Évaluation des différentes technologies disponibles pour l'injection de traitements sans aiguille en production porcine

Février 2021 **Rapport final**

Auteures

Marie-Pierre Fortier, Cand. Ph. D.

Marie-Claude Gariépy, M. Sc

CDPQ
Centre de développement du porc du Québec inc.

©Centre de développement du porc du Québec inc.
Dépôt légal 2021
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
Bibliothèque et Archives Canada
ISBN 978-2-924413-85-2

Équipe de réalisation

Répondant	Marie-Pierre Fortier, Responsable qualité des viandes, CDPQ
Direction scientifique	Marie-Pierre Fortier, Responsable qualité des viandes, CDPQ
Chargés de projet	Raymond Deshaies, Conseiller technique, CDPQ Marie-Claude Gariépy, Coordonnatrice services et projets, CDPQ
Collaborateurs	Geneviève Berthiaume, Responsable gestion et économie, CDPQ Louis-Carl Bordeleau, Chargé de projets, CDPQ
Rédaction	Marie-Pierre Fortier, Responsable qualité des viandes, CDPQ Marie-Claude Gariépy, Coordonnatrice services et projets, CDPQ

Remerciements

Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière du Programme de développement sectoriel, issue de l'Accord Canada-Québec de mise en œuvre du Partenariat canadien pour l'agriculture, Groupe Robitaille et Olymel. L'équipe de réalisation tient également à remercier les producteurs participants, les compagnies fabriquant ou distribuant les dispositifs, Les Éleveurs de porcs du Québec ainsi que Dre Karine Talbot, vétérinaire chez HyLife, pour leur précieuse collaboration au projet.

PARTENARIAT CANADIEN pour l'AGRICULTURE

Canada Québec

OLYMEL MD

Robitaille

Résumé

La technologie d'injection sans aiguille existe depuis plusieurs années, mais l'adoption de celle-ci n'est pas très répandue. En plus d'assurer la salubrité de la viande, l'utilisation de ce type de dispositif permet, entre autres, d'assurer la sécurité des travailleurs en éliminant les risques de blessures pouvant être causées par les piqûres accidentelles, de réduire le stress et la douleur chez les animaux, et surtout d'éliminer complètement les risques de retrouver des aiguilles ou des fragments d'aiguilles dans la viande des porcs.

Afin de mieux comprendre pourquoi cette technologie n'est pas davantage adoptée, l'équipe de projet a décidé de tester deux dispositifs d'injection sans aiguille. Pour ce faire, parmi les trois injecteurs disponibles au Québec, l'AcuShot™ HD et l'AGRO-JET® III ont été sélectionnés pour être testés dans des fermes commerciales. Le Pulse®, utilisé depuis plusieurs années chez Hylife, n'a pas été retenu puisqu'un utilisateur nous a transmis de l'information sur ce dispositif. Une formation, suivie par des essais en maternité et en pouponnière, ont été effectués afin d'évaluer chacun des deux injecteurs sans aiguille notamment en ce qui concerne leur facilité d'utilisation et d'entretien.

La technologie sans aiguille comporte plusieurs avantages, mais également quelques inconvénients. À la suite des essais réalisés avec chacun des dispositifs d'injection sans aiguille chez les fermes participantes, tous les participants s'entendent et affirment que les injecteurs sont plus encombrants que la seringue traditionnelle ou la seringue-doseur. De plus, la préparation et l'entretien régulier demandent une certaine minutie de la part des utilisateurs pour assurer le bon fonctionnement et la longévité des appareils. Finalement, ceux-ci sont davantage conçus pour la vaccination de masse que pour effectuer des traitements individuels. D'un point de vue économique, les résultats démontrent que, malgré les coûts d'acquisition plus élevés au départ, plus le nombre d'injections effectuées est important, plus l'utilisation d'un injecteur sans aiguille peut devenir rentable. Selon le nombre d'injections réalisées à la ferme, la rentabilité de ce type d'injecteur peut être assez rapide.

Malgré quelques inconvénients soulevés lors des essais, certains participants de l'étude songent à poursuivre la vaccination avec les dispositifs d'injection sans aiguille notamment pour limiter le risque de retrouver des aiguilles ou des fragments d'aiguille dans la viande, pour améliorer le bien-être animal, pour réduire les risques de blessures causées par les aiguilles et pour le niveau de précision du dosage. Par ailleurs, un participant a même mentionné que la vaccination avec l'injecteur sans aiguille lui faisait économiser du temps.

En résumé, il est impératif de noter que l'utilisation d'une nouvelle technologie demande un temps d'adaptation. Règle générale, plus l'appareil est utilisé, plus l'utilisateur devient familier avec celui-ci et plus l'adoption à long terme est favorisée par la suite. Au départ, des ajustements s'avèrent nécessaires que ce soit par rapport à l'utilisation du dispositif en tant que tel ou aux méthodes de travail qui doivent être modifiées. Mais, une certaine ouverture aux changements est aussi primordiale pour implanter ce type d'appareil dans les élevages.

Table des matières

Liste des figures i

Liste des tableaux i

1 Introduction 1

2 Objectif 2

3 Démarche expérimentale 3

4 Dispositifs d'injection sans aiguille sélectionnés 4

4.1 Commentaires et observations recueillis à la suite des formations 4

4.1.1 AcuShot™ HD 4

4.1.2 AGRO-JET® 5

5 Compte rendu des essais en ferme commerciale 6

5.1 AcuShot™ HD 6

5.1.1 Premier essai 6

5.1.2 Deuxième essai 6

5.2 AGRO-JET® III 8

5.2.1 Premier essai 8

5.2.2 Deuxième essai 8

5.3 Pulse® 9

6 Analyse technico-économique 11

6.1 Scénarios de référence 11

6.2 Évaluation du coût du matériel 11

6.3 Résultats 11

7 Conclusion 13

8 Références 14

Liste des figures

Figure 1 Essai en ferme avec le dispositif d'injection sans aiguille AcuShot™ HD 8

Figure 2 L'injecteur sans aiguille AGRO-JET® III a lui aussi été testé en ferme 9

Liste des tableaux

Tableau 1 Évaluation des coûts annuels de matériel d'injection avec aiguille selon un nombre d'injections variables par semaine 12

1 Introduction

En production porcine, l'utilisation d'aiguille pour injecter des traitements aux animaux, notamment les vaccins, est effectuée de façon quotidienne et répétée. Lors d'une injection, il peut arriver que l'animal bouge ou que l'employé soit mal positionné, ce qui peut entraîner un bris de l'aiguille si l'on poursuit l'injection (Houser *et al*., 2004). Malgré les efforts réalisés pour réduire ce risque, il arrive que des fragments d'aiguille restent prisonniers de l'animal, et ce, sans qu'il soit possible de le retirer (Frotin, 2005). Les technologies permettant l'injection de médication sans aiguille existent depuis déjà plusieurs années. Il s'agit d'un dispositif intéressant puisqu'il offre certains avantages par rapport aux méthodes conventionnelles d'administration de traitements tels que l'élimination des aiguilles brisées, une distribution uniforme des vaccins, l'élimination des blessures accidentelles chez les travailleurs, en plus d'être moins douloureux et stressant pour les animaux. Certaines compagnies québécoises ont tenté d'implanter la technologie par le passé, mais sans succès. Le coût d'utilisation élevé, l'entretien difficile et la fiabilité des équipements sont les principales raisons soulevées pour lesquelles la technologie n'a pas été adoptée par les producteurs québécois.

Plusieurs travaux ont déjà été réalisés afin d'éliminer la présence d'aiguilles dans la viande de porc (longueur d'aiguille recommandée, aiguilles détectables, formation et sensibilisation aux producteurs, etc.). Malgré ces efforts et bien que le processus de déclaration des aiguilles brisées chez les producteurs porcins accrédités AQC^{MD} et PorcSALUBRITÉ soit obligatoire au Canada, des fragments d'aiguille non déclarés sont occasionnellement retrouvés dans les abattoirs. Cette situation peut ternir la réputation du porc québécois et peut brimer la confiance des acheteurs sur les marchés extérieurs. En effet, les conséquences d'un tel événement en termes d'image et d'incidences économiques sont majeures (Frotin, 2005; Jolie, 2016; Hutchinson, 2017). Par exemple, une réduction de la demande pour la viande et les produits de porc pourrait survenir, ce qui pourrait potentiellement affecter les revenus des producteurs (Daniels, 2005). L'accès à certains marchés pourrait également être suspendu. La nature de ce danger pour l'industrie mérite donc une sensibilisation constante et une responsabilisation de tous les maillons de la filière (Frotin, 2005). Considérant que l'utilisation d'aiguilles pour l'injection de médicaments ou de vaccins est une activité quotidienne en production porcine, les risques sont grandement augmentés.

2 Objectif

L'objectif principal du projet est d'évaluer le potentiel d'application de différentes technologies disponibles pour l'injection sans aiguille en production porcine. Pour y arriver, l'équipe de travail de ce projet a réalisé les activités suivantes :

a) Identifier toutes les technologies actuellement disponibles permettant l'injection sans aiguille (revue de littérature);

b) Sélectionner deux équipements disponibles au Canada;

c) Évaluer la facilité d'adoption par les producteurs (facilité d'utilisation, entretien, etc.);

d) Évaluer le coût d'implantation de la technologie en ferme commerciale.

3 Démarche expérimentale

La réalisation de ce projet s'est déroulée selon les différentes étapes suivantes :

Étape 1 : Identification des différents dispositifs disponibles

La première étape consistait réaliser une revue de littérature afin de mettre à jour et dresser la liste de toutes les technologies disponibles permettant l'injection sans aiguille en production porcine. Cette recherche exhaustive était nécessaire afin de prendre connaissance de tous les dispositifs d'injection sans aiguille disponibles actuellement sur le marché. Cette étape a également permis de prendre connaissance de l'évolution de la technologie et d'évaluer si les dispositifs sont maintenant mieux adaptés aux conditions de la production. Ce travail a permis aussi de comprendre les fondements techniques qui répondront aux objectifs du projet.

Étape 2 : Essais des dispositifs en ferme

Initialement, les dispositifs devaient être testés sur des porcs en croissance et en finition puisque c'est le stade de production précédant l'abattage, où le risque semblait plus grand de retrouver une aiguille ou un fragment d'aiguille dans la viande de porc. Or, après avoir discuté avec des partenaires de l'industrie et après avoir collecté de l'information sur les différents dispositifs d'injection sans aiguille disponibles sur le marché, il apparait que ceux-ci sont principalement utilisés pour effectuer de la vaccination de masse dans les élevages. Au Québec, ce processus s'effectue généralement chez les porcelets en mise bas et lorsque ceux-ci sont transférés en pouponnière. À ce moment, les animaux reçoivent des traitements préventifs (ex. : fer en mise bas) ainsi que des vaccins (ex. : circovirus en pouponnière) donc l'utilisation d'aiguilles est fréquente. En revanche, en engraissement, la vaccination n'est pas systématique et les traitements sont davantage curatifs et peu nombreux. Pour ces raisons, il a été convenu de tester les dispositifs d'injection sans aiguille en maternité et en pouponnière.

Chaque dispositif a été testé individuellement et la période de test a varié selon l'atelier de production. Considérant la biosécurité des élevages, chaque injecteur a été testé dans un seul bâtiment, pour chacun des deux partenaires à l'exception d'un appareil qui a été testé dans une seule ferme.

Étape 3 : Évaluation des dispositifs et compilation des résultats

Des consultations ont été menées auprès des différents utilisateurs au cours de la période d'essai, afin de recueillir leurs commentaires sur chacun des appareils utilisés. La cueillette des commentaires s'est effectuée à l'aide d'un questionnaire virtuel qui a permis de réunir l'information sur les différents aspects traités (fréquence d'utilisation, facilité d'utilisation, entretien, fréquence d'entretien, fiabilité du dispositif, etc.). Une analyse qualitative des résultats a été réalisée afin d'établir les avantages et inconvénients de chaque appareil, basée sur les besoins des producteurs commerciaux.

Étape 4 : Évaluation technico-économique

Finalement, une étude technico-économique a été effectuée afin d'évaluer le coût d'implantation et d'utilisation de ce dispositif afin de mieux évaluer les chances d'adoption de la technologie à long terme. En tenant compte des informations recueillies et des technologies disponibles, une évaluation a été faite afin de déterminer si ces dernières pourraient répondre efficacement aux besoins des producteurs et deviendraient, par le fait même, pratique courante dans nos élevages.

4 Dispositifs d'injection sans aiguille sélectionnés

La réalisation de la revue de littérature a permis d'identifier les dispositifs d'injection sans aiguille disponibles actuellement sur le marché pour une utilisation chez l'espèce porcine. Puisqu'une portion de cette étude consiste à tester deux injecteurs dans des fermes commerciales au Québec, l'équipe de réalisation a ciblé ceux étant distribués dans la province et pour lesquels une formation et un service après-vente sont offerts. Trois dispositifs répondaient à ces critères, soit l'AcuShot™, l'AGRO-JET® et le Pulse®. Le dispositif Hipradermic® et l'IDAL® n'étant pas commercialisés au Canada lors de la sélection des appareils en 2019.

Les deux dispositifs d'injection sans aiguille qui ont été ciblés pour les essais en ferme sont l'AcuShot™ HD et l'AGRO-JET® III. Veuillez noter que la version utilisée lors des essais n'est plus disponible et qu'une nouvelle génération a été lancée en janvier 2021. Le Pulse® n'a pas été sélectionné puisqu'il est largement utilisé, et ce, depuis plusieurs années dans un réseau de l'Ouest canadien. Les commentaires recueillis en provenance de cette organisation ont permis d'obtenir suffisamment de renseignements et d'observations sur l'appareil et il a été décidé de ne pas le tester. Les dispositifs pour lesquels peu d'information était disponible ont donc été sélectionnés même s'il était prévu au départ de recueillir les commentaires sur les deux dispositifs testés en ferme seulement, il a été décidé d'inclure ceux du Pulse® au présent rapport.

4.1 Commentaires et observations recueillis à la suite des formations

Avant de débuter les essais en ferme, une formation obligatoire a été offerte aux employés utilisateurs de la technologie, et ce, pour chacun des dispositifs testés. À la suite de ces formations, les employés ont transmis leurs commentaires et leurs observations.

4.1.1 AcuShot™ HD

Les formations avec la nouvelle version du dispositif AcuShot™ HD ont été dispensées en février et en juillet 2020 chez les deux fermes partenaires avec respectivement, trois et deux employés. Celles-ci se sont bien déroulées. De prime abord, dans les deux cas, l'étape du retrait de l'air dans l'injecteur a semblé laborieuse, mais une fois que le processus est bien assimilé, la mise en route de l'appareil est somme toute facile. Le personnel présent à l'une des formations a noté que la batterie semblait plutôt difficile à mettre en place. Lorsque le dispositif a été prêt à utiliser, un groupe d'employés a trouvé que celui-ci était encombrant et qu'il limiterait surement leurs mouvements lors de la vaccination.

Par la suite, l'injecteur a été testé sur des animaux. Dans le cadre d'une des formations, après avoir utilisé l'injecteur dans un parc en pouponnière, les employés présents ont estimé que cette méthode leur demanderait deux fois plus de temps que la vaccination conventionnelle, et ce, pour effectuer le même travail. Or, il est important de noter qu'un de ces employés a déjà eu de mauvaises expériences avec les injecteurs sans aiguille par le passé, élément qui peut avoir influencé son opinion sur la technologie.

L'entretien de l'appareil a également été un aspect abordé à la fin des deux formations. À la fin de la formation, tous ont convenu que deux personnes s'avéraient nécessaires pour utiliser l'appareil, soit une personne qui manipule les porcelets et une autre qui effectue les injections.

4.1.2 AGRO-JET®

Les formations avec le dispositif AGRO-JET® III se sont déroulées en juin et en octobre 2019 chez les deux fermes partenaires avec respectivement, trois et cinq employés. Celles-ci se sont bien déroulées dans les deux cas. Dans le cadre d'une des formations, l'orifice de la buse s'est bouché et il a été très difficile de la déboucher; le formateur a dû remplacer la pièce.

Lors de la formation, il est expliqué que, pour que l'injection s'effectue correctement et que le produit soit bien administré, il faut que l'utilisateur soit bien positionné, soit à 90 degrés par rapport à la peau de l'animal. Pour y arriver, tous ont convenu qu'un employé doit tenir le porcelet et un autre effectuer l'injection. Lors de l'essai en mode « conditions de ferme », où les porcelets sont retenus avec un panneau dans un coin du parc, l'angle d'injection a été difficile à reproduire et le produit s'écoulait dans le cas d'un des partenaires. Il a alors fallu procéder à l'injection en deux temps, c'est-à-dire appuyer légèrement sur la gâchette et, lorsque l'employé était prêt à injecter, continuer le mouvement jusqu'au bout. Cette façon de faire a plutôt dérangé les employés alors que cet élément n'a pas été soulevé chez l'autre ferme partenaire.

Après quelques injections réalisées en pouponnière avec le dispositif, un partenaire a convenu que l'essai n'était pas concluant et que le dispositif ne serait pas utilisé pour plusieurs raisons. Pour ces employés, cet appareil n'est pas pratique, car il est encombrant (harnais, poids de la bouteille de CO_2 (12 livres) et du pistolet). De plus, les employés ne sont pas vraiment certains que le vaccin soit bien administré comparativement à l'aiguille conventionnelle. Pour eux, cet appareil n'est pas vraiment conçu pour la vaccination de masse. Pour ces raisons, le dispositif AGRO-JET® III n'a pas été testé dans cette ferme et, le fait que cette organisation n'a pas vraiment de problématique d'aiguilles brisées, est un autre élément ayant contribué à cette prise de décision. Tout comme pour le dispositif AcuShot™ HD, le fait qu'un des employés ait déjà eu de mauvaises expériences avec les injecteurs sans aiguille par le passé peut avoir influencé son opinion sur la technologie. En revanche, chez l'autre partenaire, les employés ont tous testé le dispositif sur des porcelets et tout s'est bien passé.

L'entretien et le remisage de l'appareil ont été abordés à la fin des deux formations.

En résumé, le principal élément qui se dégage des formations est l'importance de bien connaître son produit, ses spécificités et les technicalités reliées à son utilisation et son entretien. Les formateurs se doivent d'être en mesure d'expliquer clairement le fonctionnement de l'appareil et de répondre aux questions des utilisateurs, et ce, surtout lorsqu'il est question d'implanter une nouvelle technologie qui vient bouleverser les techniques de travail.

5 Compte rendu des essais en ferme commerciale

Cette section du rapport présente une brève description des essais réalisés avec les dispositifs d'injection sans aiguille, et ce, pour chacune des fermes partenaires. Une évaluation des appareils a été effectuée par les employés participants et l'information a été recueillie en ligne à l'aide d'un questionnaire ou d'entretiens téléphoniques basés sur les questions de ce même questionnaire (Annexe 1). Ces observations sont également regroupées dans cette portion du rapport.

Pour obtenir plus de détails sur les spécificités des deux appareils testés dans le cadre du projet, l'AcuShot™ HD et l'AGRO-JET® III, et sur le Pulse®, pour lequel de l'information a été transmise par un utilisateur de Hylife, il est possible de se référer à la revue de littérature (Annexe 2). Ce document renferme aussi des renseignements sur deux autres dispositifs d'injection sans aiguille, ceux-ci n'étant toutefois pas disponibles actuellement au Canada.

5.1 AcuShot™ HD

5.1.1 Premier essai

Le premier essai du dispositif d'injection sans aiguille AcuShot™ HD a été effectué en mars 2020 par l'un des participants. Tout d'abord, puisque c'était la première fois que l'utilisateur préparait l'appareil seul, cela a nécessité un peu plus de temps. Celui-ci a éprouvé un peu de difficulté à mettre en marche l'appareil, mais après quelques tentatives, il a réussi à retirer l'air dans l'injecteur. L'essai s'est par la suite poursuivi dans un parc en pouponnière. Le participant a souhaité utiliser le dispositif sur quelques porcelets avant de les tester à grande échelle sur un lot complet. Celui-ci a vacciné les animaux seul afin de reproduire leurs conditions habituelles de vaccination. Après quelques injections, il semblait difficile d'avoir le bon angle pour injecter les porcelets comparativement à une seringue-doseur. Tel que constaté lors de la formation, deux personnes semblent être nécessaires pour utiliser ce dispositif et ainsi obtenir le bon angle, soit une qui manipule les animaux et l'autre qui effectue les injections. Étant donné que le temps de préparation de l'appareil a été long et que celui-ci est encombrant, il ne semble pas bien s'appliquer aux conditions de vaccination de masse en pouponnière, pour une utilisation régulière en conditions commerciales. En ce qui concerne l'autonomie de la batterie, l'appareil n'a pas été suffisamment utilisé pour pouvoir se prononcer.

5.1.2 Deuxième essai

Le second essai s'est déroulé en deux temps, soit en juillet et en septembre 2020; ces périodes correspondant à deux entrées de porcelets en pouponnière. Au départ, le participant était méfiant par rapport à l'efficacité de l'appareil puisqu'il avait déjà expérimenté un autre type d'injecteur sans aiguille par le passé. Pour cette raison, lors de la première entrée en pouponnière, il a été convenu de tester l'appareil sur 1 000 porcelets d'un lot total de 2 700. Par contre, pour la 2e entrée en pouponnière, les 2 250 porcelets du lot ont été vaccinés avec le dispositif d'injection sans aiguille.

En ce qui concerne la préparation de l'appareil, le participant a trouvé que les instructions étaient claires et détaillées. Celle-ci a demandé un peu plus de temps lors du premier test (difficultés à retirer l'air de l'injecteur) comparativement au 2e essai ce qui est normal lors de l'utilisation d'une nouvelle technologie. Lors de la seconde entrée en pouponnière, il a dû remplacer deux joints

d'étanchéité, ce qui a occasionné une perte importante de vaccin. De plus, la tubulure s'est débranchée à quelques reprises. Mais, dans l'ensemble, cet essai s'est bien déroulé.

Lorsque le participant a débuté la vaccination sur le premier lot, il s'est aperçu que l'injecteur ne fonctionnait pas correctement, mais, après avoir changé le cylindre pour celui adapté aux poids des porcelets, tout est rentré dans l'ordre. Cette problématique n'est pas survenue lors du 2e lot. Celui-ci a trouvé que le dispositif était facile d'utilisation et, dès le premier essai, il a remarqué un impact positif sur les animaux. À cet effet, le participant a noté une diminution des cris lors de l'injection comparativement à ceux injectés de façon conventionnelle avec aiguille. De plus, il a constaté que les porcelets étaient moins nerveux et méfiants après la vaccination, ceux-ci ne semblaient pas se « souvenir » de cet événement. Les saignements post-injection étaient moindres avec le dispositif sans aiguille (1 à l'occasion sur 15 porcelets) comparativement à l'utilisation de l'aiguille (3-4 porcelets sur 15). Le participant a aussi rapporté qu'en utilisant l'injecteur, la vaccination d'un parc de 15 porcelets lui a pris environ 2 minutes de moins par rapport à l'injection conventionnelle. Il a été calculé que, pour un lot de 2 700 porcelets, cela pourrait représenter une économie de temps de 5 heures si tous les animaux sont vaccinés avec le dispositif d'injection sans aiguille. En ce qui concerne l'équipement, le participant a mentionné vouloir essayer de modifier le harnais ou de tenter de trouver une meilleure façon de le porter, pour diminuer l'encombrement. En fait, le dispositif est positionné à la hauteur de la ceinture, ce qui peut gêner les mouvements de l'utilisateur lors de la vaccination.

Lors du premier essai, le participant a rapporté que la batterie avait eu une autonomie d'environ 3 heures permettant la vaccination d'environ 425 porcelets, que le temps de recharge avait été relativement long (4 heures) et qu'une 3e batterie s'avèrerait nécessaire pour vacciner un lot complet. Or, lors de la 2e entrée en pouponnière, l'autonomie a été adéquate et il a été constaté qu'il est possible de fonctionner avec 2 batteries sans problème. Le participant a noté que l'appareil était facile d'entretien. Par ailleurs, celui-ci a mentionné vouloir poursuivre les essais avec l'injecteur sur son prochain lot de porcelets notamment pour limiter les risques d'aiguilles brisées, améliorer le bien-être animal et réduire les blessures causées par les aiguilles chez les employés. Entre-temps, il va tenter de trouver la cause du bris des joints d'étanchéité ainsi que des problèmes de débranchement de la tubulure.

La

Figure 1 présente un participant lors d'un des essais en ferme avec l'AcuShot™ HD.

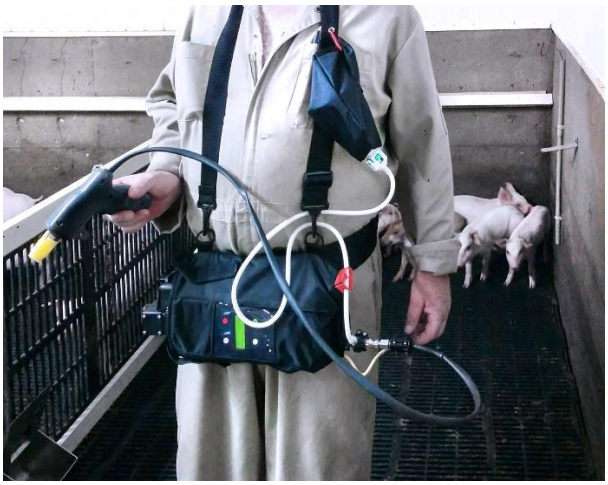


Figure 1 Essai en ferme avec le dispositif d'injection sans aiguille AcuShot™ HD

5.2 AGRO-JET® III

5.2.1 Premier essai

Tel qu'indiqué précédemment, l'essai avec l'AGRO-JET® III n'a pas été réalisé en ferme pour l'un des partenaires. L'encombrement de l'appareil relié notamment au poids de la bonbonne de CO_2 et le fait de ne pas avoir la certitude que le vaccin a bien été administré à l'animal sont des raisons ayant mené à cette prise de décision. Une mauvaise expérience avec ce type d'appareil par le passé pour un des employés présents à la formation peut avoir influencé son opinion sur la technologie.

5.2.2 Deuxième essai

L'AGRO-JET® III a été testé en maternité au cours de l'été 2019 chez le deuxième participant au projet. Le dispositif a été utilisé en mise bas sur une période d'environ 11 semaines sur un total de 6 675 porcelets. Lorsque les porcelets ont été manipulés, ceux-ci ont reçu 3 injections, dont une effectuée avec le dispositif sans aiguille. Au cours de ces semaines, le participant a testé deux produits, soit le fer injectable et un vaccin.

La préparation de l'appareil s'est bien déroulée, mais a nécessité un peu plus de temps la première fois, car le participant a eu de la difficulté à se rappeler des consignes reçues lors de la formation. À la suite des essais, il a noté que plus le dispositif était utilisé, plus il était simple d'utilisation. Toutefois, comparativement à une seringue-doseur, l'AGRO-JET® III est plus encombrant en raison de la bonbonne de CO_2 et de la taille du pistolet. Avec tout l'équipement sur lui, le participant a trouvé qu'il était difficile d'attraper les porcelets en mise bas et le réservoir a finalement été installé sur un chariot. Il a également observé que le porcelet devait rester immobile lors de l'injection sinon le produit giclait et le temps de vaccination avait été plus long avec le dispositif sans aiguille. Par ailleurs, les essais se sont mieux déroulés avec le vaccin

qu'avec le fer injectable (plus de pertes). Le participant a indiqué que l'appareil avait une bonne précision, la quantité injectée correspondait au nombre de doses contenues dans la bouteille.

Avec le réservoir de CO_2, il a été possible d'injecter 1,0 ml de vaccin pendant environ 3 semaines, ce qui représente environ 1 900 - 2 000 porcelets. En ce qui concerne l'entretien de l'appareil, celui-ci s'est avéré relativement facile. Après une utilisation avec le fer, le produit est resté séché et le participant a dû le démonter au complet et l'assembler à nouveau, et ce, sans problème. Toutefois, le dispositif est composé de plusieurs petites pièces et ressorts, une attention particulière doit être portée à ce niveau lors de l'entretien. Au cours des semaines, quelques petits bris sont survenus et des pièces ont dû être remplacées (2 ressorts et 2 joints d'étanchéité). Malgré quelques petits ajustements effectués, les essais se sont somme toute bien déroulés.

La

Figure 1présente l'injecteur sans aiguille AGRO-JET® III.

Figure 2 L'injecteur sans aiguille AGRO-JET® III a lui aussi été testé en ferme

5.3 Pulse®

Les observations et les commentaires sur le dispositif d'injection sans aiguille Pulse® proviennent d'un utilisateur de la technologie chez Hylife, qui utilise le dispositif sans aiguille depuis plusieurs années. La principale raison qui a poussé l'entreprise à opter pour ce type d'injecteur est l'élimination du risque de retrouver des aiguilles ou des fragments d'aiguille dans la viande. En plus de cet avantage non négligeable, l'utilisation de cet appareil réduit les blessures dues aux mouvements répétitifs chez les travailleurs et élimine le risque de blessures causées par les aiguilles ainsi que la disposition d'aiguilles souillées. Par ailleurs, une réduction potentielle de transmission de maladies entre les animaux a été notée tout comme une diminution du stress et de la douleur pour les porcs. De plus, ce dispositif est utilisé puisqu'il permet une administration constante du vaccin ainsi qu'une meilleure dispersion de celui-ci. Pour cette organisation, le

dispositif est facile à utiliser et s'il est bien entretenu, il peut avoir une bonne durée de vie. À cet effet, il nous a été rapporté que, dans certaines fermes, le même appareil était utilisé depuis 7-8 ans. Du gaz comprimé est utilisé pour transmettre la puissance à l'injecteur, ce qui s'avère être plus économique, facile d'utilisation et plus pratique que le CO_2, car seul un compresseur est nécessaire.

En revanche, le partenaire reconnait que le coût d'investissement initial est plus élevé que la vaccination conventionnelle avec les aiguilles. Une formation du personnel est nécessaire et un entretien régulier doit être effectué pour assurer le bon fonctionnement et la longévité de l'appareil. Le temps de vaccination est légèrement plus long qu'avec l'aiguille et, en plus, il faut ajouter à cela la préparation, le nettoyage et l'entretien de l'injecteur après chaque utilisation. Celui-ci est également plus lourd qu'une seringue-doseur par exemple et il n'est pas réellement pratique pour effectuer des traitements individuels (préparation de l'appareil et perte de produit); l'utilisation pour une vaccination de masse est préconisée. L'utilisateur a également noté qu'il pouvait y avoir un risque d'auto-injection si le produit est chargé dans l'injecteur.

Malgré ces inconvénients, l'organisation utilise le Pulse® dans une proportion de 75 % de ses élevages. En pouponnière, celui-ci est utilisé de façon systématique et plus de 6 000 porcelets sont vaccinés par semaine avec ce dispositif dans l'ensemble de leurs élevages. En engraissement, l'appareil n'est pas utilisé, car les traitements curatifs sont peu nombreux et aucune vaccination n'est effectuée. Il devient alors très dispendieux de se procurer ce type d'appareil et une maintenance régulière devrait être réalisée pour un équipement qui serait peu utilisé. Par contre, il est utilisé dans certains de leurs engraissements pour administrer l'Improvest®. Parfois, pour une question de biosécurité dans les élevages partageant le même équipement, les injections s'effectuent avec des aiguilles.

Pour Hylife, l'utilisation du dispositif d'injection sans aiguille est simple et son entretien est facile si les utilisateurs sont bien formés. Malgré le fait que la vaccination avec cette technologie est plus dispendieuse qu'avec les aiguilles, les avantages sont appréciables dont l'élimination du risque de retrouver des aiguilles ou des fragments d'aiguille dans la viande.

6 Analyse technico-économique

6.1 Scénarios de référence

L'analyse a été réalisée en comparant l'utilisation d'un injecteur sans aiguille avec la méthode d'injection traditionnelle avec aiguille. Aux fins de cette analyse, trois scénarios sur l'utilisation des aiguilles ont été retenus. Le premier scénario (A) réfère à une utilisation unique de l'aiguille, ce qui implique que celle-ci est jetée après l'injection de chaque animal, mais que la seringue est réutilisée. Le second (B) et le troisième (C) scénario supposent que les aiguilles sont utilisées pour dix et vingt injections respectivement.

Tous les scénarios sont basés sur une utilisation en pouponnière en supposant une seule injection par porcelet. La différence de temps de travail entre la méthode d'injection avec aiguille et sans aiguille ainsi que le temps de formation pour ces deux méthodes n'a pas été considérée dans cette analyse. Enfin, tout inconvénient associé à la manipulation des injecteurs a été écarté de l'analyse économique.

6.2 Évaluation du coût du matériel

Les coûts utilisés pour les aiguilles et les seringues proviennent d'un fournisseur de l'industrie. Ils sont respectivement de 31,00 $/100 aiguilles de 20 gauge et 32,11 $/seringue multidose. L'utilisation de seringues jetables a été écartée afin de faciliter la comparaison entre les différents scénarios.

Pour ce qui est des injecteurs sans aiguille, les coûts d'acquisition se situent environ entre 5 000 $ et 8 000$ selon, entre autres, les options choisies et le nombre d'appareils commandés. Les données relatives aux coûts récurrents, soit d'utilisation, d'entretien et de réparation, sont également considérées dans cette analyse et ceux-ci varient en fonction du nombre d'injections effectuées.

6.3 Résultats

Les coûts de l'injection avec aiguille ont été évalués selon trois scénarios, soit le premier où l'aiguille est remplacée après chaque injection (scénario A), le deuxième où celle-ci est remplacée après 10 injections (scénario B) et le troisième où elle est remplacée après 20 injections (scénario C). Le coût du matériel a été évalué en fonction du nombre d'injections réalisées par semaine, soit 2 000, 5 000 et 8 000. Les coûts cumulés de matériel d'injection avec aiguilles tiennent compte du matériel nécessaire selon les différents scénarios, soit les aiguilles et les seringues sans tenir compte du coût de disposition des aiguilles. Le Tableau 1 présente l'évaluation des coûts annuels de matériel d'injection avec aiguille selon un nombre d'injections réalisés par semaine. Évidemment, plus un élevage réalise d'injections par semaine, plus les coûts de matériel seront élevés lorsque l'on effectue des traitements avec l'aiguille. Toutefois, ces coûts seront moindres si l'aiguille est réutilisée, par exemple pour les porcelets d'un même parc.

Tableau 1 *Évaluation des coûts annuels de matériel d'injection avec aiguille selon un nombre d'injections variables par semaine*

Coût annuel de matériel d'injection avec aiguille

	Nombre d'injections réalisé par semaine		
Scénario	2 000	5 000	8 000
A	32 304 $	80 664 $	129 024 $
B	3 288 $	8 124 $	12 960 $
C	1 676 $	4 094 $	6 512 $

Pour les dispositifs sans aiguille, les dépenses récurrentes varient entre environ 1 000 et 4000$ annuellement, selon le matériel nécessaire propre à chacun. En considérant le cout d'acquisition des injecteurs et le nombre d'injections réalisées par semaine, les appareils peuvent être rentables dès la première année. Par exemple, si 2 000 injections sont effectuées par semaine, la rentabilité varie entre trois et quatre ans selon l'appareil. Par contre, lorsqu'on passe à 5 000 injections par semaine, le dispositif est rentable entre un et deux ans. Les résultats démontrent donc que plus le nombre d'injections effectuées est important, plus l'utilisation d'un injecteur sans aiguille peut devenir rentable.

7 Conclusion

En production porcine, les vaccins et les traitements sont administrés traditionnellement avec une seringue et une aiguille de façon intramusculaire. Cette méthode est la plus répandue notamment puisqu'elle est peu coûteuse et facilement adaptable. Toutefois, celle-ci présente certains inconvénients, dont l'induction d'un stress et d'une douleur chez l'animal, un risque de transmission de maladies ou pire encore, un bris de l'aiguille dans le muscle de l'animal. D'ailleurs, malgré les efforts réalisés pour réduire ce risque, il arrive que des fragments d'aiguille restent prisonniers de l'animal, et ce, sans qu'il soit possible de le retirer. Ces inconvénients mis de l'avant ont stimulé la recherche à se tourner vers des méthodes alternatives pour administrer des traitements aux animaux.

Des dispositifs permettant de limiter l'utilisation des aiguilles existent et sont disponibles sur le marché. Par le passé, certains éleveurs au Québec ont tenté d'implanter cette technologie dans leur entreprise, mais l'adoption de celle-ci ne s'est pas avérée un succès. Puisque les appareils d'injection sans aiguille comportent de nombreux avantages et qu'ils ont été améliorés au cours des années, l'équipe a tenté de mieux comprendre pourquoi leur utilisation n'est pas plus répandue dans nos élevages.

À la suite des essais réalisés avec chacun des dispositifs d'injection sans aiguille chez les fermes participantes, tous les participants s'entendent et affirment que les injecteurs sont plus encombrants que la seringue traditionnelle ou la seringue-doseur. De plus, la préparation et l'entretien régulier demandent une certaine minutie de la part des utilisateurs pour assurer le bon fonctionnement et la longévité des appareils. Finalement, ceux-ci sont davantage conçus pour la vaccination de masse que pour effectuer des traitements individuels.

D'un point de vue économique, les résultats démontrent que, malgré les coûts d'acquisition plus élevés au départ, plus le nombre d'injections effectuées est important, plus l'utilisation d'un injecteur sans aiguille peut devenir rentable. Selon le nombre d'injections réalisées à la ferme, la rentabilité de ce type d'injecteur peut être assez rapide.

Malgré quelques inconvénients soulevés lors des essais, certains participants songent à poursuivre la vaccination avec les dispositifs d'injection sans aiguille notamment pour limiter le risque de retrouver des aiguilles ou des fragments d'aiguille dans la viande, pour améliorer le bien-être animal, pour réduire les risques de blessures causées par les aiguilles et pour le niveau de précision du dosage. Par ailleurs, un participant a même mentionné que la vaccination avec l'injecteur sans aiguille lui faisait économiser du temps.

En résumé, il est impératif de noter que l'utilisation d'une nouvelle technologie demande un temps d'adaptation. Règle générale, plus l'appareil est utilisé, plus l'utilisateur devient familier avec celui-ci et plus l'adoption à long terme est favorisée par la suite. Au départ, des ajustements s'avèrent nécessaires que ce soit par rapport à l'utilisation du dispositif en tant que tel ou aux méthodes de travail qui doivent être modifiées. Mais, une certaine ouverture aux changements est aussi primordiale pour implanter ce type d'appareil dans les élevages.

Considérant que le Québec vise les marchés d'exportation les plus lucratifs, il serait important que la filière évalue la mise en place de nouvelles pratiques telles que l'utilisation d'injecteurs sans aiguille. Offrant déjà un produit de qualité à nos acheteurs, cette technologie permettrait de l'augmenter davantage.

8 Références

Daniels, C.S. 2005. Needleless Injections—Good, Bad, or Ugly? ISU Swine Disease Conference for Swine Practitioners : 28-30.

Frotin, P. 2005. Maîtrise du danger "Aiguilles cassées". État des lieux des démarches mises en oeuvre par la filière porcine : analyse et propositions d'actions. ITP, 13 p.

Houser, T.A., Sebranek, J.G., Thacker, B.J., Baas, T.J., Nilubol, D., Thacker, E.L. et F. Kruse. 2004. Effectiveness of transdermal, needle-free injections for reducing pork carcass defects. Meat Science, 68 : 329–332.

Hutchinson, C. 2017. Needle Free Injectors: Proper Usage & Precautions. Prairie Hog Country. [En ligne]. http://www.prairiehogcountry.com/2017/11/30/needle-free-injectors%E2%80%88-proper-usage-precautions/

Jolie, R. 2016. Needle-free and intradermal vaccination of pigs – a perfect match. International Pig Topics, 31(3) : 15, 17.

Centre de développement du porc du Québec inc.
Place de la Cité, tour Belle Cour
2590, boulevard Laurier, bureau 450
Québec (Québec) G1V 4M6
☎ 418 650-2440 • 🖷 418 650-1626
cdpq@cdpq.ca • www.cdpq.ca
@cdpqinc

Annexe 1

Évaluation des injecteurs sans aiguilles

* Obligatoire

1. **Nom de l'entreprise/personne ressource** *

2. **Dans quelle type d'entreprise avez-vous testé le l'injecteur sans aiguille ?** *
   Marquez un seul ovale.
   - Pouponnière
   - Engraissement
   - Maternité

3. **Quel dispositif avez-vous testé ?** *
   Marquez un seul ovale.
   - Acushot (Agrivac)
   - Agrojet (MIT Canada)

4. **Combien d'animaux avez-vous injectés au cours de la dernière semaine (avec et/ou sans aiguille) ?** *

5. **Dans quelle proportion avez-vous utilisé l'injecteur sans aiguille vs la seringue conventionnelle ?** *
   Marquez un seul ovale.
   - 0 %, je n'ai JAMAIS utilisé l'injecteur sans aiguille
   - 25 %
   - 50 %
   - 75 %
   - 100 %, j'ai TOUJOURS utilisé l'injecteur sans aiguille

6. **Si vous n'avez pas utilisé le dispositif sans aiguille à 100 % du temps, quelles sont les raisons ?** *

7. **Trouvez-vous l'injecteur facile d'utilisation ?** *
   Marquez un seul ovale.

   - ◯ Très facile
   - ◯ Facile
   - ◯ Difficile
   - ◯ Complexe

8. **Commentaires sur la facilité d'utilisation**

   _____

   _____

   _____

   _____

   _____

9. **L'autonomie de la batterie ou la capacité de la bonbonne de CO2 est-elle adéquate ?** *
   Marquez un seul ovale.

   - ◯ Oui
   - ◯ Non

10. **Commentaires sur l'autonomie de la batterie/CO2**

    _____

    _____

    _____

    _____

    _____

11. **Trouvez-vous l'injecteur facile d'entretien (nettoyage, entreposage...) ?** *
    Marquez un seul ovale.

    - ◯ Oui
    - ◯ Non
    - ◯ Autre : _____

12. **Commentaires sur l'entretien**

    _____

    _____

    _____

    _____

    _____

13. **Avez-vous des commentaires sur l'utilisation de l'injecteur cette semaine (observations, questionnements, insatisfactions...)** *

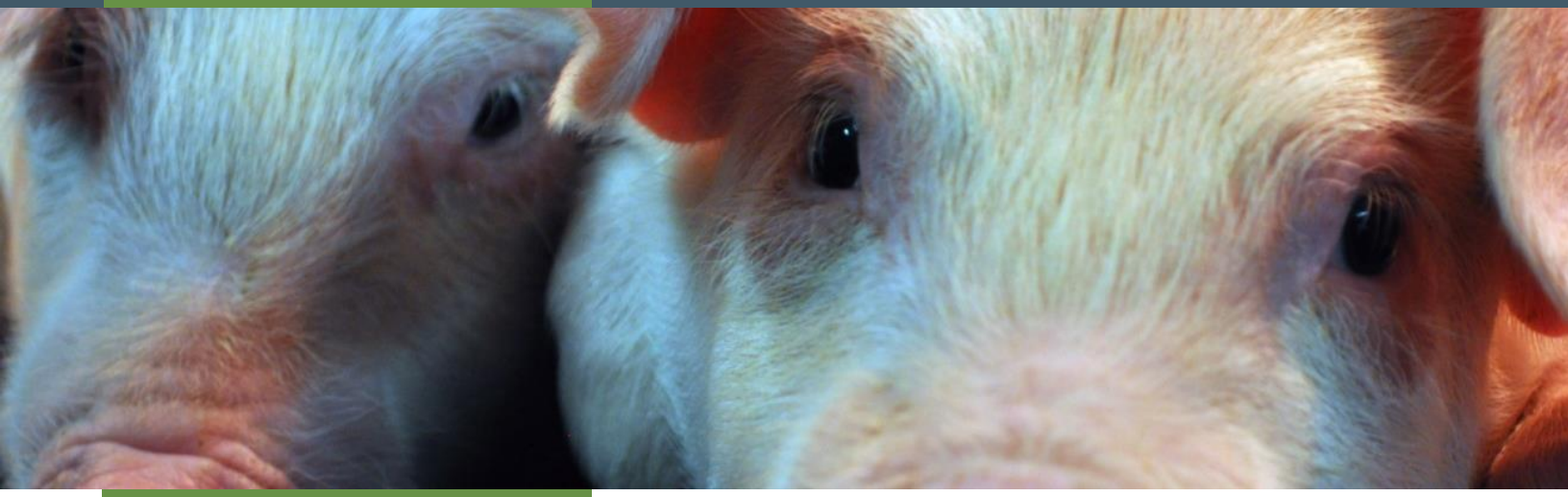
Fourni par
Google Forms

Annexe 2

Évaluation des différentes technologies disponibles pour l'injection de traitements sans aiguille en production porcine

Février 2021

Revue de littérature



Auteure : Marie-Claude Gariépy, M.Sc

Collaboration : Marie-Pierre Fortier, Cand. Ph. D.

CDPQ
Centre de développement du porc du Québec inc.

©Centre de développement du porc du Québec inc.
Dépôt légal 2021
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
Bibliothèque et Archives Canada
ISBN 978-2-924413-76-0

Table des matières

1 Mise en contexte 1
1.1 Les répercussions sur la filière porcine 1
1.2 Les alternatives pour réduire les risques 2
2 L'injection sans aiguille 4
2.1 Fonctionnement du dispositif d'injection sans aiguille 4
2.2 Avantages du dispositif d'injection sans aiguille 5
2.3 Inconvénients du dispositif d'injection sans aiguille 6
2.4 Non-adoption de la technologie 7
3 Dispositifs d'injection sans aiguille disponibles sur le marché 10
3.1 AcuShot™ 10
3.1.1 Spécificités des modèles AcuShot™ 10
3.1.2 Spécificités de la nouvelle version de l'appareil, l'AcuShot™ GEN2 12
3.1.3 Études en lien avec le dispositif d'injection sans aiguille AcuShot™ 13
3.2 AGRO-JET® 15
3.2.1 Spécificités des modèles AGRO-JET®, ... 15
3.2.2 Études en lien avec le dispositif d'injection sans aiguille AGRO-JET® 18
3.3 Hipradermic® 19
3.3.1 Spécificités de l'Hipradermic® 3.0 19
3.3.2 Smart Vaccination 20
3.3.3 Études en lien avec le dispositif d'injection sans aiguille Hipradermic® 21
3.4 IDAL® 22
3.4.1 Spécificités de l'IDAL® 3G et l'IDAL® 3G TWIN 23
3.4.2 Études en lien avec le dispositif d'injection sans aiguille IDAL® 24
3.5 Pulse® 27
3.5.1 Spécificités des modèles Pulse® 27
3.5.2 Études en lien avec les dispositifs d'injection sans aiguille Pulse® 30
4 Conclusion 32
5 Références 33

Liste des figures

Figure 1 Photo du dispositif d'injection AcuShot™ GEN2 12
Figure 2 Photo du support « Hands Free Stand » 13
Figure 3 Photo du dispositif d'injection portatif « Remote Injection Hand Piece » 13
Figure 4 Photo de l'AGRO-JET® II(a), l'AGRO-JET® III (b), de l'AGRO-JET® VI (c), de l'AGRO-JET® X (d) 16
Figure 5 Photo du dispositif AGRO-JET® NBM 17
Figure 6 Photos du dispositif Hipradermic® 3.0 20
Figure 7 Concept de Smart Vaccination 21
Figure 8 Photo du Pulse® 50 28
Figure 9 Photo du Pulse® 250 (a) et d'une vaccination avec le Pulse® 500 (b) 28
Figure 10 Photos de l'appareil « EasyPro Platform » 29
Figure 11 Photo de l'appareil « RightStart Piglet Processing System » 30

Liste des tableaux

Tableau 1 Récapitulatif des avantages et des inconvénients reliés à l'utilisation des dispositifs d'injection sans aiguille comparativement à l'injection conventionnelle 9

1 Mise en contexte

En production porcine, l'utilisation d'aiguille pour injecter des traitements aux animaux, notamment les vaccins, est effectuée de façon quotidienne et répétée. Lors d'une injection, il peut arriver que l'animal bouge ou que l'employé soit mal positionné, ce qui peut entraîner un bris de l'aiguille si l'on poursuit l'injection (Houser *et al.,* 2004). Malgré les efforts réalisés pour réduire ce risque, il arrive que des fragments d'aiguille restent prisonniers de l'animal, et ce, sans qu'il soit possible de le retirer (Frotin, 2005). Bien que le processus de déclaration des aiguilles brisées chez les producteurs porcins accrédités AQC[MD] et PorcSALUBRITÉ soit obligatoire au Canada, des fragments d'aiguille non déclarés sont occasionnellement retrouvés dans les abattoirs. Ces derniers ont recours à différentes techniques, dont l'inspection visuelle ou l'utilisation d'un détecteur de métaux pour tenter de trouver et de retirer les fragments d'aiguille dans la viande (Houser *et al.,* 2004). Puisque l'humain n'est pas infaillible et que la détectabilité des aiguilles par les appareils est variable, l'industrie ne peut garantir aux consommateurs que le risque de retrouver des fragments d'aiguille dans la viande est nul (Houser *et al.,* 2004).

1.1 Les répercussions sur la filière porcine

Aujourd'hui, la production porcine doit composer avec des problèmes de main-d'œuvre et répondre à plusieurs enjeux, dont ceux du bien-être animal, et ce, tout en demeurant efficace pour être compétitive. À cet effet, la filière ne peut se permettre d'être au centre d'une problématique de santé publique reliée notamment à la présence de corps étrangers dans la viande. La présence d'aiguilles ou de fragments d'aiguille non déclarée dans la viande de porc est un événement rare, mais d'une importante gravité pour cette industrie (Houser *et al.,* 2004; Frotin, 2005; Omafra, 2009). Les conséquences d'un tel événement en termes d'image et d'incidences économiques sont majeures (Frotin, 2005; Jolie, 2016; Hutchinson, 2017). Par exemple, une réduction de la demande pour la viande et les produits de porc pourrait survenir, ce qui pourrait potentiellement affecter les revenus des producteurs (Daniels, 2005). L'accès à certains marchés pourrait également être suspendu. La nature de ce danger pour l'industrie mérite donc une sensibilisation constante et une responsabilisation de tous les maillons de la filière (Frotin, 2005).

Au Québec, les éleveurs sont tenus d'informer l'abattoir ou Les Éleveurs de porcs du Québec lorsqu'il y a une possibilité d'aiguille brisée (aiguille perdue dans un parc, etc.), ce qui ne signifie pas nécessairement que celle-ci s'est retrouvée dans le ou les porcs identifiés. En 2019, 30 possibles cas d'aiguilles brisées ont été déclarés par les éleveurs québécois. Dans tous les cas, une enquête et un suivi sont effectués avec l'éleveur afin de s'assurer du respect des procédures dans le cadre des programmes AQC[MD] et PorcSALUBRITÉ (Les Éleveurs de porcs du Québec, 2020, communication personnelle).

D'après une étude réalisée aux États-Unis par le National Pork Producers Council (NPPC), en 1993 dans des abattoirs, jusqu'à 11 % des carcasses avaient été détériorées en raison d'injections inadéquates (Houser *et al.,* 2004). Cela représente environ 10 millions de carcasses de porc. Le coût du parage et/ou de la découpe relié au retrait du tissu endommagé au site

d'injection a été estimé à 3,55 $ US/porc dans cette étude (Houser *et al.,* 2004). Une recherche menée par le National Pork Board (NPB) en 2003 a permis d'identifier que les dommages des tissus au site d'injection étaient responsables de 3 % de toutes les condamnations des carcasses dans les abattoirs commerciaux américains (Houser *et al.,* 2004). Cela pourrait affecter plus de 60 000 carcasses/an et représenterait un coût additionnel de 0,47 $ US/porc. Annuellement, aux États-Unis, des poursuites de plusieurs millions de dollars sont enclenchées en raison de fragments d'aiguille retrouvés dans la viande (Houser *et al.,* 2004).

En France, d'après une étude réalisée en 2004 dans quatre abattoirs, moins d'un porc sur 5 000 est susceptible de contenir un corps étranger (Frotin, 2005). Lors de l'inspection, une incision de l'échine a été réalisée afin de valider la présence ou non de corps étrangers et 5 à 20 % d'entre eux en contenaient un réellement. Selon cette étude, soit les aiguilles ont été rejetées par l'organisme du porc lors des dernières semaines d'engraissement ou durant la vie reproductive de reproduction de la truie, soit le fragment a migré dans la musculature de l'animal vers l'épaule (Frotin, 2005). Malgré la faible proportion de corps étrangers retrouvés à l'abattoir, il n'en demeure pas moins que ce problème est d'une gravité extrême et qu'il doit être éliminé.

Il n'y a aucun doute que les abcès ou les dommages causés aux muscles en raison d'injections réalisées de façon inappropriée sont indésirables dans l'industrie. Cependant, la présence de fragments d'aiguilles dans la viande est une problématique majeure, car les impacts pour la filière sont de taille (Houser *et al.,* 2004).

1.2 Les alternatives pour réduire les risques

Traditionnellement, les vaccins (Jolie, 2016) et les traitements, par exemple les injections de fer chez le porcelet (Kievit *et al.*, 2012), sont administrés avec une seringue et une aiguille de façon intramusculaire. Cette méthode est la plus répandue notamment puisqu'elle est peu coûteuse et facilement adaptable (Kievit, 2012; Jolie, 2016; Chase, 2017). Toutefois, celle-ci présente certains inconvénients, dont l'induction d'un stress et d'une douleur chez l'animal (Jolie, 2016). De plus, le risque de transmission de maladies est présent (Kievit *et al.*, 2012) puisque, dans le feu de l'action, l'aiguille n'est pas toujours remplacée à chaque animal ou à chacune des portées (Jolie, 2016). De plus, l'utilisation d'un système d'injection conventionnel peut causer des blessures accidentelles aux travailleurs (Kievit, 2012) en plus de causer des dommages aux tissus de la viande et augmenter les risques d'abcès (Jolie, 2016). Ces inconvénients mis de l'avant ont stimulé la recherche à se tourner vers des méthodes/techniques alternatives pour administrer des traitements aux animaux (Jolie, 2016).

L'administration d'un traitement par voie orale (eau ou aliment) est à privilégier lorsque cela est possible (Frotin, 2005). Si cela n'est pas envisageable et qu'une injection doit être effectuée, il est important de s'assurer que l'animal soit bien immobilisé, car seul le mouvement de celui-ci lorsque l'aiguille est enfoncée suffit pour la tordre ou la casser (Frotin, 2005; Omafra, 2009). Un prolongateur d'injection fixé à l'embout de l'aiguille peut être utilisé pour réduire les risques de bris d'aiguille. Avec ce dispositif, l'aiguille reste perpendiculaire par rapport à la peau de l'animal, quel que soit son mouvement pendant l'injection, ce qui réduit significativement les cassures d'aiguille (Frotin, 2005). Des aiguilles à usage unique peuvent aussi être utilisées afin de réduire les risques de transmission de maladies d'un animal à l'autre et ainsi réduire les risques d'abcès. Cette alternative serait moins douloureuse pour l'animal et, par conséquent, plus facile à effectuer

pour l'employé (Frotin, 2005). Toutefois, ces aiguilles sont constituées d'un alliage moins épais que les aiguilles à usages multiples et elles ont tendance à casser plus facilement. Ce risque est accentué si le travailleur oublie de changer l'aiguille à chaque injection (Frotin, 2005). Des aiguilles détectables en abattoir peuvent également être utilisées (Daniels, 2005; Frotin, 2005; Omafra, 2009). Par contre, leur coût est plus élevé comparativement aux aiguilles conventionnelles (Frotin, 2005).

Malgré toutes les procédures développées et mises en place à la ferme pour réduire les bris d'aiguille lors de traitements (Daniels, 2005), combinées à la déclaration obligatoire des incidents, il arrive tout de même que les abattoirs retrouvent des fragments d'aiguille non déclarés dans les carcasses de porc. L'utilisation de matériel permettant de limiter les cassures est à préconiser, mais lorsque des aiguilles sont utilisées, le risque zéro n'existe pas (Houser *et al.,* 2004). Cependant, des technologies permettant d'éliminer complètement la problématique des aiguilles brisées existent et sont disponibles sur le marché. Avec de tels dispositifs, il est possible d'injecter des traitements aux animaux sans utiliser d'aiguille. Ceux-ci présentent des avantages non négligeables comparativement aux méthodes conventionnelles d'injection, mais, malgré cela, leur utilisation n'est pas largement répandue en production porcine.

2 L'injection sans aiguille

Les premiers dispositifs d'injection sans aiguille ont été développés aux environs de 1930 et ceux-ci ont été utilisés dans plusieurs champs d'intervention en médecine au fil des années (Moore et *al.,* 2012; Trask *et al.,* 2017; Dukare et Saudagar, 2018). Déjà, au début des années 1940, des dispositifs haute pression ont été développés permettant à un fin jet de liquide de transpercer la peau (Kale et Momin, 2014; Dukare et Saudagar, 2018). Des modifications ont été apportées à ces dispositifs depuis leur création et leur adoption n'est plus maintenant réservée qu'au secteur médical. L'adoption de cette technologie est plus répandue aujourd'hui, chez différentes espèces animales et son efficacité est sans équivoque (Moore et *al.,* 2012; Chase, 2017). Chez le porc, ces systèmes sont utilisables tant chez les porcelets que les porcs d'engraissement ou les truies et l'injection est possible par différentes voies d'administration (Moore et *al.,* 2012).

2.1 Fonctionnement du dispositif d'injection sans aiguille

Le fonctionnement des dispositifs d'injection ressemble beaucoup à la méthode d'injection conventionnelle avec une aiguille. En effet, avant toute chose, il est nécessaire d'utiliser une dose appropriée au produit injecté ainsi qu'à la taille de l'animal (Moore et *al.,* 2012; CCP, 2018). Il est également nécessaire d'immobiliser l'animal lors de l'injection et de l'effectuer sur une peau propre et sèche (CCP, 2018). Celle-ci doit être réalisée au bon site d'injection selon un angle de 90 degrés par rapport à la peau (Moore et *al.,* 2012; Chase, 2016a; CCP, 2018). La tête de l'injecteur doit être pressée fermement contre la peau du porc lors de l'injection (CCP, 2018). Lorsque celle-ci est effectuée, l'animal est identifié à l'aide d'un marqueur pour animaux (CCP, 2018).

Plus particulièrement avec l'utilisation d'un dispositif d'injection sans aiguille, le producteur doit valider la compatibilité et l'efficacité du médicament/vaccin auprès de son vétérinaire ou du fournisseur de l'injecteur avant de l'administrer. De plus, l'appareil préconisé doit être approprié à la taille des porcs. Pour les appareils utilisant du CO_2 ou de l'air comprimé, la pression d'air doit être ajustée en fonction de la taille des porcs et des recommandations du fabricant; un saignement au site d'injection indique une pression trop élevée alors qu'un médicament qui fuit indique une pression trop faible (CCP, 2018). Selon le dispositif utilisé, le travailleur doit s'assurer que le tube souple est toujours bien rempli du liquide à injecter et qu'il ne contient pas de bulles d'air avant de procéder (CCP, 2018). Plusieurs dispositifs sont maintenant dotés d'un écran de lecture affichant ainsi de l'information sur l'injection ou les anomalies (ex. : remplacement de la bouteille de vaccin, pression inadéquate). Une pression constante est requise lors de l'injection (Chase, 2016a; Chase, 2017). Également, un entretien régulier des appareils doit être effectué, selon les recommandations du fabricant (Chase, 2017; CCP, 2018) alors que ce n'est pas le cas avec l'injection conventionnelle. En effet, les injecteurs sans aiguille doivent être nettoyés et séchés à la fin de chacune des séances d'utilisation (Daniels, 2005). Les parties mobiles des injecteurs et le système de CO_2/air comprimé nécessitent des entretiens réguliers (Chase, 2016a).

Les systèmes d'injection sans aiguille permettent d'injecter un médicament ou un vaccin directement à travers la peau de l'animal ou de façon intradermique. Le traitement est expulsé du dispositif grâce à une forte pression (> 100 m/seconde) (Baker *et al.,* 2010) et celui-ci peut pénétrer l'épiderme, le derme et même le tissu sous-cutané (Kievit, 2012; Chase, 2016a; Chase, 2017). La profondeur de pénétration du tissu dépend de la pression appliquée sur le dispositif d'injection et la distance entre le derme et le muscle (Kievit, 2012). La force nécessaire pour

pénétrer la peau de l'animal est générée par du gaz comprimé, du CO_2 (Kievit, 2012) ou une batterie. Un petit jet du médicament/vaccin crée une petite ouverture dans la peau due à l'érosion puis le fluide est libéré (Baker *et al.,* 2010; Kievit, 2012). La dispersion de celui-ci s'effectue à travers le tissu de l'animal (Kievit, 2012). Cette dernière dépend de l'appareil, de l'épaisseur de la peau de l'animal, de la pression/puissance utilisée, de la viscosité du fluide ainsi que de la voie préconisée pour administrer le fluide (ex. : intramusculaire, sous-cutanée, intradermique) (Kievit, 2012; Chase, 2017).

2.2 Avantages du dispositif d'injection sans aiguille

Le principal avantage à l'utilisation d'un dispositif d'injection sans aiguille est l'élimination complète du risque de retrouver des aiguilles ou des fragments d'aiguille dans la viande (Daniels, 2005; Baker *et al.,* 2010; McDowell *et al*., 2010; Kievit, 2012; Moore et *al.,* 2012; Chase, 2016a; Jolie, 2016; Chase, 2017; Hutchinson, 2017; CCP, 2018). De plus, cette technologie permet d'améliorer la qualité de la viande en minimisant les dommages aux tissus pouvant être causés par les bris d'aiguilles dans l'animal (ex. : abcès, fragments d'aiguilles) (Chase, 2008; Omafra, 2009; Kievit, 2012; Moore et *al.,* 2012; Kale et Momin, 2014). Lorsque la carcasse présente des dommages, celle-ci doit être parée (Chase, 2008), ce qui peut entraîner une pénalité au producteur (Moore et *al.,* 2012) et voire même la condamnation de la carcasse (Brunier *et al.,* 2012). Par ailleurs, le fait de ne plus utiliser d'aiguilles réduit grandement le risque de transmission de maladies tel que le virus du syndrome reproducteur et respiratoire porcin (vSRRP) pouvant survenir lorsque l'on utilise la même aiguille pour vacciner ou traiter plus d'un animal (Daniels, 2005; Chase, 2008; Omafra, 2009; Baker *et al.,* 2010; White, 2010; Brunier *et al.,* 2012; Kievit, 2012; Moore et *al.,* 2012; Jolie, 2016). Lors d'un épisode de SRRP, l'utilisation d'un dispositif d'injection sans aiguille de façon intradermique n'a pas éliminé complètement le risque de transmission de la maladie, mais l'a limité. En fait, la vaccination d'animaux positifs a transmis le virus à 25 % des porcs négatifs alors que cette proportion est passée à 100 % avec une injection intramusculaire avec aiguille (Baker *et al.,* 2012; Chase, 2016a; Chase, 2017). Le risque de contamination entre les porcs est donc grandement réduit, mais un protocole adapté de désinfection du dispositif doit être mis en place pour éviter une dissémination plus importante des maladies (Chase, 2016a).

L'utilisation d'un dispositif d'injection sans aiguille induit moins de douleur et de stress chez les porcs (Baker *et al.,* 2010; McDowell *et al*., 2010; Brunier *et al.,* 2012; Jolie, 2016; Chase, 2016a; Chase, 2017). En fait, des études démontrent une réponse à la douleur plus faible comparativement à l'injection conventionnelle avec aiguille (Jolie, 2016). Dans la première étude, aucune différence significative n'a été observée dans les comportements sociaux, d'exploration, d'abreuvement et de repos entre les truies gestantes vaccinées avec aiguille et celles vaccinées avec un dispositif d'injection sans aiguille. Toutefois, les truies vaccinées de façon conventionnelle ont été moins actives comparativement à celles vaccinées avec un dispositif sans aiguille. Également, plus de vocalisations, de tentatives de fuite et de marche arrière ont été observées chez les truies vaccinées avec aiguille. De plus, les niveaux de chromogranine (mesure de l'augmentation de l'activité sympathique) et de la protéine C-réactive (mesure des dommages causés aux muscles) étaient tous les deux plus faibles chez les truies vaccinées sans aiguille. Ces résultats suggèrent que la vaccination sans aiguille est un outil pour améliorer le bien-être des truies (Jolie, 2016). Une seconde étude a été réalisée chez des porcelets âgés de trois semaines. Des bandes vidéo ont été enregistrées à la suite de la vaccination et l'analyse de

celles-ci a permis de confirmer que les porcelets vaccinés avec un dispositif d'injection sans aiguille étaient plus actifs, qu'ils tétaient davantage et qu'ils avaient plus d'interactions sociales que ceux vaccinés avec aiguille. Ces résultats peuvent indiquer que moins de stress et de douleur ont été induits chez les porcelets vaccinés sans aiguille (Jolie, 2016).

Le système d'injection sans aiguille serait plus précis et fiable que l'injection conventionnelle avec aiguille en raison de l'administration d'un dosage constant du vaccin/médicament (Baker *et al.,* 2010; McDowell *et al*., 2010; Moore et *al.,* 2012; Kale et Momin, 2014; Chase, 2016a; Jolie, 2016; Chase, 2017), et ce, à la même profondeur dans le tissu de l'animal (Chase, 2016a; Jolie, 2016). Également, une plus grande dispersion du vaccin dans le tissu est notée, ce qui entraîne une meilleure réponse immunitaire de l'antigène comparativement à l'injection avec aiguille (McDowell *et al*., 2010; Chase, 2016a; Chase, 2016b; Chase, 2017; Kale et Momin, 2014). En fait, le jet du fluide se crée un passage dans le tissu en empruntant la voie avec moins de résistance, ce qui résulte en une grande dispersion du vaccin de type « toile d'araignée » (Chase, 2016b). En revanche, lors d'une injection avec aiguille, un bolus se forme dans le tissu contigu au site d'injection, ce qui fait en sorte que le vaccin se disperse de façon moins importante (Kievit, 2012; Chase, 2016b). Par ailleurs, l'utilisation d'un dispositif d'injection sans aiguille permet d'utiliser de plus faibles doses lors d'une vaccination intradermique, et ce, en raison de la plus grande dispersion de l'antigène dans le tissu (Chase, 2016a ; Chase, 2017). La moitié et jusqu'à 1/10 de la dose requise pour une vaccination intramusculaire peut être utilisée pour une vaccination intradermique (Eblé *et al.,* 2009; Chase, 2016b; Chase, 2017), où une réponse immune similaire a été enregistrée (Chase, 2017). Ce changement dans les doses implique que les protocoles de vaccination doivent être adaptés (Jolie, 2016).

Évidemment, l'utilisation d'un dispositif d'injection sans aiguille élimine les blessures chez les travailleurs causées par des piqûres d'aiguille lors de la vaccination ou de traitements (Chase, 2008; Omafra, 2009; Baker *et al.,* 2010; McDowell *et al*., 2010; Brunier *et al.,* 2012; Kievit, 2012; Moore et *al.,* 2012; Chase, 2016a; Hutchinson, 2017; Trask *et al.,* 2017). Selon une étude, plus de 80 % des travailleurs (Jolie, 2016) et 73 % des vétérinaires porcins se seraient déjà blessés accidentellement avec une aiguille (Jennissen *et al*., 2011; Jolie, 2016; Chase, 2017). La vaccination est d'ailleurs l'activité causant le plus de blessures avec des aiguilles chez les vétérinaires porcins (Jolie, 2016). Malgré la prévalence élevée d'incidents, ceux-ci ne sont vraisemblablement pas toujours rapportés. En effet, selon une étude canadienne réalisée en 2009, environ 75 % des techniciens en santé animale ont été blessés accidentellement par des aiguilles au cours de l'année antérieure au sondage alors que la majorité des accidents n'ont pas été déclarés (Jennissen *et al*., 2011). En plus de l'élimination des risques de blessures, moins de mouvements répétitifs sont notés avec l'utilisation d'un dispositif d'injection sans aiguille (Daniels, 2005). Ne plus utiliser d'aiguilles fait également en sorte que les travailleurs n'ont plus à gérer les aiguilles souillées, ce qui se traduit par une moins grande quantité de déchets biologiques produits (Omafra, 2009; Baker *et al.,* 2010; McDowell *et al*., 2010; Chase, 2016a; Jolie, 2016).

2.3 Inconvénients du dispositif d'injection sans aiguille

Malgré le fait que cette technologie présente plusieurs avantages, certains éléments ralentissent son adoption à grande échelle notamment, le coût d'investissement initial élevé. En plus de l'appareil, il est nécessaire de prendre en compte le coût d'entretien ainsi qu'une infrastructure d'entreposage pour le CO_2 ou l'air comprimé (McDowell *et al*., 2010; Kievit, 2012; Moore et *al.,*

2012; Chase, 2016a; Chase, 2017). Ces coûts varient selon le dispositif choisi. Aussi, une formation des employés est requise en ce qui concerne l'utilisation et l'entretien du dispositif, car ces systèmes sont plus complexes à utiliser que l'aiguille (McDowell *et al*., 2010; Kievit, 2012; Moore et *al.,* 2012; Kale et Momin, 2014; Chase, 2016a; Chase, 2017; Hutchinson, 2017). Ces formations requièrent du temps de la part de l'employeur et des frais y sont rattachés (Moore et *al.,* 2012). Un entretien régulier est également nécessaire (Chase, 2016a; Chase, 2017), ce qui implique un coût de maintenance plus élevé (McDowell *et al*., 2010).

Du côté des travailleurs, ceux-ci doivent appliquer une force sur le dispositif lors de l'injection en plus d'être parfois positionnés de façon non optimale. Ces deux éléments peuvent augmenter les risques de blessures notamment au niveau musculosquelettique (Trask *et al.,* 2017). Également, les travailleurs doivent ajuster la pression du dispositif fréquemment selon le type de porcs, le traitement/vaccin, la dose requise et la viscosité du fluide (Kievit, 2012). Certains dispositifs d'injection sans aiguille ne sont pas en mesure de réaliser toutes les injections d'un élevage, car ils ne sont pas adaptés à toutes les tailles d'animaux ni à tous les produits (Kale et Momin, 2014; Chase, 2016a; Chase, 2017). Cela fait en sorte que plusieurs dispositifs doivent être achetés au sein d'un même élevage, ce qui augmente le coût d'investissement (Hutchinson, 2017). Également, certains fabricants ont conçu leur dispositif d'injection afin que seuls les vaccins qu'ils produisent soient utilisés avec celui-ci, situation qui peut ne pas convenir à tous les producteurs.

2.4 Non-adoption de la technologie

Malgré le fait que l'efficacité des dispositifs d'injection sans aiguille soit équivalente ou même supérieure à l'injection avec aiguille (Chase, 2008; De Backer *et al.,* 2013; Kale et Momin, 2014; Jolie, 2016), ceux-ci ne sont pas utilisés couramment dans les fermes. Les facteurs d'adoption d'une nouvelle technologie se résument principalement aux coûts d'acquisition, d'entretien et de formation, aux impacts sur la productivité, aux préférences des travailleurs et à la sécurité alimentaire (PSC, 2018). Dans le cas des dispositifs d'injection sans aiguille, le coût d'acquisition (appareil et infrastructure d'entreposage supplémentaire si nécessaire) et les frais associés à l'entretien et à la formation du personnel sont des freins à l'adoption de la technologie (Daniels, 2005; Chase, 2016a; Chase, 2017). En effet, ces dispositifs sont plus complexes à utiliser et à entretenir qu'un système d'injection conventionnel seringue/aiguille (Chase, 2016a; Chase, 2017); une formation des travailleurs est nécessaire et un entretien régulier du dispositif est essentiel à son bon fonctionnement (Daniels, 2005; Chase, 2016a; Chase, 2017). Toutefois, pour pallier à ces frais plus élevés, une initiative a été lancée au Manitoba. En effet, le Manitoba Pork Council et l'Université du Manitoba ont offert leur support aux producteurs désirant adopter la technologie. De l'information sur les dispositifs a été transmise aux producteurs notamment sur le fonctionnement et l'efficacité de ceux-ci. Le support du milieu de la recherche combiné à un appui financier est deux éléments ayant favorisé son adoption au Manitoba. En effet, en 2010, 25 % des entreprises porcines de cette province inscrites au programme Assurance qualité canadienne (AQC^{MD}) utilisaient des dispositifs d'injection sans aiguille, une proportion nettement plus élevée par rapport aux autres provinces (White, 2010).

Également, il peut être difficile pour le personnel de déterminer si un animal a bel et bien été vacciné. Cette incertitude résulte du fait que le travailleur ne ressent pas de sensation physique lors de l'injection comparativement à l'injection conventionnelle. De plus, le site d'injection peut avoir une apparence mouillée, ce qui pourrait laisser croire que le vaccin n'a pas été injecté alors

que ce n'est pas le cas (Kievit, 2012; Chase, 2016a; Chase, 2017). Un autre élément qui peut pousser les producteurs porcins à ne pas adopter la technologie est la non-disponibilité de certains appareils. En effet, certains d'entre eux sont disponibles en Europe alors qu'ils ne sont pas distribués au Canada (Chase, 2017). Par ailleurs; l'incapacité à éliminer complètement l'utilisation des aiguilles pendant tout le cycle de production peut inciter les producteurs à ne pas opter vers cette technologie (Daniels, 2005).

Le taux d'adoption des dispositifs d'injection sans aiguille pourrait être plus élevé si une meilleure diffusion des avantages de cette technologie était effectuée notamment en ce qui a trait à la réduction du dosage des vaccins comparativement à l'injection conventionnelle ainsi qu'à l'amélioration des bénéfices de ce type de dispositifs (ex. : salubrité alimentaire, sécurité des travailleurs, limiter la contamination croisée, etc.). Finalement, s'ils pouvaient complètement éliminer l'utilisation des aiguilles dans l'ensemble du cycle de production, ces dispositifs seraient davantage attrayants (Daniels, 2005). Bref, les producteurs doivent bien évaluer les coûts versus les bénéfices avant d'investir dans ces dispositifs (Moore et *al.,* 2012). L'achat initial du dispositif (très variable), la formation des travailleurs et l'entretien des équipements sont à considérer (Moore et *al.,* 2012; Chase, 2016a). En revanche, des économies seront réalisées par l'élimination des achats d'aiguilles et la réduction des blessures des travailleurs (Moore et *al.,* 2012). L'incertitude quant à la rentabilité de cette technologie demeure toutefois une préoccupation (Trask *et al.,* 2017).

Le Tableau 1 présente les avantages et les inconvénients de l'utilisation des dispositifs d'injection sans aiguille comparativement à l'injection conventionnelle.

Tableau 1 Récapitulatif des avantages et des inconvénients reliés à l'utilisation des dispositifs d'injection sans aiguille comparativement à l'injection conventionnelle

Avantages	Inconvénients
Élimination complète du risque de retrouver des aiguilles ou des fragments d'aiguille dans la viande (Daniels, 2005; Baker *et al.,* 2010; McDowell *et al.,* 2010; Kievit, 2012; Moore *et al.,* 2012; Chase, 2016a; Jolie, 2016; Chase, 2017; Hutchinson, 2017; CCP, 2018)	Coût d'investissement initial plus élevé (McDowell et al., 2010; Kievit, 2012; Moore et al., 2012; Chase, 2016a; Chase, 2017)
Amélioration de la qualité de la viande en minimisant les dommages aux tissus pouvant être causés par les bris d'aiguilles dans l'animal (Chase, 2008; Omafra, 2009; Kievit, 2012; Moore et *al.,* 2012; Kale et Momin, 2014)	Formation plus importante des employés, car les dispositifs sans aiguille sont plus complexes à utiliser (McDowell *et al*., 2010; Kievit, 2012; Moore et *al.,* 2012; Kale et Momin, 2014; Chase, 2016a; Chase, 2017; Hutchinson, 2017)
Réduction du risque de transmission de maladies tel que le vSRRP pouvant survenir lorsque l'on utilise la même aiguille pour vacciner ou traiter plus d'un animal (Daniels, 2005; Chase, 2008; Omafra, 2009; Baker *et al.,* 2010; White, 2010; Brunier *et al.,* 2012; Kievit, 2012; Moore et *al.,* 2012; Jolie, 2016)	Coût de maintenance plus élevé (McDowell *et al*., 2010)
Réduction de la douleur et du stress chez l'animal (Baker *et al.,* 2010; McDowell *et al*., 2010; Brunier *et al.,* 2012; Jolie, 2016; Chase, 2016a; Chase, 2017)	Ajustement fréquent du dispositif selon le type de porcs, le traitement/vaccin, la dose requise et la viscosité du fluide (Kievit, 2012)
Amélioration de la précision de l'injection en raison de l'administration d'un dosage constant du vaccin/médicament (Baker *et al.,* 2010; McDowell *et al*., 2010; Moore et *al.,* 2012; Kale et Momin, 2014; Chase, 2016a; Jolie, 2016; Chase, 2017)	Difficulté à évaluer si un animal a été injecté (Kievit, 2012; Chase, 2016a; Chase, 2017)
Dispersion plus grande du vaccin dans le tissu, ce qui entraîne une meilleure réponse immunitaire de l'antigène (McDowell *et al*., 2010; Kale et Momin, 2014; Chase, 2016a; Chase, 2016b; Chase, 2017)	Dans certains cas, il n'Est pas possible d'éliminer complètement l'utilisation des aiguilles (Daniels, 2005)
Utilisation de doses plus faibles lors d'une vaccination intradermique (Chase, 2016a ; Chase, 2017)	Rentabilité incertaine de la technologie (Trask *et al.,* 2017)
Élimination des blessures chez les travailleurs causées par des piqûres d'aiguille (Chase, 2008; Omafra, 2009; Baker *et al.,* 2010; McDowell *et al*., 2010; Brunier *et al.,* 2012; Kievit, 2012; Moore et *al.,* 2012; Chase, 2016a; Hutchinson, 2017; Trask *et al.,* 2017)	Augmentation du risque de blessures notamment au niveau musculosquelettique (Trask *et al.,* 2017)
Diminution du nombre de mouvements répétitifs chez les travailleurs (Daniels, 2005)	Certains dispositifs fonctionnent seulement avec les vaccins qu'ils produisent
Élimination de la gestion des aiguilles souillées (Omafra, 2009; Baker *et al.,* 2010; McDowell *et al*., 2010; Chase, 2016a; Jolie, 2016)	Certains dispositifs ne sont pas disponibles au Canada (Chase, 2017)

3 Dispositifs d'injection sans aiguille disponibles sur le marché

Il existe quelques compagnies qui conçoivent et distribuent des dispositifs d'injection sans aiguille à travers le monde. Celles-ci offrent maintenant une plus grande sélection d'appareils utilisables selon l'âge et la taille des porcs (Chase, 2017; CCP, 2018). Dans cette section, il sera question des spécificités propres à chacun des dispositifs d'injection sans aiguille et quelques études en lien avec ceux-ci seront présentées. Par ailleurs, certains éléments tels que les avantages et les inconvénients de cette technologie ne seront pas répétés puisqu'ils se rapportent à l'ensemble des dispositifs et qu'ils ont déjà été abordés dans ce document. Il est important de noter que cette recherche n'est pas exhaustive et que l'objectif n'était pas de recenser toutes les études réalisées avec chacun des dispositifs d'injection sans aiguille.

3.1 AcuShot™

L'entreprise AcuShot™ est basée à Winnipeg en Alberta et il est possible de se procurer leur dispositif d'injection sans aiguille au Québec. Un service après-vente ainsi qu'une formation sont offerts dans la province. Avec cet appareil il est possible d'administrer n'importe lequel vaccin ou médication (peu importe le fabricant), et ce, de façon intramusculaire, sous-cutanée ou intradermique (AcuShot™ Needle-Free, s.d.). La première version de l'appareil est utilisée depuis une dizaine d'années (AcuShot™, 2020, communication personnelle) et deux modèles ont été lancés depuis (AcuShot™ Needle-Free, s.d.). À cet effet, une nouvelle version de l'injecteur est disponible depuis janvier 2021 (AcuShot™, 2020, communication personnelle).

3.1.1 Spécificités des modèles AcuShot™

L'AcuShot™ peut être utilisé pour tout type et toute taille d'animaux d'élevage que ce soient des porcelets, de la volaille ou des bovins. Une batterie au lithium polymère rechargeable transmet la puissance nécessaire pour effectuer l'injection donc aucune source d'alimentation externe n'est requise (ex. : air comprimé ou CO_2) (AcuShot™ Needle-Free, s.d.). Chaque batterie peut être rechargée environ 150 fois et deux sont incluses avec le dispositif (AcuShot™, 2019, communication personnelle). L'autonomie de la batterie variera en fonction du cylindre utilisé. Puisque le nombre d'injections effectué diffère selon le cylindre utilisé, la durée de vie de la batterie variera entre 60 000 et 135 000 injections (AcuShot™, 2020, communication personnelle). Avec l'AcuShot™, aucune infrastructure d'entreposage n'est nécessaire ainsi qu'aucun réservoir, bouteille, régulateur ou câble d'alimentation (AcuShot™ Needle-Free, s.d.). Le poids total des injecteurs est d'environ 3 kg (Web-Agri, 2010).

La première génération d'appareils AcuShot™ était composée de deux modèles, soit l'AcuShot™ A et l'AcuShot™ S. Ceux-ci étaient très similaires, mais le dosage et le niveau de précision des appareils étaient différents. L'AcuShot™ A était un injecteur sans aiguille utilisé principalement pour la vaccination de masse. Le dosage était contrôlé électroniquement allant de 0,20 à 2,5 ml et des ajustements étaient possibles au 0,10 ml (AcuShot™ Needle-Free, s.d.). Quant à lui, l'AcuShot™ S permettait l'injection de microdoses avec précision tout en étant aussi utilisé pour la vaccination et l'injection de suppléments tel que le fer. Le dosage était aussi contrôlé électroniquement allant de 0,20 à 1,0 ml et des ajustements étaient possibles au 0,05 ml (AcuShot™ Needle-Free, s.d.).

La deuxième version de l'AcuShot™, l'AcuShot™ HD, a été introduit en 2020 et celle-ci remplaçait les modèles précédents, soit l'AcuShot™ A et l'AcuShot™ S (communication personnelle).

Quelques modifications ont été apportées à cette version principalement par une amélioration de son entretien et par l'ajout d'un écran tactile. Cet injecteur permet d'administrer des doses allant de 0,50 à 2,5 ml avec des ajustements possibles au 0,10 ml. Malgré ces changements, le fonctionnement de l'injecteur demeure quasi identique à celui de la version précédente.

Lors d'une injection, la pression sur le liquide est transmise par un cylindre actionnant par la suite un piston. L'armement du piston s'effectue par compression du gaz contenu dans le cylindre grâce au moteur électrique alimenté par la batterie (Web-Agri, 2010). Un jeu de cinq cylindres permet d'adapter le système à chaque type d'injection ainsi qu'à l'espèce concernée (Web-Agri, 2010; AcuShot™, 2020, communication personnelle). La durée de vie de ces cylindres varie en fonction du volume injecté; certains peuvent effectuer au moins 200 000 injections avant d'être remplacés alors que pour d'autres ce nombre est moindre (AcuShot™ Needle-Free, s.d.). Le volume et la pression délivrés sont constants pour toutes les injections et pendant toute la durée de l'inoculation du produit (Web-Agri, 2010). Avec une pleine charge de la batterie, jusqu'à 1 000 injections peuvent être réalisées (AcuShot™ Needle-Free, s.d.), mais le nombre d'injections dépend du cylindre utilisé (AcuShot™, 2020, communication personnelle). Par exemple, lorsque le cylindre pour administrer le fer chez le porcelet est employé, 850 injections peuvent être effectuées avec une seule charge. Un cylindre est inclus lors de l'achat du dispositif (sélectionné selon le principal besoin de la ferme), mais il est possible de se procurer les quatre autres cylindres séparément (AcuShot™, 2020, communication personnelle).

L'AcuShot™ est muni d'un contrôle électronique assurant une surveillance des principaux éléments nécessaire à son bon fonctionnement et de l'information pour chacune des doses injectées est recueillie; cette information est transférable sur un support informatique. Par exemple, si les données enregistrées ne sont plus constantes ou qu'une erreur est constatée, un son émane de l'appareil et la nature du problème est affichée sur l'écran de celui-ci (ex. : lorsque la batterie doit être rechargée, lorsque la bouteille contenant le vaccin est vide, si l'orifice de l'injecteur est bouché ou si la pression recommandée n'est pas atteinte). De plus, l'injecteur est muni d'un double compteur de doses : un pouvant être remis à zéro notamment après un traitement, et l'autre, fonctionnant comme un odomètre de voiture, soit en indiquant le total des doses injectées (AcuShot™ Needle-Free, s.d.).

Il est possible d'utiliser le dispositif de deux façons, soit en installant l'injecteur sur un support fixe, le « Hands-Free Stand » ou avec un pistolet à injection, le « Remote Injection Hand Piece ». Par exemple, lors de la vaccination de masse chez les porcelets, il est possible de fixer le support « Hands-Free Stand » sur le chariot de traitement (convient à la plupart des chariots vendus sur le marché), ce qui laisse les « mains libres » au personnel. Il ne suffit que de tenir l'animal et de positionner son cou près de la pointe d'injection. Par la suite, utiliser l'arrière-train du porcelet pour appuyer sur le bouton rouge, ce dernier déclenchera l'injection . Lorsqu'il est nécessaire de traiter des animaux dans des endroits plus difficiles d'accès (ex. : truies logées en cage) ou lorsqu'il y a plusieurs animaux dans un même parc (ex. : porcelets sevrés), il est possible d'utiliser le « Remote Injection Hand Piece ». Une tubulure est fixée à l'injecteur et celle-ci est reliée à un petit pistolet à main se voulant un prolongement de l'injecteur et offrant une plus grande latitude au personnel pour atteindre l'animal à traiter/vacciner (AcuShot™, 2020, communication personnelle; AcuShot™ Needle-Free, s.d.).

Tout comme les deux modèles précédents, l'AcuShot™ HD peut également être utilisé sur le support fixe ou avec le pistolet à injection. Or, ce modèle permet de passer plus facilement d'une utilisation à l'autre notamment par l'amélioration du système de raccordement. Par exemple, dans le cas d'une ferme ayant un petit volume de production, un seul injecteur pourrait être acheté, car celui-ci s'adapte maintenant plus facilement aux différentes tâches à accomplir. Il peut donc être

installé sur le support fixé au chariot de traitement des porcelets et ensuite être retiré pour une utilisation avec le pistolet à injection. Dans le cas d'une entreprise ayant un volume de production plus important, il est alors suggéré de se procurer deux appareils, un étant laissé en permanence sur le support pour les porcelets et l'autre avec le pistolet à main pour les autres interventions à effectuer dans l'élevage (AcuShot™, 2020, communication personnelle).

3.1.2 Spécificités de la nouvelle version de l'appareil, l'AcuShot™ GEN2

Très récemment, la dernière génération de l'appareil, l'AcuShot™ GEN2, a été lancée et celle-ci est disponible pour l'achat depuis janvier 2021. Ce modèle se distingue de la version HD par l'ajout d'un écran couleur tactile. Le fonctionnement de l'appareil et les fonctionnalités sont identiques à la version précédente. Tout comme le modèle HD, il est possible d'injecter des volumes allant de 0,5 à 2,5 ml avec un ajustement possible à chaque 0,1 ml. Ce nouvel appareil est le seul modèle maintenant disponible (Figure 1). Ce modèle peut aussi être utilisé sur le support fixe (Figure 2) ou avec le pistolet à injection (Figure 3) (AcuShot™, 2021, communication personnelle).

Figure 1 Photo du dispositif d'injection AcuShot™ GEN2

Source : AcuShot™, 2021, communication personnelle

Figure 2 Photo du support « Hands Free Stand »

Source : AcuShot™, 2021, communication personnelle

Figure 3 Photo du dispositif d'injection portatif « Remote Injection Hand Piece »

Source : AcuShot™, 2021, communication personnelle

3.1.3 Études en lien avec le dispositif d'injection sans aiguille AcuShot™

Transmission du vSRRP

Il a déjà été démontré que la transmission hématogène du vSRRP, de porcs contaminés vers des porcs sensibles (non-immunisés), pouvait survenir lorsque l'on utilise la même aiguille de façon répétée pour traiter les animaux (Otake *et al*, 2002, cité par Baker *et al.,* 2010). À la lumière de ces résultats, une étude a été conduite par Baker et son équipe (2010) afin d'évaluer si l'utilisation de l'injecteur sans aiguille AcuShot™ pouvait réduire ou éliminer la transmission hématogène du

vSRRP comparativement à l'injection conventionnelle avec aiguille (Baker *et al.,* 2010). Celle-ci s'est déroulée chez des cochettes et elles ont été divisées en 5 groupes de la façon suivante :

- Groupe 1 : population source du vSRRP 4 réplicats de 10 cochettes
- Groupe 2 : injection avec l'AcuShot™, 4 réplicats de 3 cochettes
- Groupe 3 : injection avec aiguille (contrôle positif), 4 réplicats de 3 cochettes
- Groupe 4 : contrôle, 4 réplicats de 3 cochettes
- Groupe 5 : contrôle négatif, 4 réplicats de 3 cochettes

Le groupe 1 a été inoculé au jour 0 de l'étude avec de l'isolat de vSRRP. Aux jours 5,6 et 7 post-inoculation au vSRRP, les cochettes des groupes 1 ont été vaccinées avec *Mycoplasma hyopneumoniae* (vaccin tué), une portion avec l'AcuShot™ et une autre de façon conventionnelle avec une seringue/aiguille. Pour le groupe 2, les cochettes ont été vaccinées avec le même dispositif AcuShot™ que celui utilisé dans le groupe 1 et pour le groupe 3, avec la même seringue/aiguille. Le groupe 4 a été inoculé sans la présence du vrai pathogène (*sham-inoculated*) alors que le groupe 5 n'a pas été vacciné du tout. Des échantillons de sérums ont été collectés chez tous les animaux aux jours 0, 2, 5, 7, 12, 19 et 22 post-inoculation du groupe 1 au vSRRP.

À leur arrivée, tous les animaux avaient un statut négatif au SRRP, statut confirmé par des tests ELISA et PCR. Toutes les cochettes du groupe 1 ont été testées positives au SRRP par PCR aux jours 2 et 5 post-inoculation. Tous les animaux du groupe 3 (injectés de façon conventionnelle) ont présenté un résultat positif au SRRP par PCR aux jours 12 et 19 post-inoculation alors que 3 d'entre eux ont eu un statut positif dans le groupe 2 (AcuShot™) au jour 19 post-inoculation. La proportion de cochettes positives au SRRP a été significativement plus faible dans le groupe où l'AcuShot™ a été utilisé comparativement à celui où la seringue/aiguille l'a été. Les cochettes des groupes 4 et 5 sont demeurées négatives au SRRP jusqu'à la fin de l'étude, soit au jour 22 post-inoculation.

Les résultats de cette étude indiquent donc que la transmission hématogène du vSRRP est réduite avec l'utilisation d'un dispositif d'injection sans aiguille comparativement à une injection conventionnelle. Toutefois, l'emploi de cet appareil ne permet pas d'éliminer totalement le risque (Baker *et al.,* 2010).

Efficacité du dispositif

Plusieurs études ont démontré que l'utilisation d'un dispositif d'injection sans aiguille pour traiter les porcs était tout aussi efficace que l'injection conventionnelle avec une seringue/aiguille. Une première étude a été réalisée dans une ferme où deux groupes de 100 porcelets chacun ont été formés à 7 semaines d'âge, tous deux élevés côte à côte dans le même bâtiment. À 7 et 10 semaines d'âge, tous les porcelets ont été vaccinés contre la peste porcine classique, un groupe avec l'AcuShot™ et l'autre avec une seringue/aiguille. À 13 semaines d'âge, les anticorps d'origine maternelle avaient disparu pour faire place à ceux issus la vaccination. À cet âge, aucune différence n'a été notée entre les deux groupes d'animaux en ce qui concerne les niveaux d'anticorps. Dans cette étude, l'utilisation d'un dispositif sans aiguille pour la vaccination de la peste porcine classique s'est avérée aussi efficace que la méthode conventionnelle, soit la seringue/aiguille (Brunier *et al.,* 2012).

Une autre étude a été réalisée dans le but de comparer la réponse sérologique à la vaccination (vaccin vivant modifié contre le SRRP) chez des porcelets injectés de façon traditionnelle et avec

l'injecteur sans aiguille AcuShot™. Tous les porcelets étaient de statut SRRP et *M. hyopneumoniae* négatif. La charge virale a été déterminée par qPCR et aucune différence significative n'a été notée entre les deux groupes. La présence du virus dans le sang des porcelets a été détectée par PCR au jour 7 post-vaccination et était toujours présent dans le sérum au jour 56 post-vaccination pour 20-26 % des porcelets. Des échantillons positifs ont été détectés par test ELISA à partir du jour 14, et ce, jusqu'au jour 56. Les résultats de cette étude démontrent donc qu'il n'y a eu aucune différence significative entre la réponse sérologique à la vaccination (obtenue avec PCR, qPCR et ELISA) du groupe vacciné avec l'AcuShot™ et le groupe vacciné avec une seringue/aiguille (Philips *et al.,* 2010). Une autre étude a été menée afin d'évaluer si la réponse sérologique à la vaccination (vaccin contre le circovirus de type 2) était équivalente que ce soit avec l'injecteur AcuShot™ ou l'utilisation de la seringue/aiguille. L'essai a été réalisé chez deux groupes de porcelets, tous âgés de 3 semaines d'âge. Le groupe 1 a été vacciné avec le dispositif sans aiguille et le groupe 2 de façon conventionnelle. La présence d'anticorps post-vaccination a été démontrée dans les deux groupes de porcelets et aucune différence significative n'a été notée entre les groupes, et ce, peu importe le moment, du prélèvement sanguin. Dans cette étude, la réponse sérologique à la vaccination s'est avérée être équivalente que ce soit avec l'AcuShot™ ou avec une seringue/aiguille (Balasch *et al.,* 2016).

3.2 AGRO-JET®

Les injecteurs sans aiguille AGRO-JET® sont conçus et fabriqués à Montréal par l'entreprise Medical International Technologies (MIT Canada). Ces dispositifs sont évidemment vendus au Québec et un service après-vente ainsi qu'une formation sont offerts dans la province. MIT Canada distribue des injecteurs sans aiguille à travers le Canada, les États-Unis, l'Australie, l'Asie et l'Europe[1]. L'entreprise a débuté ses activités en 2002 (MIT Canada, 2018a).

Avec cet appareil, il est possible d'administrer n'importe lequel vaccin ou médication (peu importe le fabricant) (MIT Canada, 2019, communication personnelle), et ce, de façon intramusculaire, sous-cutanée ou intradermique (MIT Canada, 2018 b; MIT Canada, 2019; Site MIT Canada[1]). Les dispositifs peuvent être utilisés chez plusieurs espèces animales telles que la volaille, le porc, les bovins et les ovins (MIT Canada, s.d.). Du CO_2 est employé pour transmettre la puissance nécessaire à l'appareil pour injecter les animaux. L'entreprise effectue constamment des améliorations à ses différents produits pour répondre aux besoins de sa clientèle (MIT Canada, 2019, communication personnelle).

3.2.1 Spécificités des modèles AGRO-JET®,

Quatre modèles peuvent être utilisés chez le porc, soit l'AGRO-JET II®, l'AGRO-JET® III, l'AGRO-JET® VI, l'AGRO-JET® X (MIT Canada, 2018; Site MIT Canada[1]). L'AGRO-JET® II est principalement utilisé pour vacciner et administrer des injections de fer aux porcelets. Il permet d'administrer des doses allant de 0,1 à 1,0 ml, chez les porcelets de moins de 2 semaines. L'AGRO-JET® III permet d'administrer des doses allant de 0,1 à 2,0 ml tant chez les porcelets que chez les porcs jusqu'à un poids de 20 kg (MIT Canada, s.d.; MIT Canada, 2018a; MIT Canada, 2018 b; MIT Canada, 2020, communication personnelle). Les AGRO-JET® VI et X sont les modèles les plus versatiles et les plus populaires (MIT Canada, 2019). L'AGRO-JET VI peut injecter des volumes de 0,1 à 2,5 ml alors que ceux-ci varient entre 0,1 et 2,0 ml pour l'AGRO-JET® X (porcs de 20 kg et plus) (MIT Canada, s.d.; MIT Canada, 2018a; MIT Canada, 2020,

[1] http://mitneedlefree.com/fr/

communication personnelle). Une photo de chacun des modèles AGRO-JET® est présentée à la Figure 4.

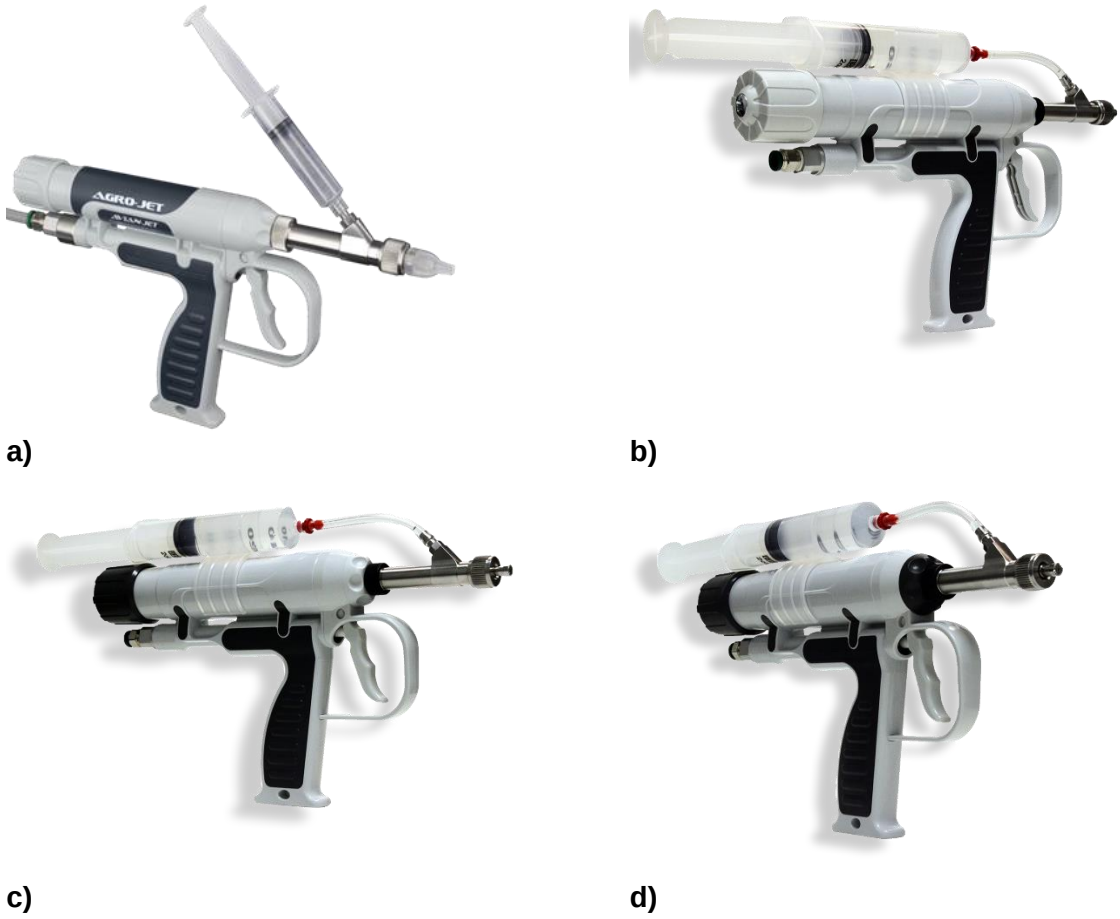


Figure 4 Photo de l'AGRO-JET® II(a), l'AGRO-JET® III (b), de l'AGRO-JET® VI (c), de l'AGRO-JET® X (d)

Source : Crédit photo MIT Canada

Un autre produit de la compagnie MIT Canada est également disponible pour une utilisation chez le porc, soit le modèle AGRO-JET® NBM. Cet injecteur possède une gâchette frontale et ce dispositif est installé de façon sécuritaire sur un chariot de traitement. Il est possible de l'utiliser avec les modèles AGRO-JET® II et AGRO-JET® III. Ce système est employé pour l'administration de vaccins et de fer chez les porcelets. Pour ce faire, des buses jetables uniques sont utilisées; jusqu'à 1 000 injections de 1,0 ou 2,0 ml par buse peuvent être effectuées indépendamment du modèle d'injecteur utilisé (MIT Canada, 2020, communication personnelle). La Figure 5 présente ce dispositif.

Figure 5 Photo du dispositif AGRO-JET® NBM

Source : Crédit photo MIT Canada

Le dispositif AGRO-JET® comprend une seringue de 60 ml qui permet d'extraire le fluide du réservoir. Celle-ci est reliée à un tube flexible qui permet le transport du fluide jusqu'à la tête d'injection. Lorsqu'une pression est exercée sur la seringue, des bulles sont expulsées jusqu'à ce que l'on obtienne un jet continu, exactement comme une seringue traditionnelle (MIT Canada, 2019). L'injecteur fonctionne à basse pression, ce qui permet d'injecter le liquide au site ciblé (MIT Canada, 2018a). La pression est régulée et ajustable tout comme le dosage (MIT Canada, 2018a; MIT Canada, 2019). Avec ces appareils, jusqu'à 3 000 injections peuvent être réalisées par heure (MIT Canada, 2019). Avec un réservoir de CO_2 de 5 livres, il est possible d'administrer 900 injections de 2,0 ml avec les AGRO-JET® III, VI et X et ce, pour la plupart des vaccins (MIT Canada, 2020, communication personnelle). Le nombre d'injections varie évidemment en fonction de la dose requise, de la viscosité du vaccin et de la capacité du réservoir de CO_2 utilisé. À cet effet, plus le fluide est visqueux, moins de doses pourront être administrées alors que ce nombre sera plus grand si la dose requise est inférieure à 2,0 ml. La précision est de plus ou moins 1 % pour une dose de 2,0 ml. Le poids des AGRO-JET® III, VI et X est d'environ 2,2 livres (excluant le réservoir de CO_2) et il est conçu de façon ergonomique (MIT Canada, 2019; MIT Canada, 2020, communication personnelle).

Le dispositif est vendu avec deux buses (3 tailles disponibles), deux seringues de 60 ml et un support pour celle-ci, un ensemble de nettoyage pour les buses, un ensemble de pièces de rechange, un sac à dos pour transporter la bouteille de CO_2 ainsi qu'un régulateur de pression pour le cylindre (MIT Canada, 2018 b; MIT Canada, 2019). L'AGRO-JET® vient aussi avec une bouteille de CO_2 de 5 ou 2,5 livres. L'utilisateur peut aussi se procurer un réservoir de CO_2 de plus grande dimension (50 lb) et une station de remplissage pour remplir ses propres bouteilles, ce qui est plus économique. Des bouteilles de CO_2 supplémentaires peuvent également être achetées et remplies par une compagnie de gaz (MIT Canada, 2020, communication

personnelle). Pour le nettoyage de l'appareil, il suffit de remplacer le médicament dans la seringue par un mélange de 50 % d'eau déminéralisée et de 50 % d'alcool de la vider de son contenu en appuyant 5-10 fois sur la gâchette (MIT Canada, 2019; MIT Canada, 2020, communication personnelle). Il est nécessaire d'effectuer le rinçage après chaque séance pour réduire les risques d'obstruction futurs. Les joints d'étanchéité doivent être remplacés lors de l'entretien de routine hebdomadaire (MIT Canada, 2019).

3.2.2 Études en lien avec le dispositif d'injection sans aiguille AGRO-JET®

Efficacité du dispositif

Une recherche a été conduite dans le but de comparer la réponse immunitaire et le gain de poids chez des porcelets sevrés vaccinés contre *M. Hyo* de façon intradermique et traditionnelle. Un total de 60 porcelets âgés de trois semaines d'âge a été divisé en deux groupes où la moitié a été vaccinée avec le dispositif d'injection sans aiguille de MIT Canada et l'autre avec une seringue/aiguille. Des échantillons sanguins ont été prélevés et les porcelets ont été pesés au moment de la vaccination et 5 semaines après celle-ci. En ce qui concerne la réponse immunitaire et le gain de poids, aucune différence significative n'a été notée entre les deux traitements (Chuo *et al*., 2008). Une étude similaire a été réalisée, toujours chez des porcelets sevrés, mais cette fois-ci ils ont été vaccinés contre la peste porcine classique à 5 semaines d'âge et la maladie d'Aujeszky (pseudorage) à 11 semaines d'âge. Un groupe a été vacciné de façon conventionnelle et l'autre avec le dispositif AGRO-JET® X. Des échantillons sanguins ont permis de démontrer que la réponse immunitaire n'était pas significativement différente entre les deux groupes de porcelets, et ce, autant pour la peste porcine classique que pour la maladie d'Aujeszky (Hii *et al.,* 2008). La réponse immunitaire à la suite de la vaccination contre *A. pleuropneumoniae* a aussi été évaluée chez des porcelets de 5 semaines d'âge. Un groupe a été vacciné de façon intramusculaire avec une seringue/aiguille et l'autre avec un injecteur sans aiguille AGRO-JET®. La réponse immunitaire entre les traitements ne s'est pas avérée significativement différente, mais le taux d'anticorps du groupe AGRO-JET® avait tendance à être plus élevé. Aucune réaction post-vaccinale n'a été observée entre les traitements, mais une plus grande quantité de vaccin est demeurée sur la peau de l'animal après l'administration de celui-ci avec l'AGRO-JET® comparativement à la vaccination conventionnelle. Les porcelets vaccinés avec l'AGRO-JET® présentaient un meilleur taux de survie et un taux de mortalité plus faible, mais ces données n'étaient pas significatives. Un examen post-mortem des animaux a révélé que le groupe vacciné avec l'AGRO-JET® présentait moins de signes d'infection, mais ces résultats n'étaient pas significativement différents. La vaccination avec le dispositif sans aiguille AGRO-JET® a présenté une efficacité comparable à celle de la vaccination conventionnelle dans le cadre de cette étude (Willson, 2003).

Le but de cette recherche était de valider l'efficacité du dispositif d'injection sans aiguille AGRO-JET® II pour l'administration de fer chez les porcelets nouveau-nés. Quatre porcelets ont été sélectionnés dans six portées différentes et ceux-ci ont reçu un traitement de fer avec l'AGRO-JET® II par voie intramusculaire. Un nombre de porcelets identique a reçu le même traitement, mais cette fois avec une seringue/aiguille et toujours par voie intramusculaire. Les résultats de cette étude ont démontré que l'AGRO-JET® II était aussi efficace que la vaccination conventionnelle, car ceux-ci ne présentaient pas de carence en fer. De plus, aucune différence significative n'a été relevée en ce qui concerne les performances de croissance des deux groupes de porcelets (Willson, 2003).

3.3 Hipradermic®

HIPRA est une entreprise familiale pharmaceutique spécifiquement dédiée à la santé animale, et ce, principalement chez les animaux de production. Le siège social de la compagnie est situé à Gérone en Espagne. Celle-ci est active globalement dans plus de 100 pays que ce soit par la présence de ses 38 filiales commerciales et/ou de ses distributeurs. L'entreprise est présente au Canada, à Ottawa, sous l'appellation « HIPRA Santé Animale Canada »[2]. Toutefois, il n'est pas possible pour le moment de se procurer leur appareil d'injection sans aiguille, le Hipradermic®, au Canada. Dans un avenir très rapproché, celui-ci sera distribué en sol canadien (HIPRA, 2020, communication personnelle). Lorsque l'appareil sera disponible au Canada, une formation sera offerte ainsi qu'un service après-vente (HIPRA, 2019, communication personnelle).

Ce dispositif d'injection sans aiguille permet d'administrer des vaccins par voie intradermique seulement, et ce, spécifiquement pour les porcs[2]. Celui-ci fonctionne uniquement avec les vaccins HIPRA munis d'une micropuce sous l'étiquette; en l'absence de la micropuce, le mécanisme de l'injecteur ne s'active pas. Pour l'instant, en Europe, deux vaccins peuvent être utilisés avec le Hipradermic® chez l'espèce porcine, soit le UNISTRAIN® PRRS, le vaccin vivant contre le SRRP de HIPRA et le MHYOSPHERE® PCV ID, le vaccin contre le *Mycoplasma hyopneumoniae* et le circovirus porcin de type 2 de HIPRA (HIPRA, 2020, communication personnelle). Avec cet appareil, il est possible d'intégrer le concept de traçabilité dans le processus de vaccination. Une nouvelle version du dispositif, la 3e génération, est disponible depuis 2020, soit le Hipradermic® 3.0 (HIPRA, 2020, communication personnelle; HIPRA, 2020).

3.3.1 Spécificités de l'Hipradermic® 3.0

Le 21 septembre 2020, la 3e génération du dispositif d'injection sans aiguille Hipradermic® 3.0 a été lancée en Europe. Depuis le lancement de la première version de l'injecteur en 2015, celui-ci a été amélioré et des fonctionnalités supplémentaires ont été ajoutées, et ce, basé sur les commentaires des utilisateurs (HIPRA, 2020). La version précédente de l'appareil datait de 2017 (HIPRA, 2020, communication personnelle, 2020; ter Beek, 2018).

Le nouvel injecteur est plus léger que la version précédente, ce qui en fait actuellement le dispositif le plus léger sur le marché pour une utilisation chez l'espèce porcine. La fenêtre de lecture comprend maintenant un indicateur LED permettant, entre autres, de visualiser plus rapidement, à l'aide d'un code de couleurs, les différentes alertes de l'appareil. Également, un bouton a été ajouté pour verrouiller la tête de l'injecteur. Cette fonctionnalité vise à simplifier cette étape, évitant ainsi une injection non désirée. De plus, avec cette nouvelle version, l'option « mains libres » est maintenant disponible notamment pour faciliter la vaccination des porcelets. En fait, il est possible d'installer l'injecteur dans un support, ce dernier pouvant être inséré sur les panneaux des enclos. Certains clients de HIPRA ont modifié le support, ce qui leur permet d'être fixés au chariot de traitement des porcelets. Il suffit donc de bien positionner le porcelet et de venir l'appuyer contre la tête de l'injecteur pour libérer le vaccin au site d'injection désiré (HIPRA, 2020, communication personnelle).

Tout comme les versions précédentes, le dispositif d'injection sans aiguille Hipradermic® 3.0 est doté d'une connectivité sans fil Bluetooth pour la vaccination intradermique chez le porc. La nouvelle version de l'appareil intègre, pour la toute première fois, l'internet des objets (Internet of Things - IoT connectivity), ce qui permet l'interconnexion entre l'Internet et des objets, des lieux

[2] https://www.hipra.com/portal/fr/hipra/home

et des environnements physiques (HIPRA, 2020). Une batterie de longue durée rechargeable transmet la puissance nécessaire pour effectuer l'injection donc aucune source d'alimentation externe n'est requise (ex. : air comprimé ou CO_2). Avec une pleine charge de la batterie, plus de 2 000 porcs peuvent être vaccinés. Le dispositif d'injection n'a pas de gâchette. En fait, il faut apposer la tête de l'injecteur sur l'animal au site d'injection désiré et exercer une pression. Cette dernière permettra le déclenchement de l'appareil et ainsi l'administration du vaccin. Le volume sera précis et constant pour tous les porcs traités, et ce, pour toutes les injections. Afin d'éviter les accidents chez les travailleurs, dont l'auto-injection, il est possible de bloquer la tête de l'injecteur en appuyant sur un bouton lorsque le dispositif n'est pas utilisé[2]. Le Hipradermic® permet l'administration d'un vaccin par voie intradermique ce qui implique qu'une plus petite quantité de produits est nécessaire, soit 0,2 ml (Lucas et Miranda, 2019; Site Hipra[2]). Dans le cadre d'études par exemple, pour le même vaccin, le volume injecté était de 0,2 ml par voie intradermique alors qu'il était de 2,0 ml par voie intramusculaire (Busquet *et al.,* 2016a; Busquet *et al.,* 2016 b; Simon-Grifé *et al*., 2015).

Le dispositif est muni d'un contrôle électronique assurant une surveillance des principaux éléments nécessaires à son bon fonctionnement. Par exemple, si l'appareil doit être rechargé ou que le travailleur a oublié d'insérer la bouteille de vaccin, l'information sera affichée sur la fenêtre de lecture de celui-ci. Il sera aussi indiqué le nombre de doses restantes avant de devoir remplacer la bouteille de produit. Lorsque les animaux sont tous vaccinés/traités, l'appareil se nettoie automatiquement après chaque utilisation[2]. La Figure 6 présente des photos de la nouvelle version l'appareil.

Figure 6 Photos du dispositif Hipradermic® 3.0

Source : Crédit photo HIPRA

3.3.2 Smart Vaccination

HIPRA intègre le processus de traçabilité totale lors du processus de vaccination. Cet appareil permet une connectivité entre le vaccin, la ferme et le personnel sur place (exploitants, employés, vétérinaires, etc.). Ce processus, appelé Smart Vaccination, est entièrement automatisé et en temps réel. Chez le porc, ce concept novateur est intégré avec le vaccin contre le SRRP (UNISTRAIN PRRS®) et celui contre *M. hyo* et le circovirus porcine de type 2 (MHYOSPHERE® PCV ID) de l'entreprise, le dispositif d'injection sans aiguille Hipradermic® et l'application vétérinaire HIPRAlink® Vaccination (Figure 7). Pour l'instant, seuls ces deux vaccins peuvent être utilisés avec l'injecteur. Le processus Smart Vaccination est disponible également chez la volaille. Chez cette espèce, un appareil de pulvérisation pour la vaccination est employé, deux vaccins y sont intégrés et l'application HIPRAlink® Vaccination est aussi utilisée[2].

Les vaccins utilisés pour le Smart Vaccination sont munis d'une étiquette équipée de la technologie RFID (radio-identification) agissant comme une micropuce. Lorsque la bouteille de vaccin est chargée dans le dispositif d'injection sans aiguille, celui-ci reconnaît automatiquement le vaccin. Les données de vaccination sont enregistrées automatiquement et en temps réel. Grâce à la connectivité sans fil, ces informations sont transmises à l'application HIPRAlink® Vaccination. Celle-ci est accessible sur cellulaire et tablette, mais également sur un ordinateur à partir d'un navigateur web. L'application permet de vérifier toutes les informations pertinentes reliées à une activité de vaccination. Elle permet aussi d'organiser les vaccinations futures en y intégrant des plans de vaccination et des rappels. Il est possible de partager cette information avec le vétérinaire de la ferme, l'exploitant et les employés[2].

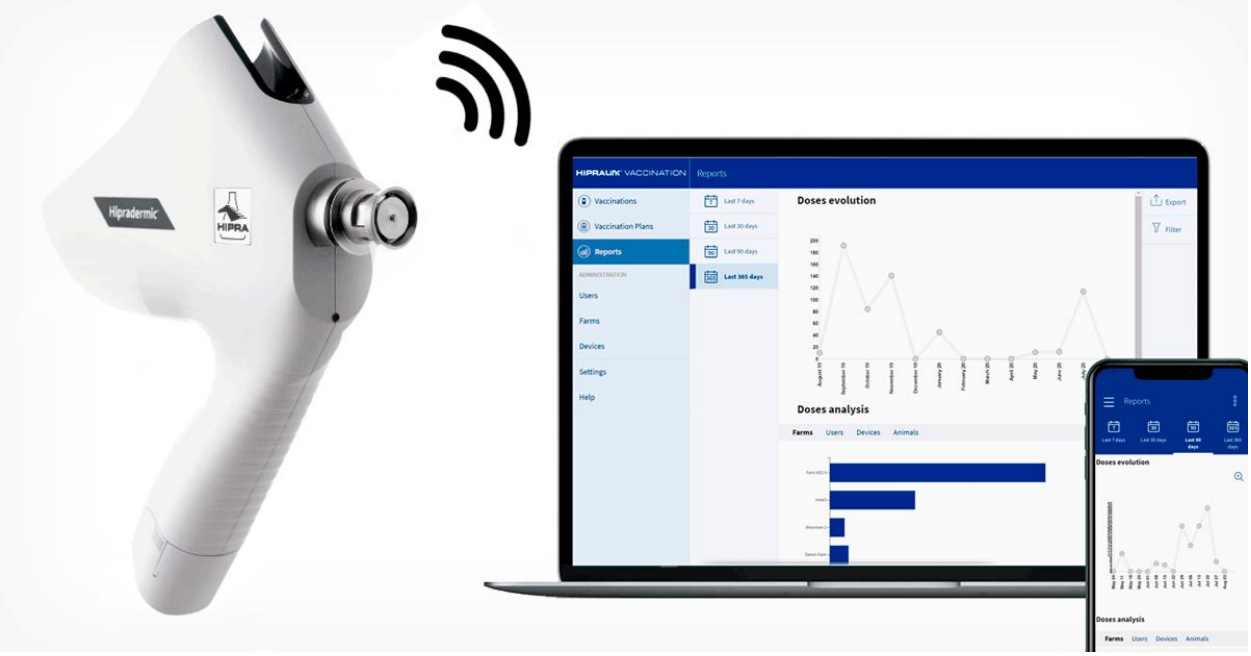


Figure 7 Concept de Smart Vaccination

Source : Crédit photo HIPRA

3.3.3 Études en lien avec le dispositif d'injection sans aiguille Hipradermic®

Efficacité du dispositif

Une étude a été conduite dans le but de comparer la réponse immunitaire humorale induite par la vaccination intradermique et intramusculaire chez des porcs. Ceux-ci étaient tous de statut négatif au vSRRP avant de débuter l'essai. Pour ce faire, un premier groupe de porcs a été vacciné de façon intramusculaire avec une seringue/aiguille contre le SRRP alors que le second l'a été de façon intradermique avec le dispositif Hipradermic®. Les résultats de cette recherche ont démontré que le niveau d'anticorps était similaire dans les deux groupes de porcs à 28 et 48 jours post-vaccination. Or, des niveaux d'anticorps plus élevés ont été observés chez les animaux vaccinés par voie intradermique avec le dispositif d'injection sans aiguille. Dans cette étude, la vaccination avec l'Hipradermic® s'est avérée aussi efficace que celle réalisée de façon conventionnelle (Busquet *et al.,* 2016a). Une autre étude a été réalisée, toujours dans le but de

comparer l'efficacité de l'injection intradermique administrée avec l'Hipradermic® avec celle de l'injection avec seringue/aiguille, mais cette fois-ci chez des porcelets. Ces derniers, âgés de deux semaines et négatifs au vSRRP, ont été séparés en trois groupes : le groupe 1 a été vacciné contre le SRRP avec l'injecteur sans aiguille (voie intradermique), le groupe 2 avec une seringue/aiguille (voie intramusculaire) et le groupe 3 a reçu une injection de solution saline par voie intramusculaire (contrôle). À 26 semaines d'âge, tous les animaux ont été « challengés » à une souche de vSRRP par voie intranasale. Les deux groupes ayant reçu le vaccin ont présenté une charge virale significativement plus faible que le groupe contrôle. Que les porcelets aient reçu le vaccin par voie intradermique ou voie intramusculaire, les effets ont été comparables quant à l'élimination rapide du virus dans le sang après le « challenge ». Dans cet essai, l'utilisation du dispositif d'injection sans aiguille pour vacciner les porcelets a permis de réduire la durée où le virus était présent dans le sang des animaux, et ce, tout comme ceux vaccinés de façon conventionnelle. Ces deux méthodes d'injection se révèlent être efficaces et, par conséquent, permettent de réduire la pression d'infection du vSRRP dans les fermes infectées (Simon-Grifé *et al.*, 2015).

L'efficacité d'un vaccin contre le vSRRP administré à l'aide d'un dispositif d'injection sans aiguille a été comparée à celle réalisée de façon conventionnelle avec une seringue/aiguille. Pour ce faire, une vaccination de masse a été effectuée dans une maternité de 1 400 truies à l'aide de l'Hipradermic® par voie intradermique. Un groupe de 34 truies de la même ferme a été injecté avec le même vaccin, mais par voie intramusculaire avec une seringue/aiguille. Dans le groupe vacciné avec l'Hipradermic®, 34 truies ont été identifiées dans le but d'évaluer la réponse post-vaccinale. D'autres informations ont aussi été récoltées telles que les réactions au site d'injection, la température corporelle et certaines données de performance. En ce qui les niveaux d'anticorps enregistrés 28 jours post-vaccination, aucune différence significative n'a été notée entre les deux groupes de truies. Après l'injection intradermique avec l'Hipradermic®, une légère inflammation et/ou rougeur a été observée, mais celle-ci s'est dissipée deux jours après la vaccination. Cette réaction suggère une réduction des lésions tissulaires puisqu'elle est demeure locale et transitoire. Aucune augmentation de la température des truies n'a été enregistrée dans les quatre heures post-vaccination ainsi que le jour suivant, et ce, pour les deux traitements. En ce qui a trait aux performances de reproduction (nombre de nés-vivants et de mort-né), celles-ci se sont avérées être similaires entre les truies vaccinées avec l'injecteur sans aiguille et celle avec la seringue/aiguille (Busquet *et al.,* 2016b).

3.4 IDAL®

Le dispositif d'injection sans aiguille IDAL® (Intra Dermal Application of Liquids/Application intradermique de produits liquides) est conçu par MSD Santé Animale (MSD Animal Health). Le siège social de l'entreprise était situé aux Pays-Bas jusqu'en 2012, mais celui-ci s'est déplacé aux États-Unis dans l'état du New Jersey par la suite. En 2011, la compagnie a pris la décision de conserver son appellation commerciale MSD Santé Animale à travers le monde à l'exception du Canada et des États-Unis. Dans ces deux pays, celle-ci est connue sous Merck Santé Animale (Merck Animal Health). L'entreprise est présente dans plus de 50 pays à travers le monde et ses produits sont commercialisés dans plus de 140 pays. Celle-ci est présente au Canada, à Kirkland[3]. Toutefois, il n'est pas possible de se procurer l'IDAL®, et ce, tant au Canada qu'aux États-Unis (Merck Santé Animale, 2020, communication personnelle).

L'IDAL® permet l'injection par voie intradermique pour cinq vaccins commercialisés par l'entreprise, soit deux vaccins qui protège contre le SRRP, un contre le circovirus de type 2, un

[3] https://www.merck.ca/fr/home/

contre *M. hyo* et un contre la maladie d'Aujeszky (pseudorage) (Merck Animal Health, 2018; ter Beek, 2018). Il n'est donc pas possible d'utiliser les vaccins produits par d'autres fabricants avec l'IDAL® et cet injecteur doit être utilisé chez le porc seulement (Site IDAL[4]; IDAL, 2020, communication personnelle). En fait, c'est principalement pour cette raison que l'appareil n'est pas disponible en Amérique du Nord, car les vaccins utilisés avec celui-ci ne sont pas homologués au Canada ni aux États-Unis (Merck Santé Animale, 2020, communication personnelle). La troisième génération de l'appareil est disponible depuis 2018 (Merck Animal Health, 2018; ter Beek, 2018), près de 20 ans après le lancement du tout premier injecteur IDAL®)[4].

3.4.1 Spécificités de l'IDAL® 3G et l'IDAL® 3G TWIN

La première génération de l'IDAL® a vu le jour en 2001 aux Pays-Bas après 11 ans de recherche et développement. Mais, c'est en 2013 que l'DAL® 1G est lancé officiellement et, l'année suivante, c'est au tour de l'IDAL® 2G[4]. La deuxième version avait été améliorée par l'ajout d'une connectivité sans fil Bluetooth et des capteurs de position. De plus, l'entretien était requis lorsque 12 000 injections étaient effectuées comparativement à 10 000 avec la première génération. Le poids de l'IDAL® 2G avoisinait 1,7 kg. Que ce soit pour le modèle 1G ou 2G, ceux-ci ne sont plus produits, mais ils peuvent encore être achetés ou loués tant que l'inventaire de la compagnie et des distributeurs ne sera pas épuisé. Toutefois, l'entreprise offre toujours un service après-vente pour ces dispositifs. Quatre ans après le lancement de la version 2G, la troisième génération a vu le jour en 2018 (The IDAL Way, s.d.).

Cette nouvelle génération de l'IDAL® se décline en deux modèles, soit l'IDAL® 3G à une tête d'injection et l'IDAL® 3G TWIN à deux têtes d'injection. Ce dernier modèle permet l'injection de deux produits différents simultanément, ce qui permet de simplifier les programmes de vaccination[4]. La troisième génération du dispositif présente de nouvelles caractéristiques visant à faciliter son emploi. Tant pour l'IDAL® 3G que pour l'IDAL® 3G TWIN, ces deux modèles possèdent maintenant une batterie au lithium-ion rechargeable de longue durée où une charge pleine peut être utilisée près de deux fois plus longtemps que la version précédente. À cet effet, plus de 1 200 injections peuvent être effectuées avec une charge pleine de la batterie. L'IDAL® 3G dispose d'une double sécurité avant l'injection grâce à la gâchette et le cylindre de sécurité au niveau de la tête d'injection, ce qui permet de réduire le risque d'auto-injection pour l'utilisateur. De plus, ceux-ci offrent un nouveau design équilibré avec une conception ergonomique assurant une adhérence maximale, une meilleure prise et une plus grande maniabilité[4]. Le nouvel écran de l'appareil à deux boutons permet un passage plus intuitif d'un menu à l'autre (Merck Animal Health, 2018; Site IDAL[4]). L'écran d'affichage comporte un compteur journalier, un compteur par flacon et un compteur pour l'entretien. L'heure et la date de chaque séance de vaccination sont également affichées sur l'écran. Évidemment, le modèle 3G comporte un porte-flacon et le modèle 3G TWIN en possède deux. Ces modèles possèdent aussi une attache permettant de fixer le dispositif à la ceinture de l'utilisateur[4]. Des photos des injecteurs IDAL® sont disponibles sur le site web de la compagnie au https://www.idal-id.com/.

L'IDAL® 3G est plus léger que le modèle de la deuxième génération, son poids étant de 1,4 kg. De son côté, le modèle TWIN est un peu plus lourd, soit 1,7 kg en raison des deux têtes d'injection. Les modèles 3G possèdent toujours une connectivité sans fil Bluetooth et des capteurs de position. Grâce à la connectivité sans fil, ces informations sont transmises à l'application IDAL. Celle-ci est accessible sur cellulaire et tablette, mais également sur un ordinateur à partir d'un navigateur web. L'application permet de vérifier toutes les informations pertinentes reliées à une activité de vaccination et elle indique aussi le nombre de doses avant

[4] https://www.idal-id.com/

un entretien. En ce qui concerne ce dernier point, un nettoyage automatique est réalisé après chaque utilisation. Par contre, la buse de l'injecteur doit être remplacée à chaque 20 000 injections (20 000 doubles-injections dans le cas de l'IDAL® 3G TWIN) et ce remplacement est effectué à la ferme. Après 100 000 injections, les dispositifs doivent être acheminés à un point de service pour un entretien et une vérification ((The IDAL Way, s.d.). Les dispositifs d'injection IDAL® sont vendus avec un chargeur, deux batteries et deux flacons de rinçage[4].

Après avoir inséré une batterie chargée et un flacon de produit dans l'appareil, celui-ci est prêt à être utilisé. Il suffit d'appuyer légèrement sur la gâchette pour actionner le moteur. En l'absence de produit, l'écran du dispositif affichera un message d'erreur. Par la suite, il est nécessaire de placer la tête de l'injecteur vers le bas et de maintenir la gâchette appuyée afin que celui-ci passe en phase de pompage. Le liquide de rinçage sera expulsé automatiquement à faible pression au travers du tube et de la tête d'injection en pompant progressivement le produit du flacon vers le dispositif d'injection. La pompe s'arrêtera automatiquement lorsque le détecteur reconnaîtra la solution médicamenteuse. Lorsque l'IDAL® est approvisionnée en produit médicamenteux, l'écran affiche un cochon. Le dispositif est amorcé et prêt à être employé[4]. Le volume injecté par voie intradermique plus faible que par voie intramusculaire, soit de 0,2 ml (Göller *et al.,* 2015; Jolie, 2016; AgriLand, 2017 Temple *et al.,* 2017a; Waddilove *et al.,* 2017). Ce volume est de 5 à 10 fois inférieur à la majorité des vaccinations intramusculaires classiques[4].

3.4.2 Études en lien avec le dispositif d'injection sans aiguille IDAL®

Efficacité du dispositif

Une étude a été réalisée chez 339 porcelets âgés de 28 jours dans le but de comparer la réponse immunitaire obtenue à la suite d'une vaccination conventionnelle avec une seringue/aiguille à celle obtenue avec l'IDAL® de façon intradermique contre le circovirus de type 2. Les porcelets ont été distribués en trois groupes : le groupe 1 a été vacciné avec l'IDAL®, le groupe 2 a été vacciné de façon intramusculaire avec une seringue/aiguille et le groupe 3 n'a pas été vacciné (contrôle). Des prélèvements sanguins ont été prélevés pour déterminer les niveaux d'anticorps et d'interférons gamma chez 75 et 25 porcelets respectivement au jour 21 post-vaccination. Les niveaux d'anticorps et d'interférons gamma obtenus dans le cadre de cette recherche ont démontré que tant la vaccination intramusculaire qu'intradermique induisaient une réponse immunitaire humorale et cellulaire claire (Temple *et al.,* 2017a). Une étude similaire a été conduite chez 30 porcs âgés de 60 jours. Celle-ci visait aussi à comparer la réponse immunitaire humorale et cellulaire post-vaccinale, mais cette fois-ci contre la maladie d'Aujeszky (pseudorage). Tout comme l'étude précédente, les niveaux d'anticorps et d'interférons gamma ont permis de démontrer que la réponse immunitaire humorale et cellulaire obtenue avec l'IDAL® était forte et comparable à celle obtenue avec une vaccination intramusculaire (Ferrari *et al.*, 2011).

Dans le cadre de cette recherche, les impacts de la vaccination intradermique sur la santé et les performances des porcs ont été comparés. Dans une maternité de 200 truies, 119 porcelets sevrés âgés de 28 jours ont été sélectionnés. Un groupe de 61 porcelets a été vacciné contre le circovirus de type 2 et *M. hyopneumoniae* avec l'IDAL® et le second groupe (n=58) l'a été de façon intramusculaire avec une seringue/aiguille. Tous les animaux ont été pesés lors de la vaccination (qui concordait avec le sevrage) et avant l'abattage, soit 113 jours post-vaccination. Des échantillons sanguins ont été prélevés à ces deux mêmes moments et les voies respiratoires des porcs ont été évaluées à l'abattoir et un pointage leur a été attribué (système de pointage Goodwin). En ce qui concerne la réponse immunitaire, aucune différence significative n'a été notée entre les deux groupes. Le nombre de lésions associées à la pneumonie enzootique

répertorié n'a pas été significativement différent entre les traitements. Pour le groupe IDAL®, 11 % des animaux présentaient une pleurésie (inflammation de la plèvre) sur leurs poumons comparativement à 18 % sur ceux du groupe seringue/aiguille, mais ce résultat n'était pas significatif. Aucune différence significative n'a été constatée entre les traitements en ce qui concerne le poids au sevrage. Par contre, la moyenne des poids avant l'abattage s'est avérée être significativement plus élevée pour les porcs vaccinés avec l'IDAL® comparativement à ceux vaccinés de façon intramusculaire. À cet effet, les porcs vaccinés avec l'IDAL® pesaient, en moyenne, 3,3 kg de plus par rapport aux porcs vaccinés de façon intramusculaire. Au moment de l'étude, ces kilos supplémentaires se sont traduits par une hausse de la rentabilité de 1,90 £ incluant le coût de l'aliment (Waddilove *et al.,* 2017).

Une étude de cas a été réalisée dans le but de comparer la vaccination intradermique à celle effectuée par voie intramusculaire chez 4 700 porcs. À 30 kg, ceux-ci ont été séparés en deux groupes où le premier a été vacciné contre le circovirus de type 2 avec l'IDAL® (intradermique) et l'autre avec une seringue/aiguille (intramusculaire). La conversion alimentaire, le gain moyen quotidien, le taux de mortalité ainsi que le nombre de traitements d'antibiotique sont des données ayant été recueillies. Les performances et le nombre de traitements antibiotique n'ont pas été significativement différents entre les deux groupes de porcs. L'utilisation du dispositif IDAL® n'a donc pas eu d'impact sur les paramètres de productivité ni sur le nombre de traitements à dispenser. Par contre, l'emploi de l'IDAL® peut être basé sur certains autres avantages tels qu'une amélioration du bien-être animal et une économie de temps lors de la vaccination (Ellegaard et Blach Nielsen, 2018).

Une étude a été effectuée dans l'optique de comparer la vaccination intramusculaire et intradermique contre *M. hyopneumoniae* dans 10 élevages porcins avec des niveaux de biosécurité différents. La moitié des élevages (n=5) a procédé à des améliorations des mesures de biosécurité alors que l'autre moitié n'a fait aucune intervention à ce niveau. Pour chacun des élevages, un groupe de porcs a été vacciné contre *M. hyo* avec l'IDAL® et un second l'a été de façon intramusculaire avec une seringue/aiguille. Peu importe si les élevages avaient amélioré leurs mesures de biosécurité ou non, une réduction significative des lésions associées au mycoplasme a été enregistrée avec l'utilisation de l'IDAL® comparativement à la vaccination conventionnelle. Dans le contexte de cette étude, l'efficacité de la vaccination par voie intradermique avec l'IDAL® a été supérieure à celle effectuée par voie intramusculaire (Del Pozo Sacristán *et al*., 2017).

Impacts sur le bien-être animal

Très peu de recherches se sont penchées sur les avantages d'utiliser un système d'injection sans aiguille sur le bien-être animal des porcs. Une étude a donc été réalisée afin de déterminer si l'utilisation de l'IDAL® pour vacciner des truies améliorait leur bien-être comparativement à l'utilisation de la seringue/aiguille. Les truies gestantes (n=90) ont été divisées en 6 groupes et elles ont été vaccinées contre le SRRP. À la suite de la vaccination, des indicateurs comportementaux et physiologiques ont été mesurés et observés. Les réactions de peur s'avèrent être les réactions les plus immédiates à la suite d'un stress/stimuli dangereux. La fréquence des vocalisations aiguës, les tentatives de retrait et les reculs observés chez les truies étaient significativement plus élevés pour celles ayant été injectées de façon conventionnelle. Des changements de comportement représentent souvent les premières réponses à une situation stressante ou désagréable chez l'animal. Dans cette étude, 1/3 des truies vaccinées de façon conventionnelle se sont isolées dans les premières 24 heures post-vaccination alors qu'elles étaient curieuses et plus enjouées le jour précédent la vaccination. Ces changements de comportement n'ont pas été observés avec l'IDAL®. De plus, les truies vaccinées avec une

seringue/aiguille ont significativement réduit leur activité le jour suivant la vaccination comparativement à celles vaccinées avec le dispositif d'injection sans aiguille. Les postures des truies observées et les températures rectales mesurées n'ont pas différé entre les deux traitements (Temple *et al.,* 2017 b).

Des échantillons de salive ont été prélevés chez les truies afin de quantifier, à l'aide de biomarqueurs, la réponse au stress. Dans cette étude, le taux de chromogranine-A avait tendance à être plus élevé chez les truies vaccinées de façon conventionnelle. Cette hausse peut refléter une réponse au stress reliée à la manipulation et à l'augmentation du rythme cardiaque ou à un possible changement métabolique induit par la douleur de l'injection. Aucun changement n'a été mesuré en ce qui concerne le niveau de cortisol salivaire entre les deux groupes. La vaccination peut entraîner une hausse des protéines de phase aiguë dont la protéine C-réactive. Cette dernière joue un rôle dans les réactions inflammatoires. Dans cette étude, les niveaux de protéines C-réactive ont été 1,7 fois plus élevés chez les truies injectées avec la seringue/aiguille comparativement à ceux enregistrés avec l'IDAL®. De plus, environ 50 % des truies vaccinées avec l'IDAL® ont présenté une réaction (inflammation rougeâtre de 0,5 cm de diamètre) au site d'injection à 28 h et à 52 h post-vaccination et celle-ci n'était plus visibles 28 jours post-vaccination. Pour les truies vaccinées avec la seringue/aiguille, 9 % d'entre elles présentaient une réaction à 28 h post-vaccination, mais cette proportion a augmenté à 26 % au jour 28 post-vaccination. Ces dernières ont été décrites comme étant des abcès parfois avec des lésions ouvertes de 3 cm de diamètre (Temple *et al.,* 2017 b).

Les indicateurs de stress mesurés et les comportements observés démontrent que la vaccination avec le dispositif sans aiguille IDAL® réduit les réactions de peur et de douleur chez les truies comparativement à l'utilisation de la seringue/aiguille (vaccination conventionnelle). L'absence de réaction cutanée au site d'injection 28 jours post-vaccination et les taux de protéines C-réactive plus faibles obtenus avec l'IDAL® confirment que ce dispositif peut prévenir la réponse aiguë au stress ainsi que les dommages musculaires à long terme associés à l'injection. Cette recherche montre donc que la vaccination avec l'IDAL® peut améliorer le bien-être des truies gestantes lors de la vaccination (Temple *et al.,* 2017 b).

Une étude a été réalisée dans le but d'évaluer si la vaccination intradermique avait un impact sur certains aspects de bien-être animal. Celle-ci s'est déroulée dans une ferme commerciale où 672 porcelets non sevrés (sous la mère) de 7 jours d'âge ont été sélectionnés et séparés en deux groupes. Les réactions au site d'injection 3 jours après la vaccination, les réponses comportementales (enregistrements vidéo) et les données de performances des porcelets vaccinés contre *M. hyopneumoniae* avec l'IDAL® ont été comparées à celles des porcelets vaccinés de façon intramusculaire avec une seringue/aiguille. En moyenne, l'injection intradermique avec l'IDAL® s'effectuait en 11 secondes comparativement à 17 secondes pour la vaccination conventionnelle. L'enflure observée au site d'injection le jour suivant la vaccination était plus apparente chez les porcelets injectés avec l'IDAL®, ce qui démontre une bonne réponse immunitaire. Mais celle-ci s'est atténuée dans un délai d'une semaine post-vaccination. Du côté comportemental, les porcelets vaccinés avec l'IDAL® ont été plus actifs et ont davantage tété que les porcelets vaccinés de façon conventionnelle. En ce qui concerne leur gain de poids, aucune différence significative n'a été enregistrée entre les deux groupes de porcelets (Göller *et al.,* 2015).

3.5 Pulse®

Pulse NeedleFree Systems est une entreprise américaine dont le siège social est situé au Kansas[5]. Néanmoins, ses dispositifs d'injection sans aiguille sont disponibles au Canada. Un représentant est basé à Winnipeg et il dessert les provinces du Manitoba et de la Saskatchewan. Pour le Québec, il est possible de commander les injecteurs directement auprès de l'entreprise et le service après-vente est effectué à partir des États-Unis; aucun représentant ne dessert l'est du Canada pour le moment. En ce qui concerne la formation, celle-ci peut être offerte par vidéoconférence ou bien un représentant peut se déplacer pour la dispenser (Pulse NeedleFree Systems, 2020, communication personnelle). Les dispositifs d'injection sans aiguille Pulse® sont sur le marché depuis plusieurs années. Des modifications ont été apportées aux composantes des appareils entre 2005 et 2008 dans le but d'améliorer certaines fonctionnalités et la durée de vie de ceux-ci (Pulse NeedleFree Systems, 2019, communication personnelle).

Avec ces dispositifs d'injection sans aiguille, il est possible d'administrer n'importe lequel vaccin ou traitement, et ce, peu importe le fabricant. En fait, les appareils Pulse® peuvent administrer n'importe lequel produit liquide que ce soit de façon intramusculaire, sous-cutanée ou intradermique pour tout type et toute taille d'animaux d'élevage. Toutefois, chez le porc, la plupart des vaccins et traitements sont injectés par voie intramusculaire (Pulse NeedleFree Systems, 2020, communication personnelle). De l'air comprimé ou du CO_2 peuvent être employés pour transmettre la puissance nécessaire à l'appareil pour injecter les animaux. Habituellement, l'air comprimé est utilisé pour traiter et vacciner les porcelets en maternité alors que des réservoirs portatifs de CO_2 sont préconisés pour effectuer, par exemple, des traitements aux truies en gestation ou aux porcs d'engraissement. Les utilisateurs des dispositifs Pulse® auraient une préférence pour l'air comprimé (Pulse NeedleFree Systems, 2019, communication personnelle).

Actuellement, trois modèles d'injecteur sont disponibles sur le marché, soit le Pulse® 50, le Pulse® 250 et le Pulse® 500 [5] (Pulse NeedleFree Systems, 2019, communication personnelle).

3.5.1 Spécificités des modèles Pulse®

Les trois modèles actuellement disponibles sont très similaires, le dosage et le niveau de précision de l'appareil sont toutefois différents. **Le Pulse® 50** est un injecteur sans aiguille permettant l'injection de microdoses notamment lorsque des antibiotiques doivent être administrés aux porcelets (Figure 8). Le dosage de cet appareil s'étend de 0,10 à 0,5 ml et des ajustements sont possibles au 0,05 ml (Pulse NeedleFree Systems, 2019, communication personnelle). Le **Pulse® 250**, quant à lui, est utilisé pour des porcs de toute taille (porcs d'engraissement, truies et porcelets) que ce soit pour traiter, vacciner ou donner un supplément de fer (Figure 9). Ce dispositif est le plus utilisé des trois modèles; des doses de 0,50 à 2,5 ml avec des ajustements possibles au 0,25 cc peuvent être administrées (Pulse NeedleFree Systems, 2019, communication personnelle). Une autre version de ce modèle est aussi disponible, le **Pulse® 250T**. Ce modèle peut être réinitialisé manuellement afin d'obtenir la pression désirée lors d'un traitement. En fait, cet appareil maintient le produit en suspension dans la solution jusqu'à ce qu'il soit injecté à l'animal. Au moment voulu, la personne effectuant l'injection appuie sur un bouton permettant de mettre l'appareil « sous pression ». Le Pulse® 250T

[5] http://www.pulse-nfs.com/

est à préconiser pour l'administration d'antibiotiques pouvant être difficiles à injecter comme la pénicilline[5]. Le dernier modèle, **le Pulse® 500**, est utilisé pour traiter les truies et les porcs à l'engrais où des volumes plus importants sont requis (Figure 9). Avec cet appareil, il est possible d'injecter des doses allant de 1,0 à 5,0 ml avec des ajustements au 0,25 cc (Pulse NeedleFree Systems, 2019, communication personnelle). Ce modèle est moins fréquemment utilisé (Pulse NeedleFree Systems, 2020, communication personnelle

Figure 8 Photo du Pulse® 50

a) **b)**

Figure 9 Photo du Pulse® 250 (a) et d'une vaccination avec le Pulse® 500 (b)

Source : http://www.pulse-nfs.com/

Le fonctionnement des dispositifs à injection sans aiguille Pulse® est très simple. Selon l'animal devant être traité, l'utilisateur choisit le pistolet à injection approprié. Ce dernier est relié à une tubulure et celle-ci est branchée, soit au réservoir d'air comprimé ou au réservoir de CO_2. Le

piston est alors actionné par la puissance transmise par l'air comprimé ou le CO_2. Cette pression permet au fluide de sortir du pistolet et d'être injecté à l'animal. Il n'y a pas de gâchette, seule la pression de l'appareil sur le porc l'actionne. Le pistolet est adapté tant pour les personnes droitières ou gauchères et sa forme ergonomique minimise la fatigue de l'utilisateur. Le système peut être porté à la taille, dans un sac à dos ou bien transporté sur un chariot mobile. L'utilisateur peut ajuster facilement la pression selon la taille et le poids de l'animal à injecter. Chaque pistolet dispose de systèmes de sécurité évitant ainsi les injections accidentelles[5]. En ce qui concerne l'entretien, il est nécessaire de nettoyer le dispositif après chaque utilisation. Également, les joints d'étanchéité doivent être remplacés hebdomadairement afin de s'assurer du bon fonctionnement des pistons (Pulse NeedleFree Systems, 2019, communication personnelle). Avec un bon entretien, la durée de vie des dispositifs d'injection est prolongée. D'après le témoignage d'une vétérinaire, les injecteurs Pulse® sont utilisés dans son organisation depuis plus de 5 ans, et ce, même si plus de 6 000 porcs sont injectés chaque semaine avec certains d'entre eux (Siemens, 2016).

En 2014, l'entreprise a lancé le « EasyPro Platform », un système mains libres pouvant être fixé à un chariot de traitements pour les porcelets (Figure 10). L'utilisateur peut alors tenir l'animal à deux mains afin de bien le positionner. Il pousse ensuite le cou de l'animal vers la pointe d'injection et, avec une simple pression, l'injecteur se déclenche et l'animal est alors traité ou vacciné. Sur le système, il est possible d'installer deux injecteurs donc deux traitements peuvent être réalisés lors de la manipulation. Il suffit alors de tourner le porcelet et de présenter le côté opposé de son cou qui n'a pas reçu de traitement. Un marqueur pour animaux est également fixé à un petit support sur le chariot, ce qui permet d'identifier les animaux traités[5].

a) **b)**

Figure 10 Photos de l'appareil « EasyPro Platform »

Sources : a) http://www.pulse-nfs.com/, b)http://www.carlferrara.com/pulse-nfs/products/rightstart-piglet-processing-video/

Un second système pour les porcelets est également disponible, le « RightStart Piglet Processing System » (Figure 11). Celui-ci étant permet non seulement de vacciner ou de traiter les porcelets, mais également de couper leur queue par cautérisation et de faciliter la castration. Pour cette dernière action, le porcelet est installé dans un support le maintenant en place pendant l'opération. Ce système laisse aussi les mains libres à l'utilisateur et il s'ajuste selon la grandeur de celui-ci. Il fonctionne à l'aide d'une batterie combinée à un réservoir d'air comprimé[5].

Figure 11 Photo de l'appareil « RightStart Piglet Processing System »

Source : http://www.pulse-nfs.com/

3.5.2 Études en lien avec les dispositifs d'injection sans aiguille Pulse®

Efficacité du dispositif

Une étude a été réalisée dans le but d'évaluer l'efficacité de l'injection sans aiguille pour administrer le fer à des porcelets nouveau-nés. Pour ce faire, un premier groupe de porcelets a été injecté de façon conventionnelle avec une seringue/aiguille, un deuxième l'a été avec le dispositif Pulse® alors que le troisième n'a reçu aucune injection. Les résultats de cette recherche ont indiqué qu'il n'y avait aucune différence significative en ce qui concerne le gain de poids et la teneur en hémoglobine entre les porcelets ayant reçu l'injection avec la seringue/aiguille et ceux l'ayant reçue avec l'injecteur sans aiguille Pulse®. Par contre, ces paramètres mesurés se sont avérés être inférieurs pour le groupe de porcelets n'ayant pas reçu le traitement de fer. Cette étude a donc démontré que le dispositif d'injection sans aiguille Pulse® est aussi efficace que

l'injection traditionnelle lors de l'administration du fer chez les porcelets nouveau-nés (Kievit, 2012; Kievit *et al.*, 2012). Les résultats d'une seconde recherche, portant également sur l'efficacité des injecteurs sans aiguille chez des porcs d'engraissement, sont présentés. En plus de cet aspect, les chercheurs ont comparé les sites d'injection après l'utilisation d'un dispositif d'injection sans aiguille (Pulse®) et après une injection conventionnelle afin d'évaluer s'il y a présence de lésions sur le muscle et de potentiels défauts de carcasse. Trois groupes de porcs ont été formés : un groupe contrôle sans aucune injection, un groupe vacciné avec une seringue/aiguille et un dernier groupe vacciné avec le Pulse®. Aucune différence significative n'a été observée entre la réponse sérologique des porcs vaccinés de façon conventionnelle comparativement à ceux vaccinés avec le dispositif sans aiguille; les deux méthodes se sont donc avérées être aussi efficace l'une que l'autre. L'injection sans aiguille pourrait réduire le nombre de lésions et d'abcès survenant lors de la perforation de la peau de l'animal avec une aiguille. Or, dans cette étude, aucune différence significative n'a été notée entre les deux groupes de porcs vaccinés en ce qui concerne la présence de lésions sur le muscle (Houser *et al.,* 2004).

Réponse au stress

Plusieurs recherches ont démontré que l'utilisation d'un dispositif d'injection sans aiguille induisait moins de douleur et de stress chez les porcs. À cet effet, une étude a permis de comparer la réponse au stress causée par l'administration d'un anesthésique local avant la castration entre un injecteur sans aiguille et une seringue/aiguille. Quatre groupes de porcelets ont été formés, soit un groupe contrôle, un groupe castré sans anesthésique, un groupe castré avec anesthésique-Pulse® 50 et un groupe castré avec anesthésique-seringue/aiguille. Les résultats de cette étude suggèrent que l'administration d'un anesthésique avec un injecteur sans aiguille causerait moins de stress aux porcelets que lors de l'utilisation d'une seringue/aiguille (Sutherland *et al.*, 2017). À l'inverse, une autre étude, cette fois-ci réalisée chez des cochettes, n'a pas démontré d'avantages à l'utilisation d'un dispositif sans aiguille (Pulse® 250) par rapport à l'injection traditionnelle en ce qui concerne la réponse physiologique au stress. En effet, le rythme cardiaque et les vocalisations mesurés chez les animaux après le traitement n'ont pas présenté de différence significative selon le type d'injection employé (McDowell *et al*., 2010).

4 Conclusion

L'utilisation d'aiguille pour injecter des traitements aux animaux, notamment les vaccins, est effectuée de façon quotidienne et répétée en production porcine. Lors d'une injection, il peut arriver que l'aiguille se brise, et ce, malgré tous les efforts réalisés pour réduire ce risque. La présence d'aiguilles ou de fragments d'aiguille non déclarée dans la viande de porc demeure un événement rare, mais d'une importante gravité pour cette industrie. Les conséquences d'un tel événement en termes d'image et d'incidences économiques sont majeures pour la filière porcine. Pour cette raison, différentes alternatives ont été étudiées pour réduire ce risque dont l'utilisation des injecteurs sans aiguille. En plus d'éliminer complètement la possibilité de retrouver des aiguilles brisées dans la viande, d'autres avantages ont été répertoriés tels que l'élimination des blessures causées par les aiguilles chez les travailleurs, la réduction de la douleur et du stress chez les animaux et une efficacité comparable et voire même supérieure qu'avec une injection conventionnelle. En revanche, ces dispositifs requièrent un investissement initial important, un coût d'entretien plus grand et, pour qu'une injection soit réussie, l'employé doit avoir le bon positionnement, ce qui n'est pas toujours évident dans des conditions de ferme commerciale. Par ailleurs, il est parfois difficile de modifier les façons de faire des travailleurs, ce qui peut s'avérer être un frein supplémentaire. Pour ces raisons, les organisations et les producteurs peuvent choisir de ne pas adopter cette technologie.

En plus de présenter les différents avantages et inconvénients de la technologie d'injection sans aiguille, ce document avait pour but de dresser la liste des dispositifs disponibles sur le marché. Au Québec, il est possible de se procurer trois injecteurs sans aiguille, soit l'AcuShot™, l'AGRO-JET® et le Pulse®; une formation ainsi qu'un service après-vente sont offerts. En ce qui concerne les deux autres dispositifs, le Hipradermic® et l'IDAL®, ils ne sont pas distribués actuellement au Canada. Les spécificités pour chacun des appareils ont été dressées et des études en lien avec ces mêmes appareils ont également été présentées.

La réalisation de ce document a donc permis d'en apprendre davantage sur les dispositifs d'injection, technologie peu répandue actuellement au Québec. Malgré les avantages non négligeables qu'offrent ces appareils, les organisations et les producteurs choisissent de ne pas adopter cette technologie à grande échelle. Or, l'utilisation des dispositifs d'injection sans aiguille représente une alternative intéressante notamment pour améliorer la salubrité de la viande, et ainsi, demeurer compétitif sur les marchés. Pour cette raison, dans le cadre de ce projet, deux dispositifs d'injection sans aiguille ont été testés dans des fermes commerciales afin de colliger, notamment, les observations des producteurs et, par conséquent, de valider leur facilité d'adoption. Les résultats de ces essais sont répertoriés dans le rapport final.

Les conséquences reliées à des aiguilles brisées retrouvées dans la viande peuvent avoir des répercussions majeures pour l'industrie porcine, une sensibilisation constante et une responsabilisation de tous les maillons de la filière sont nécessaires. À cet effet, des alternatives sont disponibles pour réduire ce risque, mais leur déploiement demeure encore limité.

5 Références

AcuShot™ Needle-Free. S.d. AcuShot™ Needle Free Injector Products. [En ligne]. http://www.acushot.ca/products.html

AgriLand. 2017. Needle-free injection gun revolutionises pig vaccinations. [En ligne]. https://www.agriland.ie/farming-news/needle-free-injection-gun-revolutionises-pig-vaccinations/

Baker, S.R. et al. 2012. Injecteur sans aiguille et risque de transmission du virus SDRP : beaucoup mieux, mais pas parfait. Porcinews. [En ligne]. https://zoopole.com/ispaia/outils-pedagogiques/productions-animales/porcinews-liste/559,injecteur-sans-aiguille-et-risque-de-transmission-du-virus-sdrp-beaucoup-mieux-mais-pas-parfait/

Baker, S., Mondaca-Fernandez, E., Polson, D. et S. Dee. 2010. Evaluation of a needle-free injection system (AcuShot™) for reduction of hematogenous transmission of PRRS virus. Allen D. Leman Swine Conference : 39-40.

Balasch, M., Dereu, A., Taylor, L., Roset, A. et A. Urniza. 2016. Comparison of serological response to vaccination with Suvaxyn PCV® using a conventional administration method and a needle-free administration method. 24th IPVS : Poster Abstracts, 382.

Brunier, E., Lapus, Z.L., Bijasa, R.S. et C.B. Funk. 2012. Comparison of a needle-free injection and a needle injection in the vaccination against classical swine fever in the Philippines. IPVS : VO-154, p. 226.

Busquet, M., Blanch, M., Torrents, D., Verdaguer, J. et A. Sánchez-Matamoros. 2016a. Comparative study of the effect of intradermal and intramuscular mass vaccination (UNISTRAIN® PRRS) on the course of seroconversion in PRRS-negative pigs. 24th IPVS & 8th ESPHM Congress.

Busquet, M., Blanch, M., Torrents, D., Verdaguer, J. et A. Sánchez-Matamoros. 2016 b. Intradermal vaccination (Hipradermic®) with UNISTRAIN® PRRS in a mass vaccination in sows. 24th IPVS & 8th ESPHM Congress.

Chase, C. 2017. What's the future in transdermal devices in swine? National Hog Farmer. [En ligne]. https://www.nationalhogfarmer.com/animal-health/what-s-future-transdermal-devices-swine

Chase, C. 2016a. Matériels transdermiques pour l'immunisation contre le SDRP (1/2). [En ligne]. https://www.3trois3.com/articles/materiels-transdermiques-pour-limmunisation-contre-le-sdrp-1-2_11603/

Chase, C. 2016 b. Matériels transdermiques pour l'immunisation contre le SDRP (2/2). [En ligne]. https://www.3trois3.com/articles/materiels-transdermiques-pour-limmunisation-contre-le-sdrp-2-2_11728/

Chase, C. 2008. Needle-free injection technology in swine: A review of the immunology and vaccine trials in swine. American Association Of Swine Veterinarians : 201-204.

Chuo, H.T., Lim, B.K. et P.Y. Choo. 2008. Evaluation of two commercial one-dose mycoplasma hyopneumoniae bacterins using needle-free and conventional needle administration. 20th IPVS : P02.015.

Conseil canadien du porc (CCP). 2018. Injecteur sans aiguille. Fiche de renseignements 6.

Daniels, C.S. 2005. Needleless Injections—Good, Bad, or Ugly? ISU Swine Disease Conference for Swine Practitioners : 28-30.

De Backer, P., De Jonghe, E. et G. Cluydts. 2013. Field experience using a needle-free device for intramuscular injection of a pcvz/m hyo vaccine mixture compared to conventional injection with a needle. 5th ESPHM and 50th Anniversary of PVS. Poster : P-175.

Del Pozo Sacristán, R., Janssens, B., Beek, J., Claeyé, E., Segers, H. et S. Van Gorp. 2017. Full Service on Target: a screening system for pneumonia and biosecurity in herds with intradermal Mycoplasma hyopneumoniae vaccination. MSD Animal Health.

Dukare, M.V. et R.B. Saudagar. 2018. Needle-free injection system. International Journal of Current Pharmaceutical Research, 10(2) : 17-24.

Eblé, P.L., Weerdmeester, K., van Hemert-Kluitenberg, F. et A. Dekker. 2009. Intradermal vaccination of pigs against FMD with 1/10 dose results in comparable vaccine efficacy as intramuscular vaccination with a full dose. Vaccine, 27 : 1272–1278.

Ellegaard, B. et G. Blach Nielsen. 2018. Comparison of intradermal and intramuscular vaccination methods in pigs – a case study. 10th ESPHM : 347.

Ferrari, L., Borghetti, P., Gozio, S., De Angelis, E., Ballotta, L., Smeets, J., Blanchaert, A. et P. Martelli. 2011. Evaluation of the immune response induced by intradermal vaccination by using a needle-less system in comparison with the intramuscular route in conventional pigs. Research in Veterinary Science, 90 : 64–71.

Frotin, P. 2005. Maîtrise du danger "Aiguilles cassées". État des lieux des démarches mises en oeuvre par la filière porcine : analyse et propositions d'actions. ITP, 13 p.

Göller, M., Fels, M., Gerdts, W., Knöppel, H.P., Fiebig, K. et N. Kemper. 2015. Evaluation of welfare aspects in suckling piglets after intradermal vaccine application with the IDAL injector. MSD Animal Health.

Hii, D.O., Lim, H.C., Lim, B.K. et P.Y. Choo. 2008. Serological response following vaccination with classical swine fever and aujeszky's disease vaccines in pigs using needle-free injector (Agro Jet® mit X). 20th IPVS : P06.023.

HIPRA. 2020. Hipradermic® 3.0: the lightest and first IoT needle free device for the intradermal vaccination of pigs. [En ligne]. https://www.hipra.com/portal/en/hipra/about/news/detail/IoT-intradermal-needle-free-vaccination-device-pigs

Houser, T.A., Sebranek, J.G., Thacker, B.J., Baas, T.J., Nilubol, D., Thacker, E.L. et F. Kruse. 2004. Effectiveness of transdermal, needle-free injections for reducing pork carcass defects. Meat Science, 68 : 329–332.

Hutchinson, C. 2017. Needle Free Injectors: Proper Usage & Precautions. Prairie Hog Country. [En ligne]. http://www.prairiehogcountry.com/2017/11/30/needle-free-injectors%E2%80%88-proper-usage-precautions/

Jennissen, C., Wallace, J., Donham, K., Rendell, D. et S. Brumby. 2011. Unintentional Needlestick Injuries in Livestock Production: A Case Series and Review. Journal of Agromedicine, 16(1) : 58-71.

Jolie, R. 2016. Needle-free and intradermal vaccination of pigs – a perfect match. International Pig Topics, 31(3) : 15, 17.

Kale, T.R. et M. Momin. 2014. Needle free injection technology-An overview. Innovations in pharmacy, 5(1) : Article 148.

Kievit, G.P. 2012. Needle-free injection devices versus regular injection techniques for iron supplementation to piglets. Faculty of Veterinary Medicine Theses, 16 p.

Kievit, G.P., van Leengoed, L.A.M.G. et A. van Nes. 2012. Needle-free injection devices versus regular injection techniques for iron supplementation to piglets. IPVS : NP-171.

Lucas, L. et J. Miranda. 2019. Intradermal vaccination of sows: another step forwards in the control of PRRS. [En ligne]. https://thepigsite.com/articles/prrs-intradermal-vaccination-of-sows-another-step-forwards-in-the-control-of-prrs

McDowell, E.J., Holtkamp, D. et C. Scanlon Daniels. 2010. Heart rate variability and vocalization as a measure of stress response in pigs to needle-free injections versus needle and syringe. American Association of Swine Veterinarians : 319-320.

Merck Animal Health. 2018. MSD Animal Health Launches the IDAL® 3G Needle-free, Intradermal Swine Vaccination Device. [En ligne]. https://www.merck-animal-health.com/blog/2018/04/11/msd-animal-health-launches-the-idal-3g-needle-free-intradermal-swine-vaccination-device/

MIT Canada. 2019. Le fonctionnement du système AGRO-JET. Questions et réponses.

MIT Canada. 2018a. Réinvente l'art et la science d'injecter des médicaments. Créer un monde sans aiguilles. 24 p.

MIT Canada. 2018 b. Agro-Jet. Manuel de l'utilisateur. Québec : MIT Canada, 32 p.

MIT Canada. S.d. L'art et la science d'injecter réinventés. Contribuer à rendre le monde sans aiguilles. Présentation PowerPoint, 29 p.

Moore, G., Larsen, S., Niekamp, S. et J. Lummus. 2012. Needle-Free Injection Systems. Pork Information Gateway, Factsheet, PIG 04-05-05.

Omafra. 2009. Prévention des bris d'aiguille à la ferme. Agdex 440/20. Revision 2011.

Philips, R., Siek, F., Mondaca, E. et D. Poison. 2010. In-vivo evaluation of Ingelvac • PRRS MLV through the AcuShot™ needle-free injector. 21st IPVS Congress : P.225.

Prairie Swine Centre (PSC). 2018. How do you decide whether to adopt new technology? Incorporating health and safety in the decision-making process. Canadian Hog Journal, Spring : 26

Siemens, H. 2016. Needle-free in Pig Vaccination Assures Needle- free Roasts. Prairie Hog Country. [En ligne]. https://www.prairiehogcountry.com/2016/04/07/needle-free-in-pig-vaccination-assures-needle-free-roasts/

Simon-Grifé, M., Fenech, M., March, R., Roca, M., Busquet, M. et M. Sitjà. 2015. Efficacy of intradermal vaccination with UNISTRAIN® PRRS in piglets after a heterologous challenge at 24 weeks post-vaccination. International PRRS Congress.

Sutherland, M.A., Backus, B.L., Brooks, T.A. et J.J. McGlone. 2017. The effect of needle-free administration of local anesthetic on the behavior and physiology of castrated pigs. Journal of Veterinary Behavior, 21 : 71-76.

Temple, D., Manteca, X., Mateu, E., Díaz, I., Martín, G., Menjón, R., Marcos, M. et M. Jiménez. 2017a. Comparative study to determine PCV vaccination immune response following different administration routes (IM VS ID). MSD Animal Health.

Temple, D., Escribano, D., Jiménez, M., Mainau, E., Cerón, J.J. et X. Manteca. 2017 b. Effect of the needle-free “intra dermal application of liquids” vaccination on the welfare of pregnant sows. Porcine Health Management, 3(9) : 7 p.

Ter Beek, V. 2018. How Big Data can help improve pig health. [En ligne]. https://www.pigprogress.net/World-of-Pigs1/Articles/2018/5/How-Big-Data-can-help-better-pig-health-284089E/

The IDAL Way. S.d. IDAL model. [En ligne]. https://www.idal.info/models

Trask, C., Bath, B., Milosavljevic, S., Kociolek, A.M., Predicala, B., Penz, E., Adebayo, O. et L. Whittington. 2017. Evaluating Swine Injection Technologies as a Workplace Musculoskeletal Injury Intervention: A Study Protocol. BioMed Research International, 9 p.

Waddilove, J., Neto, R. et R. Jolie. 2017. Assessment of PCV2 and Mycoplasma hyopneumoniae intradermal vaccination on swine production parameter. MSD Animal Health.

Web-Agri. 2010. Soins - Bovin et Porcin. Geosane : un nouvel injecteur sans aiguille Acushot. [En ligne]. http://www.web-agri.fr/observatoire_meteo/article/soins-des-animaux-bovin-et-porcin-geosane-injecteur-sans-aiguille-acushot-1851-64224.html

White, E. 2010. Man. hog producers test needle-free injection. [En ligne]. https://www.producer.com/2010/11/man-hog-producers-test-needlefree-injection/

Willson, P. 2003. Compare immune response and protection from Actinobacillus pleuropneumoniae Serotype 1 (AP-37) challenge in pigs vaccinated at 6 and 9 weeks of age with Pleurostar APP® delivered by Agro Jet® or conventional IM routes. Final Report. AS# 03-101.

Centre de développement du porc du Québec inc.
Place de la Cité, tour Belle Cour
2590, boulevard Laurier, bureau 450
Québec (Québec) G1V 4M6
☎ 418 650-2440 • 🖷 418 650-1626
cdpq@cdpq.ca • www.cdpq.ca
@cdpqinc