le secteur à démontrer que les souches probiotiques ajoutées dans les produits laitiers conservent la capacité de conférer des bénéfices sur la santé. Les objectifs spécifiques sont : 1) à partir d'un système modèle comme le fromage, déterminer l'effet de paramètres comme le pH, la teneur en sel sur l'humidité et la température d'affinage sur la survie des probiotiques ajoutés jusqu'à la fin de la durée de conservation du produit; 2) estimer l'abondance relative de même que l'activité relative des différentes populations microbiennes présentes dans le produit laitier et 3) identifier les caractéristiques métaboliques qui définissent de nouvelles souches probiotiques ajoutées aux produits ou présents dans le microbiote intestinal.

1. Conditions de viabilité des probiotiques dans un modèle fromage. Les souches probiotiques sélectionnées sont choisies en fonction de leur utilisation actuelle ou éventuelle dans les produits laitiers. (*Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* Bb-12, *Lactobacillus rhamnosus* R011 et *Lactobacillus helveticus* R052). Pour déterminer les paramètres ayant un impact sur la viabilité et l'activité des probiotiques dans un fromage, un caillé modèle « slurry » lyophilisé est utilisé. Le caillé modèle sera donc produit avec du glucono-delta-lactone (GDL) selon une méthode développée au CRDA. Les conditions étudiées avec les caillés modèles sont le pH, le rapport sel / humidité (S/H) et les températures d'entreposage. Des combinaisons de souches sont testées de même les souches seules avec et sans la présence de *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*.

2. Déterminer l'abondance relative et l'activité relative des souches probiotiques dans les produits laitiers. L'impact de l'ajout de souches simples de bactéries probiotiques sur la composition physicochimique et microbiologique globale des fromages de type cheddar sera étudié de même que l'impact du procédé de fabrication fromagère de type cheddar sur l'activité et la survie de bactéries probiotiques

documentées à l'aide de méthodes moléculaires. Quatre fabrications de fromage cheddar seront faites simultanément au laboratoire pilote du département des Sciences des aliments et de Nutrition à l'Université Laval. Une fabrication ne contiendra que le ferment, les trois autres fabrications contiendront, en plus, une des souches probiotiques sélectionnées à un taux d'inoculation permettant l'obtention de  $1 \times 10^9$  cellules par portion de 30 g de fromage (selon les recommandations de Santé Canada). La viabilité sera évaluée par des comptes selon les méthodes classiques de dénombrement sur plaques, des comptes sur milieux sélectifs ainsi qu'à l'aide de méthodes moléculaires comme la PCR en temps réel qui permet de quantifier l'ADN ou l'ARN rétro-transcrit. L'ARN est une molécule très instable qui a une demi-vie de 40 s à 20 min. Elle n'est transcrite de l'ADN que dans les cellules vivantes et peut donc être corrélée à un nombre de bactéries viables. L'utilisation du propidium monoazide (PMA) permettrait de quantifier les bactéries viables via l'ADN, qui est une molécule plus stable et plus facile à travailler que l'ARN. Le PMA s'intercale entre les chaînes d'ADN double brin pour bloquer l'amplification, mais ne traverse pas la membrane cellulaire intacte des bactéries viables, permettant de les distinguer des bactéries non-viables. Les deux méthodes seront comparées (ARN vs ADN).

3. Caractères génétiques des cultures probiotiques. Des techniques de typage moléculaire de bactéries seront développées comme la technique MLST (Multilocus Sequence Typing) basée sur le séquençage de plusieurs gènes de référence. Cette méthode est utile pour l'identification des espèces et des sous-espèces de bifidobactéries et de lactobacilles. D'autres méthodes sont nécessaires pour le typage comme la méthode de génotypage RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) couplée à l'électrophorèse capillaire (séquenceur ABI 3100) de même que la méthode appelée « multilocus variable-number tandem repeats (VNTR) analysis (MLVA) », utile pour le typage de groupes homogènes de bactéries lactiques et probiotiques.

## Résultats et applications

1. Nouvelles connaissances : Impact des conditions de fabrication du fromage cheddar sur l'activité métabolique des bactéries probiotiques. Aucun article scientifique ne relate une telle approche de compréhension des principaux paramètres de fabrication fromagère sur la viabilité et l'activité des cultures probiotiques ajoutées. Il s'agit d'une avancée scientifique et une preuve de concept importante de l'utilisation de méthodes moléculaires pour l'étude des performances de diverses cultures probiotiques en fabrication fromagère. Ce projet permettra une identification de biomarqueurs moléculaires permettant de prédire les performances des souches probiotiques aux cours de la fabrication du fromage cheddar.
2. Applications : Les travaux permettront de mieux comprendre le comportement des probiotiques dans la matrice alimentaire qu'est le fromage cheddar. Les nouvelles méthodes utilisées donneront des résultats plus complets et plus représentatifs de la réalité que les permettraient les méthodes microbiologiques conventionnelles. En comprenant quelles étapes du procédé influencent le plus l'activité et la viabilité des bactéries probiotiques, il sera plus facile de contrôler la qualité du produit fini et de conserver des bactéries probiotiques prêtes à procurer des avantages bénéfiques aux consommateurs. Ces travaux donneront des informations de pointe pouvant inciter les industriels du secteur laitier à investir dans la mise en place d'études cliniques.

## Transfert des résultats

La diffusion des résultats sera effectuée par le biais de publications scientifiques ainsi que d'affiches et de présentations orales lors de congrès locaux et internationaux. Le délai de présentation des premiers résultats est évalué à un an. Deux étudiantes au 2<sup>ième</sup> cycle (Véronique Dussault-Lepage et Gabrielle Gagné) seront formées afin d'enrichir l'expertise déjà présente en industrie.

## Partenaires financiers

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2005-2011) :

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Novalait inc.

**BUDGET TOTAL : 248 724\$**

## Point de contact

**Responsable du projet :**

**Denis Roy**

Centre de recherche STELA

Université Laval

Sainte-Foy (Québec), G1V 0A6,

Téléphone : (418) 656-2131 poste 3098

Télécopieur : (418) 656-3353,

Courriel : Denis.roy@inaf.ulaval.ca

**Collaborateurs :**

**Daniel St-Gelais**, Agriculture et agroalimentaire Canada (CRDA)

**Gisèle LaPointe**, Université Laval



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

## Impact de suppléments d'acide folique et de vitamine B<sub>12</sub> en période prépartum et début de lactation sur la productivité des troupeaux québécois

Durée : 07/2009 – 10/2012

### Résumé du projet

La période péripartum est une période critique pour la vache laitière, l'augmentation de la consommation alimentaire ne parvenant pas à combler l'augmentation rapide des besoins pour la lactation. Contrairement aux non-ruminants, la vache doit fabriquer le glucose dont elle a besoin, principalement à partir du propionate produit par les fermentations ruminales. La vitamine B<sub>12</sub> est essentielle à l'utilisation du propionate par la vache pour cette synthèse du glucose. Un supplément combiné d'acide folique et vitamine B<sub>12</sub> augmente la production de lait et de ses composants sans que la consommation alimentaire ne soit modifiée. Ce supplément augmente aussi la quantité de glucose fabriquée par la vache. Un supplément de vitamine B<sub>12</sub> seul ne semble pas produire les effets du supplément combiné d'acide folique et vitamine B<sub>12</sub>. Les effets de l'acide folique sur la survie embryonnaire et le taux de conception sont connus chez d'autres espèces mais ces effets peuvent être bloqués par un manque de vitamine B<sub>12</sub>. Chez la vache laitière, la combinaison d'un apport en acide folique et vitamine B<sub>12</sub> pourrait aussi avoir un impact sur la reprise de l'activité ovarienne après le vêlage, via leurs rôles sur le métabolisme énergétique. D'autre part, des études ont montré que, chez l'humain, le statut en vitamine B<sub>12</sub> est corrélé à la consommation de produits laitiers. Par conséquent, une démonstration expérimentale de la faisabilité d'augmenter la concentration de vitamine B<sub>12</sub> dans le lait en conditions commerciales, serait un argument supplémentaire pour améliorer encore plus la perception favorable du public envers le lait. L'hypothèse du présent projet est que des suppléments d'acide folique et vitamine B<sub>12</sub> pendant la période prépartum et le début de la lactation améliorent l'efficacité du métabolisme énergétique réduisant ainsi les pertes liées aux conséquences d'un bilan énergétique négatif sur la production et la reproduction de la vache laitière tout en améliorant la qualité nutritionnelle du lait.

### Objectifs et méthodologie

Les objectifs de ce projet sont 1) d'évaluer sur la ferme l'effet de suppléments d'acide folique et vitamine B<sub>12</sub> sur la concentration en vitamine B<sub>12</sub> du lait; 2) de déterminer la rentabilité économique de ce supplément vitaminique pour les troupeaux laitiers du Québec; 3) d'évaluer les effets de suppléments d'acide folique et de vitamine B<sub>12</sub>, seuls ou combinés, sur l'efficacité du métabolisme du glucose et de déterminer l'effet d'un supplément combiné d'acide folique et vitamine B<sub>12</sub> sur 4) la reprise de l'activité ovarienne postpartum et 5) la qualité des follicules dominants entre 40 et 100 jours postpartum. Les objectifs 1 et 2 visent à valoriser les données recueillies dans le cadre d'un projet réalisé en fermes commerciales sur près de 1000 vaches. Les vaches des troupeaux qui participent à l'étude recevront des injections intramusculaires hebdomadaires de 1) sérum physiologique (témoin) ou de 2) vitamine B<sub>12</sub> et d'acide folique, de 3 semaines avant la date du vêlage jusqu'à 8 semaines de lactation. Les données récoltées sont : la production de lait et des composants (mensuelle), la cote de chair (hebdomadaire), l'incidence des maladies métaboliques, le jour en lait à la première saillie et le taux de conception. Le premier objectif permettra de déterminer si le supplément permet d'augmenter la concentration de vitamine B<sub>12</sub> dans le lait et d'évaluer les effets de facteurs, comme le stade de lactation et l'alimentation, sur la réponse observée. L'étude économique (objectif 2) permettra d'évaluer s'il serait avantageux pour les producteurs d'utiliser ce supplément vitaminique dans le contexte québécois. Pour chaque entreprise visitée lors de l'étude en ferme, un budget partiel

sera réalisé pour calculer l'impact de ces suppléments de vitamines sur le bénéfice de ces fermes afin de déterminer, pour chacune d'elles, un seuil de rentabilité en fonction du coût des suppléments de vitamines et/ou de la mise en marché possible d'un lait enrichi. Pour atteindre l'objectif 3, selon un dispositif en blocs complets, 24 vaches multipares seront assignées selon leur production laitière lors de la lactation précédente à 4 traitements : 1) Témoin; ou des suppléments 2) d'acide folique seul; 3) de vitamine B<sub>12</sub> seule; ou 4) des deux vitamines. Les suppléments de vitamines seront administrés hebdomadairement par voie intramusculaire de 3 semaines avant la date prévue du vêlage jusqu'à 9 semaines de lactation. En plus, des variables zootechniques usuelles, à la semaine 8 de lactation, le flux corporel de glucose sera mesuré à l'aide d'infusions dans une veine jugulaire de glucose enrichi de deutérium. Pour chacun des objectifs 4 et 5, 24 vaches multipares seront assignées, tel que décrit à l'objectif 3, aux traitements : 1) Témoin; ou 2) supplément combiné de vitamines. Des échantillons de lait et de sang seront prélevés pour caractériser la reprise de l'activité ovarienne et l'activité hormonale. L'objectif 4 déterminera le moment de la reprise de l'activité ovarienne, le type d'activité ovarienne, la dynamique de développement folliculaire et les profils hormonaux en lien avec le métabolisme de la reproduction. L'objectif 5 évaluera le développement folliculaire et la qualité des follicules ovariens, principalement par une approche génomique.

## Résultats et applications

Le projet en fermes commerciales a débuté en février 2010 et les dosages de vitamine B<sub>12</sub> dans le lait débiteront à l'été 2010. L'objectif 2 débutera lorsque la phase animale en fermes commerciales sera terminée, en décembre 2010. Une étudiante à la maîtrise a été recrutée pour la réalisation de l'objectif 5 dont la phase animale débutera en mai prochain. Les phases animales pour atteindre les objectifs 3 et 4 débiteront respectivement à l'hiver 2011 et à l'automne 2010.

Vu l'approche intégrée proposée dans ce projet, le producteur aura une vision de l'impact global de cette nouvelle pratique. Lors de la mise en marché de vitamines protégées de la dégradation dans le rumen, ces données économiques lui permettront d'évaluer la rentabilité de ces produits sous ses conditions de régie. La mise en marché d'un lait enrichi en vitamine B<sub>12</sub> ajoutera à la notion d'aliment santé du lait. De plus, ce projet permettra la formation de personnel hautement qualifié ayant une bonne connaissance du lien nutrition et reproduction chez la vache laitière; connaissance essentielle au développement du secteur laitier québécois.

## Transfert des résultats

Le transfert des résultats de ce projet se fera prioritairement par les canaux «traditionnels» de diffusion des résultats: publication d'articles scientifiques et techniques et présentation des résultats à des congrès scientifiques ou à des réunions de vulgarisation (ex : Symposium bovins laitiers). De plus, grâce à la réalisation du projet en fermes commerciales et à la collaboration de Valacta, ces résultats seront directement et rapidement transférables aux producteurs laitiers et à l'industrie de l'alimentation animale.

## Partenaires financiers

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2005-2011) :

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Novalait inc.

**BUDGET TOTAL : 250 000 \$**

## Point de contact

**Responsables du projet :**

**Jean-Paul Laforest**

Université Laval

Département des sciences animales Pavillon Paul-Comtois

2425, rue de l'Agriculture, Québec, Québec, G1V 0A6

Téléphone : 418-656-2131, poste 3496

Télécopieur : 418-656-7806

Courriel : Jean-Paul.Laforest@fsaa.ulval.ca

**Christiane L. Girard**

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Centre de recherche et de développement

sur le bovin laitier et le porc (CRBLP)

C.P. 90, Succ. Lennoxville, Sherbrooke, Québec J1M 1Z3

Téléphone : 819-565-9174, poste 233

Télécopieur : 819-564-5507

Courriel : Christiane.Girard@agr.gc.ca

**Collaborateurs :**

**Doris Pellerin, François Richard**, Université Laval,

**Hélène Lapierre**, Agriculture et Agroalimentaire Canada (CRBLP)

**Daniel Lefebvre, Jean Durocher**, Valacta



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

## Développement de nouveaux complexes protéiques fonctionnels par chauffage des protéines du lactosérum en présence de solides du babeurre

Durée : 07/2009 – 10/2012

### Résumé du projet

Il est connu que l'incorporation de babeurre aux caillés de type présure diminue leur fermeté et ralentit leur vitesse de formation. Nos travaux antérieurs ont montré que ces effets sont modulés par les traitements thermiques appliqués en cours de production du babeurre. Or, dans la mesure où certains constituants du babeurre réagissent avec les protéines du lactosérum sous l'effet du chauffage, nous avons posé l'hypothèse que la co-dénaturation du babeurre et des protéines du lactosérum conduirait à la formation de complexes dont il serait possible de contrôler l'humidité. Ces derniers pourraient non seulement améliorer les propriétés sensorielles des produits laitiers, mais aussi, de par leur contenu en molécules bioactives, améliorer leur potentiel comme aliment-santé.

### Objectifs et méthodologie

Le but de ce projet est de développer de nouveaux complexes protéiques fonctionnels (technologiquement et physiologiquement) en optimisant les interactions entre les protéines du lactosérum et les constituants du babeurre. Les objectifs du projet sont : 1- Caractériser les interactions induites par le chauffage entre les protéines du lactosérum et les constituants du babeurre; 2- Évaluer les performances des complexes protéiques en fromagerie et dans un modèle de gel acide (yogourt); 3- Évaluer le potentiel-santé des complexes protéiques suivant leur digestion gastro-intestinale.

Une étude préliminaire nous a permis d'identifier les conditions optimales de formation des agrégats. Des lots de lactosérum et de babeurre frais ont été concentrés jusqu'à une teneur finale en protéines de 9.5%. La co-dénaturation a été réalisée à des ratios lactosérum:babeurre de 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 et 0:100. Les mélanges ont été ajustés à pH 4.6, puis chauffés à 90°C pendant

20 min. Après refroidissement, les mélanges ont été homogénéisés selon 4 passes à 9500 psi. Le taux d'agrégation, l'hydratation, la taille particulaire et les propriétés rhéologiques ont été mesurés pour caractériser les complexes formés. L'effet de l'ajout de N-éthylmaleimide (blocage des groupements thiols libres) et de l'application d'ultrasons (30% de 20 KHz) pendant le chauffage sur les caractéristiques d'agrégation a aussi été mesuré. Les complexes issus des conditions optimales de co-dénaturation seront évalués dans un fromage modèle et dans un gel acide de type yogourt.

En parallèle à ces travaux de nature technologique, une portion des complexes formés a été conservée afin de comparer leur potentiel bioactif suite à leur digestion gastro-intestinale (pepsine-trypsine). Des activités biologiques comme la capacité antioxydante et le potentiel de solubilisation du cholestérol micellaire seront déterminés *in vitro*.

### Résultats et applications

La co-dénaturation des protéines du lactosérum et du babeurre a permis d'augmenter significativement le taux d'agrégation des complexes en fonction du taux de babeurre présent dans le mélange, passant de 70% à 85%. Aussi, le taux d'hydratation des complexes formés à partir d'un mélange contenant 75% de babeurre était significativement inférieur à celui des complexes formés à partir des concentrés de babeurre ou de lactosérum seuls. Des résultats préliminaires ont montré que le diamètre des agrégats était compris entre 1 et 10 µm, permettant ainsi d'envisager la réincorporation de ces complexes dans une matrice fromagère. L'application d'un traitement ultrasons pendant la dénaturation thermique a permis de modifier les taux d'agrégation et d'hydratation, la consistance et l'indice d'écoulement des dispersions de complexes. L'usage d'ultrasons pourrait donc permettre d'adapter les caractéristiques des complexes selon les applications ciblées.

Les premières données *in vitro* sur des complexes formés indiquent que le procédé de co-dénaturation améliore légèrement l'activité antioxydante du babeurre et du lactosérum avant digestion, tel que déterminé par la méthode ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity). Par ailleurs, les résultats obtenus montrent qu'une digestion successive par la pepsine (2 h) et par la trypsine (3 h) améliore significativement la capacité antioxydante du babeurre et du lactosérum, avec une augmentation des valeurs initiales de plus de 400 fois.

La première retombée de ce projet sera d'augmenter l'utilisation des sous produits de la transformation du lait (babeurre et lactosérum) en alimentation humaine. Ces nouvelles perspectives permettront des retombées monétaires autant pour les producteurs que les transformateurs laitiers.

## Transfert des résultats

Ce projet permet d'envisager de nouvelles approches technologiques pour l'utilisation du babeurre en fromagerie et ainsi, d'en augmenter sa valeur commerciale. Les membres de ce projet utilisent les divers véhicules de transfert disponibles pour atteindre les entreprises pouvant exploiter les résultats de cette recherche. Les résultats seront présentés à des congrès (American Dairy Science Annual Meeting, Denver, USA, juillet 2010, Colloque STELA 2011) et publiés dans des revues scientifiques. Les outils de transfert de Novalait inc., du Centre STELA/INAF et du CRDA seront également exploités.

## Partenaires financiers

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2008-2014) :

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Novalait inc.

**BUDGET TOTAL : 217 000 \$**

## Point de contact

### Responsables du projet :

#### Yves Pouliot

Université Laval

Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA)

Pavillon Paul-Comtois, Local 2322-C, Québec (Québec) G1K 7P4

Téléphone : (418) 656-2131, poste 5988

Télécopieur : (418) 656-3353

Courriel : Yves.Pouliot@inaf.ulaval.ca

#### Michel Britten

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Centre de recherche et de développement sur les aliments (CRDA)

3600, boul. Casavant Ouest, St-Hyacinthe (Québec) J2S 8E3

Téléphone : (450) 768-3235

Télécopieur : (450) 773-8461

Courriel : michel.britten@agr.gc.ca

### Collaborateurs :

Sylvie Gauthier, Université Laval

Maxime Saffon, Valérie Conway, étudiants, Université Laval

Éva Gatineau, Stagiaire, IUT-Quimper, France



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

## Compréhension de la relation entre la microstructure du lait et des produits laitiers et leurs propriétés nutritionnelles

Durée : 07/2009 – 10/2012

### Résumé du projet

Les aliments sont des mélanges complexes de nutriments qui ont subi des traitements industriels variés pouvant influencer leur valeur nutritive réelle après consommation. Pour qu'un nutriment exerce son effet nutritionnel dans l'organisme, il doit être libéré de l'aliment (bioaccessibilité), transporté à travers la membrane épithéliale de l'intestin (biodisponibilité), puis métabolisé par le foie ou un autre organe cible. Il est donc important de délaisser l'approche descriptive des aliments comme source de nutriments essentiels et d'évoluer vers la compréhension du rôle des interactions entre les composés nutritionnels et leur organisation structurale dans les aliments et ce, de manière à évaluer l'effet de ces paramètres sur les mécanismes de digestion et les effets physiologiques réels des aliments pour l'organisme. Alors que les procédés technologiques (homogénéisation, chauffage, gélification, etc.) et les structures physico-chimiques (composition interfaciale, agrégation, etc.) ont été jusqu'à présent étudiés en vue de contrôler la stabilité et les qualités sensorielles d'un aliment, ils doivent maintenant être pris en considération pour les aspects santé des aliments. Ce projet vise à établir le lien entre les caractéristiques physiques des matrices laitières et la bioaccessibilité/biodisponibilité des nutriments en utilisant le yogourt et le fromage comme modèle de produits laitiers. Ce projet permettra de comprendre les qualités différentielles des matrices du lait et des produits laitiers comme source de nutriments et les effets de la composition et des procédés de fabrication des produits laitiers sur les caractéristiques du bol alimentaire et la cinétique de libération des nutriments. Il sera ainsi possible d'optimiser les caractéristiques des produits pour accroître leur valeur nutritionnelle et influencer positivement la santé des consommateurs.

### Objectifs et méthodologie

Le but de ce projet est d'établir le lien entre les caractéristiques physiques des matrices laitières et la bioaccessibilité/biodisponibilité des nutriments. Les objectifs suivants seront réalisés :

1. **Étude à l'aide d'un système modèle des propriétés des matrices alimentaires dans l'environnement gastro-intestinal.**
2. **Étude des facteurs de composition et de procédé sur le comportement des gels présure (fromage) dans l'environnement gastro-intestinal, et sur la bioaccessibilité et la biodisponibilité des nutriments liposolubles (acides gras, vitamine D).**
3. **Étude des facteurs de composition et de procédé sur le comportement des gels acides (yogourts) dans l'environnement gastro-intestinal, et sur la bioaccessibilité et la biodisponibilité des protéines et des acides aminés.**

Le projet nécessite une première étape de mise au point d'un système modèle des étapes gastrique et duodénale de la digestion permettant de prélever des échantillons afin de suivre la cinétique de libération des composés protéiques et lipidiques étudiés et de suivre l'évolution des caractéristiques physiques du bol alimentaire pendant la digestion (chyme). Le système sera mis au point en utilisant des échantillons commerciaux. Par la suite, des produits laitiers modèles seront préparés en variant les paramètres à l'étude pour chaque type de produits, soit la dimension des globules gras et la composition de la membrane pour les fromages, ainsi que la teneur en protéines totales, leur nature et leur taux de dénaturation et la présence de polysaccharides (pectine et amidon) et de fibres ( $\beta$ -glucan et inuline) pour les yogourts. Les matrices ayant influencé le profil cinétique de bioaccessibilité des nutriments seront évaluées *in vivo* à l'aide d'un modèle animal.

### Résultats et applications

Des modèles de digestion *in vitro* simples ont été mis en place pour l'étude des matrices liquides (laits et yogourts) et solides (fromages).

Le premier modèle et a été validé en étudiant des laits pasteurisés et stérilisés. Il a été possible de constater une digestion plus lente des protéines du lait stérilisé en accord avec une étude récente réalisée chez l'humain et qui a démontré une cinétique d'apparition différente des acides aminés dans le plasma. La migration sur gel SDS-PAGE des chymes de lait obtenus avec notre modèle simple *in vitro*, montre que les caséines et la  $\beta$ -lactoglobuline disparaissent plus rapidement pour

un lait stérilisé qu'un lait pasteurisé, et ce, dès l'étape gastrique. Les caséines de yogourts commerciaux composés de polysaccharides (PS) ont été digérées plus rapidement au niveau gastrique par rapport à celles d'un yogourt sans PS, ce qui est contraire aux résultats de plusieurs études sur la digestion de ces protéines en présence de PS, hors matrice alimentaire. Les prochains travaux viseront l'étude de l'effet du traitement thermique des protéines, du ratio caséines/protéines de lactosérum et du polysaccharide présent (nature et concentration) sur les propriétés rhéologiques du bol alimentaire et la cinétique de digestion (profil SDS-PAGE, apparition des peptides).



## Résultats et applications - suite...

Le deuxième modèle permet d'étudier la dégradation des matrices solides pendant la digestion. La séparation physique d'échantillons du chyme permet de quantifier la cinétique d'érosion, d'absorption d'eau, et de libération d'huile des matrices fromagère pendant la digestion. L'état de dispersion de l'huile libérée et le taux de lipolyse sont également mesurés. Les travaux de validation sont en cours sur le fromage Cheddar et visent à mesurer l'effet de l'âge du fromage sur la cinétique de dégradation digestive et de libération des nutriments lipidiques. Les résultats seront corrélés avec les propriétés rhéologiques des fromages. La prochaine étude portera sur l'effet de la matrice fromagère sur la cinétique de libération de nutriments liposolubles (Vitamine D).

A court terme ce projet permettra :

- **D'accroître nos connaissances de base**
  - sur le rôle des matrices et des procédés, sur les propriétés nutritionnelles du lait et des produits laitiers permettant ainsi de positionner les produits laitiers pour leur bénéfice santé et de connaître les aspects à améliorer.
  - Sur la bioaccessibilité des composés lipidiques (acides gras et vitamine D) et des protéines et l'influence de plusieurs paramètres de procédés (homogénéisation, chauffage) et de formulation (ratio caséine-protéine sérique, présence de polysaccharides commerciaux, vitamine D), sur celle-ci;
- **Le développement et la validation d'une approche *in vitro* basée sur les étapes de digestion et permettant une première évaluation comparative avant de faire des études animales et humaines plus coûteuses.**

## Transfert des résultats

La diffusion des résultats sera effectuée par le biais de publications scientifiques ainsi que d'affiches et de présentations orales lors de congrès locaux et internationaux. Les outils de transfert de Novalait, du Centre STELA/INAF et d'Agriculture Canada seront également exploités.

## Partenaires financiers

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2008-2014) :

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Novalait inc.

**BUDGET TOTAL : 250 000 \$**

## Point de contact

**Responsables du projet :**

**Sylvie Turgeon**

Université Laval

Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA)

2425 rue de l'agriculture

Pavillon Paul-Comtois, Local 1316, Québec (Québec) G1V 0A6

Téléphone : (418) 656-2131, poste 4970

Télécopieur : (418) 656-3353

Courriel : sylvie.turgeon@fsaa.ulaval.ca

**Michel Britten**

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Centre de recherche et de développement sur les aliments (CRDA)

3600, boul. Casavant Ouest, St-Hyacinthe (Québec) J2S 8E3

Téléphone : (450) 768-3235

Télécopieur : (450) 773-8461

Courriel : michel.britten@agr.gc.ca

**Collaborateurs :**

**Laure Rinaldi, Érik Ayala Bribiesca,**

étudiants au doctorat, Université Laval

**Sophie Lamothe,** assistante de recherche, Université Laval

**Marie-Michelle Corbeil,** stagiaire COOP, Université de Sherbrooke



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

### Résumé du projet

Le haut taux de réforme involontaire des vaches laitières est l'un des principaux freins à la rentabilité des fermes laitières québécoises. Le tarissement est une période déterminante pour la vache laitière. Des changements dramatiques se produisent dans la glande mammaire pendant cette période. En effet, la glande mammaire passe par une phase d'involution active et, après une phase stationnaire plus ou moins longue, par une phase de préparation à la prochaine lactation. La phase d'involution active est exceptionnellement longue (environ 30 jours) chez le bovin. Ceci est probablement lié au fait que la vache est déjà gestante au moment de l'arrêt de la traite et qu'elle produit encore une quantité considérable de lait. Après l'arrêt de la traite, la glande mammaire continue à synthétiser du lait ce qui provoque un engorgement et souvent des fuites de lait facilitant l'entrée de microorganismes. Il a été établi que le risque d'une infection intramammaire au vêlage augmente de 77 % pour chaque 5 kg de lait produit au-dessus de 12,5 kg au moment de l'arrêt de la traite. Comme de nos jours il n'est pas rare de tarir des vaches produisant plus de 30 kg, on comprend qu'il serait très utile de développer une approche non stressante pour l'animal, réduisant la synthèse du lait avant le tarissement. Par ailleurs, la période de transition est une période critique pour la vache laitière où les problèmes de santé sont fréquents. Cette recherche veut s'attaquer à ce problème en facilitant l'adoption d'une période de tarissement courte, une approche pouvant diminuer l'incidence de problèmes de santé lors de la période de transition suivante. Cependant, le tarissement court nécessite de trouver des méthodes capables d'accélérer l'involution de la glande mammaire au cours du tarissement, afin de permettre une préparation optimale de la glande pour la lactation suivante. Deux types d'approches seront explorées afin d'accélérer l'involution. Une première approche est de diminuer la production laitière au moment de l'arrêt de la traite par une diminution de la force du signal de synthèse du lait. Une autre approche consiste à accélérer la mise en place des mécanismes permettant la régression de la glande mammaire. Selon les résultats des objectifs précédents, les stratégies les plus efficaces seront utilisées dans un contexte de période de tarissement courte.

### Objectifs et méthodologie

Ce projet de recherche s'inscrit dans un programme de recherche visant à mieux comprendre les processus biologiques impliqués dans le contrôle de la glande mammaire afin de développer des outils et des façons de faire permettant d'améliorer la santé et la longévité de nos vaches.

Objectifs spécifiques : 1) Evaluer l'impact de stratégies diminuant la force du signal lactogénique sur le déroulement de l'involution. 2) Mesurer l'effet de l'administration intramammaire d'agents chemoattractants sur le déroulement de l'involution. 3) Mesurer l'impact d'une accélération de l'involution combinée à une période de tarissement courte sur la production laitière subséquente et les paramètres métaboliques pendant la période de transition.

Dans une première expérience, nous avons testé le concept qu'une inhibition du signal lactogénique provoque une réduction de la production laitière et accélère l'involution. Pour ce faire, 16 vaches en fin de lactation ont reçu des injections quotidiennes d'eau (témoins) ou d'une substance pouvant inhiber le signal lactogénique de 3 jours avant le tarissement à 4 jours après celui-ci. Des échantillons de lait ont été prélevés aux traites des 5 derniers jours précédant le tarissement. Après celui-ci, des échantillons de sécrétions mammaires ont été récoltés manuellement 1, 3, 5, 7, 10 et 14 jours après la dernière traite. Ces échantillons serviront à l'évaluation des concentrations de certains indicateurs de l'involution.

Dans une deuxième expérience, 12 vaches en fin de lactation seront utilisées. Après la dernière traite, chaque vache aura un quartier infusé avec 1 g de lactoferrine, 0.1 g d'un hydrolysate de caséines ou 50 mg de concanavoline. Le quatrième quartier recevra une infusion de solution saline et servira de témoin. Des échantillons de lait et de sécrétions mammaires seront récoltés -1, 0, 1, 3, 5, 7, 10 et 14 jours après la dernière traite. Ces échantillons serviront à l'évaluation des concentrations de certains indicateurs de l'involution.

Dans une troisième expérience, nous inhiberons le signal lactogénique par manipulation de la photopériode (durée du jour et de la nuit). Pour ce faire, 36 vaches recevront l'un des traitements suivants : 1) une photopériode de jours longs, 2) une photopériode de jours très courts (4L:4D:2L:14D) débutant 2 semaines avant le tarissement et 3) une photopériode de jours longs + mélatonine.

Selon les résultats des objectifs précédents, les stratégies les plus efficaces seront utilisées dans un contexte de période de tarissement courte.

## Résultats et applications

Nous espérons, par cette recherche, valider le concept qu'il est possible d'accélérer l'involution de la glande mammaire au tarissement. Dans cette optique, nous testerons diverses approches qui peuvent, à court ou moyen termes, être utilisées à la ferme. De plus, une fois le concept validé, il sera possible de poursuivre les recherches afin de trouver d'autres façons d'arriver à ce résultat.

Dans un deuxième temps, nous déterminerons si l'accélération de l'involution est avantageuse dans un contexte de période de tarissement courte.

## Transfert des résultats

Le plan de transfert et de valorisation des résultats variera en fonction de ceux-ci. En effet, si une pratique de régie de troupeau telle que la photopériode s'avère intéressante, les résultats pourront être directement transférés aux producteurs via les canaux habituels que sont les articles de vulgarisations et les présentations aux producteurs. Cepen-

dant, certains autres résultats pourraient faire l'objet de protection de propriété intellectuelle et d'exploitation commerciale. Éventuellement, les résultats feront l'objet de publications scientifiques.

## Partenaires financiers

Entente de collaboration pour l'innovation en production et transformation laitières (ECI2008-2014) :

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Novalait inc.

**BUDGET TOTAL : 250 000 \$**

## Point de contact

### Responsables du projet :

**Xin Zhao**

Université McGill

Département de sciences animales

2111 Lakeshore rd, Ste-Anne de Bellevue, QC, H9X 3V9

Téléphone : (514) 398-7975

Télécopieur : (514) 398-7964

Courriel : xin.zhao@mcgill.ca

### Pierre Lacasse

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Centre de recherche et de développement

sur le bovin laitier et le porc

200 route 108 Est, C.P. 90, Lennoxville, Québec J1M 1Z3

Téléphone : (819) 565-9174, poste 236

Télécopieur : (819) 564-5507

Courriel : lacassep@agr.gc.ca

### Collaborateur :

**Vilceu Bordignon**, Université McGill



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

## Grille d'évaluation des coûts de production et d'utilisation des fourrages dans les fermes laitières québécoises

Durée : 06/2009 – 08-2011

### Résumé du projet

Plusieurs recherches ont démontrées l'intérêt de valoriser les fourrages sur les fermes laitières québécoises. Cependant, l'application des connaissances apportées par la recherche n'est pas toujours optimale sur les fermes. Plusieurs facteurs peuvent être en cause, dont le peu d'outils disponibles pour cibler adéquatement ce qui est à améliorer dans la gestion des fourrages. Dans cette optique, ce projet de recherche vise à développer un outil diagnostique, sous forme de grille d'évaluation, permettant de cibler les lacunes dans la gestion fourragère des fermes laitières. Dans cette grille, les paramètres ayant le plus d'influence sur la valorisation des fourrages ont été cernés et regroupés en trois catégories, soit la productivité au champ, le coût de production et l'utilisation à la ferme des fourrages. Au printemps 2010, la grille sera validée par des intervenants du milieu et au cours de l'été 2010, la grille sera testée sur au moins vingt fermes laitières commerciales du Québec. Les fermes seront choisies de façon à représenter les principaux systèmes fourragers de la province. En complément au développement de la grille, les producteurs participants seront interrogés pour étudier leurs freins et leurs motivations à l'adoption des pratiques proposées par la grille. En effet, il est connu que le processus d'adoption de nouvelles pratiques est complexe et peu de recherches se sont penchées sur l'aspect humain de l'adoption technologique. Suite au projet, les producteurs laitiers et leurs conseillers auront accès à un outil simple et efficace qui facilitera la détermination des points à améliorer dans la valorisation des fourrages sur chaque ferme. Grâce aux résultats de la grille, ils auront la possibilité de mettre en place des stratégies appropriées à leur ferme pour en faire des entreprises plus performantes.

### Objectifs et méthodologie

Les objectifs du projet sont :

- 1) **Développer, à partir des connaissances actuelles, une grille d'évaluation du coût de production et de la valorisation des fourrages.**
- 2) **Transférer efficacement l'information scientifique sur les fourrages en fournissant un outil diagnostique.**
- 3) **Parfaire les connaissances sur les motivations et les freins à l'adoption des nouvelles technologies par les producteurs.**

Avec la collaboration d'experts, une grille d'évaluation ciblant les paramètres majeurs influençant la valorisation des fourrages a été développée. Cette grille sera maintenant validée auprès d'intervenants du milieu agricole. Elle sera ensuite testée sur vingt fermes laitières commerciales représentatives des différentes situations de production retrouvées au Québec. Des améliorations pourront être apportées à l'outil grâce au testage et aux commentaires des intervenants du milieu. Une fois obtenus les résultats des fermes participantes au projet, une évaluation des motivations et des freins à l'adoption des pratiques par les producteurs sera effectuée. Finalement, les résultats de l'étude et la grille seront diffusés.

### Résultats et applications

Au terme du projet, un outil pour effectuer un diagnostic à la ferme de la gestion fourragère, du champ à l'étable, sera accessible aux producteurs laitiers québécois. L'outil regroupera l'ensemble des connaissances sur le lait fourrager et la valorisation des fourrages. Il permettra aux producteurs de bénéficier des connaissances scientifiques sur les fourrages en étant appelés à évaluer leurs pratiques et à identifier leurs points à améliorer. De plus, le volet sur l'adoption

permettra, dans le contexte de valorisation des fourrages, d'approfondir les connaissances sur les motivations et les freins des producteurs laitiers face à la mise en place de nouvelles pratiques. Ces connaissances pourront servir à raffiner l'approche utilisée pour le transfert d'information aux producteurs. Finalement, l'étudiante à la maîtrise, Marie-Christine Coulombe, acquiert une expertise sur la valorisation des fourrages grâce à ce projet.

## Transfert des résultats

En plus de la diffusion de leurs résultats aux fermes participantes, la grille d'évaluation du coût de production et de l'utilisation des fourrages sera mise en ligne sur le site d'Agri-Réseau avec des explications pour son utilisation et des pistes de solution pour améliorer l'efficacité d'utilisation des fourrages sur les fermes laitières. Il est aussi prévu qu'un article de vulgarisation sera publié dans une revue québécoise telle, Le producteur de lait québécois. Des conférences pourront également être données lors de colloques pertinents que ce

soit dans un cadre régional ou provincial. Les résultats de l'étude seront aussi présentés lors d'une rencontre scientifique. Finalement, les principaux partenaires du projet diffuseront les résultats par leurs canaux respectifs.

## Partenaires financiers

Programme du Réseau de fermes pilotes :  
Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec  
et conseils sectoriels de l'Ontario, du Manitoba,  
du Nouveau-Brunswick, de la Colombie-Britannique,  
de l'Île du Prince-Édouard, de Terre-Neuve et Labrador,  
de la Saskatchewan et de la Nouvelle Écosse

Conseil québécois des races laitières

Les Producteurs laitiers du Canada

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries  
et de l'Alimentation du Québec

Novalait inc.

**BUDGET TOTAL : 72 018 \$**

## Point de contact

**Responsable du projet :**

**Édith Charbonneau**

Département des sciences animales

2425 rue de l'Agriculture

Université Laval, QC, G1V 0A6

Téléphone : 418-656-2131 poste 12762

Télécopieur : 418-656-3766

Courriel : edith.charbonneau@fsaa.ulaval.ca

**Collaborateurs :**

**Doris Pellerin, Guy Allard et Diane Parent**, Université Laval

**Philippe Savoie**, Agriculture et Agroalimentaire Canada

**René Roy et Daniel Lefebvre**, Valacta

**Caroline Collard**, CGA Chaudière-Etchemin

**Marielle Laferrière**, Club de fertilisation de la Beauce



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

## Validation de l'utilisation et de l'interprétation des tests d'estérase leucocytaire pour le diagnostic à la ferme d'endométrite clinique et subclinique chez la vache laitière

Durée : 06/2009 – 08/2011

### Résumé du projet

La performance reproductive des vaches est un point important dans le suivi d'élevage laitier et la rentabilité des entreprises agricoles. Malgré l'importance accordée à ce sujet les éleveurs constatent depuis plusieurs années une détérioration de la fertilité des vaches laitières. Les infections utérines contribuent de façon importante à la baisse de fertilité du cheptel laitier. L'endométrite en période post-partum est une source significative d'infertilité des vaches laitières, à cause de son association avec l'interruption de la fonction normale de l'utérus et des ovaires.

Si le diagnostic d'endométrite clinique est seulement basé sur la présence d'écoulements visibles à la vulve (sans examen vaginal), un grand pourcentage de cas ne sont pas détectés et demeurent non traités. Pour sa part, l'endométrite subclinique se caractérise par une infection utérine en absence d'écoulements visibles qui doit être diagnostiquée par la cytologie de l'endomètre. Les méthodes diagnostiques disponibles pour cette condition pathologique (biopsie, bactériologie, cytologie) doivent être analysées en laboratoire, de sorte que le diagnostic précis d'endométrite subclinique est rarement possible à la ferme et la décision de traiter l'animal au moment de la visite du vétérinaire devient difficile.

Des études récentes ont démontré qu'une technique innovatrice de la mesure de l'enzyme estérase d'origine leucocytaire sur les sécrétions utérines représente une approche effective dans le diagnostic de l'endométrite (clinique et subclinique), par rapport aux méthodes existantes parce que le test est rapide et facilement réalisable à la ferme.

### Objectifs et méthodologie

**Objectif #1 :** Validation du test d'estérase leucocytaire pour le diagnostic de l'endométrite clinique et subclinique chez la vache laitière en période post-partum.

**Objectif #2 :** Déterminer l'efficacité d'un traitement de l'endométrite subclinique et clinique en période post-partum sur les performances futures de la reproduction des vaches laitières et sur la résolution de l'inflammation utérine.

**Objectif #3 :** Caractériser et quantifier l'effet de l'endométrite clinique et subclinique en période post-partum en termes de facteurs de risque et de performances de la reproduction des vaches laitières pour maximiser les interventions auprès des animaux et l'efficacité technico-économique de la ferme laitière.

L'étude observationnelle de type ponctuelle sera effectuée dans 30 troupeaux de 50 vaches et plus, inscrits au programme DS@HR, et faisant déjà l'objet d'une visite de médecine préventive bimensuelle de la part d'un médecin vétérinaire. Un minimum de 500 vaches avec une endométrite (subclinique et clinique) seront incluses dans l'étude pour un total de 1500 vaches examinées. Les vaches de toutes parités en période postpartum devront être examinées une fois soit entre le 28<sup>e</sup> et 35<sup>e</sup> jour suivant le vêlage. Durant ce premier examen, toutes les vaches subiront un examen vaginal, transrectal, cytologique (cyto-brush endométriale) et biochimique (estérase) sur le contenu utérin. Le diagnostic de gestation sera fait par palpation transrectal ou échographie de l'utérus entre 35 et 40 jours de gestation et confirmé deux semaines plus tard selon le protocole habituel de médecine préventive de la ferme. Les données de la reproduction et l'information de réforme seront notées pour une période minimum de 8 mois après le moment d'inclusion de l'animal pour l'année en cours.

### Résultats et applications

Les résultats de la présente étude permettront aux médecins vétérinaires de diagnostiquer à la ferme avec précision et certitude une endométrite subclinique. Compte tenu que la vache au prise avec cette infection utérine ne présente pas d'écoulements vaginaux, il est normalement impossible d'établir un diagnostic précis lors d'un examen de routine (examen transrectal). De plus, le test devrait permettre de

préciser le diagnostic d'endométrite clinique. Les résultats pourront être appliqués à court terme dans les fermes laitières. Avec un diagnostic rapide de l'endométrite, la vache au prise avec l'infection pourra être traitée plus rapidement et efficacement, augmentant du fait même ses chances de concevoir plus rapidement après le vêlage.

## Transfert des résultats

Des séances d'informations et de formations sont prévues pour les producteurs laitiers et les médecins vétérinaires participants au projet de recherche. Au début de l'implantation du projet, des visites sont également prévues pour s'assurer du bon fonctionnement des visites et des prélèvements. En plus des discussions téléphoniques, de réunions, et des visites lors de l'implantation du projet, un support technique permanent sera disponible durant toute la période du

projet pour la réalisation du protocole. Comme les techniques utilisées sont relativement simples pour un médecin vétérinaire et qu'elles cadrent bien durant une visite régulière de médecine préventive, l'implantation du protocole devrait être relativement simple.

## Partenaires financiers

Programme du Réseau de fermes pilotes :  
Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec  
et conseils sectoriels de l'Ontario, du Manitoba,  
du Nouveau-Brunswick, de la Colombie-Britannique,  
de l'Île du Prince-Édouard, de Terre-Neuve et Labrador,  
de la Saskatchewan et de la Nouvelle Écosse

Conseil québécois des races laitières

Les Producteurs laitiers du Canada

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries  
et de l'Alimentation du Québec

Novalait inc.

**BUDGET TOTAL : 78 750 \$**

## Point de contact

**Responsable du projet :**

**Réjean C. Lefebvre**

Faculté de médecine vétérinaire (FMV)

Université de Montréal

3200 rue Sicotte, Saint-Hyacinthe (Québec) J2S 4T7

Téléphone : (450) 773-8521 ext 8514

Courriel : rejean.lefebvre@umontreal.ca)

**Collaborateurs :**

**Émile Bouchard, Jocelyn Dubuc, Luc DesCôteaux,**

Université de Montréal (FMV)



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

## Évaluation d'un traitement sélectif au tarissement basé sur les résultats d'une culture bactériologique du lait à la ferme à l'aide des Petrifilm® chez les vaches ayant un bas comptage de cellules somatiques

Durée : 06/2009 – 08/2011

### Résumé du projet

La majorité des antibiotiques utilisés dans les troupeaux laitiers le sont pour le traitement et la prévention de la mammite bovine. En Amérique du Nord, les traitements antibiotiques au tarissement sont recommandés de façon universelle pour toutes les vaches d'un troupeau suite à la dernière traite. Ce traitement aide à guérir les infections intra-mammaire présentes au moment du tarissement ainsi qu'à prévenir les nouvelles infections intra-mammaires en début de tarissement. L'utilisation préventive des antibiotiques en production animale est toutefois controversée en raison des risques de résistance bactérienne et de résidus d'antibiotiques. De nouveaux produits non-antibiotiques sont maintenant disponibles pour lutter contre la mammite. Un de ces produits est un scellant interne appliqué par voie intra-mammaire qui forme une barrière physique pendant le tarissement jusqu'au vêlage. Également, des milieux de culture bactériologiques sélectifs utilisables à la ferme sont maintenant disponibles. Les Petrifilm® sont des milieux de culture peu coûteux et facile d'interprétation qui ont été démontrés efficaces en 24h pour la détection des bactéries dans le lait de vache. Certains troupeaux laitiers réussissent à maintenir un comptage de cellules somatiques (CCS) du troupeau sous 250 000 cellules/ml et le nombre de vaches non infectées au tarissement est donc élevé dans ces troupeaux. Ces troupeaux bien contrôlés pourraient potentiellement utiliser un traitement intra-mammaire sélectif au tarissement sans affecter négativement la santé globale du troupeau ou la production laitière. Les avantages d'un traitement sélectif au tarissement incluent une diminution des coûts, une diminution de la quantité d'antibiotique utilisée et par conséquent, une diminution des risques de présence de résidus antibiotiques et de résistance bactérienne. À ce jour, nous avons 194 vaches inscrites dans le groupe contrôle et 191 vaches dans le groupe culture. Dans le groupe culture, 95 (49,7%) vaches sont catégorisées négatives et ont reçues seulement qu'une infusion de scellant interne dans les 4 quartiers.

### Objectifs et méthodologie

Le but du projet est d'évaluer l'utilité des milieux de cultures Petrifilm® pour cibler les traitements intra-mammaires au tarissement chez les vaches laitières dans les troupeaux avec un bas CCS du réservoir. Notre hypothèse est que les Petrifilm permettront de mieux cibler les traitements au tarissement et permettra de réduire l'usage des antibiotiques dans les troupeaux laitiers. L'objectif principal de notre étude est de comparer la proportion de nouvelles infections au vêlage entre le groupe contrôle et le groupe culture. Environ 1000 vaches provenant de 6 troupeaux laitiers du Québec et de 10 troupeaux de l'Île du Prince Édouard ont été recrutés pour participer à l'étude. Les vaches seront divisées en 2 groupes de façon aléatoire. Un premier groupe sera le groupe contrôle positif recevant une infusion d'antibiotique au tarissement combiné à une infusion de scellant interne dans les 4 quartiers suite à la dernière traite (groupe contrôle). Le

deuxième groupe sera un groupe traitement basé sur les résultats du Petrifilm (groupe culture). Dans le groupe culture, les vaches ayant un résultat positif au Petrifilm (croissance bactérienne) recevront une infusion d'antibiotique au tarissement suivie d'une infusion de scellant interne dans les 4 quartiers tandis que les vaches ayant un résultat négatif au Petrifilm recevront une infusion de scellant interne dans les 4 quartiers. Des échantillons de lait par quartier seront prélevés le jour précédant le tarissement et envoyés congelés au laboratoire pour culture bactériologique. Des échantillons de lait par quartier seront aussi prélevés au jour 3 ou 4 de la lactation suivante ainsi qu'entre les jours 4 et 18 de lactation. Les échantillons seront congelés et envoyés au laboratoire pour culture bactériologique. Un échantillon de lait prétraitement sera prélevé pour tous les cas de mammites cliniques durant les premiers 120 jours de lactation.

### Résultats et applications

À ce jour, nous avons 194 vaches inscrites dans le groupe contrôle et 191 vaches inscrites dans le groupe culture. Dans le groupe culture, 96 (50,3%) vaches sont catégorisées positives et ont reçues une infusion d'antibiotique au tarissement suivie d'une infusion de scellant interne dans les 4 quartiers, tandis que 95 (49,7%) vaches sont catégorisées négatives et ont reçues une infusion de scellant interne dans les 4 quartiers. Ce projet permettra de développer un outil de prise de décision à la ferme pour le traitement au tarissement des vaches laitières. La culture à la ferme à l'aide des Petrifilm permettra d'appliquer à court terme un traitement ciblé au tarissement chez les vaches

ayant un historique de CCS bas et n'ayant pas eu de mammite clinique durant la lactation. Ceci permettra de diminuer de manière significative l'usage des antibiotiques au tarissement, entraînant ainsi une économie pour les producteurs, une réduction des risques de présence de résidus antibiotiques et des risques de résistance antimicrobienne. Ce projet permettra la promotion de l'utilisation plus judicieuse des antibiotiques au tarissement et pourrait potentiellement avoir un impact positif sur la perception par le public de l'industrie laitière québécoise et canadienne.



## Transfert des résultats

Une diffusion des résultats sera faite autant au niveau des médecins vétérinaires que des producteurs laitiers et de leurs divers conseillers. Le fait que les membres de l'équipe de recherche proviennent de milieux francophones et anglophones permettra une diffusion très large des résultats. Une publication de vulgarisation des résultats dans la revue Le producteur de lait québécoise ainsi que dans The milk producer et/ou Western dairy digest sera effectuée. Une publication scientifique dans une revue internationale comme Journal of Dairy

Science est également prévue. Des démarches seront entreprises afin d'effectuer une présentation au Symposium sur les bovins laitiers du CRAAQ et dans d'autres journées laitières ainsi que dans des congrès vétérinaires locaux et internationaux (par exemple : OMVQ, AABP, NMC).

## Partenaires financiers

Programme du Réseau de fermes pilotes :  
Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec  
et conseils sectoriels de l'Ontario, du Manitoba,  
du Nouveau-Brunswick, de la Colombie-Britannique,  
de l'Île du Prince-Édouard, de Terre-Neuve et Labrador,  
de la Saskatchewan et de la Nouvelle Écosse

Conseil québécois des races laitières

Les Producteurs laitiers du Canada

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries  
et de l'Alimentation du Québec

Novalait inc.

**BUDGET TOTAL : 80 003 \$**

## Point de contact

**Responsable du projet :**

**Jean-Phillipe Roy**

Faculté de médecine vétérinaire

Université de Montréal

3200 rue Sicotte, C.P. 5000, St-Hyacinthe, QC, J2S 7C6

Téléphone : (450)773-8521-8467

Télécopieur : (450)778-8120

Courriel : Jean-philippe.roy@umontreal.ca

**Collaborateurs :**

**Marguerite Cameron**, étudiante à la maîtrise

**Greg Keefe**, Atlantic Veterinary College, IPE



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca

## Validation du test de laboratoire PCR pour l'identification rapide dans le lait des bactéries responsables de la mammite

Durée : 09/2009 – 03/2011

### Résumé du projet

La culture bactérienne d'un échantillon de lait est la méthode traditionnellement utilisée pour identifier les bactéries responsables de la mammite. Toutefois, une nouvelle technique nommée « amplification multiplexe en chaîne par polymérase » ou test « PCR multiplexe », permettant d'identifier plusieurs agents pathogènes à la fois, fait depuis peu son apparition sur le marché. Cette technique est plus rapide à exécuter que la culture. De plus, elle a le potentiel d'être plus précise, car elle reconnaît spécifiquement l'ADN de la bactérie, viable ou non. Ce projet vise à évaluer la fiabilité de trois trousse PCR multiplexes commercialisées ou sur le point de l'être. Jusqu'à maintenant, 1 626 échantillons de lait provenant de cas de mammites cliniques ainsi que 1 500 échantillons de lait provenant de vaches d'apparence normale ont été prélevés de la Cohorte nationale des fermes laitières du Réseau canadien de recherche sur la mammite bovine (RCRMB) et analysés par PCR dans un laboratoire de l'University of Tennessee, Knoxville, États-Unis. Une collaboration avec SafeGuard Biosystems Inc., Toronto, Canada et Finnzymes Oy, Espoo, Finlande a également été mise en place afin de valider leur système PCR. Tous les échantillons ont préalablement été soumis à une culture bactérienne dont les résultats seront comparés avec ceux des analyses PCR. D'après les résultats préliminaires, il semblerait que le test PCR soit légèrement plus performant que la culture en ce qui a trait à la détection de *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis*, *Escherichia coli* et *Streptococcus agalactiae*. Ce projet permettra aux producteurs, vétérinaires et intervenants du secteur laitier de bien comprendre les rôles que peuvent jouer le test PCR et la culture bactérienne dans le diagnostic et la surveillance de la mammite.

### Objectifs et méthodologie

L'objectif de ce projet est de déterminer les probabilités d'avoir de faux résultats avec la technique PCR et la culture bactérienne lors de la détection des bactéries responsables de mammite dans les échantillons de lait. L'équipe dispose d'environ 5 000 échantillons de lait prélevés dans les quelques 91 troupeaux de la Cohorte nationale des fermes laitières du RCRMB. Tous les échantillons ont d'abord été soumis à une culture bactérienne dont les résultats seront ensuite comparés avec ceux des analyses PCR. Ce projet vise à valider trois trousse PCR. La première trousse provient d'un laboratoire de l'University of Tennessee, Knoxville, États-Unis. Les bactéries recherchées sont : *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis*, *Escherichia coli* et *Streptococcus agalactiae*. Une collaboration avec SafeGuard Biosystems Inc., Toronto, Canada et Finnzymes Oy, Espoo, Finlande a également été mise en place. Ces dernières trousse sont capables de détecter plus de 11 bactéries à la fois.

Un sondage formel auprès d'une dizaine d'experts en diagnostic de la mammite du Canada et des États-Unis est en cours d'élaboration. Ce sondage permettra d'obtenir de l'information sur le niveau de connaissances actuel des taux de faux positifs et de faux négatifs pour les différentes techniques PCR et la culture de routine. Cette information sera par la suite incorporée dans des analyses statistiques afin de faire des estimations plus précises sur les probabilités de faux résultats. Les analyses viseront également à savoir si la façon d'interpréter les résultats, le degré de sévérité de la mammite, le moment de l'échantillonnage et la présence d'autres bactéries influencent les probabilités de faux résultats chez le test PCR et la culture bactérienne.

### Résultats et applications

L'utilisation de la culture bactérienne implique un temps d'incubation qui engendre des délais d'obtention des résultats à la ferme. La rapidité du test PCR engendrerait une diminution du délai entre l'identification de la bactérie et le diagnostic final, permettant ainsi une intervention plus rapide du médecin vétérinaire traitant. Advenant la supériorité potentielle de la précision du test PCR et bien avant que cette technique soit utilisée à plus grande échelle, cette méthode

devra être parfaitement validée pour bien comprendre les taux de résultats faux négatifs et faux positifs du test dans une population réelle de vaches laitières. Les uns comme les autres ont un impact important à la ferme, car un mauvais diagnostic peut donner lieu à une décision de gestion inappropriée.

## Résultats et applications - suite...

Jusqu'à maintenant, 1 626 échantillons de lait provenant de cas de mammites cliniques ainsi que 1 500 échantillons de lait provenant de vaches d'apparence normale ont été prélevés de la Cohorte nationale des fermes laitières du RCRMB et analysés par PCR dans un laboratoire de l'University of Tennessee, Knoxville, États-Unis. Des analyses préliminaires et exploratoires ont été réalisées. Selon ces résultats, le test PCR semble plus sensible que la culture bactérienne pour détecter la présence de 4 bactéries dans les échantillons provenant de mammites cliniques. Les proportions de résultats positifs obtenus par l'entremise du PCR versus la culture sont : *Staphylococcus aureus*, 15% vs 13%; *Escherichia coli*, 13% vs 8.6%; *Streptococcus uberis*, 9.3% vs 4.6%; *Streptococcus agalactiae*, 0.8% vs 0.0%. Néanmoins, les pourcentages d'accord ajustés entre les résultats du PCR et de la culture étaient relative-

ment haut pour la détection de *S. aureus* (0.84), *Str. uberis* (0.84) et *Str. agalactiae* (.98), mais plus bas pour *E. coli* (0.73). Il est également intéressant de noter que 8% des échantillons classifiés comme étant négatifs à la culture étaient positifs pour *E. coli* au PCR. Dans ce même ordre d'idées, près de 4% des échantillons classifiés comme étant négatifs à la culture étaient positifs pour *S. aureus* au PCR. Finalement, les analyses nous indiquent que le degré de sévérité de la mammites semble influencer, dans certains cas, la performance du test PCR et de la culture. En effet, celles-ci révèlent que la sensibilité du test PCR et de la culture diminuerait en moyenne de 8% lorsque l'échantillon de lait mammitique provient d'une vache pour laquelle le quartier est enflé versus un quartier non enflé.

## Transfert des résultats

Une fois le projet terminé, un article scientifique sera soumis pour publication. Des propositions de conférences seront soumises dans différents congrès. De plus, les résultats et conclusions du projet seront divulgués par les outils de transfert du RCRMB (site web, bulletin, brochure, parution dans la revue « Le Producteur de lait québécois », etc.) dans les 6 mois suivant la fin du projet.

## Partenaires financiers

Agence de santé publique du Canada  
Agriculture et Agroalimentaire Canada  
Alberta Milk  
Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada  
Dairy Farmers of New Brunswick  
Dairy Farmers of Nova Scotia  
Dairy Farmers of Ontario  
Dairy Farmers of Prince Edward Island  
Les Producteurs laitiers du Canada  
Le Réseau laitier canadien  
Novalait inc.  
Technology PEI inc.  
Université de Montréal  
University of Prince Edward Island

**BUDGET TOTAL : 265 488\$**

## Point de contact

### Responsables du projet :

#### Daniel Scholl

Université de Montréal  
Faculté de médecine vétérinaire (FMV)  
3200 rue Sicotte, Saint-Hyacinthe (Québec) J2S 2M2  
Téléphone : (450) 773-8521, poste 8605  
Télécopieur : (450) 778-8179  
Courriel : daniel.scholl@umontreal.ca  
Site internet : www.reseaumammite.org

#### Marie-Ève Paradis

Université de Montréal  
Faculté de médecine vétérinaire  
3200 rue Sicotte, Saint-Hyacinthe (Québec) J2S 2M2  
Téléphone : (450) 773-8521, poste 8621  
Courriel : marie-eve.paradis.1@umontreal.ca

### Collaborateurs :

**Jean-Philippe Roy et Luc DesCôteaux**, Université de Montréal (FMV)  
**Stéphen Olivier**, University of Tennessee  
**Ian Dohoo et Kristen Reyher**, University of Prince Edward Island  
**Trevor DeVries**, University of Guelph  
**Herman Barkema**, University of Calgary



2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Tél. : (418) 527-7947 • Téléc. : (419) 527-5957  
novalait@novalait.ca • www.novalait.ca







Merci aux collaborateurs financiers :

Québec 

- Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation



Agriculture et  
Agroalimentaire Canada

Agriculture and  
Agri-Food Canada



**NOVALAIT**  


2750, rue Einstein, bureau 220-A, Québec (Québec) G1P 4R1  
Téléphone : (418) 527-7947 • [novalait@novalait.ca](mailto:novalait@novalait.ca) • [www.novalait.ca](http://www.novalait.ca)