



# Cahier des Résumés de projets de recherche 2020-2021

 PARTENARIAT  
CANADIEN pour  
L'AGRICULTURE

Canada  Québec 

# TABLE DES MATIÈRES

Pages

<b>APICULTURE</b> .....	4
Sélection du comportement VSH (Varroa Sensitive Hygiene) chez l'abeille <i>Apis mellifera</i> pour lutter contre le varroa.....	4
Développement de la production commerciale d'airelles vigne d'Ida sur la Côte-Nord par les services de pollinisation de l'abeille ( <i>Apis mellifera</i> ).....	6
BeeProbio3 : Probiotiques pour optimiser la santé des abeilles <i>Apis mellifera</i> .....	8
Confinement des abeilles comme mesure de protection contre l'exposition aux pesticides suivant un traitement phytosanitaire.....	10
Réduction des mortalités hivernales par un contrôle hâtif en période estivale des populations du parasite <i>Varroa destructor</i> dans les ruches du Québec .....	12
Stockage et hivernement des reines de l'abeille domestique ( <i>Apis mellifera</i> L.).....	14
Essai d'hivernement en banques de reines ( <i>Apis mellifera</i> ) en entreprise .....	16
La sélection génétique au service de l'apiculture québécoise .....	19
BeeCSI : Omic tools for assessing bee health .....	21
Étude technique de l'impact de la housse Espace Abeille sur la survie des colonies d'abeilles pendant l'hivernage extérieur .....	23
<b>AVICULTURE</b> .....	24
Alternatives alimentaires au gavage des canards pour la production de foie gras .....	24
Analyse des effets d'additifs alimentaires naturels à base d'extrait d'huile de noix de cajou sur les performances de croissance et l'état de santé du poulet de chair biologique.....	26
Impact du profil des acides aminés de la ration sur la santé intestinale, le statut antioxydant et inflammatoire et les performances de croissance chez les poulets de chair recevant ou non un challenge coccidien par voie orale.....	28
Additifs d'origine naturelle pour contrer la coccidiose chez le poulet de chair.....	31
Développement et accès à des modèles de coccidiose aviaire représentatifs des poulaillers commerciaux.....	33
Impact de la composition minérale de l'eau chez le poulet de chair.....	36

<b>BOVINS LAITIERS</b> .....	38
Stratégies nutritionnelles pour atténuer l'impact du stress thermique chez la vache laitière.....	38
Comment la consommation de lait acidifié <i>ad libitum</i> influence-t-elle la croissance des veaux laitiers Holstein? .....	40
Traitement ciblé de l'infertilité <i>post-partum</i> chez la vache laitière aux moyens d'un supplément vitaminique .....	42
Fournir de l'exercice aux vaches laitières en redéfinissant les espaces intérieurs et extérieurs et les meilleures pratiques de gestion .....	44
effets du butyrate de Ca sur le $\beta$ -hydroxy butyrate sanguin chez la vache laitière .....	46
<b>CAPRIN LAITIER</b> .....	48
Impact zootechnique, économique et génique de l'âge au sevrage des caprins.....	48
Déterminer les niveaux de phosphore et de calcium permettant une augmentation de l'efficacité d'utilisation du phosphore chez le porc.....	50
Estimation des besoins en calcium et phosphore chez le porcelet et évaluation de stratégies de déplétion et réplétion en ces minéraux.....	52
<b>Transfert technologique</b> .....	54
Stimuler l'utilisation de l'application "ApiProtection" pour localiser les ruchers en Chaudières-Appalaches et de la Capitale-Nationale afin d'en assurer la protection .....	54
Guide de bonnes pratiques apicoles et agricoles en pollinisation .....	55
Atelier sur la prévention et le contrôle du petit coléoptère de la ruche (PCR).....	57

# APICULTURE

## SÉLECTION DU COMPORTEMENT VSH (VARROA SENSITIVE HYGIENE) CHEZ L'ABEILLE *APIS MELLIFERA* POUR LUTTER CONTRE LE VARROA

### Objectif du projet

Déterminer si l'expression du comportement VSH permet aux colonies de combattre efficacement les varroas sans porter atteinte à la sélection des autres critères de performances importants en apiculture.

### Résumé du projet

L'abeille mellifère est le pollinisateur domestiqué le plus important mondialement, rapportant des profits de l'ordre de milliards de dollars chaque année à l'échelle planétaire. Or, au cours des dernières années, la survie de cette dernière est menacée par le parasite *Varroa destructor*. En effet, la littérature s'accorde pour désigner cet acarien comme la plus grande menace pesant sur l'abeille mellifère à ce jour. En plus d'engendrer des dommages directs aux abeilles en se nourrissant de celles-ci, les varroas affectent indirectement les abeilles par la transmission de plusieurs pathogènes viraux. En l'absence de traitements périodiques, la plupart des colonies d'abeilles mellifères des climats tempérés s'effondrent dans une période de deux ou trois années suivant l'infestation initiale de varroas. Actuellement, ces parasites sont principalement contrôlés par l'utilisation de produits chimiques. Or, ces traitements, en plus de contaminer les produits de la ruche, comportent un danger pour la santé de l'abeille domestique. De ces faits, il est impératif de trouver de nouvelles alternatives. Afin de pallier ce problème, la sélection d'abeilles ayant le trait comportemental Varroa Sensitive Hygiene (VSH) s'avère être une solution efficace et durable puisque les abeilles dotées de ce comportement réussissent à maintenir sous contrôle les populations de varroas vivants au sein de leur ruche. Cependant, la sélection pour un trait comporte un certain risque puisqu'il peut advenir que la sélection d'un caractère engendre également des répercussions négatives sur d'autres traits désirables. C'est pourquoi l'objectif de cette étude est de déterminer si l'expression du comportement VSH permet aux colonies de combattre efficacement les varroas sans altérer d'autres critères de performance importants en apiculture. Afin de répondre à cette question, au cours de l'été 2018 et 2019, 61 colonies d'abeilles mellifères issues du programme d'élevage du Centre de recherche en sciences animales de Deschambault ont été évaluées pour le comportement VSH, la production de miel, le développement printanier, le comportement défensif et le comportement hygiénique. Les principaux résultats de cette étude indiquent que l'expression du comportement VSH n'a pas d'effet significatif sur le développement printanier, le comportement défensif et la production de miel ( $p > 0,05$ ), mais a un impact significativement positif sur le comportement hygiénique ( $p < 0,05$ ).

Ces premiers résultats sont très prometteurs pour l'incorporation du comportement VSH dans un programme de sélection. En effet, il est essentiel que l'expression du comportement VSH n'ait pas d'impact négatif sur la productivité puisqu'il serait alors question d'un compromis entre la sélection de ce comportement prometteur, ou la productivité des abeilles. Toutefois, avant de décider d'incorporer ce comportement dans un programme de sélection, il manque encore plusieurs informations quant à son impact sur l'hivernation des abeilles. Ces résultats seront disponibles à la fin du projet en 2021.

### **Applications attendues**

Développement de lignées d'abeilles VSH productives dans le programme de sélection de l'abeille du CRSAD et distribution de reines VSH aux apiculteurs canadiens dans le but de les aider dans leur lutte contre les varroas.

**Responsable scientifique** : Pierre Giovenazzo (Université Laval)

**Collaboratrice** : Andrée Rousseau (CRSAD)

**Partenaires** : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires Rurales de l'Ontario, Université Laval

**Numéro de projet** : 1819-AP-353

# APICULTURE

## DÉVELOPPEMENT DE LA PRODUCTION COMMERCIALE D'AIRELLES VIGNE D'IDA SUR LA CÔTE-NORD PAR LES SERVICES DE POLLINISATION DE L'ABEILLE (*APIS MELLIFERA*)

### Objectif du projet

Développer la production commerciale d'airelles en passant par la mise en place d'une régie de culture qui comprend la micropropagation des plants jusqu'à l'aménagement de plusieurs champs d'airelles à rendements élevés en région nordique.

### Objectifs spécifiques

- Aménager cinq sites de production à partir du milieu naturel.
- Développer une régie de production qui se baserait sur celle du bleuet nain et de la canneberge.
- Réaliser un inventaire des sites ayant un potentiel commercial de développement de l'airelle sur la Côte-Nord.
- Produire un guide de production nordique de l'airelle.

### Résumé du projet

La Côte-Nord recèle un fort potentiel commercial d'airelles vigne d'Ida, un petit fruit très prometteur pour le développement économique de la région. Le potentiel de production de l'airelle sur la Côte-Nord reste sous-exploité à cause d'un manque de connaissances agronomiques permettant une production commerciale, telle que celles mises en place pour le bleuet et la canneberge. À l'heure actuelle, il existe un seul producteur d'airelles au Québec, situé en Beauce, près de Lac-Etchemin. Celui-ci fait face à une forte demande pour ce petit fruit, à laquelle il ne peut répondre seul. Il demande la collaboration de producteurs et de cueilleurs de la Côte-Nord afin d'atteindre les volumes nécessaires pour fournir à la demande (Comm. Pers. Philippe Roy, producteur d'airelle). D'autres entreprises à proximité, telles la Microbrasserie St-Pancrace à Baie-Comeau, la Mère-Michèle, la Coasters Association et la Galouine à Tadoussac, cherchent aussi à s'approvisionner en airelles, un petit fruit qu'ils intègrent à leurs produits alimentaires et autres bioproduits. La demande

est forte pour ce petit fruit et plusieurs entrepreneurs de la Côte-Nord sont prêts à y répondre en devenant producteurs d'airelles. Afin de soutenir ces promoteurs et ainsi satisfaire la forte demande pour ce petit fruit, il est primordial de développer la production commerciale d'airelles en passant par la mise en place d'une régie de culture qui comprend la micropropagation des plants jusqu'à l'aménagement de plusieurs champs d'airelles à rendements élevés sur notre territoire.

**Applications attendues**

Mise en place d'une régie de production de l'airelle vigne d'Ida (*Vaccinium Vitis Idaea*) incluant une pollinisation par l'abeille domestique.

**Responsable scientifique :** Ève-Catherine Desjardins (CEDFOB)

**Collaborateurs :** Pierre Giovenazzo (Université Laval), Nicolas Tremblay (CRSAD), Marie-Claire Gervais (CEDFOB), Georges Martin (CRSAD)

**Partenaires :** Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Université Laval, Centre d'expérimentation et de développement de la forêt boréale (CEDFOB)

**Numéro de projet :** 1819-AP-369

# APICULTURE

## **BEEPROBIO3 : PROBIOTIQUES POUR OPTIMISER LA SANTÉ DES ABEILLES *APIS MELLIFERA*.**

### **Objectif du projet**

Valider en ruchers expérimentaux l'efficacité et l'innocuité des trois meilleurs candidats probiotiques spécifiques à l'abeille mellifère qui ont démontré leur potentiel à améliorer significativement le taux de survie des abeilles dans le cadre d'expérimentations en cages.

### **Objectifs spécifiques**

- Mesurer l'effet des trois meilleurs candidats probiotiques spécifique à l'abeille mellifère sur la performance des colonies à trois étapes clés du cycle de production apicole au Canada : préparation à l'hivernage, hivernage et reprise printanière avant les premiers services de pollinisation (bleuet).
- Caractériser la dynamique de l'activité fonctionnelle de la flore microbienne intestinale (i.e. MI) des abeilles à trois étapes clés du cycle de production apicole au Canada : préparation à l'hivernage, hivernage et reprise printanière avant les premiers services de pollinisation (bleuet).

### **Résumé**

Les services de pollinisation effectués par l'abeille permettent un gain de production annuel évalué à plus de 4,6 milliards de dollars à l'agriculture canadienne. Or, ce gain est constamment menacé par les pertes hivernales récurrentes subies par l'industrie apicole. Les symptômes de ces nombreuses pertes sont associés à des parasitoses, des infections bactériennes et virales. Malheureusement, les traitements homologués au Canada pour endiguer ces maladies (acaricides, antibiotiques) deviennent progressivement inefficaces suite au développement et à la transmission de gènes de résistance. L'industrie apicole canadienne a donc un besoin urgent d'outils efficaces et durables pour optimiser la résistance aux maladies des colonies d'abeilles locales. Actuellement, les traitements homologués au Canada pour contrôler les principales maladies comme la nosébose, la loque américaine et la varroase, se limitent aux antibiotiques et aux acaricides naturels ou de synthèse. Cependant, ces produits présentent des risques à plusieurs niveaux : les souches pathogènes deviennent de plus en plus résistantes et ces traitements sont nocifs pour le couvain. Plus important encore, nous savons désormais que l'utilisation répétée d'antibiotiques et d'acaricides provoque une déstabilisation de la flore intestinale de l'abeille. Or, la flore intestinale joue un rôle essentiel dans la résistance aux maladies, en synthétisant des composés antimicrobiens, en stimulant le système immunitaire et en empêchant des agents pathogènes d'accaparer les ressources de l'organisme hôte, l'abeille. L'approche probiotique répond en tous points à cette exigence. Les probiotiques sont des microorganismes vivants qui, lorsqu'ils sont administrés en quantité suffisante, procurent des effets bénéfiques sur la santé (FAO/WHO 2002). Ils sont actuellement utilisés dans

l'industrie porcine, aviaire et bovine pour stabiliser le pH du rumen des ruminants et stimuler la croissance et la réponse immunitaire des animaux.

Récemment, notre équipe a démontré que l'administration de quatre souches commerciales et endogènes a permis une augmentation de 20 à 30 % de la survie des abeilles en contexte expérimental curatif avec *Nosema ceranae* (El Khoury et al. 2018). Ce projet visant la mise au point d'une formulation probiotique composée de souches endogènes de l'abeille est donc novateur : innocuitaire pour l'abeille, l'environnement et la santé humaine, puisque ces souches sont naturellement présentes dans son tractus digestif. Deux bactéries endogènes et deux formules probiotiques commerciales (Lallemand inc.) seront administrées aux colonies d'un rucher expérimental du CRSAD afin d'évaluer les effets sur leur santé, leur survie hivernale et leurs performances. Voici une brève description des souches principalement testées : **1) *Parasaccharibacter apium*** : Bactérie endogène des abeilles, retrouvée principalement chez les larves, dans l'intestin de la reine et dans les réserves de nourriture. En laboratoire, elle améliore la survie des larves d'abeilles en développement. Cette bactérie augmente également la résistance à la Microsporidie parasite *N. ceranae* lors d'infections contrôlées en cages et sur des ruches. **2) *Bactocell***<sup>®</sup> : formule probiotique commerciale contenant la bactérie lactique *Pediococcus acidilactici* (MA18/5M). Elle est utilisée comme additif dans l'alimentation animale afin d'augmenter la croissance des animaux et d'inhiber le développement de divers agents pathogènes. On retrouve naturellement des souches apparentées dans le pollen récolté par les abeilles. **3) *Levucell***<sup>®SB</sup> contient la levure *Saccharomyces cerevisiae boulardii*. Cette levure est utilisée chez l'humain pour traiter des infections de *Clostridium difficile*. Elle est également utilisée dans les productions aviaire et porcine pour favoriser la réponse immunitaire et diminuer la concentration d'organismes pathogènes.

### Applications attendues

- L'ajout de formulations probiotiques dans l'alimentation des colonies d'abeilles à l'automne augmente le taux de survie hivernal.
- L'ajout de formulations probiotiques dans l'alimentation des colonies d'abeilles au printemps.

**Responsables scientifiques** : Pierre Giovenazzo et Nicolas Derome (Université Laval)

**Collaboratrice** : Andrée Rousseau (CRSAD)

**Étudiantes au doctorat** : Sarah El Khouri et Joy Gaubert (Université Laval)

**Partenaires** : Agriculture et Agroalimentaire Canada, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Lallemand inc., Université Laval

**Numéro de projet** : 1819-AP-381

*Ce projet a été financé par le Programme Agri-Science d'Agriculture et Agroalimentaire Canada et par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, dans le cadre du Programme d'appui au développement de*

# APICULTURE

## CONFINEMENT DES ABEILLES COMME MESURE DE PROTECTION CONTRE L'EXPOSITION AUX PESTICIDES SUIVANT UN TRAITEMENT PHYTOSANITAIRE

### Objectif du projet

Identifier une méthode sécuritaire de confinement temporaire des abeilles afin d'assurer leur protection à la suite de traitements phytosanitaires.

### Objectifs spécifiques

- Évaluer l'effet de la méthode de confinement sur la santé des abeilles.
- Évaluer l'efficacité des méthodes pour réduire la mortalité des abeilles liée au butinage.
- Effectuer le transfert de la méthode aux producteurs.

### Résumé

La présence de ruches d'abeilles en cannebergières au moment de la floraison est primordiale afin d'obtenir une productivité optimale. Pendant cette période, des traitements d'insecticide contre la pyrale des atocas et la tordeuse des canneberges sont systématiquement effectués, sans quoi, les producteurs s'exposent à des dommages majeurs (perte de 30 % à 60 % de la récolte). Suivant des interventions phytosanitaires effectuées de nuit, des cas de mortalité d'abeilles ont été observés. Une étude antérieure (PAAR, 2015-2017) a permis d'identifier l'exposition matinale des abeilles au feuillage humidifié par le traitement comme étant une cause majeure de cette mortalité. La méthode la plus sécuritaire pour protéger les abeilles serait donc de les confiner temporairement dans leur ruche afin de laisser le temps aux insecticides de sécher. Or, le confinement peut également causer des conditions létales de chaleur et de manque d'oxygène au sein d'une colonie. Lors de la deuxième année du projet, l'efficacité et la sécurité des deux méthodes de confinement les plus prometteuses identifiées en 2019 (grillage sous la ruche, glace) ont été évaluées en cannebergières. Les résultats suggèrent que les deux méthodes de confinements sont à la fois efficaces et sécuritaires, notamment le grillage sous la ruche avec la porte fermée est beaucoup plus facile à mettre en application.

### **Applications attendues**

Le projet proposé permettra d'obtenir les informations suivantes sur les différentes méthodes de confinement évaluées : **1)** l'efficacité à restreindre la sortie des abeilles des ruches, **2)** les effets sur des paramètres internes des ruches susceptibles d'affecter la santé des abeilles, **3)** l'effet sur la survie des abeilles temporairement confinées et **4)** l'efficacité à limiter et réduire les taux d'empoisonnement des abeilles à la suite d'un traitement insecticide. Ces informations permettront ultimement de proposer une méthode de confinement efficace et sécuritaire aux producteurs de canneberges et aux apiculteurs. Ces résultats pourront également être utilisés par d'autres productions utilisant les abeilles et les apiculteurs pour le confinement lors du transport.

**Responsable scientifique :** Madeleine Chagnon, chercheure associée au CRSAD

**Collaborateurs :** Didier Labarre (APCQ), François Gervais (CETAQ) et Georges Martin (CRSAD)

**Partenaires :** Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Club Environnemental et Technique Atocas Québec (CETAQ), Association des producteurs de canneberges du Québec (APCQ), Citadelle, Fruits d'Or, Ocean Spray

**Numéro de projet :** 1920-AP-383

*Ce projet est financé par l'entremise du programme Innov'Action Agroalimentaire, en vertu du Partenariat canadien pour l'agriculture, entente conclue entre les gouvernements du Canada et du Québec.*

# APICULTURE

## RÉDUCTION DES MORTALITÉS HIVERNALES PAR UN CONTRÔLE HÂTIF EN PÉRIODE ESTIVALE DES POPULATIONS DU PARASITE *VARROA DESTRUCTOR* DANS LES RUCHES DU QUÉBEC

### Objectifs

- Mesurer les effets de traitements antivarroa en été sur : les performances zootechniques, l'état de santé de la colonie, la mortalité hivernale et la reprise printanière de la ruche.
- Mesurer la pathogénicité de *Varroa destructor* sur la colonie d'abeilles en lien avec d'autres pathogènes.

### Résumé

Chaque année, les apiculteurs font face à des taux de mortalité hivernale qui avoisinent les 20 %. L'une des causes de ces mortalités serait le parasite *Varroa destructor*. Tout porte à croire que le contrôle de ce parasite en période estivale sous un seuil inférieur à 3 % améliorera l'état de santé, la survie hivernale et la reprise printanière. Afin de répondre aux objectifs du projet, un groupe témoin et deux groupes traités avec un acide organique (acide formique et oxalique) au début août, ces deux derniers traitements ayant été choisis en fonction des résultats obtenus au cours des deux années antérieures, du projet seront testés. La chute de varroa sera évaluée à l'aide de cartons collants et des échantillons d'abeille seront pris à des moments clés sur les 144 ruches du projet (six ruchers chez trois apiculteurs). Il est attendu que les groupes qui auront reçu un traitement au mois d'août se démarqueront du groupe témoin par une présence inférieure de virus, des performances zootechniques supérieures, un taux de mortalité hivernale inférieur, ainsi qu'une meilleure reprise printanière. Cette expérience permettra de mettre en relation des pathogènes qui sont reliés directement ou indirectement à la santé de la ruche dans le but de démontrer qu'un contrôle hâtif des populations de varroa améliore plusieurs aspects cruciaux de la santé de celle-ci. Ce projet de recherche s'imbrique dans un modèle de lutte intégrée du parasite *Varroa destructor* qui pourrait bénéficier directement aux apiculteurs, si les résultats s'avèrent concluants et que cette approche est homologuée au Canada.

### **Applications attendues**

Ce projet permettra d'obtenir des informations dans notre contexte de production actuel. Aussi, il permettra le maintien des populations de varroa sous un seuil de 3 %, tout au long de la saison estivale et principalement en fin d'été et début d'automne, ce qui assurera à la ruche un meilleur état de santé, se concrétisant par une meilleure survie à l'hiver. Enfin, ce projet permettra de mettre en relation des pathogènes importants dans les colonies d'abeilles qui sont reliés directement ou indirectement aux populations de varroa et à l'état de santé de la ruche.

**Responsables scientifiques :** Pascal Dubreuil (Université de Montréal) et Marilène Paillard (CRSAD)

**Collaborateur :** Pierre Giovenazzo (Université Laval)

**Étudiante à la maîtrise :** Laurence Plamondon (Université Laval)

**Partenaires :** Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Université de Montréal, Université Laval

**Numéro de projet :** 1920-AP-384

*Ce projet est financé par l'entremise du programme Innov'Action Agroalimentaire, en vertu du Partenariat canadien pour l'agriculture, entente conclue entre les gouvernements du Canada et du Québec.*

# APICULTURE

## STOCKAGE ET HIVERNEMENT DES REINES DE L'ABEILLE DOMESTIQUE (*APIS MELLIFERA L.*)

### Objectifs du projet

- Développer une méthode d'hivernement intérieure d'une grande quantité de reines locales de fin de saison en colonies banques/réservoirs.
- Évaluer les différentes températures d'hivernement et densités de reines afin de déterminer une méthode favorisant la survie et la qualité des reines au printemps.

### Résumé

L'industrie apicole canadienne fait face à des pertes hivernales de colonies d'abeilles domestiques importantes, avec 29 % en 2018, soit les pertes les plus élevées depuis 2009. Au printemps, les pertes hivernales sont remplacées principalement par l'importation d'abeilles étrangères en l'absence de disponibilité de reines locales à ce moment de l'année. Il existe un intérêt grandissant pour le développement de solutions durables afin d'augmenter l'autosuffisance du Canada en abeilles domestiques. La solution proposée dans ce projet est le développement du stockage et de l'hivernement des reines abeilles en masse ou en « banques » afin de les utiliser au printemps. Le projet vise à évaluer le potentiel des systèmes d'hivernage des reines à des températures inférieures et supérieures à la formation de la grappe d'abeilles durant l'hiver afin de maximiser la survie et la qualité des reines. Un total de 600 jeunes reines fécondées a été produit en septembre 2018 par trois sources de reines (CRSAD, Api Culture Hautes-Laurentides et Reines de la pollinisation). Ces reines ont été distribuées aléatoirement dans les quatre groupes expérimentaux suivants : **1)** Groupe témoin (N=) avec reines hivernées individuellement en colonies standard au caveau à 4-6 °C, 40-70 % d'humidité relative, **2)** Groupe 4-6 °C (N=5) avec 40 reines stockées individuellement en cagettes en colonie banque orpheline et maintenue au caveau à 4-6 °C, 40-70 % d'humidité relative, **3)** Groupe 10-13 °C (N=5) avec 40 reines stockées individuellement en cagettes en colonie banque orpheline et maintenue au caveau à 10-13 °C, 40-70 % d'humidité relative, **4)** Groupe 15-18 °C (N=5) avec 40 reines stockées individuellement en cagettes en colonie banque orpheline et maintenue au caveau à 15-18 °C, 40-70 % d'humidité relative. Les banques ont été préparées et ont reçu les reines en septembre 2018. Par la suite, elles ont été placées dans les différents traitements en novembre 2018. Au printemps 2019, la survie et la qualité des reines ont été évaluées. Les résultats obtenus démontrent que les reines des banques maintenues à 15-18 °C ont enregistré un taux de survie de 86,4 % comparativement aux reines maintenues à 10-13 °C

et aux reines maintenues au caveau à 4-6 °C dont le taux de survie est de 55,5 % et 56,9 % respectivement. L'évaluation des reines au printemps a montré qu'il n'y avait pas de différence entre les groupes pour la viabilité des spermatozoïdes (moyenne de 80,3 % ± 1,2) et la largeur de l'abdomen des reines (4,87 mm ± 0,04). Cependant, les reines du groupe témoin avaient un poids (275,7 mg ± 8,2) significativement supérieur aux reines des groupes en banques (groupe 2 : 197,3 ± 5,8 ; groupe 3 : 191,3 ± 5,6 et groupe 4 : 197,9 ± 5,6).

Les reines du groupe témoin avaient également un abdomen significativement plus long (12,46 mm ± 0,31) que les reines des groupes maintenus en banques (groupe 2 : 9,44 ± 0,22 ; groupe 3 : 9,35 ± 0,21 et groupe 4 : 9,49 ± 0,21). Ce résultat s'explique par le fait que les reines du groupe témoin étaient libres en colonies et pondaient, ce qui favorise le développement de l'abdomen suite à l'hiver. Dans un deuxième essai d'hivernement à l'hiver 2019-2020, 600 reines ont été placées à 15 °C dans des banques de 40 et de 80 reines afin de comparer l'effet de la densité de reines sur la survie au printemps 2020. Covid-19 oblige, la finalisation de la 2<sup>e</sup> année a été reportée à 2021.

### **Applications attendues**

Le développement d'une technique d'hivernement des reines de l'abeille domestique sera profitable pour les éleveurs de reines qui pourront maximiser la production de reines de fin d'été afin de les rendre disponibles au plus fort de la demande de reines au printemps. Les apiculteurs profiteront de cette nouvelle offre de reines produites localement, sélectionnées pour des traits désirables et adaptées aux conditions climatiques locales afin de diminuer les mortalités associées à l'hiver, préoccupation majeure de l'industrie.

**Responsables scientifiques :** Andrée Rousseau (CRSAD) et Pierre Giovenazzo (Université Laval)

**Étudiantes à la maîtrise :** Mireille Lévesque et Maggie Lamothe-Boudreau (Université Laval)

**Partenaires :** Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Université Laval, Conseil canadien du miel (Bee Research Fund), Api Culture Hautes-Laurentides, Reines de la pollinisation.

**Numéro de projet :** 1920-AP-385

*Ce projet est financé par l'entremise du programme Innov'Action Agroalimentaire, en vertu du Partenariat canadien pour l'agriculture, entente conclue entre les gouvernements du Canada et du Québec.*

# APICULTURE

## ESSAI D'HIVERNEMENT EN BANQUES DE REINES (*APIS MELLIFERA*) EN ENTREPRISE

### Objectifs du projet

- Déterminer si la technique d'hivernement intérieur des reines en banques développée au CRSAD est possible en entreprise de production de reines.
- Évaluer le nombre optimal de reines pouvant être hivernées dans une colonie afin de maximiser la technique de maintien des reines en banques.

### Résumé

Chaque année, les apiculteurs québécois font face à des pertes de colonies d'abeilles domestiques importantes avec plus de 31 % en 2018. Au printemps, ces pertes hivernales sont remplacées principalement par l'importation de reines étrangères, puisque les conditions climatiques canadiennes ne permettent pas la production de reines locales avant les mois de mai-juin. Ces reines proviennent de contextes climatiques différents et ne possèdent pas les adaptations pour performer sous les conditions climatiques canadiennes. De plus, leur importation est associée à des risques d'introduction de parasites résistants aux traitements et de génotype indésirable (e.g. abeilles africanisées). Une méthode d'hivernement intérieur de plusieurs reines en colonies banques a été mise au point au CRSAD et a montré des résultats prometteurs. Dans ce projet, deux méthodes de maintien des reines en chambre d'hivernement sont testées en entreprise afin de vérifier leur possible implantation et ainsi rendre disponibles des reines locales tôt au printemps. Durant la saison apicole 2019, l'éleveur de reines Gabriel Boucher-Guimond (Ferme apicole du Lac) a construit un caveau d'hivernement aux conditions contrôlées correspondant aux conditions ayant présenté le meilleur taux de survie à la saison 2018-2019 au CRSAD (15-18 degrés Celsius, 40-70 % d'humidité relative). Ce caveau est ventilé, chauffé, déshumidifié, climatisé et équipé de sondes de température de marque InkBird. Le dernier cycle d'élevage de reines du mois d'août 2019 a servi aux expérimentations. Dix reines ont été envoyées au CRSAD pour analyses de la qualité des reines avant hivernement (taille, poids, nombre de spermatozoïdes accumulés dans la spermathèque et viabilité des spermatozoïdes). Au début septembre, 220 reines fécondées ont été récoltées et placées dans des cadres modifiés pouvant contenir 40 ou 80 reines en cagettes individuelles (figure 1). Huit colonies fortes ont été utilisées afin de former quatre banques orphelines. Deux groupes expérimentaux ont été utilisés : 2 banques contenant 40 reines et 2 banques contenant 80 reines. À l'intérieur de chaque colonie, une sonde de température et d'humidité relative (Hobo Onset®) a été installée afin de suivre les conditions à l'intérieur des banques durant l'hivernement. Ces colonies ont été nourries et ont reçu un traitement contre la varroase. À la fin du mois de septembre, les banques ont été placées dans le caveau maintenu aux conditions de 15 °C et 40-70 % d'humidité relative. En avril 2020, la survie des reines a été

évaluée et en moyenne les reines du groupe de 40 reines par banque et du groupe de 80 reines par banque ont enregistré un taux de survie de 45 % et de 29 % respectivement. Ce projet a démontré la faisabilité de la technique d'hivernement intérieure des reines en contexte de production. Par contre, davantage d'essais devront être effectués afin d'améliorer le pourcentage de survie des reines et ainsi rendre la technique économiquement avantageuse pour les producteurs de reines.



FIGURE 1. REINES EN CAGETTES INDIVIDUELLES.

### **Applications attendues**

Ce projet a le potentiel de répondre à la problématique de production de reines locales en début de saison par une solution durable, soit le banquage de reines durant l'hiver. Cette solution permettrait de devancer la disponibilité de reines élevées localement au printemps et ainsi soutenir les programmes de sélection de l'abeille qui mettent en valeur des traits phénotypiques associés à la santé et à la survie des colonies abeilles. Le remplacement des mortalités serait assuré par des reines possédant des adaptations locales de productivité et de survie favorables à l'apiculture québécoise. Ce projet vise à augmenter les revenus liés à l'apiculture pour les producteurs québécois et donner davantage de possibilités aux apiculteurs désirant travailler avec des abeilles adaptées à nos conditions pour minimiser les impacts des mortalités hivernales.

**Responsable scientifique :** Andrée Rousseau (CRSAD)

**Collaborateur :** Gabriel Boucher-Guimond (Ferme apicole du Lac)

**Partenaires :** Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Ferme apicole du Lac

**Numéro de projet :** 1920-AP-399

*Ce projet a été financé par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, dans le cadre du Programme d'appui au développement de l'agriculture et de l'agroalimentaire en région*

# APICULTURE

## LA SÉLECTION GÉNÉTIQUE AU SERVICE DE L'APICULTURE QUÉBÉCOISE

### Objectifs du projet

- Mettre à profit les progrès génétiques obtenus chez l'abeille au CRSAD au service des apiculteurs québécois.
- Assurer la diffusion des souches d'abeilles provenant du programme de sélection génétique de l'abeille du Centre de recherche en sciences animales de Deschambault (CRSAD) à travers la province.
- Prendre les mesures phénotypiques des colonies offertes aux apiculteurs afin d'enrichir les bases de données du programme de sélection mis en place depuis 2010.

### Résumé

Au Québec, les principaux traits de caractère désirés sont les suivants : une forte productivité en miel ; un développement printanier hâtif ; une bonne résistance à l'hivernage ; un fort comportement hygiénique et une résistance aux maladies et aux parasites. Depuis son instauration en 2010, le programme de sélection génétique du CRSAD a permis des progrès génétiques, notamment au niveau du comportement hygiénique et de la production de miel. À l'été 2020, les trois apiculteurs participants au projet (entreprises Intermiel, Api Culture Hautes Laurentides et Stanabbey) ont reçu vingt reines sœurs de deux lignées sélectionnées et ont introduit ces quarante reines dans leur cheptel respectif. Au printemps 2021, ces colonies seront suivies chez les apiculteurs pour la production de miel, la survie hivernale, le taux de croissance du *varroa* et de *Nosema spp.* Parallèlement, des reines de ces deux mêmes lignées ont également été produites et introduites au Centre de recherche en sciences animales de Deschambault afin d'être évaluées pour les mêmes critères que chez les apiculteurs et ainsi posséder des informations sur ces deux lignées génétiques dans quatre environnements différents. En plus des critères nommés, les colonies du CRSAD seront suivies de façon plus intensive sur d'autres phénotypes : comportement hygiénique, force avant et après l'hiver, développement printanier, comportement de défense, tendance à l'essaimage. Les informations obtenues chez les apiculteurs participants en complément du suivi dans les colonies du CRSAD, permettront de préciser les bases de données du programme de sélection grâce au suivi d'une centaine de colonies dans des environnements variés. De plus, les apiculteurs participants recevront les valeurs d'élevage associées aux colonies qu'ils possèdent et auront la possibilité de reproduire les colonies au meilleur potentiel.

### **Applications attendues**

L'intégration des mesures phénotypiques prises sur les colonies extérieures permettra un calcul plus précis des valeurs génétiques du programme de sélection en cours, ainsi qu'une plus grande précision des calculs d'héritabilité des caractères d'importance chez l'abeille. La mise à disposition des valeurs génétiques aux participants de l'étude permettra également de faciliter la sélection des colonies supérieures et la reproduction de caractères favorables qui pourront ensuite être distribués à l'ensemble des apiculteurs québécois via l'élevage de reines

**Responsable scientifique :** Andrée Rousseau (CRSAD)

**Étudiante au doctorat :** Ségolène Maucourt (Université Laval)

**Partenaires :** Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Intermiel, Api Culture Hautes Laurentides, Stanabbey, Les Apiculteurs et Apicultrices du Québec (AADQ).

**Numéro de projet :** 1920-AP-412

*Ce projet est financé par l'entremise du programme Innov'Action Agroalimentaire, en vertu du Partenariat canadien pour l'agriculture, entente conclue entre les gouvernements du Canada et du Québec.*

# APICULTURE

## BEECSI : OMIC TOOLS FOR ASSESSING BEE HEALTH

### Objectif du projet

- Créer une plateforme pionnière d'évaluation et de diagnostic de la santé des abeilles, en utilisant des marqueurs spécifiques aux facteurs de stress, activés par l'expression génétique, protéomique et le profilage du microbiome.
- Établir des lignes directrices et des ressources pédagogiques pour l'utilisation de l'outil de diagnostic pour la gestion de la santé des abeilles mellifères.

### Résumé

Si rien n'est fait, le déclin de la santé des abeilles mellifères menacera un secteur de 5,5 milliards de dollars par an de l'agroéconomie du Canada, qui dépend des abeilles pour la pollinisation. Alors que les ravageurs, les agents pathogènes, l'exposition aux produits agrochimiques et la malnutrition peuvent tous avoir un impact dévastateur sur la santé des abeilles, il est souvent difficile d'identifier les facteurs clés qui pourraient stresser un rucher donné. Les apiculteurs et les organismes de réglementation gouvernementaux doivent connaître l'identité exacte et les combinaisons de facteurs de stress ayant un impact sur des populations d'abeilles avant de pouvoir entreprendre des changements de gestion ou de règlements pour améliorer la santé des abeilles. Malheureusement, il est très difficile d'identifier rapidement les différents facteurs de stress ayant un impact sur la santé des colonies d'abeilles mellifères. Actuellement, l'industrie se fie à l'analyse *post-mortem* pour tester la présence de quelques agents pathogènes ou toxines connus dans les colonies mortes. Les apiculteurs canadiens perdant 26 % de leurs colonies chaque hiver, en plus des autres pertes associées aux cultures au printemps et à l'été, l'industrie a cruellement besoin d'outils modernes pour évaluer rapidement la santé des abeilles dans les colonies vivantes afin de mettre en place des stratégies d'atténuation des pertes. L'équipe de recherche de ce projet s'appuie sur les succès antérieurs de recherches à grande échelle qu'ils ont réalisés sur la génomique des abeilles mellifères. Ainsi, les changements induits par les facteurs de stress dans le transcriptome, le protéome et le microbiome pour identifier les marqueurs diagnostiques seront mesurés. Les données de l'étude pour créer une plate-forme logicielle qui fournira des évaluations rapides de la santé des abeilles et suggérera les stratégies de gestion les plus efficaces pouvant être appliquées par les apiculteurs sur le terrain seront utilisées. L'équipe de recherche misera sur ses relations solides avec un réseau d'utilisateurs

finaux pour le transfert et la mobilisation des connaissances afin d'assurer une adoption maximale des livrables. La recherche GE3LS sera essentielle pour guider la recherche « omique » et garantir que les livrables de BeeCSI sont finalement traduits. Sans doute, la solide expérience de l'équipe dans le développement d'outils génomiques contribuera à l'amélioration de la santé des abeilles et au développement de cette solution de pointe internationale pour le diagnostic de la santé des abeilles au Canada.

#### **Applications attendues**

- Assurer la croissance et la pérennité de l'apiculture, avec un impact économique important (au moins 160 M\$ / an) réalisé grâce à des économies de coûts, une réduction des risques, une pollinisation accrue et une augmentation des revenus.
- Réduire les conflits entre les apiculteurs et les agriculteurs et permettre l'élaboration de politiques fondées sur des données probantes par les organismes de réglementation gouvernementaux.
- Créer des écosystèmes plus sains pour les pollinisateurs indigènes et d'autres espèces sauvages en réduisant la transmission de pathogènes interspèces et les résidus agrochimiques inutiles dans l'environnement.

**Responsables scientifiques :** Pierre Giovenazzo (Université Laval)

**Collaborateurs :** Andrée Rousseau (CRSAD), Amro Zayed et Jane Heffernan (Université York), Leonard Foster, Sumeet Gulati et Miriam Bixby (Université de la Colombie-Britannique), Stephen Pernal et Marta Guara (Agriculture et Agroalimentaire Canada), Shelley Hoover (Agriculture et foresterie de l'Alberta), Robert Currie (Université du Manitoba), Ernesto Guzman (Université de Guelph).

**Partenaires :** Génome Canada, Génome Ontario, Génome Colombie-Britannique, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Université Laval

**Numéro de projet :** 1920-AP-414

# APICULTURE

## ÉTUDE TECHNIQUE DE L'IMPACT DE LA HOUSSE ESPACE ABEILLE SUR LA SURVIE DES COLONIES D'ABEILLES PENDANT L'HIVERNAGE EXTÉRIEUR

### Objectif du projet

Comparer l'efficacité de deux configurations de housse d'hivernage d'Espace Abeille aux trois autres méthodes d'hivernages extérieurs les plus fréquentes dans l'industrie apicole.

### Objectifs spécifiques

- Évaluer l'impact d'utilisation de housse d'hivernage sur la mortalité des colonies.
- Mesurer la variation du taux d'humidité et la température moyenne à l'intérieur des colonies hivernées à l'aide du système Espace Abeille.

### Résumé

Pour atteindre l'objectif du projet, cinquante colonies seront réparties sur les groupes expérimentaux suivants : **1)** Colonies hivernées à l'aide d'une enveloppe commerciale BeeCozy, **2)** Colonies hivernées à l'aide du thermofoil avec styromousse, **3)** Colonies hivernées à l'aide d'un caisson rigide avec styromousse, **4)** Colonies hivernées à l'aide d'une housse Espace abeille de configuration type 1 et **5)** Colonies hivernées à l'aide d'une housse Espace abeille de configuration type 2. La force en abeilles (nombre de cadres avant et après l'hivernage), la consommation hivernale (kg de nourriture), la reprise printanière (surface de couvain), la présence/absence de moisissures et de condensation à l'ouverture de la ruche au printemps et l'humidité relative et température dans la ruche pendant l'hiver seront mesurées.

### Applications attendues

Réduire les mortalités hivernales des colonies d'abeilles hivernées à l'extérieur.

**Responsables scientifiques :** Georges Martin (CRSAD) et Olivier Lebrun (Espace Abeille)

**Partenaire :** Espace Abeille

**Numéro de projet :** 2021-AP-426

# AVICULTURE

## ALTERNATIVES ALIMENTAIRES AU GAVAGE DES CANARDS POUR LA PRODUCTION DE FOIE GRAS

### Objectif du projet

Évaluer les effets des différentes alternatives nutritionnelles sur la prise alimentaire, le métabolisme et la stéatose hépatique chez le canard.

### Résumé

Trois expériences ont été menées au CRSAD afin d'évaluer les effets de la fréquence d'alimentation, et de la densité énergétique de la diète à court et à long terme sur la prise alimentaire, le métabolisme et la stéatose hépatique chez le canard.

**Expérience 1.** La restriction du temps d'accès à la nourriture (RTA) est utilisée pour la préparation du jabot des canards destinés à la production de foie gras. Ceci a pour but de stimuler l'ingestion d'aliment pendant les périodes des repas. Par contre, des études menées chez les rongeurs suggèrent que la RTA peut réduire le poids corporel et hépatique. Ainsi, pour évaluer les effets de la RTA sur la prise alimentaire et sur le poids corporel et hépatique des canards, 12 canards Mulard mâles (âgés de 70 j,  $4,0 \pm 0,32$  kg de BW) logés dans des cages individuelles ont été bloqués par poids et assignés au hasard à **1**) alimentation *Ad libitum* (AL ; N = 6) ou **2**) restriction du temps d'accès (1h le matin ; 1h l'après-midi ; RTA ; N = 6) pendant 12 jours. Comparé à AL, RTA n'a pas eu d'effet sur la prise alimentaire totale, mais a entraîné une perte de poids corporelle et du foie. Ces résultats suggèrent que la RTA ne stimule pas l'hyperphagie et ne serait pas indiquée dans des systèmes qui visent à produire du foie gras sans recours au gavage.

**Expérience 2.** La combinaison de glucides tels que le fructose et les lipides saturés que l'acide palmitique est associé à une augmentation de l'adiposité corporelle et hépatique chez le rongeur. Remplacer l'amidon de la diète par du fructose et des lipides saturés pourrait entraîner un phénotype similaire chez le canard. 48 canards Mulard (90 jours d'âge,  $4,13 \pm 0,34$  de poids corporel) ont été bloqués par poids et répartis au hasard à l'un des traitements suivants : **1**) témoin (75 % amidon, 3 % gras, 8 % protéine; N = 24 ; T) ou **2**) un régime riche en fructose et en gras (11 % de matières grasses, 42 % de fructose, 28 % d'amidon : FG) pendant 28 jours. 12 canards supplémentaires de la même cohorte ont été euthanasiés au jour 0 afin d'obtenir des mesures de base. Par rapport au témoin, la diète FG n'a pas eu d'effet sur la prise alimentaire, le poids et la composition de la carcasse. Par contre, la teneur en lipides était 30 % plus élevée dans FG, tandis que le poids du foie était 26 % plus faible. De plus, les valeurs de jaune dans l'échelle jaune-verte ont été plus élevées dans FG. Malgré sa teneur énergétique plus élevée, la prise alimentaire n'a pas été réduite par une diète riche en fructose et en gras, suggérant une altération potentielle des signaux de satiété, qui pourrait avoir un impact sur le poids corporel du foie dans le cadre d'interventions à plus long terme chez des canards destinés à la production de foie gras.

**Expérience 3.** Il a été démontré que l'alimentation à long terme de régimes riches en graisses et en fructose modifie la prise alimentaire et provoque une stéatose hépatique chez le rongeur. De tels régimes, associés à l'ajout de sirop de maïs à haute teneur en fructose (HFCS) dans l'eau potable, pourraient entraîner un phénotype similaire chez les canards, établissant ainsi une alternative à la production de foie gras par gavage. L'interaction de la diète basale et la supplémentation de sirop riche en fructose (SRF) dans l'eau a été évaluée à long terme (12 semaines). 50 canards Mulard mâles (66 j d'âge, 4,16 ± 0,37 kg de BW) logés dans des cages individuelles ont été bloqués en fonction du poids et alloués au hasard à **1**) Régime témoin (T ; 75 % d'amidon) ; **2**) Régime témoin + eau sucrée (T+S) ; **3**) Régime riche en fructose et en gras (FG ; 12 % de matières grasses, 42 % de fructose, 26 % d'amidon) ou **4**) Régime FG + eau sucrée (FG+S) pendant 3 mois. L'eau sucrée (13 %, p/v) a été préparée avec du sirop de maïs riche en fructose. L'intensité de couleur dans l'échelle b (i.e. jaune) a été plus élevée chez les canards FG+S, mais le poids du foie n'était pas différent. De plus, l'ajout d'eau sucré a réduit la prise alimentaire de 32 % indépendamment du type de diète basale. Dans les conditions de cette expérience, une alimentation riche en gras et fructose semble avoir un impact limité sur les performances de production des canards, ce qui est expliqué par un manque de stimulation de l'hyperphagie.

#### **Applications attendues**

À terme, ces connaissances pourraient servir à remplacer la pratique traditionnelle de production de foie gras par gavage. Une meilleure compréhension de la régulation de la prise alimentaire par la diète permettra de cibler les nutriments capables d'entraîner l'hyperphagie volontaire et de cette manière l'accumulation naturelle de lipides dans le foie.

**Responsable scientifique :** Daniel E. Rico (CRSAD)

**Collaborateurs :** Michel Lefrançois (Université Laval), J. Eduardo Rico (Cornell University)

**Étudiante à la maîtrise :** Leslie Delprat (Université Laval)

**Partenaires :** Université Laval, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Mitacs.

**Numéro de projet :** 1718-AV-370

*Ce projet a été financé par le Programme Agri-Science d'Agriculture et Agroalimentaire Canada*

# AVICULTURE

## ANALYSE DES EFFETS D'ADDITIFS ALIMENTAIRES NATURELS À BASE D'EXTRAIT D'HUILE DE NOIX DE CAJOU SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE ET L'ÉTAT DE SANTÉ DU POULET DE CHAIR BIOLOGIQUE

### Objectif du projet

Évaluer l'effet du Calica<sup>+</sup> chez le poulet de chair conjointement avec la vaccination *Eimeria* et étudier ses modes d'actions.

### Résumé

La vaccination s'est développée au fil des années pour lutter contre la coccidiose, mais son efficacité varie et elle est difficile à exploiter en raison notamment du jeune âge des poulets à l'abattage. Les suppléments d'extraits liquides de noix de cajou (CNSL) ont montré des effets bénéfiques sur les performances de croissance et des effets anticoccidiens chez les poulets de chair infectés par *Eimeria*. Cependant, les effets des CNSL lors d'une infection à *Eimeria* chez des poulets vaccinés contre la coccidiose doivent être déterminés en particulier pour la production biologique. Les poulets de chair vaccinés contre la coccidiose ont été hébergés dans des enclos et ont reçu l'un des traitements suivants : **1)** non infecté, non traité ; **2)** infecté, non traité ; **3)** infecté, programme par alternance nicarbazine/monensine ; **4)** infecté, Calica<sup>+</sup> (formulation à base de CNSL). L'infection à *Eimeria* a été induite au J14 par une administration orale de 200 000 oocystes sporulés d'espèces mixtes d'*Eimeria* récoltées d'isolats du poulailler du CRSAD. L'essai a été réalisé avec 8 enclos de 45 oiseaux par traitement. Le Calica<sup>+</sup> a amélioré le gain quotidien moyen (GMQ) (+7,4 %,  $p < 0,05$ ) et a montré une tendance à réduire le taux de conversion alimentaire (FCR) (-1,8 %,  $p = 0,07$ ) pendant la période de croissance globale (jours 0-35), par rapport aux poulets de chair infectés et non traités. Les oiseaux supplémentés avec le Calica<sup>+</sup> ont également montré un GMQ plus élevé que les oiseaux médicamentés à la nicarbazine/monensine (+7,2 %,  $p < 0,05$ ). Le Calica<sup>+</sup> n'a pas modifié les niveaux d'oocystes totaux par gramme de matières fécales au pic d'excrétion d'*Eimeria* (6 jours

après l'inoculation), mais il a montré une tendance à réduire les scores des lésions intestinales caractéristiques d'*E. tenella* ( $p = 0,07$ ). En résumé, le Calica<sup>+</sup>, une formulation à base de CNSL, a amélioré les performances de croissance et a montré des effets anticoccidiens dans des conditions de vaccination contre la coccidiose chez le poulet de chair. Les analyses de laboratoire sont en cours pour étudier les modes d'action du Calica<sup>+</sup>, notamment en lien avec la réponse immunitaire.

### **Applications attendues**

Les formulations à base de CNSL, comme le Calica<sup>+</sup>, représentent des additifs alimentaires biologiques qui pourraient être impliqués dans une stratégie anticoccidienne qui inclut la vaccination chez le poulet de chair.

**Responsable scientifique** : Carl Julien (CRSAD)

**Stagiaire au baccalauréat** : Lauriane Paquet (Université de Sherbrooke)

**Partenaires** : Ceresco Nutrition, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

**Numéro de projet** : 1920-AV-393

*Ce projet est financé par l'entremise du programme Innov'Action Agroalimentaire, en vertu du Partenariat canadien pour l'agriculture, entente conclue entre les gouvernements du Canada et du Québec.*

# AVICULTURE

## IMPACT DU PROFIL DES ACIDES AMINÉS DE LA RATION SUR LA SANTÉ INTESTINALE, LE STATUT ANTIOXYDANT ET INFLAMMATOIRE ET LES PERFORMANCES DE CROISSANCE CHEZ LES POULETS DE CHAIR RECEVANT OU NON UN CHALLENGE COCCIDIEN PAR VOIE ORALE

### Objectif du projet

- Évaluer l'impact des rations supplémentées avec des acides aminés (AA) ayant un rôle fonctionnel sur la santé intestinale chez les poulets de chair recevant ou non un challenge coccidien par voie orale.
- Valider l'impact des AA sur les performances de croissance et les organes impliqués dans les réponses immunitaires altérées par la coccidiose.

### Résumé

La coccidiose est l'une des principales maladies qui affecte tous les élevages de poulets de chair. Elle est causée par des parasites protozoaires du genre *Eimeria*, une condition qui affecte le bien-être et la productivité des animaux. D'autre part, la résistance aux médicaments anticoccidiens, conséquence de leur application prophylactique et thérapeutique, exige actuellement des solutions avec des approches alternatives pour surmonter cette problématique. Certains acides aminés (AA) ont un rôle fonctionnel en étant impliqués dans la réponse immunitaire et dans la synthèse des protéines des entérocytes, caractéristiques qui font des AA de bons candidats pour lutter contre les coccidies. Afin de valider l'impact de ces AA et de répondre aux objectifs du projet cités ci-dessus, sept cents poussins ont été élevés en parquets et nourris avec un aliment commercial pendant la phase de début (0-10 jours). Au jour 11, au total, 60 cages de 7 poulets ont été assignées à l'un de 6 traitements alimentaires (10 répétitions par traitement). Les traitements expérimentaux consistaient en trois traitements témoin sans AA, soit : **1**) un contrôle (non infecté – sans anticoccidien), **2**) un contrôle négatif (infecté avec coccidie voie orale – sans anticoccidien), **3**) un contrôle positif (infecté avec coccidie voie orale – avec l'anticoccidien Maxiban) et trois traitements avec AA, soit : **4**) l'aliment témoin avec l'addition de 1 % d'arginine, **5**) l'aliment témoin avec l'inclusion de 1 % de glutamate et **6**) l'aliment témoin avec l'addition de 1 % d'isoleucine. Les contrastes suivants ont été testés : T1 vs. T2 vs. T3 linéaire et quadratique, T2 vs. arginine, T2 vs. glutamate total et T2 vs. isoleucine et arginine vs glutamate vs isoleucine linéaire et quadratique. Pour le challenge coccidien, au jour 14, 1 mL d'une suspension d'oocystes à  $2 \times 10^5$  oocystes/mL fut administré par gavage oral, afin d'obtenir une inoculation de  $2 \times 10^5$  oocystes par oiseau. Les régimes ont été administrés pendant 3 phases d'alimentation (0-10, 11-21, 22-35 d). La collecte de données fut réalisée aux jours 10, 21 et 35, et les paramètres systémiques (e.g. chimie, électrolyte et gaz du sang) ont été déterminés à l'instant par potentiométrie à l'aide d'un analyseur de gaz et de minéraux du sang (i-STAT et VETSCAN VS2). Seuls les résultats

de la phase de croissance (11-21 jours) seront présentés. La consommation moyenne journalière (CMJ) n'a pas été affectée par les traitements. Un effet linéaire de la comparaison T1-T2-T3 montre que le gain moyen quotidien (GMQ) a été réduit dans le T3 ( $p < 0,001$ ) ce qui s'est traduit par une augmentation de l'indice de conversion ( $p < 0,001$ ) en comparaison au témoin n'ayant pas été challengé (T1).

Les cryptes et les villosités ainsi que les acides gras volatils au niveau des *caeca* n'étaient pas modifiés par les traitements. Le poids du système digestif (intestin grêle ; % du poids corporel) était plus faible chez T1 et T3 (quadra  $p < 0,001$ ) et plus élevé dans le traitement glutamate que dans le T2 ( $p = 0,02$ ). Le poids du foie et de la rate (% du poids corporel) était plus élevé chez les T3 que les T1 (Lin,  $p = 0,02$ ,  $P = 0,08$ ). La bourse de Fabricius est un organe impliqué dans la réponse immunitaire des oiseaux où se produit la maturation des lymphocytes B n'était pas modifiée par les traitements.

### **Applications attendues**

Les AA avec des potentiels rôles fonctionnels sur l'immunité ou sur le métabolisme protéique des entérocytes (intestine grêle), représentent une alternative viable pour faire face aux défis que représente la coccidiose dans l'aviculture moderne.

**Responsables du projet :** Angel René Alfonso Avila (CRSAD) et Marie-Pierre Létourneau-Montminy (Université Laval)

**Partenaires :** Ajinomoto Europe Animal Nutrition/Halchemix, Université Laval

**Numéro de projet :** 1920-AV-410

# AVICULTURE

## **Impact de l'avoine nue dans la phase de démarrage et du butyrate tout au long de la croissance sur les performances de croissance et la santé digestive des poulets**

### **Objectif du projet**

Évaluer l'impact de l'ajout de 15 et 30 % d'avoine nue dans la phase de démarrage avec ou sans ajout d'acide gras à chaîne moyenne dans les trois phases de croissance sur les performances et la santé digestive des poulets pour réduire l'utilisation des antibiotiques.

### **Résumé**

Dans un essai précédent réalisé en janvier 2019, l'avoine nue et le butyrate ont permis d'améliorer les performances de croissance de poulets recevant des aliments réduits en protéine et énergie pour stimuler un effet facteur de croissance. Cet essai lui fait suite et vise à affiner le taux d'incorporation d'avoine nue et à confirmer les effets d'acides gras à chaînes moyennes dans des aliments apportant les apports nutritionnels utilisés sur le terrain. Les poulets ont été alimentés en trois phases de croissance (0-10, 11-21 et 22-35 jours). Ils ont été pesés à la fin de chaque phase et à la suite de la pesée, un poulet par parquet a été euthanasié pour des prélèvements visant à comprendre les modes d'action des additifs, et trois poulets ont été abattus pour évaluer les compositions corporelles des poulets à l'aide de l'ostéodensitométrie.

Les résultats ont confirmé l'intérêt de l'avoine nue en démarrage avec une augmentation de 11 % du poids vif au jour 10 chez les poulets recevant 15 % d'avoine et une diminution de 8 % de l'indice de conversion. Les résultats étaient similaires avec 30 % d'avoine nue, ce qui montre que 15 %, voire moins, serait suffisant pour constater des effets positifs sur les performances. Les acides gras à chaînes moyennes n'ont pas eu d'impact sur les performances. Les analyses sur les autres paramètres sont toujours en cours, en raison du retard pris cette année.

### **Applications attendues**

Mettre en place des alternatives aux antibiotiques comme facteurs de croissance et production avicole.

**Responsable scientifique** : Marie-Pierre Létourneau-Montminy, (Université Laval)

**Partenaires** : Chaire de recherche sur des stratégies alternatives d'alimentation des porcs et des volailles

**Numéro de projet** : 1920-AV-411

# AVICULTURE

## ADDITIFS D'ORIGINE NATURELLE POUR CONTRER LA COCCIDIOSE CHEZ LE POULET DE CHAIR

### Objectif du projet

Évaluer l'effet d'additifs alimentaires à base d'ingrédients botaniques fonctionnels pour contrer la coccidiose chez le poulet de chair.

### Résumé

Deux essais ont évalué trois mélanges d'extraits botaniques combinés ou non à un vaccin contre la coccidiose chez des poulets de chair exposés à *Eimeria* (55 oiseaux/enclos, 9 répétitions). L'essai #1 a impliqué 2 475 mâles Ross 308 qui ont été assignés aux traitements : **1**) non infectés (NI) ; **2**) infectés (IF) ; **3**) IF + décoquinate/zoalène (DZ) ; **4**) IF + 250 ppm de Synbiotec CVA (SYN250) ; **5**) SI + 500 ppm (SYN500). Dans l'essai #2, 2 475 oiseaux vaccinés contre *Eimeria* (IMMUcox3<sup>®</sup>, CEVA) ont été assignés aux traitements : **1**) NI ; **2**) IF ; **3**) SYN250 ; **4**) IF + 250 ppm Alterna<sup>®</sup> OP (AOP) ; **5**) IF + 0,25 mL/L de Entero-V Poultry (EV) dans l'eau de boisson pendant 10 jours consécutifs (j14-24). SYN, AOP et EV sont formulés par Probiotech International. L'infection à *Eimeria* a été induite par une administration orale à j14 de 2 x 10<sup>5</sup> oocystes sporulés d'espèces mixtes d'*Eimeria*. Les données ont été analysées par un modèle mixte incluant le traitement et la section du poulailler comme effets fixe et aléatoire, respectivement, et par des tests de Kruskal-Wallis. Dans l'essai #1, l'IF a réduit le poids corporel (PC) à j20 (933 vs 973 g,  $p = 0,0025$ ), à j34 (2,26 vs 2,36 kg,  $p = 0,0032$ ), a montré une tendance à l'aggravation du taux de conversion alimentaire (CA) de 10-20 j (1,33 vs 1,31,  $p = 0,1004$ ) et globalement (0-34j) (1,45 vs 1,41,  $p = 0,0666$ ), une diminution du poids vif par enclos à j34 (82,9 vs 95,5 kg,  $p = 0,0028$ ), une augmentation du taux de mortalité global (14,1 vs 5,5 %,  $p = 0,0395$ ) et une augmentation des taux d'oocystes par gramme de matières fécales (OPG) à j20 (5,9 vs 1,6 log<sub>10</sub>,  $p < 0,0001$ ) et des scores lésionnels *E. acervulina* (1,11 vs 0,06,  $p < 0,0001$ ) et *E. tenella* (1,17 vs 0,00,  $p < 0,0001$ ) à j21, par rapport à NI. DZ a pallié ces effets de l'infection. SYN500 a augmenté le poids corporel à j34 (2,34 vs 2,26 kg,  $p = 0,0195$ ) et SYN250 a montré une tendance (2,31 vs 2,26 kg,  $p = 0,0904$ ). Les deux doses de SYN ont diminué le taux de mortalité global (5 vs 14%,  $p < 0,05$ ) et ont augmenté le poids vif par enclos à j34 de manière dose-dépendante (SYN250 : 94,0 vs 82,9 kg,  $p = 0,0076$  ; SYN500 : 95,3 vs 82,9 kg,  $p = 0,0033$ ), sans affecter la CA, par rapport à l'IF. Dans l'essai #2, IF a réduit le PC 6 jours post infection (6 jpi) (d20) (734 vs 780 g,  $p = 0,0456$ ), aggravé la CA pendant 10-20 j (1,50 vs 1,37,  $p = 0,0478$ ), les niveaux d'OPG à d20 (6,2 vs 5,6 log<sub>10</sub>,  $p < 0,0001$ ) et le score lésionnel d'*E. tenella* à j21 (1,33 vs 0,22,  $p = 0,0002$ ), par rapport au NI. SYN250 a augmenté le poids corporel à j10 (251 vs 242 g,  $p = 0,0012$ ) et à j20 (790 vs 734,  $p = 0,0443$ ), et a amélioré la CA pendant 0-10 j (1,17 vs 1,23,  $p = 0,0001$ ) et 10-20 j (1,36 vs 1,50,  $p = 0,0261$ ), par rapport à IF. EV a augmenté le PC 6 jpi (d20) (793 vs 734 g,  $p = 0,0429$ ) et a amélioré la CA pendant 0-10j (1,18 vs 1,23,  $p = 0,0113$ ), 10-20j (1,33 vs 1,50,  $p = 0,0058$ ) et globalement (1,29 vs

1,33,  $p = 0,0160$ ), par rapport aux oiseaux IF. AOP a montré une tendance à améliorer la CA pendant 0-20 j (1,32 vs 1,39,  $p = 0,0777$ ) et globalement (1,31 vs 1,33,  $p = 0,0599$ ).

L'EV a également réduit l'excrétion d'*Eimeria* spp. à 6 jpi (11,4 vs 18,2 105 OPG,  $p < 0,0001$ ) et le score de lésionnel d'*E. tenella* à 7 jpi (0,61 vs 1,33,  $p = 0,0076$ ), par rapport aux oiseaux IF. SYN250 et AOP n'ont pas affecté l'OPG ou les lésions intestinales, par rapport à l'IF. Dans l'ensemble, SYN, conçu pour la production standard, EV, compatible en production sans antibiotique (ABF), et AOP, compatible avec la norme National organic standard (NOS), tous trois améliorent la vaccination contre la coccidiose et pourraient être introduits dans toutes les stratégies de contrôle de la coccidiose sans médicaments anticoccidiens.

### **Applications attendues**

Ces produits d'extraits botaniques pourraient être introduits dans toutes les stratégies de contrôle de la coccidiose sans médicaments anticoccidiens.

**Responsable scientifique :** Carl Julien (CRSAD)

**Partenaires :** Probiotech, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

**Numéro de projet :** 1920-AV-413

*Ce projet est financé par l'entremise du programme Innov'Action Agroalimentaire, en vertu du Partenariat canadien pour l'agriculture, entente conclue entre les gouvernements du Canada et du Québec.*

# AVICULTURE

## DÉVELOPPEMENT ET ACCÈS À DES MODÈLES DE COCCIDIOSE AVIAIRE REPRÉSENTATIFS DES POULAILLERS COMMERCIAUX

### Objectif du projet

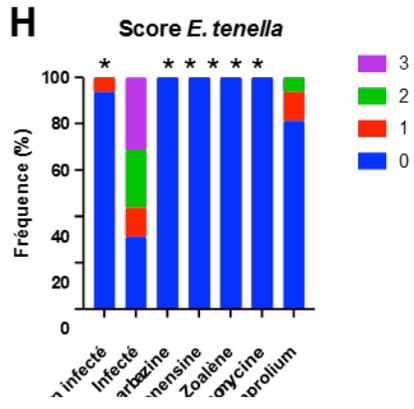
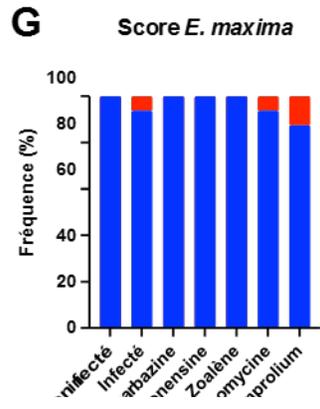
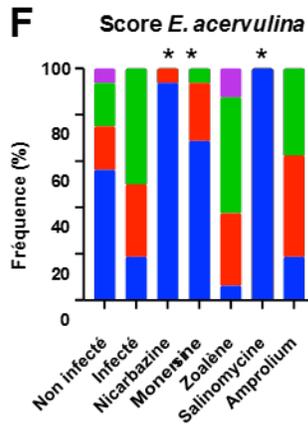
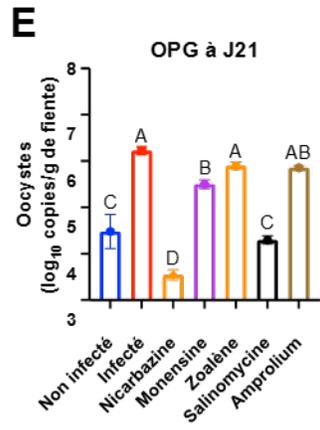
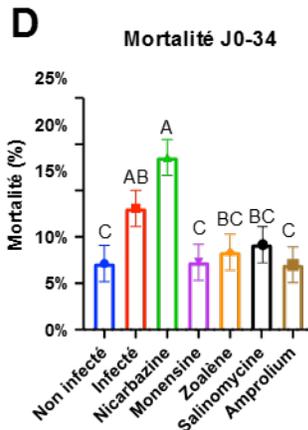
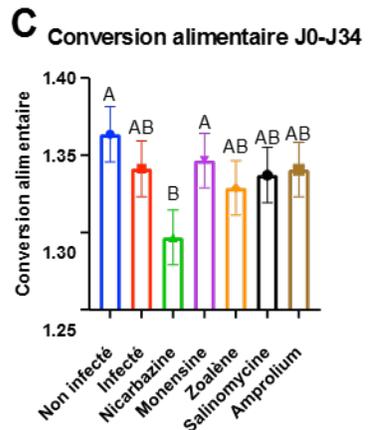
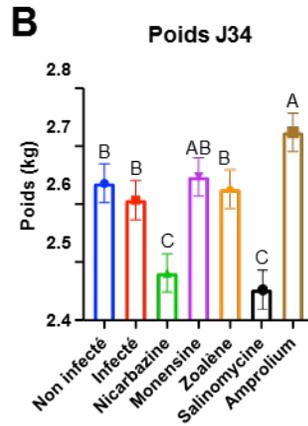
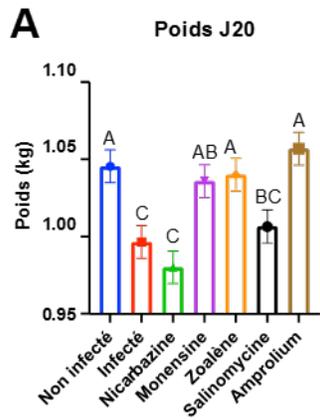
Développer et offrir des modèles de coccidiose aviaire représentatifs des poulaillers commerciaux.

### Résumé

Trois mille quatre-vingts (3 080) mâles Ross 308 ont été assignés aux traitements suivants : **1)** non infectés (NI) ; **2)** infectés (IF) ; **3)** IF +100 mg/kg niccarbazine ; **4)** IF +100 mg/kg monensine ; **5)** IF +125 mg/kg zoalène ; **6)** IF +60 mg/kg salinomycine ; **7)** IF +125 mg/kg amprolium. L'infection à *Eimeria* a été induite par une administration orale à j14 de 2 x 10<sup>5</sup> oocystes sporulés d'espèces mixtes d'*Eimeria* d'isolats récoltés au poulailler du CRSAD. Les données ont été analysées par un modèle mixte incluant le traitement et la section du poulailler comme effets fixe et aléatoire, respectivement, et par des tests de Kruskal-Wallis. Afin d'étudier la sensibilité et la résistance des souches *Eimeria* aux anticoccidiens couramment utilisés, les décomptes d'oocystes dans les fientes et les lésions de coccidiose ont été analysés. Les données préliminaires montrent que les souches *E. acervulina* semblent résistantes à certains anticoccidiens alors que les souches *E. tenella* montrent une sensibilité à tous les anticoccidiens étudiés. En condition de coccidiose, des anticoccidiens ont amélioré les performances de croissance des poulets de chair alors que d'autres ont eu des effets mitigés. Les anticoccidiens ont tous diminué les décomptes des oocystes totaux selon différents niveaux. Les analyses par espèce *Eimeria* par qPCR et les essais *in vitro* permettant d'étudier les mécanismes d'action, soit l'effet sur la viabilité, la sporulation et la capacité d'invasion des parasites sont en cours.

### Applications attendues

Le projet proposé permettra de développer et d'offrir à l'industrie des modèles de coccidiose aviaire représentatifs des poulaillers commerciaux. D'après nos données préliminaires, nous nous attendons à ce que les modèles de coccidiose aviaire contiennent des souches *Eimeria* résistantes à certains anticoccidiens classiques et plus virulentes que des souches vaccinales. Nous nous attendons aussi à ce que les produits naturels confèrent des effets anticoccidiens via d'autres mécanismes d'action que les anticoccidiens classiques.



**FIGURE 1.** : Performances de croissance et effet anticoccidien des anticoccidiens étudiés. Poids des oiseaux au J20 (A), au J34 (B), et conversion alimentaire (C) et taux de mortalité (D) pendant l'essai, du J0 au J34. Les barres représentent les moyennes des moindres carrées  $\pm$  l'erreur standard. Les traitements non connectés par la même lettre sont significativement différents, selon une valeur de  $p < 0,05$ . Décompte d'oocystes dans les fientes par microscopie (E). Les données présentées sont les nombres d'oocystes par gramme de fiente (OPG) par parquet. Lésions intestinales caractéristiques d'*Eimeria acervulina* (F), d'*Eimeria maxima* (G) et d'*Eimeria tenella* (H) au J21. Les données présentées sont les fréquences pour chaque score lésionnel. \* montre les traitements significativement différents de T2, selon une valeur de  $p < 0,05$ . T1, oiseaux non infectés et non médicamenteux ; T2, oiseaux infectés et non médicamenteux ; T3, oiseaux infectés +100 mg/kg nicarbazine ; T4, oiseaux infectés +100 mg/kg monensine ; T5, oiseaux infectés +125 mg/kg zoalène ; T6, oiseaux infectés +60 mg/kg salinomycine ; T7, oiseaux infectés +125 mg/kg amprolium.

**Responsable scientifique :** Carl Julien (CRSAD)

**Étudiant à la maîtrise :** Jonathan Pierron (Université Laval)

**Partenaires :** Jefo Nutrition, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

**Numéro de projet :** 1920-AV-416

*Ce projet est financé par l'entremise du programme Innov'Action Agroalimentaire, en vertu du Partenariat canadien pour l'agriculture, entente conclue entre les gouvernements du Canada et du Québec.*

# AVICULTURE

## IMPACT DE LA COMPOSITION MINÉRALE DE L'EAU CHEZ LE POULET DE CHAIR

### Objectif du projet

Évaluer l'impact du changement de composition minérale de l'eau sur l'équilibre acido-basique systémique, la consommation d'eau et d'aliments, les performances de croissance, la minéralisation osseuse, l'excrétion d'eau dans les excréta de poulets de chair et l'empreinte environnementale.

### Résumé

Six cent vingt-quatre poussins ont été répartis sur 48 cages à raison de 13 oiseaux par cage. Quatre eaux de compositions minérales différentes ont été préparées au laboratoire du CRSAD et offertes aux oiseaux dès l'entrée jusqu'à l'abattage. L'analyse des données de 425 puits de fermes du Québec a permis de déterminer les eaux à produire selon le potentiel de certaines eaux à moduler l'équilibre acido-basique des oiseaux. Des analyses détaillées des eaux ont été effectuées afin de calculer le bilan électrolytique de ces eaux. Considérant l'influence de l'aliment sur le bilan électrolytique des oiseaux, les poulets ont été alimentés selon un programme alimentaire unique à trois phases visant des bilans électrolytiques de 240, 220 et 180 mEq/kg pour les phases de début (0-10 j), croissance (11-21 j) et finition (22-35 j), respectivement. Des échantillons des eaux ont été prélevés à différents intervalles durant la phase animale afin de caractériser en temps réel le pH, le potentiel d'oxydoréduction et la conductivité et par analyse chimique, les teneurs minérales pour le calcul du bilan électrolytique (sodium, potassium, chlorures, calcium, magnésium, solides dissous totaux, etc.). Un système de réservoir individuel (48 chaudières placées au-dessus des 48 cages) a servi à contenir les eaux et à mesurer la consommation d'eau des oiseaux de chacune des cages. Les consommations en moulée de même que les poids par cage ont aussi été évalués de sorte à calculer les GMQ, l'efficacité alimentaire et les ratios eau : moulée. De plus, des échantillons de sang ont été prélevés sur un oiseau par cage aux J10, J21 et J34. Les échantillons sanguins permettront d'évaluer le bilan acido-basique et métabolique des oiseaux issus de chaque traitement. De plus, des euthanasies ont été effectuées sur un certain nombre d'oiseaux aux J10, 21 et 34 afin d'évaluer l'impact des traitements sur la minéralisation osseuse et le contenu en phosphore et azote des carcasses. Les carcasses entières ont aussitôt été scannées avec un appareil à absorptiométrie biphotonique à rayons X (DXA) (Discovery W, Hologic Inc., Waltham, MA, États-Unis). Des échantillons de tibias ont également été prélevés (1 par cage au J35) afin de doser les teneurs en certains minéraux (calcium, phosphore, magnésium, potassium, manganèse). Durant les jours 25 à 28, la totalité des fientes de six cages par traitement a été collectées et la consommation d'aliments mesurée afin de mesurer la rétention apparente de l'azote, de la matière sèche, du Na, Cl, K, Mg, Ca et P. Pour ce faire, les fientes ont été collectées, pesées, immédiatement congelées et séchées par lyophilisation aux fins

d'analyses. Finalement, à six reprises durant l'étude (J5, 10, 16, 21, 30 et 35), des échantillons de fientes ont été collectés afin de caractériser les teneurs en humidité.

### **Applications attendues**

Cette étude permettra de faire la démonstration de l'impact de la contribution minérale de l'eau consommée sur le bilan électrolytique alimentaire. L'effet au niveau des performances des poulets de chair sera connu selon différents types d'eaux retrouvés dans les fermes. Une meilleure compréhension des effets de la contribution minérale de l'eau sur l'équilibre acido-basique sanguin des oiseaux, la minéralisation osseuse et l'humidité des excréta pourrait permettre d'expliquer des problématiques retrouvées en élevage (ex. : problèmes de pattes, ammoniac élevé, pododermatite) et qui serait causé par un déséquilibre électrolytique selon le type d'eau consommée. Une amélioration de la santé et du bien-être des poulets pourrait avoir un impact financier positif et social non négligeable.

**Responsable scientifique :** Janie Lévesque (CRSAD) et Christian Klopfenstein (CDPQ)

**Collaborateurs :** Daniel Venne (Couvoir Scott); Marie-Pierre Létourneau-Montmigny (Université Laval), Younes Chorfi (Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal), Angel René Alfonso Avila (CRSAD)

**Partenaires :** Agriculture et Agroalimentaire Canada, Université Laval, Centre de développement du porc du Québec, Couvoir Scott, Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal

**Numéro de projet :** 2021-AV-430

*Ce projet est financé par le Programme Agri-Science d'Agriculture et Agroalimentaire Canada*

# BOVINS LAITIERS

## STRATÉGIES NUTRITIONNELLES POUR ATTÉNUER L'IMPACT DU STRESS THERMIQUE CHEZ LA VACHE LAITIÈRE

### Objectif du projet

Évaluer l'impact des stratégies nutritionnelles sur la performance et la santé intestinale des vaches laitières durant un épisode de stress thermique (HS).

### Objectif spécifique

Évaluer la capacité de la supplémentation en vitamine E et en sélénium à réguler la perméabilité intestinale et l'effet de la supplémentation en vitamine D et en calcium (Ca) sur l'inflammation systémique et la santé intestinale de la vache laitière.

### Résumé

À l'aide de douze vaches Holstein multipares (> 60 JEL), un dispositif en parcelles divisées a été utilisé pour tester la capacité de la supplémentation en vitamine E et en sélénium à améliorer la barrière intestinale (par la réduction du stress oxydatif) et l'effet de la supplémentation en vitamine D et en Ca sur les effets systémiques inflammatoires durant le SC. La parcelle principale correspond au niveau de supplémentation en vitamine E et en Se : **A**) Témoin (LESe ; 20 UI / kg Vit. E et 0,3 mg / kg de Se, selon les recommandations du NRC, 2001 ; n = 6) ou **B**) Teneur élevée en vitamine E, en Se (HESe ; 200 UI / kg Vit. E et 1,2 mg / kg de Se, soit 10 fois et 4 fois plus que les recommandations alimentaires, respectivement; n = 6). Au sein de chaque parcelle principale, les vaches ont été assignées au **1**) stress thermique (HS), **2**) au stress thermique plus un supplément (HS+Dca ; vitamine D à 1820 UI / kg et Ca à 1,5 % de MS), ou à une alimentation couplée à une thermoneutralité (TNPF) selon un modèle croisé (carré latin 3 x 3) avec des périodes de 14 jours. Le stress thermique (groupe HS) a augmenté la température rectale par rapport au TNPF du j 2 au 14, alors que HS+Dca a diminué la température rectale de 1 °C en moyenne, du j 9 au 14, par rapport au HS. De même, le HS a doublé la fréquence respiratoire par rapport au TNPF du j 3 au 14, alors que le HS+Dca l'a réduit de 21 % en moyenne, du j 7 au 14. Comme prévu, le HS a réduit l'ingestion de matière sèche, tandis qu'aucune différence entre le HS et le TNPF n'a été détectée, ce qui confirme l'efficacité du protocole d'alimentation en pairs. Cependant, malgré un niveau similaire de prise alimentaire, le HS a réduit le rendement laitier par rapport au TNPF (-14 %), mais aucune différence n'a été observée entre HS et HS+Dca. Les deux marqueurs plasmatiques indiquant l'augmentation de la perméabilité intestinale (calprotectine et LBP) et l'inflammation systémique (protéine C-réactive et TNF- $\alpha$ ) étaient globalement plus élevés dans le traitement HS par rapport au TNPF, mais la supplémentation en vitamine D et en Ca a réduit ces marqueurs par rapport au traitement HS. L'analyse du métabolome fécal a permis d'identifier quinze biomarqueurs capables de

prédire les traitements, avec une déplétion importante de la méthylhistidine, l'acétyl ornitine, l'histidine, la taurine et la trans-OH proline chez des vaches en stress de chaleur.

### **Applications attendues**

Les interventions alimentaires proposées dans le cadre de ce projet (supplémentation de vitamines et de minéraux) sont généralement considérées comme peu coûteuses et peuvent donc être facilement mises en œuvre dans les fermes commerciales. Ces nutriments pourraient améliorer le bien-être et la santé des animaux en stress de chaleur et ainsi atténuer l'augmentation de la réponse immunitaire au cours du HS en favorisant la récupération de la perméabilité intestinale et la productivité des animaux.

**Responsable scientifique :** Daniel E. Rico (CRSAD)

**Collaborateurs :** Rachel Gervais et Yvan Chouinard (Université Laval), Lance Baumgard (Iowa State University), Déborah Sanstchi (Lactanet)

**Stagiaire postdoctoral :** Alexis Ruiz (Université Laval)

**Partenaire :** Iowa State University, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Mitacs, AAC-Sherbrooke, Lactanet, Université Laval.

**Numéro de projet :** 1718-BL-386

*Ce projet est financé par le Programme Agri-Science D'Agriculture et Agroalimentaire Canada et par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, dans le cadre du Programme d'appui au développement de l'agriculture et de l'agroalimentaire en région.*

# BOVINS LAITIERS

## COMMENT LA CONSOMMATION DE LAIT ACIDIFIÉ *AD LIBITUM* INFLUENCE-T-ELLE LA CROISSANCE DES VEAUX LAITIERS HOLSTEIN?

### Objectif du projet

Démontrer l'impact d'une alimentation lactée acidifiée à volonté, offerte à partir d'un système non automatisé, sur la croissance des veaux laitiers, le comportement et l'atteinte du poids à la saillie de même que sur l'impact économique de ce mode d'alimentation.

### Résumé

Vingt-quatre veaux nouveau-nés femelles Holstein ont été répartis au hasard selon deux niveaux d'alimentation : restreint (R : 8L ; n = 12) et *ad libitum* (AD : maximum de 16L ; n = 12) par jour, bloqués par date de naissance et logés individuellement. Le traitement d'alimentation avec un lactoreplaceur commercial a été appliqué à partir de l'âge de 2 jours. Les veaux avaient accès à volonté à de l'eau et aux concentrés à partir du jour 3. Le lait de remplacement a été acidifié à un pH se situant entre 4,2 et 4,3 et offert à température ambiante dans un seau équipé d'une tétine deux fois par jour. Le seau contenant le lactoreplaceur acidifié et la tétine a été vidé et désinfecté tous les 2 à 3 jours, des échantillons de lait frais et de refus ont été prélevés et des analyses bactériologiques ont été réalisées. Le sevrage a débuté aux jours 50 et 58 pour les veaux AD et R, respectivement, et s'est terminé au jour 65 d'âge. Les veaux ont été pesés chaque semaine de la naissance au jour 70, le lactoreplaceur offert a été mesuré à chaque repas et les refus ont été pesés après 2 à 3 jours alors que les refus de concentrés ont été mesurés après 7 jours. De la naissance jusqu'au sevrage, la consommation quotidienne moyenne de lait et de concentré des veaux a été de 7,3 vs 10,6 L et de 0,47 vs 0,34 kg pour R et AD, respectivement ( $p < 0,001$ ). Durant les jours 21 à 56, les veaux AD ont consommé plus de lait que les veaux R et ont atteint un plateau ( $\geq 12$  litres par jour) durant les jours 20 à 49 (temps\*trt,  $p < 0,001$ ). De la naissance au jour 70, le GMQ (0,79 vs 0,96 kg par jour ;  $p = 0,02$ ) et le poids vif (98,3 vs 109,6 kg ;  $p = 0,01$ ) ont été plus élevés pour les veaux AD que pour les veaux R. Cependant, la conversion alimentaire était la même entre les traitements (1,60 vs 1,67 ;  $p = 0,33$ ). Le nombre total de bactéries présentes a augmenté en 3 jours (6 671 à 49 889 cfu / ml) dans le seau où le lactoreplaceur acidifié était offert. Peu de coliformes totaux (104 cfu / ml) et aucun *Escherichia coli* ont été trouvés dans le lait acidifié après 3 jours. En conclusion, la consommation d'un lactoreplaceur acidifié, de la naissance au sevrage, a augmenté la croissance des veaux laitiers. D'autres résultats sont attendus.

### **Applications attendues**

Les systèmes d'alimentation lactée automatisés (louves) permettent aux producteurs de nourrir les génisses laitières à volonté mais ces équipements peuvent avoir des coûts d'achat et d'entretien élevés, ce qui limite leur utilisation par les producteurs ayant peu de veaux à nourrir.

À la lumière des résultats obtenus, nous espérons faire la démonstration que le système alternatif d'alimentation lactée proposé permettra aux producteurs de répondre aux pratiques exemplaires du Code de pratiques pour le soin des bovins laitiers par une amélioration des pratiques d'alimentation des veaux laitiers en leur donnant accès à du lait 24 heures par jour, puisque sa conservation sera assurée par un agent acidifiant. À plus long terme, des effets positifs sont espérés au niveau de l'atteinte du poids cible à la première saillie.

**Responsables du projet :** Janie Lévesque (CRSAD) et Marianne Villettaz-Robichaud (Université de Montréal)

**Partenaires :** Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Faculté de médecine vétérinaire-Université de Montréal

**Numéro de projet :** 1819-BL-361

*Ce projet a été financé par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, dans le cadre du Programme d'appui au développement de l'agriculture et de l'agroalimentaire en région.*

# BOVINS LAITIERS

## TRAITEMENT CIBLÉ DE L'INFERTILITÉ *POST-PARTUM* CHEZ LA VACHE LAITIÈRE AUX MOYENS D'UN SUPPLÉMENT VITAMINIQUE

### Objectif du projet

- Démontrer la correction du problème ovarien consécutif à la BEN en début de lactation grâce à une analyse transcriptomique sur les cellules de la granulosa récoltée lors de l'aspiration du follicule dominant 60 jours après le vêlage.
- Mesurer la période requise pour assurer la gestation de la vache via l'injection de vitamine A et D.

### Résumé

Une bonne proportion de vaches laitières souffre peu de temps après leur mise bas d'un bilan énergétique négatif puisque cette dernière peine en début de lactation à combler ses besoins d'entretien et de lactation. Cette situation s'accompagne d'un retard pour la première ovulation ainsi qu'une fertilité moindre. La prise de mesure du BHB permet de qualifier les sujets souffrant de BEN et ainsi de mieux identifier les sujets pouvant être à risque d'une carence vitaminique pouvant impacter la fertilité. Vingt-quatre vaches ont été sélectionnées pour l'étude. La répartition de ces dernières a été comme suit : la moitié d'entre elles devaient avoir un niveau de BHB faible et l'autre moitié un niveau de BHB élevée 45 jours suivant leur mise bas. De celles sélectionnées, la moitié de chaque groupe a reçu des injections de vitamines A et D alors que le second groupe (témoin) n'a eu aucun apport. Les vitamines sont administrées aux jours 50 et 70 à raison de 2500 000U.I de vitamine A et de 375 000U.I de vitamine D. Au jour 60, la moitié des sujets et ce dans chacune des catégories a subi une aspiration des cellules de la granulosa et de la liqueur folliculaire par un vétérinaire. Le liquide obtenu a été rapidement traité afin de séparer les cellules du liquide. Les cellules présentes dans l'échantillon sont pour la majorité des cellules de la granulosa. Une analyse transcriptomique sera par la suite réalisée afin d'identifier les gènes présents ou non selon les sujets. Une analyse via PCR sera aussi effectuée afin de quantifier les gènes exprimés et de pouvoir identifier les biomarqueurs répondant à l'apport vitaminique administré. La liqueur folliculaire, quant à elle, est utilisée afin de pouvoir démontrer le changement de concentration des vitamines ciblées dans le

contenu du liquide folliculaire. Un profil des acides gras de base sera aussi effectué avec la liqueur folliculaire. Une analyse statistique des données pouvant influencer la réponse de l'animal sera effectuée. La cote de chair, l'alimentation, le nombre de saillies, le nombre de jours entre la mise bas et la gestation seront tous des facteurs considérés afin d'étayer des liens dans une relation avec l'ajout de vitamines *post-partum*.

### **Applications attendues**

Si une corrélation positive est conclue, une addition, soit dans l'alimentation ou via une injection comme le présent projet, pourrait être réalisée afin que les animaux évitent une carence de vitamine impactant leur remise en gestation et leur durée de vie au sein du troupeau dû à une fertilité déficiente. Par exemple, tous les producteurs laitiers pourraient ainsi facilement améliorer l'intervalle des mises bas et ainsi améliorer la productivité de leur troupeau. Le BHB n'étant pas toujours suivi rigoureusement par les producteurs, ceci permettrait d'identifier facilement les animaux nécessitant des apports vitaminiques supérieurs au groupe.

**Responsable scientifique :** Marc-André Sirard (Université Laval)

**Collaborateurs :** Janie Lévesque (CRSAD), Rachel Gervais et Isabelle Dufort (Université Laval)

**Étudiante à la maîtrise :** Martine Boulet (Université Laval)

**Partenaires :** Université Laval

**Numéro de projet :** 1719-BL-373

# BOVINS LAITIERS

## FOURNIR DE L'EXERCICE AUX VACHES LAITIÈRES EN REDÉFINISSANT LES ESPACES INTÉRIEURS ET EXTÉRIEURS ET LES MEILLEURES PRATIQUES DE GESTION

### Objectif du projet

Définir les meilleures pratiques de gestion concernant la fréquence d'exercice pour les vaches en stabulation entravée ainsi que développer, documenter et tester des espaces intérieurs et extérieurs repensés pour améliorer l'exercice des vaches tout en minimisant les impacts économiques et environnementaux.

### Résumé du projet

Cinquante vaches en lactation (réparties en deux saisons, 27 vaches par saison : hiver et été) logées en stabulation entravée sans expérience préalable de l'exercice ont participé au projet selon le design expérimental cross-over (3 vaches par groupe et 9 groupes par saison) évaluant les effets de trois stratégies de gestion des exercices dans différents endroits de l'étable : **1)** Pas d'exercice, **2)** Exercice en salle, **3)** Exercice en plein air. La durée d'exposition au traitement est de 1 h et la surface de l'enclos intérieur et extérieur est de 28 m<sup>2</sup> par vache. Le nombre de mouvements effectués par les vaches a été mesuré en enregistrant le nombre de pas effectués pendant chaque période d'exposition pour accéder à l'exercice à l'aide d'un podomètre attaché à l'une des pattes arrière de l'animal. Les mesures de bien-être habituelles telles que la locomotion, les blessures et le niveau de propreté ont été effectuées chaque semaine pour chacune des vaches du projet. Lors du changement de traitement, des comportements de frustration et/ou d'anticipation ont été observés à l'aide de mesures d'agitation et de trois tests comportementaux.

Afin d'évaluer les GES, deux cours d'exercice expérimentales ont été construites avec des dimensions de 5,25 m x 5,25 m et 1 m de profondeur entourées d'une membrane étanche. Le volume consistait en une couche inférieure de 35 cm de gravier de ¾ de pouce propre recouvert de 50 cm de copeaux de bois. L'eau contaminée a été collectée par trois lignes de 4,5 m de drains perforés et enduits de 10 cm de diamètre alignés sur le fond. Les trois lignes ont été reliées à un puits de pompage permettant d'échantillonner et de mesurer le volume d'eau sortant des deux biofiltres. Le volume d'eau a été obtenu en utilisant le temps (collecté par un enregistreur de données) de pompage d'une pompe calibrée. La température du lit de copeaux de bois a été mesurée en quatre points et deux hauteurs à l'aide d'un thermocouple de type T connecté à un enregistreur de données pour un total de huit points par biofiltre. La seule différence entre les deux biofiltres est liée à l'aération. Un ventilateur à haut rendement avec sortie ronde (1000 CFM @ 5 po d'eau, <https://www.mcmaster.com/1953k66>) pousse l'air de l'étable vers quatre tuyaux perforés en PVC de 10 cm de fond de 4,5 m de long à travers un lit de copeaux de bois de l'un des biofiltre. Le débit a été mesuré à l'aide d'un anémomètre à fil chaud. Des images vidéo ont été prises pour évaluer le modèle de défécation et de miction de la vache sur le biofiltre.

Ayant une caractéristique chimique moyenne des matières fécales et de l'urine, la charge environnementale totale par biofiltre sera estimée et comparée à la charge environnementale de sortie (volume d'eau et résultats d'analyse des échantillons). En résumé, la collecte des données est terminée pour la phase hivernale. Cependant, la collecte de données a été interrompue après deux des trois phases d'application de traitement de la conception croisée en raison des instructions de l'Université McGill de ralentir la recherche pour répondre à la situation de Covid-19. En conséquence, la collecte de données sur le GES à partir des biofiltres n'a pas pu être collectée pour la période hivernale. Les chercheurs des équipes de comportement et de bien-être et d'ingénierie ont estimé que suffisamment de données avaient été collectées pour la phase hivernale pour considérer la collecte terminée pour cette phase.

La phase estivale a eu lieu à l'été 2020 sous restrictions pandémiques et un protocole simplifié limitant l'implication du personnel de recherche a été mis en place. Toutes les données comportementales et de bien-être ont été collectées à l'exception des comportements de frustration et/ou d'anticipation. Au cours de ce même été, les émissions de la plate-forme ont été achevées de manière satisfaisante. Le traitement des données et les analyses statistiques sont toujours en cours. Aucun résultat n'est disponible à ce stade.

### **Applications attendues**

Des bonnes pratiques seront développées pour fournir aux éleveurs laitiers utilisant des stabulations entravées des solutions pratiques, économiques et durables pour augmenter l'exercice de leurs vaches sans avoir à changer de type de logement ou à augmenter considérablement leur charge de travail, tout en tenant compte des normes de bien-être animal et de la Réglementation canadienne sur le climat et l'environnement. Ces meilleures pratiques pourraient être appliquées à la fois aux étables en stabulation libre.

**Responsables scientifiques :** Elsa Vasseur (Université McGill) et Stéphane Godbout (IRDA)

**Collaborateurs :** Sébastien Fournel (Université Laval), Janie Lévesque (CRSAD), Marianne Villetaz-Robichaud (FMV\_ Université de Montréal)

**Étudiante à la maîtrise :** Rachel Chiasson (Université McGill)

**Étudiantes au doctorat :** Elizabeth Chavez et Andrea Katherin Carranza Diaz (Université Laval)

**Partenaires :** Dairy Farmers of Canada, Université McGill, Université Laval, Centre de recherche et développement de Sherbrooke, Faculté de médecine vétérinaire-Université de Montréal, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement

**Numéro de projet :** 1920-BL-387

# BOVINS LAITIERS

## EFFETS DU BUTYRATE DE Ca SUR LE B-HYDROXY BUTYRATE SANGUIN CHEZ LA VACHE LAITIÈRE

### Objectif du projet

Évaluer les effets de doses croissantes de butyrate de calcium sur les taux sanguins de cétones et les performances et la santé des vaches à court et à moyen terme.

### Résumé

Le butyrate pourrait être transformé en BHB dans le foie et l'énergie fournie par le BHB conduirait à une réduction de la prise alimentaire sans impact négatif sur la production de lait ou les composants du lait. De plus, l'augmentation de BHB pourrait réduire les marqueurs de résistance à l'insuline chez les vaches laitières en lactation. Pour répondre à l'objectif du projet, deux essais sont menés dans les installations du CRSAD. Pour ce faire, quatre vaches multipares, en lactation ( $290 \pm 51$  JEL ;  $25 \pm 5$  kg de lait / j) et porteuses d'une fistule ruminale ont été attribuées au hasard à l'une de quatre séquences dans un dispositif en Carré Latin 4 x 4, avec périodes de 24 h séparées par 5 jours de repos. Du butyrate de Ca (B-Ca) a été fourni via la fistule ruminale à 0, 2, 4 ou 6 % de la matière sèche. Les traitements ont été équilibrés pour la teneur en Ca à l'aide de  $\text{CaCO}_3$ . Des échantillons de sang ont été prélevés à 0, 2, 4, 8 et 12 h par rapport à l'administration du bolus. Le liquide ruminal a été prélevé à 0, 2, 4 et 8 h par rapport à l'administration en bolus, et analysé pour les concentrations de pH et de VFA. Le comportement et l'état de santé des vaches ont été surveillés. Les données ont été analysées sous un modèle mixte avec des effets fixes de la dose et du temps par rapport à la perfusion. Le beta-hydroxybutyrate sanguin (BHB) a augmenté de manière linéaire avec la dose, atteignant un pic à  $\sim 4,9$  mM et atteignant un nadir de 1,03 mM, respectivement 2 et 12 h après la perfusion, à la dose de 6 % ( $p < 0,05$ ). Aucun signe clinique de maladie n'a été observé lors de la perfusion de B-Ca. De même, aucune différence n'a été observée dans les températures cutanées, vaginales ou rectales, ni dans les taux de respiration (tous  $p > 0,50$ ). Les concentrations molaires de butyrate ont augmenté linéairement avec l'augmentation de la dose de B-Ca ( $p < 0,001$ ). Aucune différence n'a été observée dans le pH du rumen ( $p = 0,84$ ). L'ingestion de matière sèche (IMS) et la production laitière ont été réduites à la dose de 6 % de B-Ca ( $p < 0,05$ ). La teneur en matières grasses du lait a augmenté avec la perfusion de B-Ca ( $p < 0,05$ ), en même temps que les concentrations des acides gras de  $< 16$  C dans le lait ( $p < 0,01$ ). L'induction nutritionnelle de l'hypercétonémie n'a eu aucun impact sur le comportement ou l'état de santé des vaches laitières à court terme, mais a réduit le rendement laitier en association avec une diminution de la prise alimentaire à la dose la plus élevée du B-Ca, ce qui pourrait être lié à une modulation de la satiété.

Les effets à moyen terme de l'induction d'hypercétonémie seront évalués dans une deuxième expérience en comparant l'ajout de B-Ca à 4 % de IMS au témoin. Pour ce faire, quatre vaches en lactation dans un dispositif en carré latin 2 x 2 avec des périodes de 5 jours chaque seront utilisées.

### **Applications attendues**

Les expériences contrôlées randomisées permettront de déterminer, pour la première fois, si les liens entre hypercétonémie et maladie *péripartum* chez les vaches laitières sont de nature causale, ou si au contraire, un dysfonctionnement métabolique peut survenir indépendamment des cétones circulantes, et s'expliquer par facteurs confondants, tels que le bilan énergétique négatif et l'inflammation, qui se produisent souvent en même temps qu'une hypercétonémie.

**Responsable scientifique** : Daniel E. Rico (CRSAD)

**Collaborateur** : J. Eduardo Rico, University of Maryland, É.-U.

**Stagiaire de 1<sup>er</sup> cycle** : Andréa Celemin Sarmiento (Université de la Salle, Colombie)

**Partenaires** : Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, University of Maryland, É.-U.

**Numéro de projet** : 2021-BL-425

# CAPRIN LAITIER

## IMPACT ZOOTECHNIQUE, ÉCONOMIQUE ET GÉNIQUE DE L'ÂGE AU SEVRAGE DES CAPRINS

### Objectif du projet

Déterminer l'effet du temps de sevrage sur la productivité, la santé, le comportement, le développement du rumen des chevreaux laitiers ainsi que sur la productivité future des chevrettes, l'expression des gènes liés à la lactation et la rentabilité des entreprises caprines.

### Résumé

Un des nombreux facteurs favorisant la production de chevrettes de qualité est le poids à la mise à la reproduction qui est associé à la productivité à long terme des chèvres laitières. Une enquête réalisée en 2010 auprès de 53 producteurs québécois a démontré que 23 % des répondants n'arrivent pas à atteindre le poids optimal de 32 kg à 7 mois, 44 % ont un âge à la première mise bas supérieur à 15 mois, et 14 % ont un taux de mortalité supérieur à 30 %. L'âge au sevrage sur le développement des chevrettes pourrait avoir un impact, mais peu de données sont disponibles. Une étude, en cours de réalisation au Centre de recherche en sciences animales de Deschambault, apporte les premiers résultats à ce sujet. Dès la naissance, 72 chevreaux (femelles et mâles) de race Alpine ont été assignés à l'un des trois temps de sevrage suivants : **1)** 6 semaines d'âge, **2)** 8 semaines, et **3)** 10 semaines. Ils ont été distribués à raison de deux animaux par parc et ont été nourris à volonté avec un lactoreemplaceur acidifié (3 g d'acide citrique par 100 g de poudre de lait) jusqu'aux différents temps de sevrage, avec un foin sec de luzerne de bonne qualité, de la moulée complète et de l'eau jusqu'à 12 semaines d'âge.

En douze semaines, la consommation journalière de lactoreemplaceur par les chevreaux a augmenté et celle de la moulée a diminué lorsque le sevrage était retardé (135, 201 et 287 g/j de poudre de lactoreemplaceur et 25,2, 18,7 et 13,3 g/j de moulée pour les sevrages à 6, 8 et 10 semaines d'âge, respectivement ;  $p < ,0001$  et  $p < ,0001$ ). Quant au fourrage, les sevrages à 8 et 10 semaines ont favorisé une ingestion plus faible de foin sec que celui à 6 semaines d'âge (90, 68 et 54 g/j pour les sevrages à 6, 8 ou 10 semaines, respectivement ;  $p = ,0006$ ). L'augmentation de la capacité d'ingestion avec l'âge et le poids permet aux chevreaux sevrés plus tardivement de rehausser leur ingestion journalière de lait. Nourris à volonté, les chevreaux ont pu exprimer leurs besoins naturels de téter, de boire du lait et de consommer les aliments de leur choix (lait, moulée, foin). On observe aussi un impact du moment du sevrage sur la croissance puisque dès la sixième semaine, des différences de poids entre les chevreaux apparaissent (figure 1). Au terme des 12 semaines d'âge, les chevreaux sevrés à 10 semaines ont un poids plus élevé que ceux sevrés à 8 et 6 semaines (25,7 vs 23,8 et 22,6 kg, respectivement ;  $p = ,0001$ ), le GMQ ayant été plus important pour ces chevreaux (253 vs 231 et 219 g/j, respectivement ;  $p = ,0002$ ). Par conséquent, les chevreaux femelles sevrées à 10 semaines ont pu atteindre le poids cible de 32 kg à la saillie

plus hâtivement. Celles-ci ont atteint ce poids 30 jours plus tôt que celles sevrées à 6 semaines (191 vs 161 jours pour les sevrages à 6 et 10 semaines, respectivement ;  $p = 0,05$ ) alors que la réponse de celles sevrées à 8 semaines d'âge (188 jours) a été statistiquement égale aux deux groupes de chevrettes.

Finalement, certaines données comportementales mesurées démontrent que le sevrage à 6 semaines favorise une fréquence plus élevée de comportements de mordillage et de toilettage du congénère que les sevrages plus tardifs, ce qui indique un niveau de stress plus élevé pour les chevreaux sevrés hâtivement. L'impact des temps de sevrage sur le développement du rumen, la productivité future des chevrettes au cours de la 1<sup>re</sup> lactation, l'expression des gènes liés à la lactation et le bilan économique seront présentés une fois l'étude terminée.

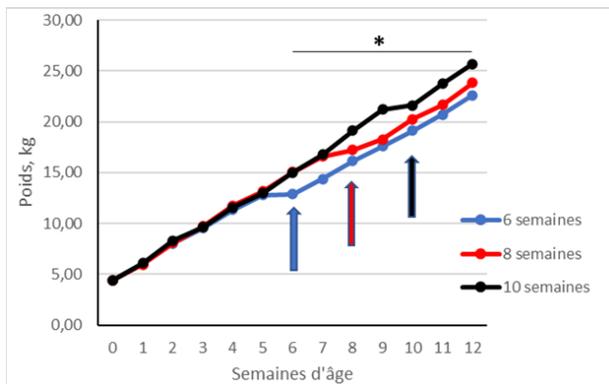


Figure 1. Évolution du poids vif des chevreaux selon l'âge au sevrage (Trt X semaine ;  $p < ,0001$ ).

### Applications attendues

L'amélioration de la croissance des chevrettes, par un sevrage survenant plus tardivement que 6 semaines d'âge, favorisera l'atteinte plus rapide du poids cible de 32 kg à la saillie et améliorera la productivité future des chèvres laitières en plus d'améliorer le bien-être de ces dernières.

**Responsables scientifiques :** Janie Levesque et Carl Julien (CRSAD)

**Collaborateurs :** Elsa Vasseur (Université McGill), Dany Cinq-Mars et Rachel Gervais (Université Laval), Younes Chorfi, Sébastien Buczinski, Pierre Hélie et Julie Arseneault (FMV)

**Étudiantes à la maîtrise :** Stéphanie Bélanger-Naud (Université McGill), Claudia Marcela Perdomo Rinçon (UdeM)

**Partenaires :** Université McGill, Université de Montréal, Mitacs, Université Laval, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Agriculture et Agroalimentaire Canada.

**Numéro de projet :** 1819-CL-362

# PORCIN

## DÉTERMINER LES NIVEAUX DE PHOSPHORE ET DE CALCIUM PERMETTANT UNE AUGMENTATION DE L'EFFICACITÉ D'UTILISATION DU PHOSPHORE CHEZ LE PORC

### Objectif du projet

Déterminer les niveaux de phosphore (P) et de calcium (Ca) permettant une augmentation de l'efficacité d'utilisation du P chez le porc en croissance. Le tout en maintenant les performances de croissance, lors d'une stratégie de déplétion-réplétion.

### Résumé

Afin d'optimiser l'utilisation du phosphore alimentaire par les porcs, cinq stratégies d'alimentation phosphocalcique ont été étudiées sur trois phases : **1)** C-C-C apportant 100 % du besoin en phosphore digestible (Pdig) et calcium (Ca), **2)** B-B-B 60 % des besoins en Pdig et Ca, **3)** Phyt-Phyt-Phyt (sans phosphate, avec phytase), apportant 60 % des besoins en Pdig et Ca en phase 1, puis 100 % , **4) et 5)** recevaient C en phases 1 et 3, et 60 % du besoin en Pdig en phase 2, associé à 65 % du besoin en Ca (N) ou 80 % (H). Le contenu minéral osseux (CMO) et le poids vif (PV) ont été mesurés en début et fin de phase. Le gain de CMO (gCMO) et le gain moyen quotidien (GMQ) ont été calculés par phase. En phase 1, le GMQ était plus faible chez les porcs Phyt que C ( $p < 0,01$ ) et le CMO et le gCMO du groupe C étaient supérieurs à ceux des groupes Phyt et B ( $p < 0,05$ ). En phase 2, les groupes C-C et Phyt-Phyt présentaient des CMO similaires en raison d'un gCMO plus élevé dans le groupe Phyt-Phyt (27,1 vs 18,4 g/j,  $p < 0,01$ ). Les groupes C-C-C, C-N-C et C-H-C présentaient un CMO identique en phases 2 et 3. La déplétion en première phase dans les groupes Phyt et B a entraîné une augmentation d'efficacité d'utilisation du phosphore. La rétention du phosphore était aussi meilleure dans les groupes C-N-C et C-H-C. Ces résultats montrent l'intérêt d'une stratégie de déplétion-réplétion pour réduire l'apport et l'excrétion de phosphore sans affecter les performances finales et la minéralisation osseuse en raison d'efficacités d'utilisation des minéraux accrues.

**Applications attendues**

La détermination des niveaux idéaux en P et Ca afin d'augmenter l'efficacité de l'utilisation du P sans dégrader les performances des porcs permettrait de mettre en place des stratégies de déplétion-réplétion en élevage afin de limiter les conséquences environnementales de ceux-ci.

**Communications et publications**

Article en rédaction et Présentation lors des Journées de la Recherche Porcine 2021 à Paris.

**Responsables scientifiques** : Marie-Pierre Létourneau Montminy et Marion Lautrou  
(Université Laval)

**Stagiaire postdoctoral** : René Angel Alfonso Avila (Université Laval)

**Partenaire** : Université Laval

**Numéro de projet** : 1920-PO-408

# PORCIN

## ESTIMATION DES BESOINS EN CALCIUM ET PHOSPHORE CHEZ LE PORCELET ET ÉVALUATION DE STRATÉGIES DE DÉPLÉTION ET RÉPLÉTION EN CES MINÉRAUX

### Objectif du projet

- Évaluer l'effet d'une carence en calcium (Ca) lors d'une contamination au DON sur les performances de croissance, le contenu minéral osseux (CMO), le taux de déposition osseuse et le métabolisme phosphocalcique.
- Évaluer le niveau de Ca qui permettrait d'augmenter l'efficacité de son utilisation chez des porcelets afin qu'ils rattrapent leur déficit en CMO après une phase de déplétion en calcium de 14 jours.

### Résumé

Le déoxynivalénol (DON) induit une anorexie, une diminution de la croissance ainsi qu'une altération du métabolisme du phosphore (P) et du calcium (Ca). Cependant, peu d'études ont abordé l'impact du DON sur la régulation du Ca et du P. Également, les besoins en Ca et P chez le porcelet sont peu connus. L'effet d'une carence en Ca chez le porcelet a donc été étudié au cours de deux phases d'alimentation de 14 jours chacune. Un total de 80 porcelets ( $15,9 \text{ kg} \pm 1,98$ ) a reçu l'un des cinq traitements suivants durant la première phase : les traitements témoin (TEM) et contaminé au DON (DON,  $2,72 \text{ mg/kg}$ ) et ces traitements étaient carencés (Low,  $0,39 \%$ ) ou non (NCa,  $0,65 \%$ ) en Ca avec un niveau de P digestible constant ( $0,40 \%$ ). Le cinquième traitement (Phyt) (Ca  $0,65 \%$  et P  $0,40 \%$ ) a reçu une supplémentation en phytase (AextraPhy,  $1890 \text{ FTU/kg}$ ) et apportait des niveaux de P et Ca comme le NCa. Durant la seconde phase, les porcelets recevant les traitements TEM et DON ont tous reçu un traitement avec niveau de Ca ( $0,65 \%$ ) et P ( $0,35 \%$ ) normal (NCa), alors que les traitements recevant la phytase ont continué d'en recevoir (AextraPhy,  $1680 \text{ FTU/kg}$ ; Ca  $0,65 \%$  et P  $0,35 \%$ ) (Phyt). La vitesse de croissance et la prise alimentaire de chaque porcelet ont été mesurées chaque semaine. Le contenu minéral osseux (CMO) d'un porcelet

par enclos a été évalué au début et après chaque phase à l'aide du DXA (appareil à absorptiométrie biphotonique à rayons X). Des échantillons sanguins ont été prélevés pour évaluer les changements du métabolisme phosphocalcique. Enfin, des échantillons d'intestin, de rein et d'os ont été prélevés pour des mesures d'expression de gènes.

### **Applications attendues**

La détermination du niveau de Ca idéal permettra d'évaluer les besoins en P et Ca chez le porcelet, qui sont à ce jour encore peu étudiés, en plus d'augmenter leur efficacité d'utilisation. De plus, l'implication du DON dans la modification de l'absorption du Ca pourra être étudiée.

**Responsable scientifique** : Marie-Pierre Létourneau-Montminy (Université Laval)

**Étudiante au doctorat** : Béatrice Sauvé (Université Laval):

**Partenaire** : Université Laval

**Numéro de projet** : 2021-PO-429

# TRANSFERT TECHNOLOGIQUE

**STIMULER L'UTILISATION DE L'APPLICATION "APIPROTECTION" POUR LOCALISER LES RUCHERS EN CHAUDIÈRES-APPALACHES ET DE LA CAPITALE-NATIONALE AFIN D'EN ASSURER LA PROTECTION**

## **Objectifs du projet**

- Localiser l'ensemble des ruchers situés sur le territoire de la Chaudière-Appalaches et de la Capitale-Nationale.
- Sensibiliser les producteurs agricoles cultivant des grandes cultures et des productions maraîchères aux effets des pesticides sur les pollinisateurs.
- Sensibiliser les conseillers agricoles sur la présence des ruchers à proximité des entreprises qu'ils accompagnent et qui utilisent des pesticides dans leur stratégie en phytoprotection.

## **Applications attendues**

- Favoriser la protection des abeilles domestique autour des ruchers existants.
- Permettre de localiser facilement les ruchers lors des applications de pesticides.
- Réduire et/ou cesser l'utilisation de pesticides pour lesquels l'ennemi des cultures n'est pas présent.

## **Dépliant promotionnel:**

[https://crsad.qc.ca/fileadmin/fichiers/fichiersCRSAD/Table\\_filiere\\_apicole/Depliant\\_ApiProtection20.pdf](https://crsad.qc.ca/fileadmin/fichiers/fichiersCRSAD/Table_filiere_apicole/Depliant_ApiProtection20.pdf)

**Responsables du projet :** Nicolas Tremblay (CRSAD)

**Partenaires :** Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec  
\_Direction régionale de la Chaudière-Appalaches

**Numéro de projet :**

*Ce projet a été financé par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, dans le cadre du Programme d'appui au développement de l'agriculture et de l'agroalimentaire en région*

# TRANSFERT TECHNOLOGIQUE

## GUIDE DE BONNES PRATIQUES APICOLES ET AGRICOLES EN POLLINISATION

### Objectif du projet

Produire un guide de bonne pratique afin d'assurer le transfert de connaissances sur les services de pollinisation par l'abeille domestique.

### Objectifs spécifiques

- Faciliter l'adoption de meilleures pratiques en entreprise.
- Améliorer les façons de faire et les aménagements dans les entreprises agricoles.
- Faciliter les ententes entre producteurs clients et apiculteurs, pour augmenter les retombées des secteurs concernés.
- Assurer le développement des services de pollinisations par les apiculteurs québécois répondant aux besoins des producteurs de petits fruits et maraîchers du Québec.
- Minimiser les risques sanitaires liés à l'importation de ruches provenant d'autres provinces.

### Résumé

Ce projet consiste à produire et diffuser un « Guide de bonnes pratiques en pollinisation », s'adressant aux producteurs apicoles et aux producteurs clients de pollinisation. Ce guide présente les bonnes pratiques pour favoriser une pollinisation optimale des cultures, ainsi que la santé des colonies d'abeilles. La collaboration entre les apiculteurs et les producteurs s'avère la meilleure façon d'optimiser les services de pollinisation et leurs retombées. Toutefois, le manque d'information et de connaissances d'un secteur par rapport à l'autre et à ses pratiques respectives complexifie souvent cette collaboration. De plus, de nombreuses recherches sur le sujet ont permis de développer l'état des connaissances dans les dernières années, mais ces informations n'ont pas toujours été diffusées auprès des producteurs concernés pour qu'ils ajustent leurs pratiques. Le guide sera rédigé en collaboration avec les experts du secteur et visera à assurer le transfert de connaissances en entreprise et à faciliter l'adoption des meilleures façons de faire. Le guide sera disponible en version électronique. Les thèmes suivants seront abordés dans le guide : Introduction (pollinisation et pollinisateurs), bonnes pratiques et responsabilités des apiculteurs, bonnes pratiques et responsabilités des producteurs clients, aménagements et pratiques favorisant la santé des pollinisateurs, la communication et les ententes entre producteurs et apiculteurs.

**Applications attendues**

L'amélioration des pratiques apicoles et agricoles touchant à la pollinisation par l'abeille domestique.

**Responsables du projet :** Anne-Marie Beaudoin (agente de développement de la Table filière apicole)

**Collaborateurs :** Martine Bernier (CRSAD) et Madeleine Chagnon (chercheuse associée au CRSAD), Raphaël Vacher, (AADQ), Valérie Fournier (Université Laval), Daniel Gobeil, (SPBQ) Association des producteurs de Canneberge du Québec (APCQ), Charles-A D. Bouchard, (Club conseil Bleuets)

**Partenaires :** Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Table filière apicole et Les Apiculteurs et Apicultrices du Québec (AADQ)

**Numéro de projet :**

*Ce projet est financé par l'entremise du Programme de développement sectoriel, en vertu du Partenariat canadien pour l'agriculture, entente conclue entre les gouvernements du Canada et du Québec.*

# TRANSFERT TECHNOLOGIQUE

## ATELIER SUR LA PRÉVENTION ET LE CONTRÔLE DU PETIT COLÉOPTÈRE DE LA RUCHE (PCR)

### Objectif du projet

Préparer adéquatement les apiculteurs du Québec à l'arrivée du petit coléoptère de la ruche dans leur entreprise afin de réduire sa propagation et les dommages économiques potentiels qui y sont associés.

### Résumé

Le petit coléoptère de la ruche (PCR) est un insecte ravageur des colonies d'abeilles, dont les larves peuvent être responsables d'importants dommages dans les colonies et dans les mielleries. Dans des conditions idéales, l'adulte PCR se reproduit rapidement et la levure contenue dans les fèces produites par les larves agit comme répulsif sur les abeilles et fait fermenter le miel, le rendant impropre à la consommation. Depuis les douze dernières années, le PCR était présent sporadiquement dans quelques ruchers québécois, notamment près des zones frontalières avec les États-Unis et l'Ontario. Son arrivée soudaine sur l'ensemble du territoire québécois nécessite une adaptation rapide des pratiques apicoles, notamment de la gestion des colonies et des hausses à miel dans les mielleries. Un atelier d'information et de sensibilisation sur le petit coléoptère de la ruche sera présenté à quatre reprises aux apiculteurs de la province. Le contenu des ateliers permettra aux apiculteurs de se familiariser avec le cycle de vie du petit coléoptère de la ruche, de l'identifier dans les colonies, de mettre en place des pièges pour le capturer et identifier les bonnes pratiques défavorisant sa production dans les colonies et les mielleries. La responsable apicole provinciale présentera également la réglementation liée à ce ravageur, dont la déclaration est obligatoire au Québec. Enfin, un vidéo résumé sera diffusé sur le site internet d'Agri-Réseau.

### Applications attendues

Les connaissances acquises par les apiculteurs lors des ateliers permettront de favoriser la lutte intégrée contre le petit coléoptère de la ruche, de mettre en place des bonnes pratiques de gestion au rucher et à la miellerie et de limiter les impacts sur la production apicole québécoise.

**Responsable scientifique :** Martine Bernier (CRSAD)

**Partenaires :** Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Table filière apicole et Les Apiculteurs et Apicultrices du Québec (AADQ)

*Ce projet est financé par l'entremise du programme Innov'Action Agroalimentaire, en vertu du Partenariat canadien pour l'agriculture, entente conclue entre les gouvernements du Canada et du Québec.*



Credit photo : Joseph Moisan - De Serres



## Ateliers sur la prévention et le contrôle du petit coléoptère de la ruche (PCR)

Cet atelier gratuit, offert à tous les apiculteurs du Québec, sera présenté en ligne à 4 reprises via la plateforme Teams. Inscrivez-vous à l'une des 4 séances :

- **Mardi le 27 avril 18h à 21h**
- **Lundi le 3 mai 13h à 16h**
- **Mercredi le 5 mai 18h à 21h**
- **Vendredi le 7 mai 9h à 12h**

Présentés par Martine Bernier du CRSAD, en collaboration avec Julie Ferland, médecin vétérinaire responsable du réseau apicole au MAPAQ, ces ateliers complets vous permettront d'en apprendre davantage sur le PCR :

- **Cycle de vie et identification du PCR**
- **Dommages potentiels**
- **Réglementation associée**
- **Utilisation des pièges dans les colonies**
- **Prévention et bonnes pratiques dans les ruchers et les mielleries**

Le petit coléoptère de la ruche (PCR) est un insecte ravageur des colonies d'abeilles dont les larves peuvent être responsables d'importants dommages dans les colonies et les mielleries. Dans des conditions idéales, l'adulte PCR se reproduit rapidement et la levure contenue dans les fèces produites par ses larves agit comme répulsif sur les abeilles et fait fermenter le miel, le rendant impropre à la consommation humaine.

Son introduction soudaine sur le territoire québécois nécessite une adaptation rapide des pratiques apicoles, notamment dans la gestion des colonies et des hausses à miel dans les mielleries. Si le PCR vous préoccupe et que vous désirez limiter les dommages dans votre entreprise, inscrivez-vous à l'un des 4 ateliers d'information.

### Contribuez à la lutte contre le petit coléoptère de la ruche !

Pour toute question  
et pour vous inscrire :  
[crsad@crsad.qc.ca](mailto:crsad@crsad.qc.ca)

PARTENARIAT  
CANADIEN pour  
L'AGRICULTURE

Canada Québec

 **CRSAD**  
Centre de recherche en sciences animales de Deschambault