

PAGE CONSEILS

En collaboration avec :

ORDRE DES MÉDECINS VÉTÉRINAIRES DU QUÉBEC

Centre des AGRONOMES du Québec



Le pathogène porcin *Streptococcus suis* est responsable de pertes économiques dans les élevages, cause des soucis en bien-être animal et devient de plus en plus une niche pour la résistance aux antibiotiques.

Le rôle des neutrophiles dans l'infection à *Streptococcus suis*

14 décembre 2020

On le voit en cette période de pandémie, les microorganismes responsables d'infections sont un défi perpétuel pour l'humanité. Même si l'Homme a réussi à contrôler bon nombre d'infections humaines, animales et végétales, les pathogènes ont des répercussions dans de nombreuses sphères de nos vies. En quoi la science fondamentale, c'est-à-dire la compréhension des mécanismes qui engendrent la maladie, est-elle essentielle à l'élaboration de nouveaux moyens de lutte efficaces contre les maladies infectieuses?

La réponse des chercheurs en infectiologie consiste souvent à chercher des solutions préventives – comme les vaccins – ou thérapeutiques – comme les antibiotiques ou les solutions de rechange à ceux-ci – en réponse à une maladie : c'est ce qu'on appelle la science appliquée. Pourtant, une part importante de la recherche ne réside pas dans la recherche de solutions, mais dans la compréhension des mécanismes biologiques qui entrent en jeu dans l'infection. On appelle cela la science fondamentale. Cette dernière est primordiale, en amont de la science appliquée, pour imaginer de nouvelles approches dans la lutte contre les pathogènes.

Pour illustrer, prenons les infections à *Streptococcus suis*, un pathogène porcin responsable de pertes économiques dans les élevages, qui cause des soucis en bien-être animal et qui devient de plus en plus une niche pour la résistance aux antibiotiques. Les porcs malades développent des endocardites, de l'arthrite, des méningites ou sont victimes de mort subite. La science fondamentale a démontré que l'infection par cette bactérie provoque une inflammation exacerbée dans l'organisme de l'animal. Cela signifie que le système immunitaire, qui protège habituellement l'organisme contre les infections, s'emballe et endommage le corps.

Un groupe tactique d'intervention

Il faut imaginer le système immunitaire comme une armée de cellules ayant chacune des rôles particuliers : on y retrouve des sentinelles, des patrouilleuses, des effectrices et bien d'autres. Parmi ces cellules, les neutrophiles repèrent rapidement une menace et se mobilisent pour s'en débarrasser : ce sont les ennemis des pathogènes. Ils agissent comme un groupe tactique d'intervention et déploient un arsenal de mécanismes très agressifs au contact des pathogènes en étant capables de les avaler, de les détruire, de produire des composés toxiques et de les capturer dans des filets, tout en communiquant avec les autres cellules.

Par contre, loin d'être inoffensif pour les autres cellules qui composent l'organisme, ce comportement des neutrophiles peut causer des « dommages collatéraux ». Ainsi, les neutrophiles doivent être bien contrôlés pour éviter l'exacerbation de l'inflammation. Justement, il existe une molécule, le G-CSF (*granulocyte colony-stimulating factor*), qui contrôle leur circulation et leur activation. Sa production libère en masse les neutrophiles à travers l'organisme, prêts à l'attaque. Or, dans l'infection à *Streptococcus suis*, le G-CSF est fortement produit. Cela permet-il de mobiliser les neutrophiles et de détruire efficacement la bactérie ou cela contribue-t-il à exagérer la réponse immunitaire provoquant des dommages à l'hôte? Difficile à dire.

Mais la science fondamentale n'a pas dit son dernier mot, et les études nous permettront bientôt de savoir si le G-CSF est l'allié ou l'ennemi de la défense immunitaire contre le *Streptococcus suis*. Ensuite, la science appliquée pourra se pencher sur l'utilisation du G-CSF (ou sa neutralisation) dans la lutte contre ce pathogène.

Marève Bleuzé, Mélanie Lehoux, Marcelo Gottschalk, D.M.V. et Mariela Segura, Centre de recherche en infectiologie porcine et avicole et Groupe de recherche sur les maladies infectieuses en production animale, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal



Un vaccin qui n'a pas encore fait ses preuves

16 décembre 2019

***Streptococcus suis* est un pathogène affectant les porcelets postsevrés et causant des pertes économiques importantes dans l'industrie porcine. En conséquence de la restriction de l'usage d'antibiotiques, la seule mesure préventive est basée sur les vaccins autogènes composés de bactéries inactivées ou bactérines, dont l'effet protecteur est controversé et reste à être étudié.**

Les vaccins autogènes utilisés sur le terrain sont composés de la souche ou des souches causant des problèmes cliniques dans la ferme où le vaccin est administré. L'objectif de notre travail était de mesurer, pour la première fois, l'efficacité d'un autovaccin sur le terrain de façon détaillée.

Nous avons évalué deux stratégies vaccinales fréquemment utilisées : la vaccination active des porcelets et la vaccination des truies permettant le transfert de l'immunité maternelle aux porcelets. Une ferme ayant des problèmes de *Streptococcus suis* en postsevrage a été sélectionnée pour l'étude à deux volets.

Des porcelets provenant de truies non vaccinées ont reçu le vaccin autogène (préparé par une compagnie accréditée) pendant la première semaine de vie et au sevrage, à 3 semaines d'âge. Ensuite, des prises de sang ont été effectuées à 1, 3, 5 et 8 semaines d'âge.

Des truies ont reçu le même vaccin à 5 et 3 semaines avant mise bas. Des prises de sang ont été réalisées à 5 et 1 semaines avant mise bas, tandis que celles de leurs porcelets l'ont été à 1, 3 et 5 semaines d'âge afin de mesurer la présence d'anticorps maternels.

Étant donné que les anticorps sont des acteurs importants qui agissent durant la réponse immunitaire pour éliminer la bactérie, la réponse au vaccin a été mesurée sérologiquement par les niveaux d'anticorps et aussi cliniquement par les signes cliniques et l'utilisation des traitements injectables. Également, l'effet protecteur des anticorps induits par le vaccin a été évalué par test de « *killing* » in vitro mesurant la capacité des anticorps à provoquer la mort des bactéries. Pour le volet 1, la vaccination des porcelets n'a pas induit de réponse immunitaire mesurable, même après deux doses du vaccin. Pour le volet 2, un fort taux d'anticorps protecteurs, principalement d'origine maternelle, a été observé chez les porcelets âgés de 1 semaine de vie, indépendamment de la vaccination des truies. Ces anticorps d'origine maternelle chutent rapidement après 3 semaines de vie, juste après le sevrage, et avant la période critique de la maladie. Toutefois, l'analyse de la réponse anticorps des truies montre

une légère augmentation après deux doses du vaccin, sans pour autant améliorer le transfert vers les porcelets. Concernant la mortalité et la morbidité, aucune différence significative n'a été observée entre les groupes vaccinés et non vaccinés, autant pour le volet 1 que le 2.

En conclusion, un programme de vaccination actif ou passif des porcelets à l'aide de la bactérienne autogène n'a pas induit de protection durable chez les porcelets postsevrés dans cette étude. Une amélioration de la formulation du vaccin serait probablement nécessaire.

Lorelei Corsaut, Étudiante à la maîtrise, Groupe de recherche sur les maladies infectieuses en production animale et Centre de recherche en infectiologie porcine et avicole (CRIPA), Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal Saint-Hyacinthe

Mariela Segura, Professeure titulaire, CRIPA

Marcelo Gottschalk, Professeur titulaire, CRIPA

Paisley Canning, South West Ontario Veterinary Services, Listowel, Ontario

Marty Misener, South West Ontario Veterinary Services, Listowel, Ontario



Une équipe de recherche québécoise tente de démontrer qu'une transplantation fécale pourrait standardiser le microbiote intestinal d'une même portée de porcelets en vue de maximiser leur santé présevrage sans utiliser d'antibiotiques ni d'autres solutions de rechange. Photo : Shutterstock

Transplantation fécale chez le porcelet : projets pilotes encourageants

07 octobre 2019

Plusieurs études ont démontré que le microbiote aussi appelé « flore microbienne » (digestive, orale, cutanée, etc.) joue un rôle central dans le développement et le fonctionnement du système immunitaire ainsi que dans le métabolisme de l'humain ou de l'animal.

Chez l'homme, la médecine a prouvé que le microbiote intestinal de personnes en santé peut être transféré thérapeutiquement entre sujets afin de guérir les patients souffrant d'infection chronique à *Clostridium difficile*. Chez le porc, la science démontre qu'un microbiote intestinal humain peut s'établir efficacement après transplantation.

Une équipe québécoise financée par le Centre de recherche en infectiologie porcine et avicole (CRIPA) et le Fonds de recherche du Québec - Nature et technologie (FRQNT) a donc voulu vérifier si le microbiote d'un porcelet robuste peut être transféré à un autre qui est chétif. Ces chercheurs espèrent qu'une telle transplantation pourrait standardiser le microbiote intestinal d'une même portée en vue de maximiser sa santé présevrage sans utiliser d'antibiotiques ni d'autres solutions de rechange.

La procédure FMT

Les matières fécales provenant de porcelets sevrés ainsi que d'autres en lactation, sélectionnés pour leur performance et leur santé supérieures, ont été isolées et analysées pour certifier l'absence de bactéries pathogènes telles que la *Salmonella*. Après plusieurs étapes biologiques destinées à concentrer l'ensemble des bactéries des échantillons collectés, ces microbiotes ont été mélangés dans un milieu nutritif pour constituer le transplant fécal, aussi appelé procédure FMT (Fecal microbiota transplant), qui a été administré par voie orale à des porcelets nouveau-nés de faible poids ou de poids supérieur dans diverses portées.

Les résultats de la procédure FMT utilisée révèlent que celle-ci a influencé principalement la composition du microbiote du côlon des porcelets sans réussir à complètement uniformiser celui des sujets des différentes portées. En effet, cette étude souligne que la transplantation de matériel fécal chez le porcelet en santé est possible, mais que le microbiote maternel de la truie continue de jouer un rôle crucial sur l'établissement de celui du porcelet pendant la lactation, ce qui affecte le succès de la procédure.

L'équipe de chercheurs poursuit son travail en vue de déterminer l'effet de la FMT sur la santé des porcs tout au long de leur vie. Notamment, elle veut évaluer son impact sur l'expression de gènes impliqués dans la maturation et les fonctions du système immunitaire intestinal porcin, grâce au soutien financier supplémentaire provenant de l'Institut sur la nutrition et les aliments fonctionnels (INAF) en 2019.

Les résultats de ces projets bonifiés constitueront des bases solides et remarquables confirmant la disponibilité et l'efficacité du modèle FMT sur le porcelet afin de contrôler son microbiote, de diminuer l'utilisation de promoteurs de croissance et d'influencer positivement la santé et la robustesse des animaux à long terme.

Alexandre Thibodeau, M.V., professeur sous octroi, Faculté de médecine vétérinaire (FMV), Université de Montréal (UdeM)

Josée Harel, professeure titulaire, FMV, UdeM

Martin Lessard, chercheur, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Sherbrooke

Mylène Blais, chercheuse, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Sherbrooke

Cécile Crost, coordinatrice du CRIPA-FRQNT, FMV, UdeM



Un vaccin composé de coccidies peut être vaporisé sur les poussins afin d'éviter l'usage d'antibiotiques. Photo : Archives/TCN

Élevage sans antibiotiques chez les poulets à chair : impacts de la vaccination contre la coccidiose

21 octobre 2019

Un parasite intestinal, une coccidie dénommée *Eimeria* est responsable de la coccidiose chez les volailles. Or, celui-ci favorise aussi le développement d'une autre maladie plus néfaste : l'entérite nécrotique qui est due à une bactérie naturellement présente chez les volailles, *Clostridium perfringens*. Contrôler le portage des coccidies chez les poulets est donc une stratégie à double bénéfice.

Les élevages conventionnels utilisent couramment des ionophores identifiés au Canada comme des antibiotiques ayant aussi des propriétés anticoccidiennes; ce qui est l'inverse en Europe notamment. Or, les pressions sociétales et les différents enjeux de santé publique auxquels nous sommes confrontés exigent le retrait des antibiotiques en production animale. Puisque la réglementation des élevages sans antibiotiques au Canada impose de ne plus utiliser les molécules ionophores, l'usage de solutions de remplacement comme des vaccins est donc fréquemment choisi. Mais quels sont les impacts en termes de contrôle parasitaire et de performances de production?

Comparaison

L'équipe de la Chaire en recherche avicole de l'Université de Montréal a déterminé les impacts de ces deux stratégies de contrôles parasitaires en analysant 22 fermes sans antibiotiques et 22 élevages conventionnels.

Les couvoirs vaporisent sur les poussins un vaccin composé de coccidies vivantes non atténuées avant leur envoi dans les fermes sans antibiotiques. Le vaccin contient des parasites soigneusement identifiés et sélectionnés, c'est-à-dire des organismes vivants peu virulents qui vont coloniser les poussins sans les affecter tout en stimulant leur système immunitaire. Ainsi, ils développent une résistance envers d'autres coccidies plus virulentes et déjà présentes dans le poulailler.

En moyenne, dans les élevages sans antibiotiques utilisant un vaccin contre la coccidiose, le moment d'excrétion maximal des œufs de parasites est plus tôt et plus étalé dans le temps que dans un élevage conventionnel pour la même quantité d'œufs de parasites expulsés dans les fientes. Le gain de poids moyen quotidien est 2,28 g inférieur pour les élevages sans antibiotiques alors que l'indice de conversion alimentaire est plus élevé. Par contre, aucune différence n'a été mesurée entre les deux types d'élevages dans le traitement antiparasitaire pour le poids à l'abattage, la viabilité et les condamnations des carcasses. Toutefois, l'incidence des entérites nécrotiques cliniques, soit celles qui sont diagnostiquées, et sous-cliniques, c'est-à-dire

celles qui sont suspectées, mais non confirmées, est plus élevée dans les élevages sans antibiotiques.

Les prochains travaux devront déterminer si l'excrétion plus hâtive des œufs de parasites peut être un facteur à utiliser dans la prévention de l'entérite nécrotique ou dans l'optimisation des vaccins antiparasitaires.

Dr. Éric Parent, M.V. et Dre Martine Boulianne, M.V.

Centre de recherche en infectiologie porcine et avicole (CRIPA) et Chaire de recherche avicole, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal

Cécile Frost

CRIPA : regroupement stratégique du Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies (FRQNT)



Les stratégies immunitaires qui contrôlent les infections avicoles

03 septembre 2019

L'incidence élevée de la mortalité chez les jeunes poulets au cours de la première semaine dans les fermes avicoles commerciales est l'un des défis courants de l'industrie. La mortalité hebdomadaire cumulative moyenne est d'environ 1,54 % pour la première semaine.

L'industrie est continuellement à la recherche d'approches novatrices pour réduire ce taux, particulièrement pendant la première semaine, afin de diminuer les pertes économiques et d'améliorer la performance des troupeaux. Ce taux est même un indicateur de la performance du cheptel pendant la période d'élevage puisqu'il est le reflet de plusieurs facteurs, tels que la gestion de l'exploitation, le logement et les infections bactériennes, qui ont un impact sur la mortalité juvénile dans les entreprises avicoles.

Sac vitellin et *E. coli*

Des études antérieures ont indiqué que les infections bactériennes, principalement celles à *Escherichia coli* (*E. coli*), jouent un rôle majeur dans 50 % des mortalités de troupeaux de poules pondeuses au cours de la première semaine.

L'infection du sac vitellin, vésicule qui nourrit l'embryon lors de l'incubation, représente jusqu'à 25 % des causes de mortalité chez les poulets au cours des premiers jours suivant l'éclosion.

Ainsi, grâce aux recherches du docteur John Fairbrother, expert de l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE) en *E. coli*, la forte prévalence de cette bactérie dans les infections du sac vitellin a été confirmée chez les cheptels de volailles.



Kelsey O'Dowd et sa professeure Neda Barjesteh, immunologiste vétérinaire.

Stimuler l'immunité

En raison des pertes économiques importantes dues à la mortalité des poussins causée par des infections bactériennes, il est nécessaire d'explorer de nouvelles approches. Celles-ci auraient pour but d'améliorer les réponses innées de l'hôte chez les poulets qui viennent d'éclore afin de réduire les infections et d'améliorer les conditions d'élevage des poulets. À long terme, l'objectif serait de trouver une solution de rechange aux antibiotiques dans les élevages de volailles.

Généralement, les vaccins nécessitent plusieurs jours avant d'offrir une immunité protectrice contre les bactéries par l'immunité adaptative. L'amélioration des réponses immunitaires innées du poulet tôt dans la vie peut représenter une occasion cruciale d'améliorer la santé et la survie des troupeaux sensibles aux infections bactériennes. Pour cette raison, l'administration *in ovo* d'un mélange de molécules immunostimulatrices protégera efficacement les poussins. Neda Barjesteh et son équipe se concentrent actuellement sur l'identification de molécules immunostimulatrices puissantes ayant la capacité de stimuler les réponses immunitaires innées chez les volailles et pouvant être utilisées en toute sécurité. L'application *in ovo* de ces molécules permettra d'établir de nouvelles stratégies pour améliorer les réponses immunitaires contre les infections chez les poulets.

Plus d'immunité, moins d'antibiotiques

Si nous tenons compte des effets immunostimulateurs de ces molécules, un niveau amplifié de protection contre les infections constituerait une excellente solution de rechange et permettrait éventuellement de réduire l'utilisation d'antibiotiques dans les élevages de volailles.

Kelsey O'Dowd, étudiante aux cycles supérieurs

Neda Barjesteh, D.M.V., Professeure adjointe à la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal



Une étude a évalué l'efficacité de cinq désinfectants pour lutter contre les biofilms. Photo : Maurice Gagnon/Archives TCN

Désinfectants testés contre le biofilm de Clostridium

27 mai 2019

L'industrie avicole doit régulièrement lutter contre l'entérite nécrotique qui engendre des pertes économiques annuelles évaluées à près de 6 M\$ dans le secteur. Or, la bactérie *Clostridium perfringens* en est l'agent causal. Lors de contaminations alimentaires, elle peut aussi provoquer des maladies chez les humains. Cette bactérie possède plusieurs atouts; elle peut notamment former un biofilm.

Celui-ci est considéré comme un véritable problème par les éleveurs, mais également par le personnel qui travaille dans les abattoirs et les usines de transformation alimentaire. Tous cherchent des méthodes de contrôle et de désinfection efficaces pour lutter contre ce biofilm.

À l'Université de Montréal, une équipe du Centre de recherche en infectiologie porcine et avicole (CRIPA) et de la Chaire de recherche avicole de la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal a évalué l'impact de cinq désinfectants sur des *C. perfringens* en biofilm.

Sous la loupe

L'équipe a étudié 30 souches de *C. perfringens*. Certaines d'entre elles possèdent la capacité de produire un biofilm et de résister aux désinfectants commercialisés et testés en laboratoire, et ce, malgré le respect des instructions des manufacturiers d'ammoniums quaternaires, de monopersulfate de potassium, d'eau de Javel, de peroxyde d'hydrogène et de glutaraldéhyde.

Pour les souches *C. perfringens* qui ne forment pas de biofilm, l'analyse de viabilité montre que les bactéries sont sensibles* aux cinq désinfectants. Par contre, lorsqu'elles produisent un biofilm, les résultats changent. Bien qu'elles soient quand même affectées, les souches bactériennes tolèrent mieux les désinfectants qui diminuent tout de même leur viabilité d'au moins 40 %.

Bonne nouvelle! Des cinq désinfectants testés, celui composé d'hypochlorite de sodium, communément appelé eau de Javel, se démarque particulièrement. En effet, il a été capable de réduire de 90 % la viabilité des *C. perfringens* d'origine clinique ou commensale cachés dans un biofilm.

Il est important de garder à l'esprit que si une petite partie d'un biofilm survit, le risque associé à la bactérie demeure, car elle est toujours présente sous une forme plus

complexe. Les usines de transformation combinent diverses techniques, en plus de l'utilisation des désinfectants, afin de s'en débarrasser. C'est pourquoi il faut bien frotter, rincer et sécher toute surface en contact avec les aliments pour que les biofilms... n'attaquent pas.

Utilité du biofilm

Le biofilm correspond à un gel collant, rempli de bactéries, dont certaines sont très actives. Elles produisent elles-mêmes le gel et s'y multiplient. Ce dernier sert de protection contre des produits chimiques, des antibiotiques, ou contre le système immunitaire d'un animal. Ce biofilm permet aussi -d'adhérer fortement à une surface. Bref, une bactérie qui sait faire un biofilm se garantit une niche, un environnement parfait pour proliférer.

* Source : CHARLEBOIS, A., et autres. *Tolerance of Clostridium perfringens biofilms to disinfectants commonly used in the food industry* dans *Food Microbiology* 2017; 62:32-38.

Maire Archambault, Dre Martine Boulianne, M.V., Professeures à la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal

Audrey Charlebois, Agente de recherche à la Chaire en recherche avicole de la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal

Mario Jacques, Professeur à la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal



Actuellement, la méthode utilisée pour déterminer la nature des lésions cutanées consiste à comparer, à l'œil nu, la couleur des hématomes à l'aide d'une échelle colorimétrique.

Déterminer l'âge des lésions pour améliorer le bien-être des porcs

18 février 2019

Les pratiques de régie des animaux d'élevage dans le but d'améliorer leur bien-être sont en constante évolution. Que l'on pense à la gestion des déplacements des porcs ou à la conduite en groupe des truies gestantes, de nombreuses façons de faire sont à modifier. Les intervenants du secteur porcin cherchent donc à se doter d'outils et de méthodes de mesures pour cibler les lieux où des améliorations doivent être apportées en priorité.

Une des pistes actuellement explorées est de développer une procédure visant à déterminer si les lésions cutanées découvertes sur les carcasses de porcs ont été causées à l'abattoir, lors du transport ou à la ferme.

Les bleus sous la loupe

Comme chez les humains, les animaux se font des bleus plus ou moins facilement, qui disparaissent aussi à un rythme différent. Actuellement, la méthode utilisée – qui n'est pas très précise – consiste à comparer, à l'œil nu, la couleur des lésions (hématomes) à l'aide d'une échelle colorimétrique. Cependant, chaque évaluateur a une vue et une sensibilité différentes aux teintes, ce qui induit une part de subjectivité dans l'interprétation des couleurs. D'ailleurs, essayer de discuter des tons de peinture des murs avec un décorateur peut être ardu!

C'est pourquoi une équipe de chercheurs italo-qubécoise s'efforce de trouver une approche plus efficace pour évaluer la couleur des bleus, mais aussi pour différencier l'âge des lésions sur de mêmes échantillons.

En utilisant la spectrophotométrie, on mesure uniformément les propriétés physiques de la lumière des lésions (la couleur est liée aux ondes électromagnétiques). Dans un premier temps, l'équipe de chercheurs a démontré que l'emploi de la spectrophotométrie grâce à un appareil fiable permet de comparer plus précisément la peau saine avec la peau lésée. Cette technique donne aussi la possibilité de différencier des lésions qui sont apparues moins de 7 heures avant la saignée à l'abattoir ou durant le transport, ou survenues plus de 25 heures avant l'abattage de l'animal, donc à la ferme. Cet élément est particulièrement intéressant pour faire le suivi de la régie du bien-être animal.

Dans un deuxième temps, les chercheurs ont comparé les mesures spectrophotométriques avec les données biologiques de guérison de la peau dont le processus naturel est déjà connu. Ainsi, les chercheurs ont mesuré l'inflammation des lésions par des techniques moléculaires et observé par microscopie l'état des cellules de la peau endommagée. Cette méthode de diagnostic biologique, longue et coûteuse, ne peut être utilisée de façon courante en abattoir, mais elle a permis de valider les données spectrophotométriques par rapport à la réalité biologique. Cette validation donne donc la possibilité d'établir que la spectrophotométrie est une bonne technique pour déterminer l'âge des lésions des porcs, qu'elles soient survenues à la ferme, pendant le transport ou à l'abattoir.

Fait à noter, cette étude confirme qu'une technique basée sur le modèle porcin pourrait être employée en médecine légale humaine.

Une équipe multidisciplinaire

Cet article est basé sur une recherche présentée par la Dre Marie-Odile Benoit-Biancamano dans le cadre d'une étude menée par Luigi Faucitano, chercheur pour Agriculture et Agroalimentaire Canada, et réalisée avec Marika Vitali, doctorante au Département des sciences médicales vétérinaires de l'Université de Bologne, Sabine Conte, postdoctorante et Martin Lessard, immunologiste pour Agriculture et Agroalimentaire Canada, Frédéric Guay, expert en régie d'élevage porcin à l'Université Laval, quelques chercheurs du Centre ainsi que des collègues de l'Université de Bologne, Dr Luca Sardi et Dre Giovanna Martelli, tous deux vétérinaires spécialistes en bien-être animal au Collège européen de bien-être animal et de médecine comportementale.

Dre Marie-Odile Benoit-Biancamano, pathologiste vétérinaire, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal