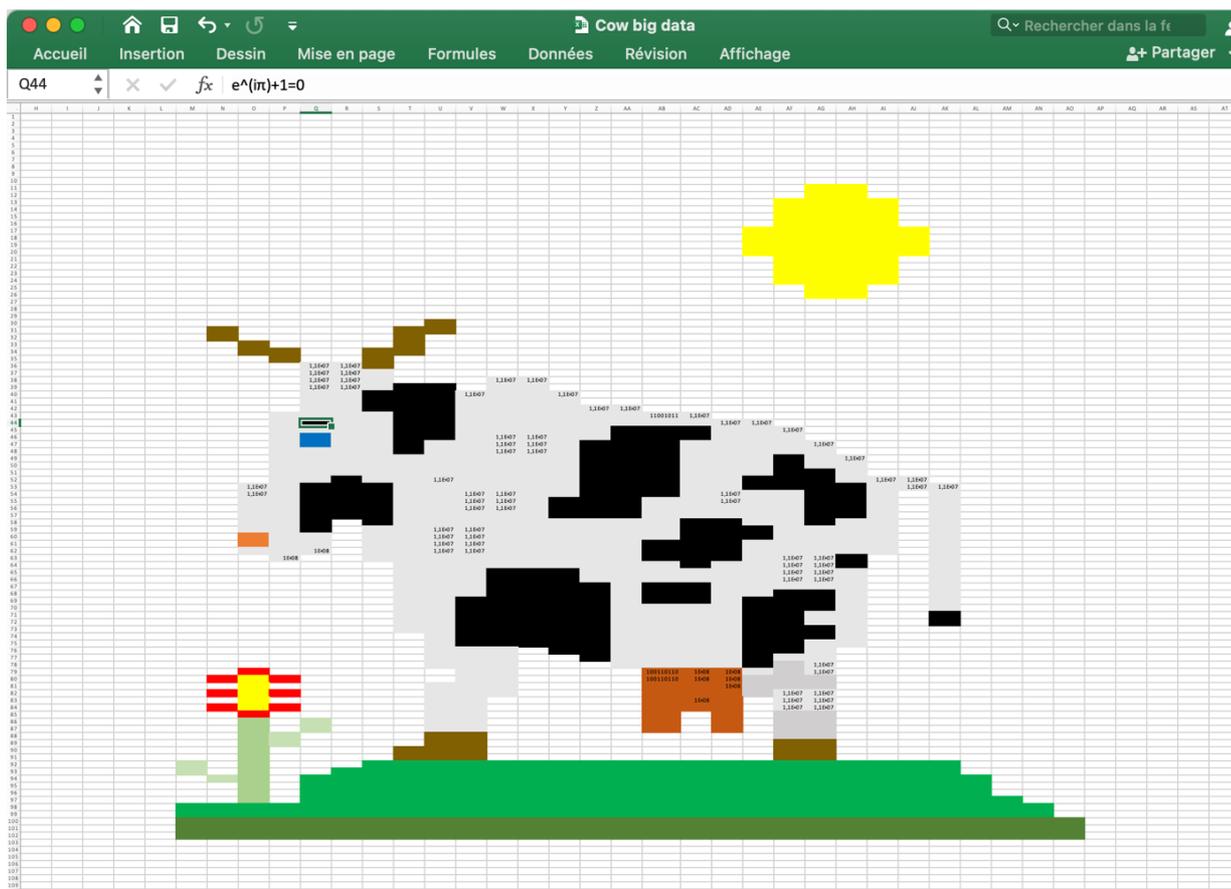


"Glande mammaire lait" / Galactinnov

7-8 novembre 2022
Institut Agro Rennes-Angers
Campus de Rennes



Institut Agro Rennes – Angers

Campus de Rennes

65, rue de Saint Briec

35000 Rennes

Amphithéâtre Roux

Bâtiment 15

Déjeuner du 7 novembre:

Espace de co-working de l'UMR 1253 STLO, bâtiment 32*

Déjeuner du 8 novembre:

Bâtiment B11*

Pour suivre la réunion en distanciel

l'application utilisée sera « Zoom »

7 novembre:

<https://inrae-fr.zoom.us/j/94828784235?pwd=WVFHQWFrb3h3NzZ2eCt2U2RNWEtWdz09>

8 novembre:

<https://inrae-fr.zoom.us/j/98357869008?pwd=bEtuS1pxU1dFbEc2SllOMUxRRmpVdz09>

*** Plan en fin de brochure**

ORGANISATEURS

Sergine Even

sergine.even@inrae.fr

Eric Chanat

Eric.chanat@inrae.fr

Pierre Germon

pierre.germon@inrae.fr

Josée Labrie

josee.labrie@umontreal.ca

Illustration première de couverture
Eric Chanat

13:30 Accueil

13:50 Introduction

Composition fine du lait, Structure-fonction des composants du lait en lien avec la qualité

14:00 La supplémentation lipidique en alimentation de la vache laitière et son impact sur la production, la composition et les propriétés technologiques du lait
M. Landry, M. Blouin, M. Gareau-Vignola, M. Guyart, F. Huot, J. Chamberland, G. Brisson, D.E. Santschi, É. Paquet, D.E. Rico, P.Y. Chouinard, R. Gervais*

14:30 LIPOMEC: vers une meilleure compréhension des mécanismes contrôlant la dégradation de la matière grasse laitière
C. Hurtaud*, L. Bernard, P. Trossat, M. Gelé, S. Meurisse, A. Barbat, D. Boichard, H. Larroque, A. Oudotte, J.L. Poulet, A. Thierry, M. Boutinaud, M. Delosière, A. Rau, M. Bonnet, C. Cebo*

15:00 Variation de la concentration du lait en vitamine B2 chez les vaches laitières nourries avec des régimes contrastés
L. Auzance*, B. Martin, C. Delbes, I. Verdier-Metz, M. Bouchon, M.C. Michalski, M. Duplessis, M. Popova, J. Ronholm, B. Graulet

15:30 La composition en microARN du lait sous influence des races bovines
S. Le Guillou, O. Sidibe, A. Leduc, J. Laubier, D. Laloe, Y. Falconnier, F. Le Provost, C. Leroux

16:00 Les ingrédients protéiques laitiers : impact de leur origine et leur transformation sur la structure et la digestion de matrices complexes telle que les formules infantiles
L. Chauvet, O. Ménard, Y. Le Gouar, J. Jardin, M. Hennetier, T. Croguennec, M. Van Audenhaege, D. Dupont, M. Lemaire, I. Le Huërou-Luron, A. Deglaire

16:30 Pause

Modélisation, big data et systèmes d'élevage

17:00 Impact des communautés bactériennes et de leur pilotage dans la gestion des mammites chez la vache laitière : présentation du projet « EcoSA »
H. Lirot, P. Gasqui, L. Crespin, X. Bailly, A. Bompard

17:30 Présentation de l'état d'avancement du projet « EQUICELL » utilisant les résultats du Contrôle Laitier de 6764 élevages bovins laitiers du Québec suivis de 2006 à 2020.
P. Gasqui, R. Lacroix, S. Dufour

18:00 Développement d'une interface de benchmarking pour monitorer l'utilisation des antibiotiques dans les fermes laitières québécoises
A. Albaaj*, H. Lardé, N. Millar, M. Sautié-Castellanos, D. Francoz, J-P. Roy, C. Aenishaenslin, S. Buczinski, S. Dufour

18:30 Cloture

- 9:30 Accueil
- 9:50 Introduction
- Transformation, microbiologie du lait et des produits laitiers
- 10:00 Caractérisation des biofilms laitiers des systèmes de traite par une approche culturomique
M. Gagnon*, S. Jean, E. Guévremont, S. Dufour, D. Roy
- Bien-être et santé animale I
- 10:30 Mammmites bovines à *Escherichia coli* et *Streptococcus uberis* : quels rôles pour les cellules épithéliales et les macrophages dans le contrôle de l'infection ?
E. Doz, R. Prado Martins, F.B. Gilbert, M. Ferter, C. Gitton, D. De Moura-Rodrigues, P. Rainard, N. Winter, P. Germon*
- 11:00 Pause
- 11:30 Effets de la supplémentation en antioxydants sur les fonctions des cellules mammaires et immunitaires chez les vaches laitières
A. Corset, A. Boudon, A. Remot, P. Germon, A. Baldi, M. Boutinaud
- 12:00 Evaluation of the antibacterial and anti-inflammatory effects of *Thymus Capitatus* against mastitis
R. Nehme, E. Vanbergue, S. Even, H. Falleh, R. Ksouri, S. Bouhallab, L. Rault, L. Abdennebi-Najar
- 12:30 Repas
- Bien-être et santé animale II
- 14:00 Étude observationnelle longitudinale du taux de lactose du lait selon le statut infectieux intra-mammaire et nutritionnel des vaches laitières
A. Hamon, S. Dufour, C. Hurtaud, J. Guinard-Flament
- 14:30 Impacts sur l'utilisation des antibiotiques et l'antibiorésistance d'une réglementation restreignant l'utilisation des antibiotiques
Simon Dufour, Nikky Millar, Maud de Lagarde, Marie Archambault, Cécile Aenishaenslin, Marie-Ève Paradis Ahmad Albaaj, Jonathan Massé, Jean-Philippe Roy, David Francoz, John Morris Fairbrother
- 15:00 Pause
- 15:30 Mammmites : approches expérimentales pour le diagnostic, le traitement et la prévention
F. Malouin*, S. Dufour, C. Ster **Conférence Vidéo En Ligne**
- 16:00 Concept « une seule santé » - « un seul biofilm »
M. Jacques*, F. Malouin **Conférence Vidéo En Ligne**
- 16:30 Épidémiologie génomique d'isolats de *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* de troupeaux laitiers canadiens : événements d'infection multiple et preuve de transmission entre les troupeaux
A. Byrne, S. Ollier, K. Tahlan, F. Biet, N. Bissonnette* **Conférence Vidéo En Ligne**
- 17:00 Cloture



Résumés

La supplémentation lipidique en alimentation de la vache laitière et son impact sur la production, la composition et les propriétés technologiques du lait

M. Landry^{1,2}, M. Blouin¹, M. Gareau-Vignola¹, M. Guyart³, F. Huot^{1,2}, J. Chamberland¹, G. Brisson¹, D.E. Santschi⁴, É. Paquet^{1,2}, D.E. Rico^{2,5}, P.Y. Chouinard^{1,2}, et R. Gervais^{1,2*}

1- Université Laval, Québec, Canada

2- Op+Lait, Québec, Canada

3- Institut Agro, Rennes, France

4- Lactanet, Québec, Canada

5- CRSAD, Deschambault, Québec, Canada

L'ajout de suppléments lipidiques commerciaux aux rations pour vaches laitières est pratique courante. La haute valeur calorique de ces ingrédients permet de soutenir les besoins élevés des vaches en début de lactation. Le profil en acides gras (AG) des suppléments lipidiques qu'on retrouve sur le marché a un impact significatif sur la teneur et la composition du gras laitier. Des études antérieures ont montré que l'ajout de gras saturés à la ration diminue le ratio caséine:protéine totale, et donc le rendement fromager. Aussi, le profil en AG du lait est déterminant pour ce qui est des rendements lors de la fabrication du beurre. Très peu de travaux ont toutefois comparé les différents suppléments d'AG saturés actuellement utilisés dans l'alimentation de la vache en regard de leurs effets sur les propriétés technologiques du lait et son aptitude à la transformation, que ce soit en fabrication fromagère ou beurrière. Une première expérience nous a permis d'établir que les effets d'une supplémentation en acide palmitique (16:0) dans la ration et de la fréquence de traite étaient indépendants. La supplémentation en 16:0 a augmenté la production de lait et de gras chez les vaches en début de lactation tout en modifiant le profil en AG du lait. Aucun effet sur la taille des globules gras ni la concentration en AG libres n'a été observé. Traire les vaches trois fois plutôt que deux fois par jour a augmenté la production laitière et tendait à diminuer le taux butyreux du lait. La fréquence de traite et la modification du profil lipidique de la ration n'ont pas eu d'effets marqués sur la fabrication fromagère. Les changements dans le profil en AG du lait ont toutefois modifié certaines propriétés du beurre, dont sa dureté mesurée en laboratoire. D'autres essais sont en cours afin de vérifier les impacts de suppléments lipidiques de composition variée sur la production et la composition du lait et ses propriétés technologiques et de valider si ces impacts peuvent être modulés par les autres ingrédients de la ration. Enfin, les données de ces différents essais serviront au développement d'un outil d'analyse des propriétés technologiques du lait utilisables en conditions commerciales.

LIPOMECC: vers une meilleure compréhension des mécanismes contrôlant la dégradation de la matière grasse laitière

C. Hurtaud¹, L. Bernard², P. Trossat³, M. Gelé⁴, S. Meurisse⁴, A. Barbat⁵, D. Boichard⁵, H. Larroque⁶, A. Oudotte³, J.L. Poulet⁴, A. Thierry⁷, M. Boutinaud¹, M. Delosière², A. Rau⁵, M. Bonnet², and C. Cebo⁵

1- PEGASE, INRAE, Institut Agro, 35590, Saint-Gilles, France

2- Université Clermont Auvergne, INRAE, VetAgro Sup, UMR Herbivores, 63122, Saint-Genes-Champanelle, France

3- Actalia-Cecalait, Rue de Versailles, 39800 Poligny, France

4- Institut de l'Élevage, 75595, Paris cedex 12, France

5- Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, GABI, 78350, Jouy-en-Josas, France

6- GenPhySE, Université de Toulouse, INRAE, INPT, ENVIT, 31326, Castanet-Tolosan Cedex, France

7- UMR1253 Science et Technologie du Lait et de l'Œuf, INRAE, Institut Agro, 35000, Rennes, France

La dégradation de la matière grasse laitière ou lipolyse conduit à la libération d'acides gras libres dans le lait dont l'oxydation provoque l'apparition de goût rance mal toléré par la plupart des consommateurs. Au-delà des aspects directement liés à la consommation, la lipolyse impacte également l'aptitude du lait à la transformation, et elle représente donc un critère important d'évaluation de la qualité du lait. Il existe trois types de lipolyse : la lipolyse spontanée (dépendante de l'animal et des facteurs d'élevage), la lipolyse induite (liée à la traite et au stockage du lait), et la lipolyse microbienne (due à l'action des enzymes microbiennes). Les objectifs de LIPOMECC sont (i) d'identifier les facteurs qui peuvent être responsables de taux élevés de lipolyse dans le lait (ii) de mieux comprendre la lipolyse dans le lait et la glande mammaire des ruminants (vache, chèvre, brebis) par une approche de biologie intégrative (iii) de développer des outils et des méthodes pour estimer et réduire la lipolyse « de la mamelle au fromage ».

Dans le cadre de LIPOMECC, nous avons montré chez la vache que :

- La restriction de l'alimentation entraîne une augmentation de la lipolyse
- La lipolyse plus élevée dans les laits du soir est liée à l'intervalle entre traite et non au nycthémère
- L'augmentation de la fréquence de traite (de 1 à 3 traites/jour) provoque une élévation de la lipolyse. En monotraite, la lipolyse est plus élevée quand la traite a lieu le matin.

LIPOMECC a reçu le soutien financier d'APIS-GENE et de l'Agence Nationale de la Recherche.

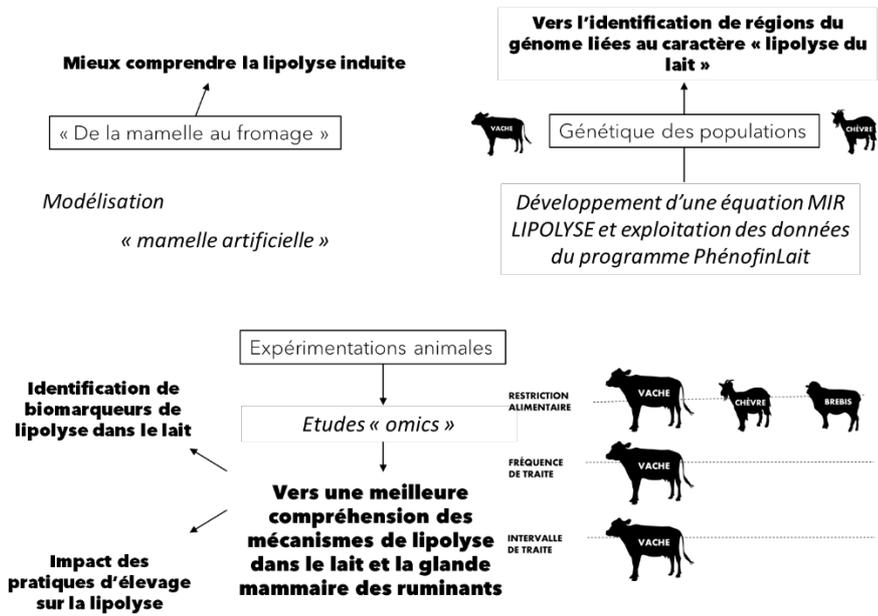


Figure 1: Représentation schématique du programme LIPOMECA

Variation de la concentration du lait en vitamine B2 chez les vaches laitières nourries avec des régimes contrastés

Auzance L.^{1,2}, Martin B¹., Delbes C.³, Verdier-Metz I.³, Bouchon M.⁴, Michalski M.C.⁵, Duplessis M.⁶, Popova M.¹, Ronholm J.², Graulet B¹

1- UMR Herbivores, INRAE, centre Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes, F-63122 Saint-Genès-Champanelle, France

2- Université McGill, Macdonald Campus, Saint-Anne-de-Bellevue, H9X 3V9, Québec, Canada

3- UMR Fromage, INRAE, centre Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes, F-15000 Aurillac, France

4- UE Herbipôle, INRAE, centre Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes, F-15190 Marcenat, France

5- UMR Carmen, INRAE, Hôpital Lyon Sud, F-69130 Pierre Bénite, France

6- Agriculture and Agrifood Canada, centre de Sherbrooke, J1M 1Z3, Québec, Canada

Afin d'évaluer si le statut en vitamine B2 pouvait varier selon la composition de la ration, les concentrations de flavine adénine dinucléotide (FAD) et riboflavine du sang et de B2 totale du lait ont été déterminées chez des vaches laitières (Holstein et Montbéliardes) recevant des proportions variables d'herbe pâturée pendant la période estivale (juillet et septembre). Une importante variabilité entre les individus a été relevée. Un effet race a été observé avec une teneur en vitamine B2 plus élevée dans le sang et le lait des vaches Montbéliarde que Holstein ($p < 0,05$) en juillet ainsi que pour les échantillons de lait en septembre ($p < 0,05$). L'effet du régime alimentaire ($p < 0,05$) a été observé pour la concentration sanguine en FAD en septembre, mais sans variation de vitamine B2 dans les laits collectés aux traites du matin. La concentration plus élevée de FAD dans le sang chez les vaches nourries avec un régime de type pâturage pourrait être un biomarqueur du statut en vitamine B2 des vaches laitières. Ce travail sera complété par l'analyse des autres vitamines B et la mise en relation de ces résultats avec la composition et l'activité du microbiote ruminal.

La composition en microARN du lait sous influence des races bovines

**Le Guillou S.¹, Sidibe O.¹, Leduc A.^{1,2}, Laubier J.¹, Laloë D.¹, Faulconnier Y.³,
Le Provost F.¹, Leroux C.³**

¹ *Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR1313 GABI, 78350, Jouy-en-Josas, France*

² *INRAE, UMR1348 PEGASE, F-35590 Saint-Gilles, France*

³ *INRAE, Université Clermont Auvergne, VetAgro-Sup, UMR1213 Herbivores, 63122 Saint-Genès-Champanelle, France*

Parmi les constituants du lait, les microARN (petits ARN non codants régulateurs post-transcriptionnels) sont présents en abondance et en grande diversité dans les différents compartiments du lait [1]. Ils peuvent résister à la digestion, être absorbés par les cellules intestinales [2] et avoir un rôle sur les petits et les consommateurs [3]. La composition en microARN (miRNome) de la glande mammaire est influencée par différents facteurs, dont la génétique [4]. Afin d'évaluer son impact sur le miRNome du lait, nous avons réalisé sa caractérisation dans trois races bovines aux performances laitières différentes (Holstein, Normande, Montbéliarde), à l'aide de séquençage haut-débit et des bases miRBase et RumimiR [5].

La comparaison des miRNomes du lait de vaches Holstein (2038 microARN) et Normande (2030 microARN) a révélé 182 microARN différentiellement abondants [6], impliqués notamment dans la régulation du métabolisme lipidique, du développement et de la morphogénèse mammaire. Celle des races Holstein (1625 microARN) et Montbéliarde (1924 microARN) [7] a permis d'identifier 115 microARN différentiels qui régulent les métabolismes lipidique et protéique. L'abondance élevée de dix d'entre eux semble caractéristique de la race Holstein. Ces résultats montrent un impact du fond génétique sur la composition en microARN du lait dont l'influence sur la santé du consommateur devra être approfondie.

Financement : Ces travaux ont été financés par les projets GenmiRLait (AAP GA), miRQTLait (ApisGene) et BioMarq'Lait (Casdar).

Les ingrédients protéiques laitiers : impact de leur origine et de leur transformation sur la structure et la digestion de matrices complexes telles que les formules infantiles

Lucile Chauvet^{abc}, Olivia Ménard^a, Yann Le Gouar^a, Julien Jardin^a, Marie Hennetier^d, Thomas Croguennec^a, Marieke Van Audenhaege^c, Didier Dupont^a, Marion Lemaire^c, Isabelle Le Huërou-Luron, Amélie Deglaire^a

^a STLO, INRAE, Institut Agro-Rennes Angers, Rennes

^b Institut NuMeCan, INRAE, INSERM, Univ Rennes, Saint Gilles

^c SODIAAL International, Centre Recherche & Innovation, Rennes

^d Université de Toulouse, Institut National Polytechnique de Toulouse – Ecole d'ingénieur de Purpan, Département Sciences Agronomique et Agroalimentaire, Toulouse.

Les préparations pour nourrissons (PPNs) sont des matrices complexes, issues de nombreuses étapes de transformation, qui peuvent potentiellement altérer la structure et la composition des protéines qu'elles contiennent. L'objectif était de comprendre comment la structure et la composition des ingrédients protéiques laitiers impactaient la structure des PPNs et leurs cinétiques de digestion.

Quatre PPNs ont été formulées à partir d'ingrédients commerciaux dont la structure protéique variait selon leur origine et leurs procédés d'obtention, avec des protéines du lactosérum (PS) de degrés de dénaturation et glycation différents (PPNs-A/B/C) et des caséines ayant une organisation supramoléculaire différente (PPNs-C/D). La structure des PPNs a été étudiée à différentes échelles avant et pendant la digestion ainsi que leur protéolyse en conditions *in vitro* dynamiques.

Les structures lipoprotéiques des PPNs avant digestion étaient différentes, avec la PPN-A qui présentait des structures lipoprotéiques étoilées et la PPN-D de larges structures composées de caséines agrégées et de matière grasse floclée. A l'issue de chacune des phases de digestion (gastrique et intestinale), le degré d'hydrolyse de la PPN-A était plus élevé que celui des PPNs-C/D. La cinétique de relargage des peptides issus de caséines était également différente, en particulier pour la PPN-D, dont l'organisation supramoléculaires des caséines était modifiée avant digestion, par comparaison aux autres PPNs.

Ces résultats soulignent que la qualité initiale des ingrédients protéiques laitiers, dépendante de leur origine et de leur transformation, influe sur la structure finale des PPNs et sur leur protéolyse. Des études *in vivo* complémentaires ont été réalisées et permettront d'évaluer l'impact physiologique de ces différences.

Impact des communautés bactériennes et de leur pilotage dans la gestion des mammites chez la vache laitière : présentation du projet « EcoSA »

Hélène Lirot¹, Patrick Gasqui¹, Laurent Crespin², Xavier Bailly¹ et Anaïs Bompard¹

1- INRAE – VetAgro Sup, Unité Mixte de Recherches d'Epidémiologie des maladies animales et zoonotique (EPIA), Centre de recherche de Clermont Auvergne-Rhône-Alpes

2- INRAE – VetAgro Sup, Unité Mixte de Recherches d'Epidémiologie des maladies animales et zoonotique (EPIA), Marcy l'Etoile, France

L'objectif du projet EcoSA est de mieux comprendre la relation entre *S. aureus* et son écosystème microbien dans les fermes, mais aussi d'identifier des solutions de biocontrôle de la mammite. La finalité de la thèse, qui s'inscrit dans ce projet, est de modéliser les communautés bactériennes de la mamelle, de la sphère intestinale et de l'environnement de la vache pour mettre en évidence la circulation des bactéries pathogènes et leurs interactions avec d'autres bactéries commensales. Pour cela, nous avons démarré un suivi longitudinal de lait, fèces, litière et filtre à lait dans plusieurs fermes d'Auvergne. Des analyses métagénomiques (qPCR, séquençage) seront effectuées sur l'ensemble des échantillons, afin de mettre en évidence les dynamiques des pathogènes et des communautés bactériennes commensales au cours de l'hiver dans les différents compartiments. La modélisation dynamique sera utilisée pour analyser (i) la circulation des principaux agents pathogènes responsables de mammites entre les vaches et les compartiments des fermes laitières (ii) les réseaux d'interaction structurant les microbiotes du trayon de la sphère intestinale et impliquant les pathogènes et (iii) la réponse aux perturbations anthropocentrées ou naturelles des écosystèmes microbiens étudiés. Nous présenterons l'avancement du projet, les échantillons déjà collectés et les difficultés et opportunités rencontrées.

Présentation de l'état d'avancement du projet « EQUICELL » utilisant les résultats du Contrôle Laitier de 6764 élevages bovins laitiers du Québec suivis de 2006 à 2020

Patrick Gasqui ⁽¹⁾, René Lacroix ⁽³⁾, Simon Dufour ⁽²⁾

⁽¹⁾ INRAE – VetAgro Sup, Unité Mixte de Recherches d'Epidémiologie des maladies animales et zoonotique (EPIA), Centre de recherche de Clermont Auvergne-Rhône-Alpes, Département de Santé Animale (SA), France

⁽²⁾ Université de Montréal, Faculté de médecine vétérinaire, école de Saint-Hyacinthe, Québec, Département de pathologie et microbiologie-épidémiologie, Animaux de la ferme, Canada

⁽³⁾ Lactanet, Québec, Canada

Depuis le début des recherches sur les mammites, ce problème sanitaire est toujours une des principales pathologies en élevage bovin laitier. Les mammites subcliniques, conséquences d'une infection de la mamelle par des pathogènes, sont étudiées d'un point de vue épidémiologique, notamment à partir du comptage cellulaire du lait réalisé à la traite. Ces cellules sont constituées essentiellement de leucocytes ayant migrés du sang dans le lait de la mamelle afin de « lutter » contre la présence ces pathogènes. Ces mesures de cellules associées à la mesure du lait produit à la traite sont réalisées mensuellement sur toutes les vaches laitières en lactation, dans tous les élevages suivis par le Contrôle Laitier.

La mobilisation de ces données permet l'étude du taux d'infection d'un troupeau (i.e. la proportion de vache laitière « infectée ») au cours du temps, de son évolution voire l'identification « d'équilibres » et/ou de « ruptures d'équilibre » au niveau de l'élevage. Après avoir caractériser ces états d'équilibre à l'aide « d'indicateurs » disponibles avec les données du Contrôle Laitier, on peut en déduire une typologie pertinente vis à vis du risque d'infection mammaire. Les données utilisées proviennent de « Lactanet », le Contrôle Laitier du Québec.

Développement d'une interface de benchmarking pour monitorer l'utilisation des antibiotiques dans les fermes laitières québécoises

Ahmad Albaaj*¹, Hélène Lardé², Nikky Millar¹, Miguel Sautié-Castellanos¹, David Francoz¹, Jean-Philippe Roy¹, Cécile Aenishaenslin¹, Sébastien Buczinski¹, Simon Dufour¹

1- Université de Montréal, St-Hyacinthe, QC, Canada

2- Ross University, Basseterre, St. Kitts West Indies

Pour favoriser l'utilisation judicieuse des antimicrobiens, il est essentiel de quantifier cette utilisation sur une ferme et de la comparer aux autres fermes de la même région. Notre objectif était d'utiliser les données de ventes vétérinaires du logiciel Vet-Expert® pour développer une interface web permettant aux vétérinaires de suivre l'évolution de leur utilisation des antimicrobiens et de comparer leurs clients laitiers aux autres producteurs du Québec.

Un algorithme a été développé pour identifier les ventes des antimicrobiens dans Vet-Expert® et les transformer en doses standardisées. Cette transformation s'est avérée excellente (coefficient de corrélation de concordance = 0,999) lorsque comparée avec une transformation manuelle des données issues de 72 troupeaux.

Les données Vet-Expert® contenait ~5000 troupeaux laitiers avec environ 1,2 millions de ventes/an dont 14% identifiées comme des antimicrobiens. À ce stade, 438 clients ont fourni le nombre d'animaux sur leurs fermes. Cette information est indispensable pour pouvoir standardiser l'utilisation entre les fermes de différentes tailles. Nous avons utilisé leurs données pour développer une interface Shiny R sécurisée permettant de visualiser l'utilisation (totale, par catégorie et par voie d'administration) des antimicrobiens par troupeau et de se comparer aux autres fermes de la province. Les filtres dynamiques permettent de choisir entre plusieurs unités (dose journalières vs. doses complètes) et entre plusieurs périodes d'utilisation (derniers 12 mois vs. 13-24 mois vs. 25-36 mois). L'interface permet aussi de visualiser les données brutes de ventes et de générer des rapports à utilisation hors-ligne.

Caractérisation des biofilms laitiers des systèmes de traite par une approche culturomique

Mérlie Gagnon^{1*}, Samuel Jean¹, Évelyne Guévremont², Simon Dufour³, Denis Roy¹

1- Département des sciences des aliments, Laboratoire de génomique microbienne, Université Laval

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

3- Département de pathologie et microbiologie, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal

La qualité et l'innocuité des produits laitiers est associée au microbiote du lait cru. Ce microbiote constitue un écosystème complexe influencé par de nombreux facteurs dont les pratiques de gestion à la ferme. Il manque cependant des connaissances afin de mieux comprendre les mécanismes de contamination du lait. Notre hypothèse est que les biofilms qui se forment dans le système de traite sont une source importante de microorganismes dans le lait cru. Basé sur une approche dite culturomique, l'objectif de l'étude était de caractériser les biofilms à la ferme et plus spécifiquement la présence des bactéries lactiques (LAB) et des protéobactéries, deux groupes dominants du lait cru. À l'aide de la PCR quantitative (qPCR), nous avons observé que la charge microbienne en termes de bactéries totales et de mycètes provenant des biofilms sur les surfaces du système de traite des 26 fermes était similaire entre les échantillonnages de l'automne et ceux de l'été. Dans les fermes avec un système de traite conventionnel, les bactéries étaient plus abondantes sur les surfaces du lactoduc et de la trayeuse (5,09 et 4,67 Log du nombre de copies de gène/par surface) tandis que pour les fermes avec un système de traite robotisé, les brosses de nettoyage des trayons avaient la charge bactérienne la plus abondante (4,84 Log du nombre de copies de gène). Plus de 3500 isolats ont été collectés et identifiés par MALDI-TOF ou par séquençage du gène de l'ARNr 16S. Un total de 48 taxa appartenant aux LAB et 90 aux protéobactéries ont été identifiés. Les autres taxa appartenaient aux actinobactéries, aux bacilles, aux staphylocoques et aux levures. Les LAB et les levures étaient plus prévalentes dans les lactoducs et à l'endroit du filtre à lait, tandis que les protéobactéries étaient présentes de manière plus homogène tout au long du système de traite. De manière intéressante, le lait des fermes à traite robotisée contenait une plus faible quantité de LAB que celui des fermes conventionnelles et il en était de même pour les biofilms. L'analyse des profils microbiens pour chaque ferme a démontré les transferts plausibles entre les biofilms des systèmes de traite et le lait cru, principalement pour les biofilms des lactoducs. Finalement, cette étude observationnelle a permis d'identifier des microorganismes à cibler dans le but d'améliorer les procédures de nettoyage.

Mammites bovines à *Escherichia coli* et *Streptococcus uberis* : quels rôles pour les cellules épithéliales et les macrophages dans le contrôle de l'infection ?

E. Doz, R. Prado Martins, F.B. Gilbert, M. Ferter, C. Gitton, D. De Moura-Rodrigues, P. Rainard, N. Winter, P. Germon*

INRAE, UMR ISP, Université François Rabelais, 37380 Nouzilly, France

En touchant plus de 40% des vaches en production, les mammites constituent la pathologie la plus importante de la filière laitière. Outre leur impact sur le bien-être animal, elles ont un impact économique considérable, estimé à 230 € par vache et par an pour une mammite clinique.

Lors d'une infection bactérienne intramammaire, la vache met en place une défense qui a pour objectif d'éliminer l'agent pathogène. Cette défense fait intervenir plusieurs acteurs de l'immunité innée et de l'immunité adaptative, notamment les cellules épithéliales mammaires et les macrophages. Ces deux types cellulaires jouent un rôle majeur dans le déclenchement de la réponse de l'hôte à l'infection.

Les cellules épithéliales mammaires sont capables de reconnaître différents motifs bactériens retrouvés chez de nombreuses bactéries et nommés MAMPs (pour Microbe Associated Molecular Patterns). Par différentes approches nous montrerons le rôle du co-facteur CD14 dans la reconnaissance efficace d'*Escherichia coli* et plus spécifiquement du lipopolysaccharide d'*E. coli*, un des MAMPs majeur exprimé par cette bactérie.

Les macrophages quant à eux auraient, d'après la littérature, un rôle important pour la reconnaissance de *Streptococcus uberis*. A l'aide d'expérimentations in vitro sur macrophages bovins et in vivo en modèle murin, nous montrerons quel pourrait être le rôle de ces macrophages dans le contrôle des mammites à *S. uberis* ainsi que les mécanismes sous-jacents.

Globalement, les travaux présentés illustreront divers mécanismes de l'immunité innée impliqués dans la défense de la vache laitière contre les mammites bactériennes.

Effets de la supplémentation en antioxydants sur les fonctions des cellules mammaires et immunitaires chez les vaches laitières

A. Corset^{1,2}, A. Boudon¹, A. Remot³, P. Germon³, A. Baldi⁴, M. Boutinaud¹

¹ INRAE-Institut Agro Rennes-Angers, UMR 1348 PEGASE, Saint-Gilles, France ;

² Biodevas laboratoires, Savigné-l'Évêque, France ;

³ INRAE, UMR 1282 ISP, Nouzilly, France;

⁴ Univ Milan, Dept Vet Sci & Technol Food Safety, Milan, Italy.

En période péripartum, les vaches laitières sont très sensibles aux pathologies métaboliques et infectieuses. Durant cette période, le métabolisme des vaches laitières change avec l'augmentation des demandes énergétiques pour produire du lait. L'une des principales conséquences est l'augmentation d'espèces réactives de l'oxygène (ERO). Un excès d'ERO entraîne un stress oxydant, et a pour incidence une dégradation des capacités fonctionnelles cellulaires du bovin, qui sont impliquées notamment dans l'immunité ou la production de lait. Cette revue porte sur les connaissances liées à la supplémentation d'antioxydants dans la ration des vaches laitières pour préserver les fonctions cellulaires du tissu mammaire et du système immunitaire. De nombreuses études réalisées *in vitro*, *ex vivo* ou *in vivo* ont montré que la supplémentation en vitamine E ou en extraits de plantes, pouvant contenir des polyphénols (flavonoïdes, resvératrol ou lignanes), montrent des résultats prometteurs au niveau systémique et local, c'est-à-dire au niveau du tissu mammaire. A l'échelle de la cellule, les antioxydants peuvent activer la voie de signalisation Nrf2 pour la synthèse d'enzymes antioxydantes afin de réduire les ERO. Parallèlement, les antioxydants réduiraient la stimulation de la voie de signalisation NF- κ B. L'inhibition du facteur de transcription NF- κ B permettrait une diminution de l'inflammation. La régulation de ces deux voies cellulaires permet de préserver l'immunité et l'équilibre redox. Un autre mécanisme de réduction du stress oxydant est la capture d'ERO directement par la vitamine E. Ces deux mécanismes d'action des antioxydants permettraient de réduire les dommages tissulaires engendrés par les ERO afin de préserver la santé de la vache laitière et de sa glande mammaire.

Mots clés: vaches laitières, ERO, immunité, antioxydants

Evaluation of the antibacterial and anti-inflammatory effects of *Thymus Capitatus* against mastitis

Nehme R.^{1,2}, Vanbergue E.¹, Even S.², Falleh H.³, Ksouri R.³, Bouhallab S.², Rault L.², Abdennebi-Najar L.^{1,4}

1- Quality and Health Department, IDELE Institute, Paris, France.

2- INRAE, Institut Agro, STLO, F- 35042 Rennes, France.

3- Laboratory of Aromatic and Medicinal Plants, Biotechnology Center of Borj-Cédria, BP 901, 2050 Hammam-Lif, Tunisia.

4- Centre de Recherche Saint-Antoine, Sorbonne University, INSERM UMR S 938, Paris, France

Context. Essential oils (EO) are known to inhibit the growth of bacteria responsible for mastitis in dairy cows. We recently have found that, among 10 medicinal promising Mediterranean plants, *Thymus capitatus* essential oils (TCEO) has the highest anti-microbial effects against *Staphylococcus aureus* strains isolated from mastitis dairy cows.

Aims. The aim was to test whether the antibacterial effects of TCEO were accompanied by any anti-inflammatory activity in *in vivo* and *in vitro* models, by measuring gene expression and cytokine secretion of the major inflammatory components, and by studying the evolution of somatic cell counts (SCC) in milk for the *in vivo* model.

Methods. *In vivo* study: 12 Holstein cows with subclinical mastitis were assigned to either control ($n = 6$) or EO ($n = 6$) group. Udder infected in the EO group was treated two times daily, after the milking, with TCEO diluted in milking grease for 7 days. Milk samples were collected to measure the level of IL8, SCC and for bacteriological analysis. We measured the abundance of some inflammatory genes on PBMC isolated cells. Statistical analysis was carried out by using one-way ANOVA.

In vitro study. PBMC were purified from fresh blood derived from 3 healthy cows stimulated with LPS and with TCEO or its major components. The secretion of inflammatory cytokines in the culture supernatant was measured by using a Bovine Cytokine/Chemokine Magnetic Bead Panel.

Results. No statistical differences on SCC, IL8 secretion in the milk, bacteriological status, nor PBMC cytokine gene expression were observed between Control and TCEO groups in the *In vivo* model. These preliminary results suggest that the antibacterial effects of TCEO highlighted in the *In vitro* study were not followed by any anti-inflammatory *in vivo* effects against mastitis. Further analyses are in progress to evaluate the anti-inflammatory activity of TCEO and its major components in the *In-vitro* model.

Étude observationnelle longitudinale du taux de lactose du lait selon le statut infectieux intra-mammaire et nutritionnel des vaches laitières

A. Hamon¹, S. Dufour², C. Hurtaud¹, J. Guinard-Flament¹

1- PEGASE, INRAE, Institut Agro, 35590, Saint Gilles, France
2- Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal, Québec

Des travaux récents s'intéressent au taux de lactose (TL) du lait, notamment à sa variation lors d'une inflammation/infection bactérienne et lors d'un déficit énergétique. L'objectif de cette étude est d'analyser cette variation en décrivant le statut sanitaire du quartier par le biais des comptages cellulaires (CCS) et d'analyses bactériologiques et le statut nutritionnel par le biais du béta-hydroxybutyrate (BHBA) du lait. Pour cela, 14 676 échantillons de lait citernal par quartier, prélevés tous les 14 jours sur des vaches en lactation de fermes commerciales canadiennes ont été analysés (composition et bactériologie). Le TL diminue lors d'une inflammation du quartier (CCS > 100 000 cellules/mL de lait) : -0.21 et -0.24 pts de pourcentage pour respectivement les primipares et les multipares ($p < 0.05$). Le TL ne varie pas en présence d'espèces bactériennes pathogènes hormis avec *Staphylococcus dysgalactiae* et *aureus* (environ -0.44 pts ; $p < 0.05$). Le TL dans le lait citernal est plus faible lorsque le taux de BHBA est élevé durant les 70 premiers jours de lactation (-0,21 et -0.26 pts respectivement pour les primipares et les multipares quand le taux de BHBA est supérieur à 0.19 mM ; $p < 0.05$). Quand le taux de BHBA est élevé, le TL est encore plus faible si le quartier est aussi inflammé et infecté chez les multipares (- 0.55 pts ; $p < 0.05$). Et la prévalence d'une inflammation et d'une infection du quartier est plus importante lorsque le BHBA est \geq à 0.19 mM : + 124% de quartiers inflammés et infectés. Cette étude montre que le statut sanitaire du quartier (surtout la présence d'une inflammation) et le statut nutritionnel de l'animal influencent le TL du lait selon des effets cumulatifs.

Impacts sur l'utilisation des antimicrobiens et sur l'antibiorésistance d'une réglementation restreignant l'utilisation des antimicrobiens

Simon Dufour, Nikky Millar, Maud de Lagarde, Marie Archambault, Cécile Aenishaenslin, Marie-Ève Paradis Ahmad Albaaj, Jonathan Massé, Jean-Philippe Roy, David Francoz, John Morris Fairbrother

Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal, St-Hyacinthe, Québec, Canada

Depuis février 2019, au Québec, une nouvelle réglementation restreignant l'utilisation des antimicrobiens de très haute importance en médecine humaine (céphalosporines de 3e et 4e génération, fluoroquinolones et polymyxines) a été mise en œuvre chez les animaux destinés à l'alimentation, dont les bovins laitiers. Dans cette présentation, nous présenterons les résultats d'une série d'études épidémiologiques observationnelles réalisées entre 2017 et 2022 et visant à décrire l'impact de cette réglementation sur l'utilisation des antimicrobiens et sur l'antibiorésistance et à identifier les obstacles, les facilitateurs et les conséquences pour les producteurs laitiers et les vétérinaires.

En premier lieu, une étude cohorte initiée en 2017 sur un échantillon de 101 fermes laitières québécoises nous a permis de décrire et quantifier les habitudes d'utilisation des antimicrobiens sur ces fermes. Une très grande variabilité dans les taux d'utilisation des antimicrobiens était notée et celle-ci n'était que partiellement expliquée par les différents taux d'incidence de maladies infectieuses entre les fermes. Sur ces mêmes fermes, nous avons pu décrire les profils phénotypiques et génotypiques de résistance aux antimicrobiens d'isolats de *Escherichia coli* sentinelles. Bien que la plupart des isolats récoltés étaient susceptibles aux antimicrobiens de très haute importance en médecine humaine, divers profils de résistance étaient observés. Par exemple, sur 85% des fermes, des isolats de *E. coli* ESBL/AmpC ont été observés. Les isolats provenant de fèces de génisses laitières en période présevrage présentaient les profils de résistance les plus inquiétants ; 51% de ces isolats étaient multirésistants (résistant à ≥ 3 classes d'antimicrobiens) et 8% étaient résistants à ≥ 7 antimicrobiens. En général, des isolats multirésistants étaient retrouvés sur 83% des fermes.

Suite à la mise en place de la réglementation, nous avons pu observer sur une cohorte de 3569 fermes laitières québécoises (représentant environ 70% des fermes laitières du Québec) une réduction de $\geq 80\%$ de l'utilisation des antimicrobiens de très haute importance en médecine humaine, sans augmentation apparente de l'utilisation des autres catégories d'antimicrobiens. En parallèle, nous avons pu de nouveau décrire en 2020-2021, les profils de résistance aux antimicrobiens sur 87 des 101 fermes recrutées en 2017. Moins de 2 ans après la mise en place de la réglementation, la proportion de fermes où des *E. coli* multirésistants étaient isolés était déjà plus faible (71%). La résistance à certains antimicrobiens était également plus faible, mais pas nécessairement ceux visés par la nouvelle réglementation.

Finalement, à l'aide d'un devis d'étude qualitatif, nous avons pu décrire les barrières et les facilitateurs à la mise en place de la nouvelle réglementation sur les fermes laitières. Pour la plupart des participants (producteurs et productrices laitières et vétérinaires) le manque d'alternative de traitement (exacerbé par la pandémie de COVID-19), les délais longs pour les tests diagnostiques, et la crainte d'impacts économiques négatifs ont été soulignés comme étant des obstacles importants. Néanmoins, la plupart ont su faire preuve de résilience et avaient réussi à adapter leurs pratiques de gestion.

Mammites: approches expérimentales pour le diagnostic, le traitement et la prévention

François Malouin*¹, Simon Dufour², Céline Ster³

1- Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, QC, Canada

2- Département de pathologie et microbiologie and Département de sciences cliniques, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal, St-Hyacinthe, QC, Canada

3- Centre de recherche de Sherbrooke, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sherbrooke, QC, Canada

Il y a environ 4 500 fermes laitières au Québec et le Québec est le plus grand producteur de lait au Canada. La mammite bovine cause de grandes pertes économiques pour les producteurs laitiers et est majoritairement responsable de l'utilisation des antibiotiques dans cette industrie. *Staphylococcus aureus* est l'une des bactéries communément retrouvées lors de mammites et peut causer des infections intramammaires persistantes. L'origine clonale des souches et leur bagage en facteurs de virulence peuvent influencer l'évolution de la maladie. Le traitement avec antibiotiques donne souvent des résultats mitigés et les options en production animale sont maintenant limitées par les restrictions sur l'utilisation des antibiotiques de très haute importance pour les humains.

Notre équipe de recherche s'est donc intéressée à la problématique de la mammite bovine dans son ensemble par une série de projets couvrant le diagnostic des souches bactériennes problématiques, le traitement des infections et la prévention des infections. Ainsi, nous travaillons à caractériser les souches de *S. aureus* pouvant causer les infections persistantes et à développer des méthodes diagnostiques pouvant les détecter rapidement (PCR, MALDI-tof). Nous développons également une nouvelle classe d'antibiotiques dont la cible est un riborégulateur contrôlant l'expression d'un gène essentiel pour l'infection de la glande mammaire par *S. aureus*. Enfin, nous développons un vaccin visant la réduction des mammites à *S. aureus* que nous combinons à un vaccin contre *Mycobacterium avium* ssp. *paratuberculosis* pour aussi combattre la paratuberculose (maladie de Johne) chez les bovins. Cette présentation vous donnera un survol de ces activités de recherche.

Concept « une seule santé » - « un seul biofilm »

Mario Jacques*^{1,2} et François Malouin^{1,3}

1- Regroupement de recherche pour un lait de qualité optimale (Op+lait)

2- Professeur émérite, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal, St-Hyacinthe, Québec, J2S 2M2, Canada

3- Professeur titulaire, Département de biologie, Faculté des sciences, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, J1K 2R1, Canada

Les biofilms bactériens sont des amas structurés de cellules bactériennes enrobés dans une matrice polymérique et attachés à une surface biotique ou abiotique. Cette structure protège les bactéries et leur permet de survivre dans des conditions environnementales hostiles. Il y a de plus un nombre grandissant d'études montrant la présence d'agrégats de cellules bactériennes non-adhéré à une surface. Ces agrégats partageraient plusieurs caractéristiques phénotypiques avec les biofilms qui eux sont par définition attachés à une surface. Les biofilms ainsi que les agrégats sont omniprésents et retrouvés dans une vaste gamme de milieux naturels et de situations cliniques. Ceci suggère fortement que les biofilms/agrégats sont importants à un moment ou à un autre dans le cycle de vie de la bactérie. La formation de biofilms/agrégats peut être importante pour certaines espèces bactériennes pour permettre la persistance chez leur hôte ou dans leur environnement, tandis que pour d'autres espèces elle peut être plus importante pour permettre la persistance dans l'environnement entre l'infection de différents individus ou même l'infection entre des hôtes différents (humain ou animal). Ceci est fortement similaire au concept « une seule santé – one health » qui reconnaît que la santé humaine, animale et environnementale sont intimement liées. Nous proposons qu'à l'intérieur du concept « une seule santé » se trouve également le concept « un seul biofilm » où la formation de biofilms/agrégats chez l'homme, l'animal et l'environnement sont également intimement liées. Le concept «un seul biofilm» suggère que la formation de biofilms/agrégats peut être importante pour la persistance durant l'infection mais pourrait être encore plus importante pour permettre la persistance dans l'environnement et la transmission entre différents individus / différents hôtes.

Épidémiologie génomique d'isolats de *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* de troupeaux laitiers canadiens: événements d'infection multiple et preuve de transmission entre les troupeaux

Alexander Byrne, Séverine Ollier, Kapil Tahlan, Franck Biet, Nathalie Bissonnette*

Mycobacterium avium subsp. *paratuberculosis* (MAP) est l'agent pathogène responsable de la paratuberculose ou maladie de Johne (JD) chez les ruminants, qui est à l'origine d'importantes pertes économiques pour les producteurs laitiers. La transmission de MAP se fait principalement par voie fécale-orale, et l'introduction d'un animal infecté par MAP dans un troupeau est possiblement une voie de transmission importante. Dans la présente étude, nous avons caractérisé des isolats de MAP provenant de 67 vaches faisant partie de 20 troupeaux, dans les provinces du Québec et de l'Ontario, au Canada. Nous avons réalisé le séquençage du génome entier (WGS) avec une couverture estimée à ~14,9 fois du génome K-10. Le nombre total de SNP présents dans chaque isolat variait de 51 à 132 et différait significativement entre les troupeaux. Les isolats présentant la plus grande variabilité génétique étaient généralement présents dans les troupeaux du Québec. En général, les isolats étaient séparés en deux grands clades et cette appartenance au clade n'était pas influencée par la province d'où ils provenaient. Les 67 isolats prélevés sur le terrain ont été classés phylogénétiquement comme étant de type II (ou type C pour cattle). L'analyse de 8 loci par la méthode MIRU-VNTR et de 11 loci SSR a été effectuée sur les 67 isolats et à l'aide de données de référence accessibles au public (i.e. NCBI). Quatre profils MIRU-VNTR distincts furent identifiés; le type prédominant était INMV 2 (76,1 %). Le typage SSR multilocus a permis de recenser 44 profils SSR INMV distincts. L'indice discriminatoire du typage SSR multilocus était de 0,9841, ce qui était beaucoup plus élevé par rapport au typage MIRU-VNTR (0,3740). Bien que l'analyse SSR multilocus offre un bon pouvoir de discrimination, la résolution n'apportait pas suffisamment d'information pour déterminer s'il y a eu transmission entre les troupeaux. Dans certains cas, l'analyse basée sur les SNP était la seule approche capable de documenter la transmission de la maladie entre les troupeaux, laquelle pouvait être validée par les données sur les mouvements des animaux. La présence de SNP dans plusieurs gènes de virulence, notamment PE, PPE, mce et mmpL, pourrait expliquer les différences dans la réponse antigénique ou pathogénique chez l'hôte. Les études basées sur les SNP permettront de mieux comprendre comment la variation génétique des MAP peut avoir un impact sur les interactions hôte-pathogène. Notre étude met en évidence le côté très instructif du séquençage du génome entier, qui est maintenant recommandé pour les études épidémiologiques et pour documenter les infections à génotypes mixtes.



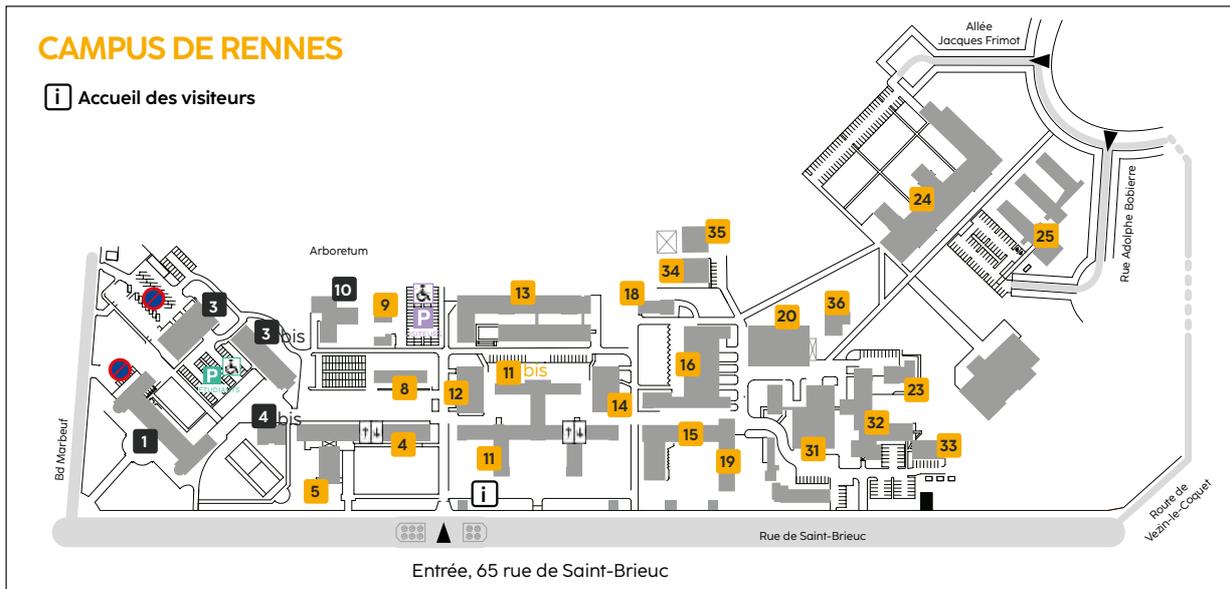
Participants

Albaaj	Ahmad	ahmad.albaaj@umontreal.ca
Arango Sabogal	Juan Carlos	juan.carlos.arango.sabogal@umontreal.ca
Auzance	Lucie	lucie.auzance@inrae.fr
Barbat	Anne	anne.barbat@inrae.fr
Berkova	Nadejda Nadia	nadejda.berkova@inrae.fr
Bernard	Laurence	Laurence.Bernard@inrae.fr
Biet	Franck	franck.biet@inrae.fr
Bissonnette	Nathalie	nathalie.bissonnette@AGR.GC.CA
Bompard	Anaïs	anais.bompard@inrae.fr
Boquien	Clair-Yves	clair-yves.boquien@univ-nantes.fr
Boudon	Anne	Anne.Boudon@inrae.fr
Bouhallab	Saïd	said.bouhallab@inrae.fr
Boutinaud	Marion	marion.boutinaud@inrae.fr
Burtey	Anne	anne.burtey@inrae.fr
Carletto	Yasmin	yasmin.carletto-de-queiroz@inrae.fr
Cebo	Christelle	christelle.cebo@inrae.fr
Chanat	Eric	eric.chanat@inrae.fr
Chauvet	Lucile	lucile.chauvet@inrae.fr
Corset	Angélique	angelique.corset@inrae.fr
Cotillard	Laure	laure.cotillard@umontreal.ca
Daniel	Nathalie	nathalie.daniel@inrae.fr
Deacon	Alison-May	alison-may.deacon@canada.ca
Debournoux	Perrine	Perrine.Debournoux@inrae.fr
Delacroix-Buchet	Agnès	Agnes.Delacroix-Buchet@inrae.fr
Delosiere	Mylene	mylene.delosiere@inrae.fr
Dufour	Simon	simon.dufour@umontreal.ca
Duplessis	Mélissa	Melissa.Duplessis@AGR.GC.CA

Even	Sergine	sergine.even@inrae.fr
Farison	Faustin	faustin.farison@umontreal.ca
Faulconnier	Yannick	yannick.faulconnier@inrae.fr
Finot	Laurence	laurence.finot@inrae.fr
Flament	Jocelyne	Jocelyne.Flament@agrocampus-ouest.fr
Gagnon	Ménilie	merilie.gagnon.1@ulaval.ca
Gaigeard	Vincent	vincent.gaigeard@inrae.fr
Gasqui	Patrick	patrick.Gasqui@inrae.fr
Germon	Pierre	pierre.germon@inrae.fr
Gervais	Rachel	rachel.Gervais@fsaa.ulaval.ca
Goetz	Coralie	coralie.goetz.1@ulaval.ca
Grassin	Cyril	cyril.grassin@inrae.fr
Guedon	Eric	Eric.guedon@inrae.fr
Guzylack	Laurence	laurence.guzylack@inrae.fr
Hamon	Auxane	auxane.hamon@inrae.fr
Hurtaud	Catherine	catherine.hurtaud@inrae.fr
Ibeagha-Awemu	Eveline	Eveline.Ibeagha-Awemu@agr.gc.ca
Jacques	Mario	mario.jacques@umontreal.ca
Karol Gilberto	Solano-Suarez	karol.gilberto.solano.suarez@umontreal.ca
Kurban	Daryna	daryna.kurban@umontreal.ca
Labrie	Josée	josee.labrie@umontreal.ca
Lacasse	Pierre	pierre.lacasse@canada.ca
Le Bras	Charles	charles.le-bras@inrae.fr
Le Guillou	Sandrine	sandrine.le-guillou@inrae.fr
Le Roux	Linda	linda.leroux@sill.fr
Leduc	Antoine	antoine.leduc@inrae.fr
Lefèbvre	Rachel	rachel.lefebvre@inrae.fr

Leroux	Christine	christine.leroux@inrae.fr
Liro	Hélène	helene.lirot@inrae.fr
Malouin	François	Francois.Malouin@USherbrooke.ca
Martin	Bruno	bruno.martin@inrae.fr
Menard	Olivia	Olivia.Menard@inrae.fr
Minguez Menendez	Aida	aida.minguez.menendez@umontreal.ca
Molgat	Elouise	emolgat@lactanet.ca
Morin	Marie-Pascale	marie-pascale.morin@umontreal.ca
Nehme	Ralph	ralph.nehme@inrae.fr
Nicolas	Aurélié	aurelie.nicolas@inrae.fr
Ollier	Séverine	severine.ollier@agr.gc.ca
Paquet	Eric	eric.paquet@fsaa.ulaval.ca
Pétridou	Barbara	barbara.petridou@inrae.fr
Philau	Sabrina	sabrina.philau@inrae.fr
Quesnel	Hélène	helene.quesnel@inrae.fr
Rainard	Pascal	Pascal.Rainard@inrae.fr
Ralliard Rousseau	Delphine	delphine.rousseau@inrae.fr
Rault	Lucie	Lucie.rault@inrae.fr
Roy	Jean-Philippe	jean-philippe.roy@umontreal.ca
Rupek	Margot	crupek@gmx.fr
Serieye	Sébastien	Sebastien.Serieye@sodiaal.fr
Ster	Céline	celine.ster@AGR.GC.CA
Tapp	Gabrielle	gabrielle.tapp@usherbrooke.ca
Thierry	Anne	anne.thierry@inrae.fr
Ward	Anne-Michelle	anne-michelle.ward@umontreal.ca
Warner	Daniel	dwarner@lactanet.ca
Wiert	Sandra	sandra.wiert-letort@inrae.fr

L'Institut Agro Rennes-Angers



- 4** **Bâtiment Linné**
Direction des systèmes d'information · UP écologie et santé des plantes · UP écologie halieutique · Pôle halieutique, mer et littoral · Direction RH · UMR ESE · UMR BAGAP · Salles de cours
- 5** **Amphithéâtre Matagrín**
- 8** **Bâtiment Darwin**
UP agronomie et amélioration des plantes · Salles de cours
- 9** Service espaces verts
- 11** **Bâtiment principal dit « La Masure »**
Rez-de-jardin : Bibliothèque générale · L@ Doc · Imprimerie
Rez-de-chaussée : Accueil · Direction de la communication · Direction des formations et de la vie étudiante · Salle du Conseil · Salle de Représentation · Amphithéâtre Rieffel · Direction
1^{er} étage : Direction des affaires financières · Direction des formations et de la vie étudiante · Direction de la recherche · Direction des relations internationales · Mission d'appui au pilotage et à la stratégie - DD&RS
- 11 bis** Amphithéâtre Camille Moule
- 12** UP biochimie et nutrition
- 13** UP science du sol · UP physique et spatialisation numérique · UMR SAS
- 14** Salles de TP biotechnologie
- 15** **Bâtiment Rosalind Franklin**
UP sciences et productions animales · UP génétique animale · UMR PEGASE · UP microbiologie (labos de recherche) · Amphi Roux · Salle Temple Grandin
- 16** UP microbiologie · Salle de cours · Direction du patrimoine et de la logistique · Service logistique · Mission sécurité santé au travail et environnement · Dojo
- 18** UP Physique et spatialisation numérique
- 19** UMR DECOD · UE U3E (INRAE) · Pôle Migrateurs

- 20** Atelier
- 23** Pôle Alimentation · UP science des aliments et procédés industriels · Halle technologique
- 24** UP informatique · UP mathématiques appliquées · Salle d'analyse sensorielle · Salles de cours · Formation continue · Espace carrières & relations entreprises
- 25** **Pavillon Louis Malassis**
Pôle langues · UP économie, gestion, société · UP Sciences humaines et territoires · UMR SMART
- 31 32 33** UMR STLO
- 34** Hall écotoxicologie
- 35** Hall aquaculture
- 36** Bionov

Direction
Bâtiment 11 – rez-de-chaussée

Direction de la communication
Bâtiment 11 – rez-de-chaussée

Direction des formations et de la vie étudiante
Bâtiment 11 – rez-de-chaussée et 1^{er} étage

Direction de la recherche
Bâtiment 11 – 1^{er} étage

Direction des relations internationales
Bâtiment 11 – 1^{er} étage

Direction des partenariats professionnels
Bâtiment 24

UP : unité pédagogique / UMR : unité mixte de recherche / UE : unité expérimentale

Hébergement – restauration – sports – stationnement

- 1** Cité Riffault
Restaurant élèves/personnels
- 3** Gymnase
- 3 bis** Cité 3
- 4 bis** Pavillon des visiteurs
- 10** Cité 10
Service hébergement
- Ascenseur

- ÉTUDIANTS** Stationnement étudiants uniquement
- VISITEURS** Stationnement visiteurs uniquement
- Stationnement interdit

Service hébergement-
restauration
Bâtiment 10

institut-agro.fr/rennes-angers · contact@agrocampus-ouest.fr · Juillet 2022

Localiser le campus de Rennes sur Google map



Depuis la gare, prendre le métro direction J.F.Kennedy, descendre à République puis emprunter :

- soit le bus n°C4, direction Grand Quartier. Descendre à l'arrêt Marbœuf et remonter ensuite la rue de Saint-Brieuc. Le 65 est sur le côté gauche de la rue à 400 m.
- soit le bus n°53, direction Vezin, L'Hermitage et La Chapelle Thourault. Descendre à l'arrêt Rennes - Agrocampus.