

**Comparaison des variations temporelles
des paramètres sanguins entre
des cochettes de « 5 kg » naïves
au regard du SRRP et des porcelets
résidents infectés par le virus du SRRP
introduits ensemble en pouponnière**

Rapport final

Andréanne Caron, D.M.V. ¹

Christian Klopfenstein, D.M.V., Ph. D. ¹

Martine Denicourt, D.M.V., M. Sc. ²

Sylvie D'Allaire, D.M.V., Ph. D. ²

Younès Chorfi, D.M.V., Ph. D. ²

Joël Rivest, Ph. D. ¹

Mai 2010

¹ Centre de développement du porc du Québec inc.

² Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal

RÉPONDANT

Christian Klopfenstein, D.M.V., Ph. D.
Centre de développement du porc du Québec inc.

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES DU PROJET

Christian Klopfenstein, D.M.V., Ph. D.
Centre de développement du porc du Québec inc.

Martine Denicourt, D.M.V., M. Sc.
Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal

Sylvie D'Allaire, D.M.V., Ph. D.
Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal

Younès Chorfi, D.M.V., Ph. D.
Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal

ÉQUIPE DE RÉALISATION ET DE RÉDACTION

Andréanne Caron, D.M.V.
Christian Klopfenstein, D.M.V., Ph. D.
Martine Denicourt, D.M.V., M. Sc.
Sylvie D'Allaire, D.M.V., Ph. D.
Younès Chorfi, D.M.V., Ph. D.
Joël Rivest, Ph. D.

© Centre de développement du porc du Québec inc.
Dépôt légal 2010
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
Bibliothèque et Archives Canada
ISBN 978-2-922276-38-1

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée grâce au soutien financier du partenaire suivant :
Fédération des producteurs de porcs du Québec (FPPQ)

Merci également au propriétaire et aux employés de l'élevage dans lequel s'est déroulée l'étude ainsi qu'au personnel des laboratoires de diagnostic de la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal.

Un sincère remerciement à tous les collaborateurs à ce projet :

Dr Christian Klopfenstein (CDPQ), Dre Martine Denicourt (FMV), Dre Sylvie D'Allaire (FMV), Dr Younès Chorfi (FMV), Joël Rivest (CDPQ), Luc Héroux (FMV), ainsi que Sylvie Nicole, secrétaire du secteur de la santé (CDPQ), Élise Gauthier, responsable des communications (CDPQ) et Monia Tremblay, secrétaire de direction (CDPQ).



TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	ii
LISTE DES FIGURES	ii
LISTE DES GRAPHIQUES	ii
ABRÉVIATIONS	iii
RÉSUMÉ	v
1 INTRODUCTION	1
2 OBJECTIF	1
3 MATÉRIEL ET MÉTHODES	2
3.1 Sélection de la ferme.....	2
3.2 Configuration de la pouponnière.....	2
3.3 Sélection et identification des animaux.....	3
3.4 Régie des porcelets.....	4
3.5 Échantillonnage et collecte de données.....	5
3.6 Analyse des échantillons	5
3.7 Analyse statistique.....	6
4 RÉSULTATS	7
4.1 Évolution des signes cliniques.....	7
4.1.1 Description générale.....	7
4.1.2 Évolution des signes cliniques respiratoires.....	7
4.1.3 Évolution de l'apparence générale des sujets et de leurs performances zotechniques	8
4.2 Évolution virémique et sérologique.....	9
4.2.1 Description générale.....	9
4.2.2 Crise sanitaire associée à la contamination par l'influenza H3N2	12
4.3 Évolution des caractéristiques hématologiques	12
4.4 Évolution des caractéristiques de l'immunité cellulaire	13
4.5 Évolution des caractéristiques sérologiques dont l'immunité humorale.....	17
5 DISCUSSION	22
6 CONCLUSION	23
7 RÉFÉRENCES	24

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Comparaison des principales caractéristiques des cochettes et des porcelets résidents.....	4
Tableau 2	Variation temporelle du statut sérologique (ELISA-IDEXX-2XR) et virémique (qPCR) en regard du vSRRP.....	9
Tableau 3	Variation temporelle des paramètres hématologiques	12
Tableau 4	Variation temporelle des paramètres de l'immunité cellulaire.....	13
Tableau 5	Variation temporelle des paramètres protéiniques et de l'immunité humorale	18

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Configuration de la pouponnière.....	3
----------	--------------------------------------	---

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 1	Évolution de la proportion de sujets dyspnéiques dans chacun des groupes en fonction du jour d'épreuve.....	7
Graphique 2	Évolution de l'apparence générale des sujets dans chacun des groupes en fonction du jour d'épreuve.....	8
Graphique 3	Évolution de la proportion de sujets virémiques pour ce qui est du vSRRP (qPCR) dans chacun des groupes en fonction du jour d'épreuve.....	10
Graphique 4	Évolution de la proportion de sujets séropositifs pour ce qui est du vSRRP (ELISA-IDEXX-2XR) dans chacun des groupes en fonction du jour d'épreuve.....	10
Graphique 5	Évolution de la concentration sanguine de globules blancs dans chacun des groupes en fonction du jour d'épreuve	14
Graphique 6	Évolution de la concentration sanguine de lymphocytes dans chacun des groupes en fonction du jour d'épreuve	14
Graphique 7	Évolution de la concentration sanguine de neutrophiles segmentés dans chacun des groupes en fonction du jour d'épreuve	15
Graphique 8	Évolution de la concentration sanguine d'éosinophiles dans chacun des groupes en fonction du jour d'épreuve	15
Graphique 9	Évolution de la concentration sanguine de monocytes dans chacun des groupes en fonction du jour d'épreuve	16
Graphique 10	Évolution de la concentration sérique des globulines dans chacun des groupes en fonction du jour d'épreuve.....	19
Graphique 11	Évolution de la concentration sérique des gammaglobulines dans chacun des groupes en fonction du jour d'épreuve	19
Graphique 12	Évolution de la concentration sérique des alpha-globulines dans chacun des groupes en fonction du jour d'épreuve	20
Graphique 13	Évolution de la concentration sérique des bêta-globulines dans chacun des groupes en fonction du jour d'épreuve	20

ABRÉVIATIONS

ARN :	Acide ribonucléique
CGMH :	Concentration globulaire moyenne en hémoglobine
c./L :	Cellules/litre
DICT 50 :	Dose de virus nécessaire pour infecter 50% de la culture tissulaire
EDTA :	Éthylène-diamino-tétraacétique (Ethylenediamine tetraacetic acid)
ELISA :	Méthode immunoenzymatique (Enzyme-like immunosorbent assay)
F1 :	Résultat du premier croisement entre deux lignées pure race
fL :	Femtolitre
g :	Gramme
g/L :	Grammes par litre
GMQ:	Gain moyen quotidien
H1N1 :	Influenza H1N1
H3N2 :	Influenza H3N2
IHA :	Inhibition de l'hémagglutination
J0, J6, ... :	Jour 0, jour 6, ...
kg :	Kilogramme
m :	Mètre
m ² :	Mètre carré
ml :	Millilitre
mg/kg :	Milligrammes par kilogramme
mg/kg/j :	Milligrammes par kilogramme par jour
<i>M. hyo.</i> :	<i>Mycoplasma hyopneumoniae</i>
n ^o :	Numéro
n ^{os} :	Numéros
<i>P</i> :	Probabilité
PCR :	Amplification en chaîne par polymérase (Polymerase chain reaction)
PCV2 :	Circovirus porcin type 2
sem. :	Semaine
SRRP :	Syndrome reproducteur et respiratoire porcin
S/P :	Rapport entre la densité optique du sérum testé sur celle d'un sérum contrôle positif
VGM :	Volume globulaire moyen
vSRRP :	Virus du SRRP
% :	Pourcent Pourcentage

RÉSUMÉ

Introduction

Pour acclimater leurs cochettes au virus du syndrome reproducteur et respiratoire porcin (vSRRP), plusieurs producteurs de porcs introduisent simultanément en pouponnière des cochettes de remplacement de « 5 kg » naïves en regard du vSRRP (appelées cochettes ci-dessous) et leurs porcelets résidents (appelés résidents ci-dessous) exposés au virus. Étonnamment, les cochettes performant souvent mieux que les résidents. L'objectif de cette étude était de décrire et de comparer les variations temporelles des paramètres hématologiques, sérologiques et virémiques entre les cochettes et les résidents.

Matériel et méthodes

Les résidents et les cochettes ont été introduits dans une pouponnière d'une capacité de 440 porcelets gérée en tout plein, tout vide à l'âge approximatif de 20 et 40 jours respectivement. Ils ont été transférés dans un engraissement au J45 de l'étude. Dans cette étude, un total de 24 porcelets ont été sélectionnés, soit 12 cochettes et 12 résidents. Des prélèvements sanguins ont été faits sur ces sujets aux jours J0, J6, J13, J20, J27, J42, J48, J55 et J95. Les porcelets sélectionnés étaient logés dans six parcs (3 pour les cochettes et 3 pour les résidents) de 4 porcelets répartis dans trois chambres d'une capacité maximale de 72 porcelets chacune. Les cochettes étaient logées séparément dans des parcs, mais pouvaient avoir des contacts nez à nez avec les résidents à travers une clôture mitoyenne entre les parcs. À chaque jour d'échantillonnage en pouponnière, chacun des 24 porcelets a été pesé et évalué visuellement pour les signes cliniques (1 : normal, 2 : piteux, 3 : malade). Des tests de laboratoire ont été effectués sur chacun des échantillons pour vérifier la présence sérique du virus du SRRP (PCR quantitatif en temps réel (qPCR)) et d'anticorps dirigés contre ce virus (ELISA IDEXX-2XR). Une électrophorèse des protéines sériques et un profil hématologique complet ont été faits sur la plupart des échantillons. Finalement, certains sérums (J6, J13, J27 et J42) ont été testés par IHA pour la détection d'anticorps contre l'influenza H1N1 et H3N2. Les différences entre les groupes de porcelets et les différences temporelles pour un même groupe ont été évaluées par des modèles mixtes (SAS, 2002), de même que l'interaction entre les groupes et le jour d'épreuve.

Résultats

La virémie pour ce qui est du vSRRP a été observée chez deux résidents au J0 et chez trois résidents au J20. La plupart des porcelets (cochettes et résidents) sont devenus virémiques entre J42 et J48 (pic de virémie au vSRRP), sans pour autant présenter de signes cliniques durant cette période. Au J95, tous les porcelets avaient séroconverti au SRRP.

Des signes cliniques (principalement de la dyspnée et un état piteux) ont été observés entre J13 et J20 chez la plupart des porcelets et ont été attribués à une circulation virale d'influenza H3N2 grâce à l'analyse de sérums pairés. Les signes cliniques étaient moins sévères chez les cochettes.

Les porcelets des deux groupes ont eu des taux de croissance similaires en pouponnière (J0 à J45) (GMQ = 487 g).

Pour les deux groupes, la plupart des paramètres sanguins ont varié dans le temps, mais les dynamiques ont différé entre les groupes. Les principales variations ont été observées pour l'immunité cellulaire et les globulines (voir tableau).

Paramètres sanguins (moyennes) pour les cochettes et les résidents

Paramètre	Groupe	crise H3N2		Pic de virémie au vSRRP	
		Avant (J13)	Après (J27)	Avant (J42)	Après (J55)
Globules blancs (10 ⁹ /L)	cochettes	16,5	26,6**	16,1	17,9
	résidents	20,3	27,6**	14,5	23,8**†
Neutrophiles segmentés (10 ⁹ /L)	cochettes	6,7	14,3**	7,1	8,0
	résidents	10,9†	11,8	5,9	9,3**
Lymphocytes (10 ⁹ /L)	cochettes	7,6	8,3	7,3	8,2
	résidents	7,7	12,6**†	7,1	11,5**
Monocytes (10 ⁹ /L)	cochettes	1,5	1,9	0,4	1,0*
	résidents	1,6	1,4	0,8†	1,5*†
Globulines (g/L)	cochettes	22,3	31,2**	29,2	33,8**
	résidents	21,4	26,7**†	22,2††	29,4**†
γ-globulines (g/L)	cochettes	3,5	5,5**	7,8	9,2*
	résidents	3,3	3,7†	4,5††	7,0**†

Comparaison entre Avant et Après : * $P < 0,05$ ** $P < 0,001$

Comparaison entre Cochettes et Résidents : † $P < 0,05$ †† $P < 0,001$

Discussion

Il y a eu très peu de circulation du vSRRP parmi les porcelets sélectionnés jusqu'à la fin de la période de pouponnière (J42); l'infection des cochettes s'est produite plus tard que prévu, même si elles avaient un contact nez à nez avec les porcelets infectés. Dans cette étude, les cochettes ont été cliniquement moins affectées par le virus de l'influenza que les résidents et elles ont montré des réponses immunitaires différentes (cellulaire et humorale). Puisque les cochettes étaient plus vieilles que les résidents lorsqu'elles ont été introduites en pouponnière, il est possible qu'elles aient eu un système immunitaire plus mature. De plus, puisque les cochettes avaient un meilleur statut sanitaire que celui des résidents, il est possible que leurs ressources immunitaires étaient plus facilement disponibles pour combattre des pathogènes.

1 INTRODUCTION

L'agent causal du syndrome reproducteur et respiratoire porcin (SRRP) est un virus (virus du SRRP). Ce virus constitué d'un simple brin positif d'ARN est classifié dans le genre *Arterivirus* de la famille des *Arteriviridae* (Chung *et al.*, 1997; Gonin *et al.*, 1999). Ce virus peut causer des problèmes reproducteurs sévères chez les truies caractérisés par des avortements tardifs, des mises bas prématurées, la naissance de porcelets faibles et de mort-nés, ainsi que des problèmes respiratoires et de la mortalité chez les porcelets sous la mère, en pouponnière et chez les porcs en engraissement (Chung *et al.*, 1997).

Pour des fins d'acclimatation, plusieurs producteurs de porcs du Québec introduisent des cochettes de « 5 kg » (7-12 kg) qui n'ont jamais été exposées au virus du syndrome reproducteur et respiratoire porcin (vSRRP) avec leurs porcelets dans une pouponnière où une circulation virale pour ce qui est du SRRP est habituellement présente. Étonnamment, les cochettes naïves performant souvent mieux que les porcelets résidents. En effet, après deux à trois semaines de pouponnière, les porcelets de la ferme commencent à montrer des signes cliniques ressemblant à du SRRP, alors que les cochettes de remplacement ne présentent pas, ou présentent très peu de signes de maladie lors de leur passage en pouponnière. Toutefois, des tests effectués en fin de pouponnière révèlent que ces cochettes séro-convertissent au SRRP aussi bien que les porcelets résidents.

L'objectif de cette étude était de mieux comprendre pourquoi les cochettes de « 5 kg » naïves au regard du vSRRP démontrent moins de signes de maladie liés au SRRP que les porcelets de la ferme, ces derniers étant pourtant protégés par l'immunité maternelle. Les différences entre les cochettes naïves et les résidents pourraient s'expliquer par une des deux hypothèses suivantes :

- 1) La dynamique de l'infection est possiblement différente chez les deux groupes :
Chung *et al.* (1997) rapportent une corrélation négative entre l'immunité maternelle contre le vSRRP et la quantité de ce virus trouvée dans le sérum lors de virémie. Ainsi, l'infection des cochettes se produirait en début de la période en pouponnière, alors que les porcelets résidents sont encore protégés par leur immunité maternelle et que la quantité de virus excrété dans la pouponnière est faible. Lorsque l'immunité maternelle des porcelets résidents diminue suffisamment, ces derniers deviendraient alors plus susceptibles d'être infectés par le vSRRP. À ce moment-là, les cochettes exposées au virus dès leur introduction seraient protégées par une immunité récemment acquise.
- 2) Les deux groupes ont possiblement une réponse immunitaire différente :
Les cochettes étant généralement introduites à un âge un peu plus avancé que celui des porcelets résidents et les deux groupes ayant un historique d'exposition aux pathogènes différent, l'hypothèse est que ces facteurs influenceront différemment les réponses cellulaires et humorales des deux groupes pour ce qui est de l'exposition au vSRRP.

2 OBJECTIF

Comparer la dynamique d'infection par le vSRRP et la réponse à l'infection des cochettes de « 5 kg » et des porcelets résidents par un suivi des signes cliniques, ainsi qu'un suivi hématologique, virémique, sérologique et immunologique (cellulaire et humoral).

3 MATÉRIEL ET MÉTHODES

3.1 Sélection de la ferme

Une pouponnière faisant partie d'une ferme contaminée par le vSRRP située dans la province de Québec (Canada) et dans laquelle les cochettes introduites au sevrage présentaient communément moins de signes cliniques que les porcelets résidents, a été sélectionnée pour cette étude. La ferme en question avait un statut sanitaire conventionnel, c'est-à-dire qu'elle était positive pour ce qui est du SRRP, de l'influenza H1N1, du *Mycoplasma hyopneumoniae* (*M. hyo*) et du circovirus porcin type 2 (PCV2). Les symptômes de dépérissement associés au circovirus porcin étaient bien contrôlés par une vaccination à l'entrée en pouponnière et un rappel environ 3 semaines plus tard (Intervet Circumvent[®], 1 ml/dose). La ferme était exempte du virus de la gastro-entérite transmissible et des sérotypes 1 et 5 d'*Actinobacillus pleuropneumoniae*. Aucun signe clinique de salmonellose n'était observé sur la ferme.

3.2 Configuration de la pouponnière

La pouponnière d'une capacité maximale de 440 porcelets comprenait sept chambres donnant sur un même corridor (figure 1). Chacune des chambres comptait deux rangées de six parcs (4 à 6 porcelets par parc) séparées par un corridor central. Les chambres étaient ventilées par un système à pression négative. Un ventilateur à un bout du corridor extrayait l'air de chaque chambre et des trappes sur le mur d'en face permettaient l'entrée d'air réchauffé dans le corridor commun. Les parcs étaient séparés par une division grillagée, de sorte que les porcs de parcs adjacents pouvaient avoir un contact nez à nez entre eux. Chacune des mangeoires (trémies sèches, deux places par côté) desservait deux parcs, de sorte que les parcs 1 et 2 avaient la même mangeoire, les parcs 3 et 4 en avaient une autre, et ainsi de suite. Chaque parc était desservi en eau par une suce. Les dimensions des parcs étaient de 1,53 m X 0,86 m. Les planchers de ces parcs étaient en treillis recouverts de plastique, à l'exception d'une zone de plancher plein de 0,61 m X 0,46 m. Une lampe infrarouge était placée au-dessus du plancher plein et pouvait être allumée selon les conditions environnementales et l'âge des porcelets.

Les animaux testés lors du projet étaient logés dans les parcs numéros 2 et 3 des chambres 5, 6 et 7, tel qu'illustré à la figure 1. Dans chaque chambre, il y avait des parcs de porcelets résidents « R » et des parcs de cochettes assainies « C ». Les parcs en couleur indiquent la localisation des parcs de porcelets suivis dans le cadre du projet (parc 2 (C) et parc 3 (R) des chambres 5, 6 et 7).

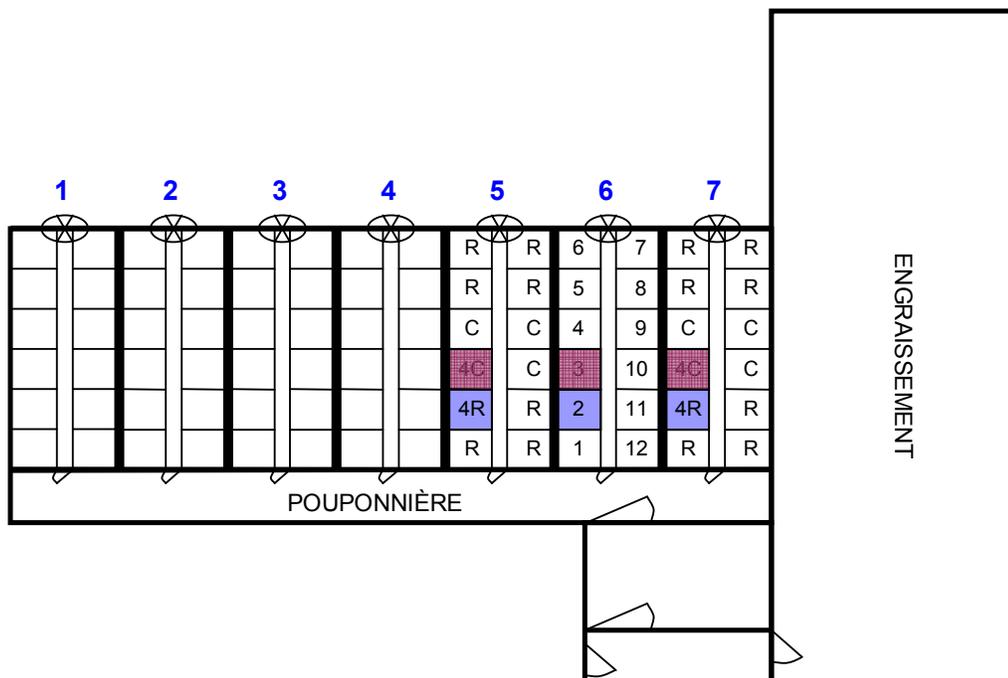


Figure 1 Configuration de la pouponnière

3.3 Sélection et identification des animaux

Le jour de l'introduction des cochettes (J0), les parcs 2 et 3 des chambres 5, 6 et 7 ont été sélectionnés pour l'étude parce qu'ils étaient adjacents, permettant ainsi d'avoir un parc de cochettes (n° 3) et un parc de résidents (n° 2), et que ces chambres étaient entièrement remplies à cette date. Étant donné que les parcs de cochettes comptaient quatre animaux par parc, il a été décidé de ne garder que quatre porcelets dans les parcs de résidents sélectionnés. Les porcelets surnuméraires dans les parcs n° 2 ont été retirés au hasard et relocalisés dans d'autres parcs de résidents de la même chambre, et ce, pour chaque chambre. Par conséquent, 24 porcelets, en apparence en santé, ont été testés : 8 par chambre, soit 4 cochettes et 4 résidents par chambre. Les porcelets résidents ayant ainsi été sélectionnés ne l'ont pas été en fonction de leur sexe. La distribution aléatoire de ces animaux a généré des parcs de résidents (parc n° 2 de chaque chambre) de trois mâles et une femelle chacun.

Les porcelets résidents sélectionnés ont été étiquetés à l'oreille droite de numéros uniques de 1 à 12 (n°s 1 à 4 pour la chambre 7, n°s 5 à 8 pour la chambre 5 et n°s 9 à 12 pour la chambre 6). Les cochettes ayant déjà une étiquette d'oreille de la ferme d'origine avec un numéro unique de quatre chiffres, ces numéros ont été notés et ont servi d'identifiant pour ces animaux.

3.4 Régie des porcelets

La gestion de la pouponnière s'est effectuée en tout plein, tout vide. Les porcelets résidents sont entrés dans les chambres le 4 juillet 2007 vers l'âge de 21 jours (18 à 24 jours). Les cochettes sont entrées dans les chambres 5, 6 et 7 le 6 juillet 2007 (J0 de l'étude) et étaient âgées de 28 à 44 jours (moyenne : 40 jours). D'autres cochettes âgées de 28 jours qui ne faisaient pas partie de cette étude sont entrées dans les chambres 1 à 4 le 13 juillet 2007. La pouponnière a été entièrement vidée (sortie des résidents et des cochettes) le 20 août 2007 (J45).

Tableau 1 Comparaison des principales caractéristiques des cochettes et des porcelets résidents

	Résidents	Cochettes
Nombre	12	12
Date d'entrée	4 juillet (J-2)	6 juillet (J0)
Âge (jours)	18 – 24	28 – 44
Poids (kg)	6 – 8,5	8 – 11
Génétique	Lignée commerciale (F1 X Duroc)	Lignée maternelle (F1)
Vaccination des mères	H1N1 et H3N2 ¹ , 2-3 sem. avant mise bas SRRP-Parvovirose-leptospirose-rouget ³ , 7 sem. avant mise bas	Parvovirose-leptospirose-rouget ² , au sevrage précédent
Vaccination des porcelets	<i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> ⁴ et PCV2 ⁵ à l'entrée en pouponnière (J0) et rappel à J25	

À leur arrivée en pouponnière, les cochettes ont été placées en groupes de quatre par parc dans les parcs centraux (3, 4, 9, 10) et les porcelets résidents ont été placés en groupes de cinq à six par parc dans les autres parcs. Le premier jour de l'étude (J0), un à deux porcelet(s) résident(s) a(ont) été retiré(s) au hasard des parcs 2 des chambres 5, 6 et 7, de manière à obtenir quatre porcelets par parc, soit le même nombre que les parcs de cochettes (0,33 m² par porcelet). Les porcelets retirés des parcs 2 ont été relocalisés dans d'autres parcs de résidents de la même chambre. L'objectif visé par une telle démarche était d'éliminer la densité comme facteur influençant la pression d'infection et le système immunitaire des porcelets.

¹ Suvaxyn® SIV, Wyeth

² Farrowsure® B, Pfizer

³ ReproCyc® SRRP-PLE, Boehringer Ingelheim

⁴ Myco Silencer® Once, Intervet, 1 ml

⁵ Circumvent®, Intervet, 1 ml

Au cours du projet, les porcelets ayant des problèmes respiratoires étaient traités par une injection de solution de Tulathromycin (Draxxin[®] solution injectable, Pfizer, 2,5 mg/kg) et les porcelets présentant une diarrhée par une injection d'une combinaison de triméthoprim-sulfa (Borgal[®], Shering-Plough, 16 mg/kg), selon les procédures habituelles de la ferme. À la suite de l'apparition de symptômes respiratoires généralisés dans la pouponnière, tous les porcelets ont été traités avec une combinaison de triméthoprim-sulfadoxine soluble (préparation magistrale) dans l'eau, à raison de 30 mg/kg/j, de J11 à J17, et avec du salicylate de sodium (préparation magistrale) dans l'eau, à raison de 35 mg/kg/j de J13 à J17.

Pour la seconde phase (phase d'engraissement), les porcelets ne faisant pas partie de l'étude ont été transférés en engraissement, alors que les porcelets résidents faisant partie de l'étude et les cochettes ont alors été groupés dans une même chambre d'un bâtiment d'engraissement de cochettes. Les porcelets des parcs 2 et 3 de la chambre 5 ont été regroupés dans le parc 1001, les porcelets des parcs 2 et 3 de la chambre 7 ont été regroupés dans le parc 1002, les porcelets des parcs 2 et 3 de la chambre 6 ont été placés dans le parc 1003.

3.5 Échantillonnage et collecte de données

Chez les porcelets sélectionnés, six collectes de sang ont été effectuées en pouponnière (J0, 6, 13, 20, 27, 42) et, trois, en engraissement (J48, 55, 95). Les deux premiers prélèvements sanguins ont été faits dans la veine cave, puis dans la veine jugulaire pour les prélèvements subséquents. Ces prélèvements ont été faits avec une aiguille 20 G, 1½ pouce, un tube Vacutainer sec et un tube EDTA de 10 ml pour chaque porc.

À chaque échantillonnage en pouponnière, les porcelets faisant partie du test ont été pesés et chacun des porcelets présents dans les chambres 5 à 7 a été observé et évalué en fonction de son apparence physique générale selon une cote de 1 à 3 (1 : normal, 2 : piteux, 3 : malade). L'apparition de signes cliniques tels que dyspnée et toux a été notée par groupe de porcs. Les mortalités durant l'étude ont été notées par l'employé de ferme.

3.6 Analyse des échantillons

À la suite du prélèvement sanguin effectué sur les porcelets, les tubes ont été identifiés par un numéro séquentiel et le numéro du porcelet prélevé et immédiatement apportés aux laboratoires de la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal (FMV) pour analyses.

La journée même, les caractéristiques hématologiques basales (érythrocytes (10E9 c./L); hémocrite (%); hémoglobine (g/L); volume globulaire moyen (VGM) (fL); concentration globulaire moyenne en hémoglobine (CGMH) (g/L); thrombocytes (10E9 c./L); leucocytes (10E9 c./L); neutrophiles segmentés (10E9 c./L); neutrophiles non segmentés (10E9 c./L); lymphocytes (10E9 c./L); monocytes (10E9 c./L); basophiles (10E9 c./L); éosinophiles (10E9 c./L); protéines totales plasmatiques (g/L)) ont été quantifiées par un auto-analyseur⁶ (Cell-Dyn, modèle 3500) à partir des tubes EDTA au laboratoire d'hématologie de la FMV.

Les tubes secs ont été centrifugés, puis les sérums séparés en trois parties (un tube pour le laboratoire de virologie, un tube pour le laboratoire de biochimie et un tube de réserve). Un PCR quantitatif en temps réel⁷ et une sérologie ELISA⁸ pour le SRRP ont été effectués par le laboratoire de virologie de la FMV.

⁶ Cell-Dyn^{MC}, modèle 3500

⁷ Trousse PRRSv US & Euro Real-time PCR, Tetracore

⁸ Trousse ELISA 2XR, Idexx Laboratories

Les caractéristiques biochimiques basales (protéines totales sériques (g/L); albumine (g/L)) ont été quantifiées par un auto-analyseur⁹. La concentration (g/L) du sérum en globulines (protéines totales moins albumines) et la concentration du plasma en fibrinogène (protéines totales plasmatiques moins protéines totales sériques) ont été calculées. Finalement, tel que décrit par Chorfi *et al.* (2004) une électrophorèse des protéines sériques¹⁰ a été effectuée sur la troisième partie de sérum, afin de déterminer les différentes fractions des protéines sériques : albumines, alpha-globulines, bêta-globulines et gamma-globulines (en g/L et en pourcentage de protéines totales sériques).

A posteriori, des analyses IHA¹¹ pairées ont été effectuées sur certains sérums de J6, J13, J27 et J42 pour la détection d'anticorps contre l'influenza H1N1 (souche 148) et H3N2 (souche 2005). Les sérums sélectionnés étaient ceux des animaux ayant présenté le plus de signes cliniques lors de l'épisode respiratoire, principalement des cochettes.

3.7 Analyse statistique

La normalité de la distribution de fréquence de chaque caractéristique estimée dans ce projet a été vérifiée. Pour les calculs des tendances centrales et des diverses corrélations, toutes les distributions asymétriques ont été normalisées par diverses transformations.

Chaque caractéristique mesurée sur les porcelets a été analysée par le modèle général suivant :

$$Y_{ijklmn} = R_j + J_k + (RJ)_{jk} + c_l + d_m + e_{ijklmn} \quad \text{Équation 1}$$

dans lequel :

R est l'effet fixe du groupe « j » (j = 1,2);

J est l'effet fixe du jour de prélèvement « k » (k = 1,2, ..., 9);

(RJ)_{jk} est l'effet fixe associé à l'interaction du groupe et du jour de prélèvement;

c est l'effet aléatoire de la chambre « l » (l = 1, 2, 3);

d est l'effet aléatoire du parc « m » (m = 1, 2) à l'intérieur de la chambre « l » et du groupe « j »;

e_{ijklmn} est l'effet résiduel sur la donnée du porc « n » (n=1, 2, 3, 4) dans le parc « m », dans la chambre « c » du groupe « j » au jour « k ».

Tous les tests statistiques ont été effectués avec la procédure « proc Mixed » de SAS 2002 avec la structure de variance optimale telle que déterminée par l'étude de différents critères (-2 Res log likelihood, AIC, AICC, BIC). L'approximation de Satterthwaite a été utilisée pour le calcul des degrés de liberté.

Ce modèle a permis de :

- 1) vérifier la présence d'un effet global associé aux jours de prélèvement et au groupe de porcelets (cochettes naïves vs porcelets résidents) et la présence d'une interaction significative « jour par groupe »;
- 2) comparer les moyennes des deux groupes de porcelets chaque jour de prélèvement;
- 3) effectuer, pour chacun des groupes, deux contrastes pour vérifier les changements temporels avant et après les deux pics de contamination virale (crise H3N2 (J13 vs J27) et pic de virémie au vSRRP (J42 vs J55)).

⁹ Synchron CX5 de Beckmann^{MC}

¹⁰ Titan Gel protein electrophoresis system

¹¹ H1N1 IHA et H3N2 IHA, FMV, U de Montréal

4 RÉSULTATS

4.1 Évolution des signes cliniques

4.1.1 Description générale

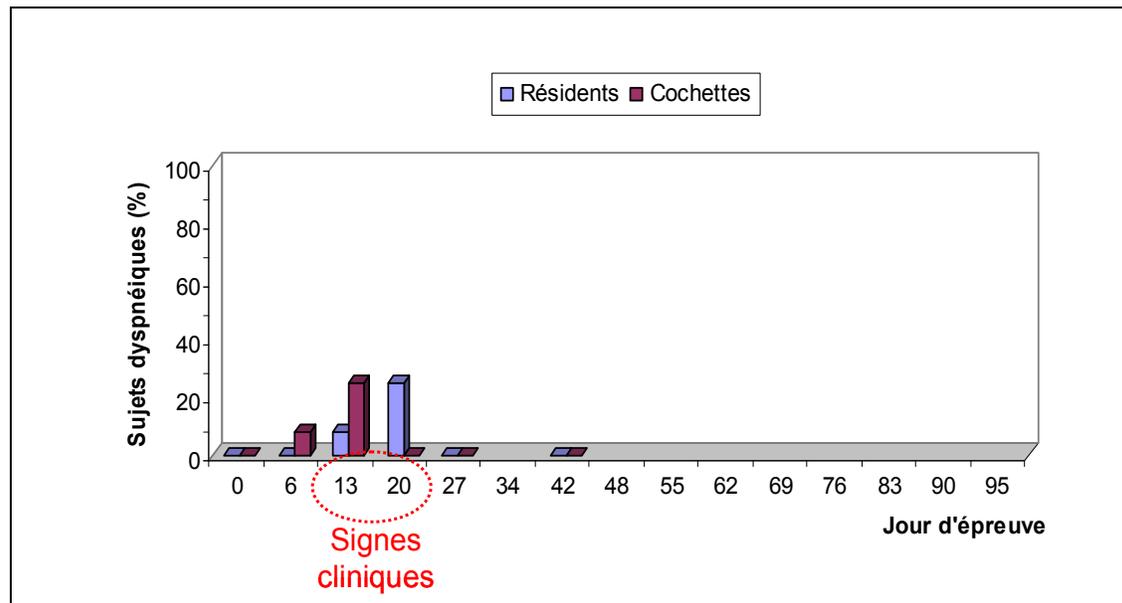
Au cours de la phase en pouponnière, seulement 6 porcelets résidents sont morts (sur 336 résidents et 95 cochettes introduits), mais aucune mortalité n'a eu lieu dans les chambres testées.

L'apparence générale des porcelets des chambres 5, 6 et 7 ainsi que l'expression de signes cliniques respiratoires ont été évaluées à chacune des journées de prélèvement en pouponnière.

4.1.2 Évolution des signes cliniques respiratoires

Lors de la phase « pouponnière » de l'épreuve, les animaux hébergés dans les chambres 5, 6 et 7 ont été évalués individuellement pour dyspnée à chacune des dates de prélèvement (graphique 1). Au cours de cette étude, la chambre 5 comptait 60 porcelets, soit 16 cochettes et 44 résidents, la chambre 6, 62 porcelets, soit 16 cochettes et 46 résidents et la chambre 7 comptait 58 porcelets, soit 18 cochettes et 40 résidents. Ces trois chambres comptaient au total 180 porcelets, soit 50 cochettes et 130 résidents. La présence de toux et d'éternuements dans les chambres a aussi été évaluée lors des prélèvements sanguins. Cependant, étant donné la nature de ces signes cliniques (sonore et souvent de courte durée), il n'était pas toujours possible d'identifier avec exactitude les animaux en cause. C'est pourquoi une évaluation sommaire par chambre a été effectuée pour la présence de toux et d'éternuements.

Graphique 1 Évolution de la proportion de sujets dyspnéiques dans chacun des groupes en fonction du jour d'épreuve



Tel qu'anticipé, la majorité des signes cliniques respiratoires sont apparus de 2 à 3 semaines à la suite de l'entrée en pouponnière (graphique 1).

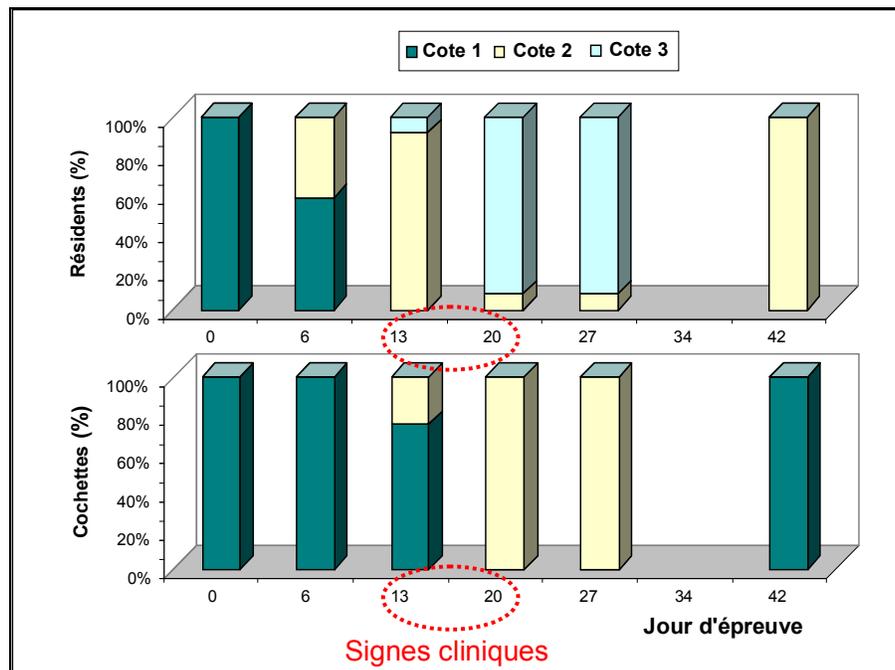
Les cochettes ont présenté de la dyspnée dès le jour 6, soit une semaine avant les porcelets résidents et l'évolution de la proportion de sujets affectés est la même entre les deux groupes, avec une semaine de décalage entre les groupes (graphique 1). La sérologie « influenza » a permis de constater la présence d'anticorps dès le jour 13 chez les cochettes testées.

Dans l'ensemble des chambres, il y a eu une augmentation d'incidence de toux et d'éternuements, surtout lors des jours 13 et 20 (un jour d'évaluation par semaine). Un lien peut être établi entre la période de toux et d'éternuements accrus dans les chambres et la période d'apparition de dyspnée chez les porcelets résidents. Les porcelets résidents possédaient une immunité maternelle les protégeant de l'influenza puisque leurs mères étaient vaccinées contre l'influenza avant la mise bas. Il est possible que cette protection passive ait pu retarder le développement de la maladie. Aucun écoulement nasal abondant n'a été observé au cours de cette étude.

4.1.3 Évolution de l'apparence générale des sujets et de leurs performances zootechniques

La dégradation de l'apparence générale s'est produite principalement lors de l'apparition de signes cliniques respiratoires (graphique 2). L'apparence générale des porcelets résidents s'est dégradée plus rapidement et plus sévèrement que celle des cochettes et ces dernières ont mieux récupéré physiquement que les porcelets résidents. Malgré la dégradation plus importante de l'apparence physique des porcelets résidents et les différences de sexe et de poids initiaux entre les deux groupes, ces groupes ont eu des taux de croissance similaires en pouponnière (GMQ = 487 g). Tout au long de l'étude, les cochettes ont maintenu un poids moyen plus élevé que les résidents.

Graphique 2 Évolution de l'apparence générale des sujets dans chacun des groupes en fonction du jour d'épreuve



Note : une cote 1 équivaut à une très belle apparence générale, alors qu'une cote 3 équivaut à la pire.

4.2 Évolution virémique et sérologique

4.2.1 Description générale

Dans cette étude, certains porcelets résidents (2 sujets sur 12 testés) étaient virémiques pour ce qui est du SRRP dès leur arrivée en pouponnière (J0). En pouponnière, les sujets ont été infectés par le virus de l'influenza H3N2 et ont présenté des signes respiratoires entre J13 et J20 (crise H3N2). L'infection par le vSRRP d'une forte proportion des sujets (pic de virémie au vSRRP) s'est faite tardivement et sans signes cliniques, soit entre J42 et J48. Les sujets ont été transférés en engraissement au J45 de l'étude.

Cette étude portant sur l'acclimatation des cochettes de « 5 kg » en regard du vSRRP, des analyses statistiques ont été effectuées sur les résultats virémiques et sérologiques obtenus. Les résultats sont présentés dans le tableau 2 et dans les graphiques 3 et 4.

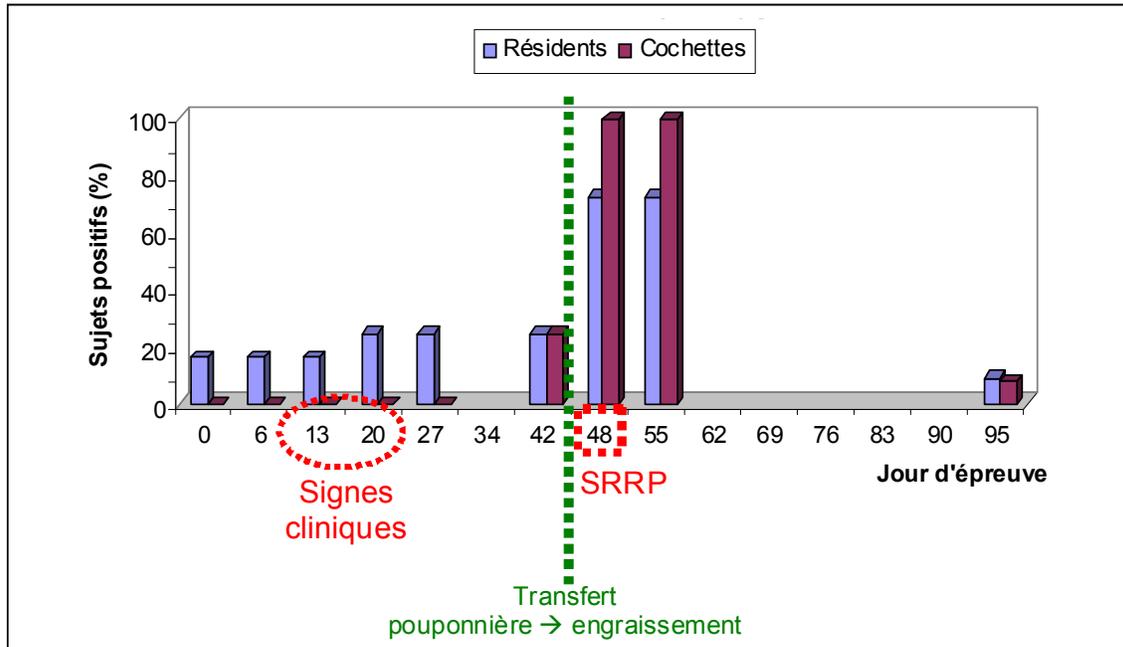
Tableau 2 Variation temporelle du statut sérologique (ELISA-IDEXX-2XR) et virémique (qPCR) en regard du vSRRP

Paramètre	Transf ^f	Effets généraux			Origine	Moyennes et Erreurs-standards											
		Origine	Jour	J x O ¹		J0		J13		J27		J42		J55		J95	
		p ³	p ⁴	p ⁵		M ⁶	E-S ⁷	M	E-S								
ELISA IDEXX 2XR SRRP (Rapport S/P)	rangs	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Cochettes	0,03	0,09	0,01	0,09	0,00	0,09	0,00	0,09	0,78	0,09	1,42	0,09
					Résidents	0,87	0,18	0,75	0,18	0,36	0,18	0,41	0,18	1,02	0,18	1,32	0,19
					Prob ⁸	0,000	nd	0,000	nd	0,000	nd	0,000	nd	0,433	nd	0,554	nd
qPCR SRRP (DICT 50/mL)	racine carrée	0,6608	0,0007	0,2712	Cochettes	0,00	0,07	0,00	0,33	0,00	0,12	0,15	0,99	14,13	0,80	0,00	0,03
					Résidents	0,02	0,07	0,44	0,33	0,08	0,12	2,19	0,99	1,96	0,84	0,00	0,03
					Prob	0,178	nd	0,171	nd	0,102	nd	0,440	nd	0,055	nd	0,811	nd

Note : un animal est considéré séropositif quand le rapport S/P est $\geq 0,40$ et virémique quand le DICT 50/ml $> 0,00$.

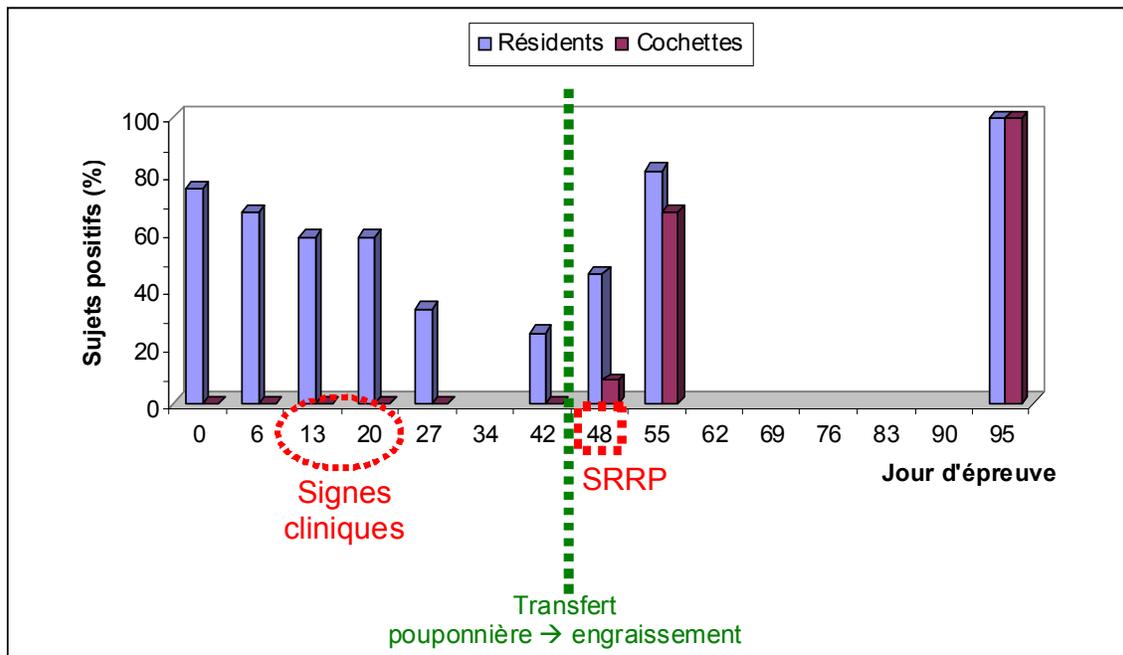
1. Interaction jour d'épreuve par origine
2. Transformation utilisée pour faire l'analyse de variances
3. Probabilité que l'effet de l'origine soit significatif
4. Probabilité que l'effet du jour d'épreuve soit significatif
5. Probabilité que l'effet de l'interaction « jour d'épreuve par origine » soit significatif
6. Moyenne. Si une transformation est utilisée, la moyenne présentée est détransformée, sauf pour la transformation de rangs, et dans ce cas, la moyenne d'une analyse sur les données non transformées est rapportée.
7. Erreur-standard. Si une transformation est utilisée, l'erreur présentée n'est PAS détransformée. Dans le cas d'une transformation de rangs, l'erreur présentée provient d'une analyse sur les données non transformées.
8. Contrastes entre les moyennes des deux groupes de sujets (cochettes et résidents) pour un même jour d'épreuve

Graphique 3 Évolution de la proportion de sujets virémiques pour ce qui est du vSRRP (qPCR) dans chacun des groupes en fonction du jour d'épreuve



Note : un animal est considéré virémique quand le DICT 50/ml > 0,00.

Graphique 4 Évolution de la proportion de sujets séropositifs pour ce qui est du vSRRP (ELISA-IDEXX-2XR) dans chacun des groupes en fonction du jour d'épreuve



Note : un animal est considéré séropositif quand le rapport S/P est $\geq 0,40$.

L'infection par le vSRRP de la majorité des sujets (pic de virémie au vSRRP) s'est effectuée entre le dernier prélèvement en pouponnière (J42) et le premier prélèvement en engraissement (J48), bien que la contamination ait commencé dans les deux semaines avant le transfert (graphique 3). Cette observation permet de penser que la dispersion du vSRRP a probablement eu lieu lors du transfert des porcelets de la pouponnière vers l'engraissement (J45). Lors de la première prise de sang en engraissement (J48), l'équipe de prélèvement n'a remarqué aucun signe clinique laissant suspecter une contamination par le vSRRP. À la suite de l'obtention des résultats de laboratoire, l'employé de ferme chargé des soins quotidiens des animaux en engraissement a été questionné, mais n'a pas observé de signes cliniques respiratoires ni de dégradation de l'apparence générale lors de cette période de croissance. Un séquençage d'une portion du vSRRP, soit le cadre de lecture ouvert 5 (ORF 5 – « open reading frame »), a été effectué au laboratoire de biologie moléculaire de la FMV de l'Université de Montréal¹². La souche virale identifiée dans cette étude avait une forte homologie (99,1 %) avec la souche dite MLV du vaccin utilisé chez les truies de l'élevage (ReproCyc[®] SRRP-PLE, Boehringer Ingelheim).

Chez les deux groupes, il y a eu une augmentation importante des titres sérologiques entre la semaine avant le transfert en engraissement et deux semaines après le transfert.

Seulement quelques porcelets résidents étaient positifs au PCR pour le vSRRP lors des premières semaines de pouponnière et les deux groupes se sont contaminés sensiblement en même temps, entre J42 et J48 (graphique 3).

Tous les sujets testés (cochettes et résidents) ont présenté une virémie en regard du vSRRP au cours de cette étude et la dynamique d'infection a été similaire entre les deux groupes. Cependant, la contamination s'est produite beaucoup plus tardivement que prévu. Dans cette étude, il n'y a pas eu de relation entre l'apparition des signes cliniques respiratoires et la virémie des sujets.

Tel que prévu, à leur arrivée en pouponnière, la plupart des porcelets résidents issus d'un troupeau positif pour ce qui est du vSRRP avaient une immunité maternelle (titre ELISA > 0,00) contre le vSRRP et les cochettes issues d'un troupeau naïf pour ce qui est du vSRRP, se sont avérées négatives en sérologie (graphique 4). L'immunité maternelle des porcelets résidents a diminué graduellement et significativement (tableau 2) au cours de la période de post-sevrage pour atteindre un minimum vers 5 à 6 semaines de pouponnière (à l'âge de 8 à 9 semaines). Conséquemment, il y a des différences statistiques significatives entre les titres sérologiques des cochettes et ceux des porcelets résidents pour les 6 premières semaines de pouponnière (tableau 2).

Tel qu'attendu, une séroconversion a été constatée dans le troupeau au cours des deux semaines suivant la virémie (tableau 2 et graphiques 3 et 4).

¹² Qiagen viral RNA extraction, Qiagen One-step RT-PCR, puis séquençage développé à la FMV

4.2.2 Crise sanitaire associée à la contamination par l'influenza H3N2

L'apparition de signes cliniques compatibles avec la circulation du vSRRP (J6 à J20) sans l'apparition de virémie et de séroconversion pour le SRRP a remis en question le diagnostic clinique.

Certains échantillons sanguins (J6, J13, J27 et J42) de cochettes ayant montré les signes cliniques les plus marqués ont été testés *a posteriori* par IHA (sérums pairés) pour la présence d'anticorps en regard de l'influenza H1N1 et H3N2. Des cochettes ont principalement été choisies afin d'éviter l'interférence avec les anticorps maternels chez les porcelets résidents lors de l'interprétation des résultats. Ce test a révélé la présence de hauts titres d'anticorps contre l'influenza H3N2 à la suite de l'épisode clinique (augmentation des titres). Les signes cliniques observés en pouponnière auraient donc été causés par la contamination des porcs par le virus influenza H3N2 (crise H3N2), bien qu'aucun écoulement nasal n'ait été observé.

4.3 Évolution des caractéristiques hématologiques

Dans le cadre de l'étude, plusieurs caractéristiques hématologiques ont été analysées. Les paramètres hématologiques ont évolué de façon similaire entre les deux groupes. Des contrastes entre les moyennes avant et après la crise H3N2 et aussi entre les moyennes avant et après le pic de virémie au vSRRP ont été réalisés pour évaluer l'effet de ces passages viraux sur les paramètres hématologiques. Les résultats sont présentés dans le tableau 3.

Tableau 3 Variation temporelle des paramètres hématologiques

Paramètre	Transf ²	Effets généraux			Origine	Moyennes et Erreurs-standards										Contrastes	
		Origine	Jour	J x O ¹		J0		J13		J27		J42		J55		J13 vs J27	J42 vs J55
						M ⁶	E-S ⁷	M	E-S	M	E-S	M	E-S	M	E-S		
Globules rouges (10 ⁹ /L)	---	0,0283	<0,0001	<0,0001	Cochettes	6,0	0,1	5,9	0,1	7,0	0,1	6,5	0,1	6,4	0,1	0,000	0,524
					Résidents	6,2	0,1	6,2	0,1	6,8	0,1	6,9	0,1	7,3	0,2	0,000	0,010
					Prob ¹⁰	0,192	nd	0,136	nd	0,269	nd	0,090	nd	0,000	nd	nd	nd
Hématocrite (%)	---	0,4332	<0,0001	<0,0001	Cochettes	32	1	32	1	39	1	36	1	36	1	0,000	0,466
					Résidents	33	1	31	1	34	1	36	1	38	1	0,001	0,029
					Prob	0,321	nd	0,310	nd	0,000	nd	0,839	nd	0,022	nd	nd	nd
Hémoglobine (g/L)	---	0,6888	<0,0001	<0,0001	Cochettes	99,7	3,2	99,6	2,4	120,7	2,1	114,7	2,5	110,8	2,7	0,000	0,169
					Résidents	104,7	3,2	97,1	2,4	106,0	2,1	115,3	2,5	117,7	2,7	0,001	0,411
					Prob	0,282	nd	0,466	nd	0,000	nd	0,849	nd	0,087	nd	nd	nd
VGM (fL)	carré	0,0087	<0,0001	0,0001	Cochettes	54	140	55	108	56	106	56	89	55	87	0,068	0,142
					Résidents	54	140	50	108	51	106	53	89	53	87	0,125	0,588
					Prob	0,714	nd	0,003	nd	0,002	nd	0,013	nd	0,031	nd	nd	nd
CGMH (g/L)	carré	0,306	<0,0001	0,0557	Cochettes	310	1662	310	1644	309	1542	316	972	311	1020	0,689	0,002
					Résidents	314	1662	315	1644	308	1542	319	972	310	1043	0,012	0,000
					Prob	0,316	nd	0,147	nd	0,803	nd	0,115	nd	0,467	nd	nd	nd

1. Interaction jour d'épreuve par origine
2. Transformation utilisée pour faire l'analyse de variances
3. Probabilité que l'effet de l'origine soit significatif
4. Probabilité que l'effet du jour d'épreuve soit significatif
5. Probabilité que l'effet de l'interaction « jour d'épreuve par origine » soit significatif
6. Moyenne. Si une transformation est utilisée, la moyenne présentée est détransformée
7. Erreur-standard. Si une transformation est utilisée, l'erreur présentée n'est PAS détransformée
8. Contrastes pour comparer les moyennes entre le début de la crise d'influenza H3N2 et deux semaines plus tard
9. Contrastes pour comparer les moyennes entre le début de la contamination par le vSRRP et deux semaines plus tard
10. Contrastes entre les moyennes des deux groupes de sujets (cochettes et résidents) pour un même jour d'épreuve

Le tableau 3 montre que l'hématocrite ainsi que la concentration sanguine en globules rouges et en hémoglobine ont augmenté chez les porcelets des deux groupes entre l'entrée et la sortie de pouponnière (J0 et J55). À partir du jour 13, les cochettes avaient un volume globulaire moyen (VGM) plus grand que les porcelets résidents. L'évolution du VGM et celle de la CGMH ont plutôt été erratiques, parfois augmentant, parfois diminuant, mais similaires entre les cochettes et les porcelets résidents. Des études supplémentaires sur le sujet seraient nécessaires pour expliquer ces différences.

4.4 Évolution des caractéristiques de l'immunité cellulaire

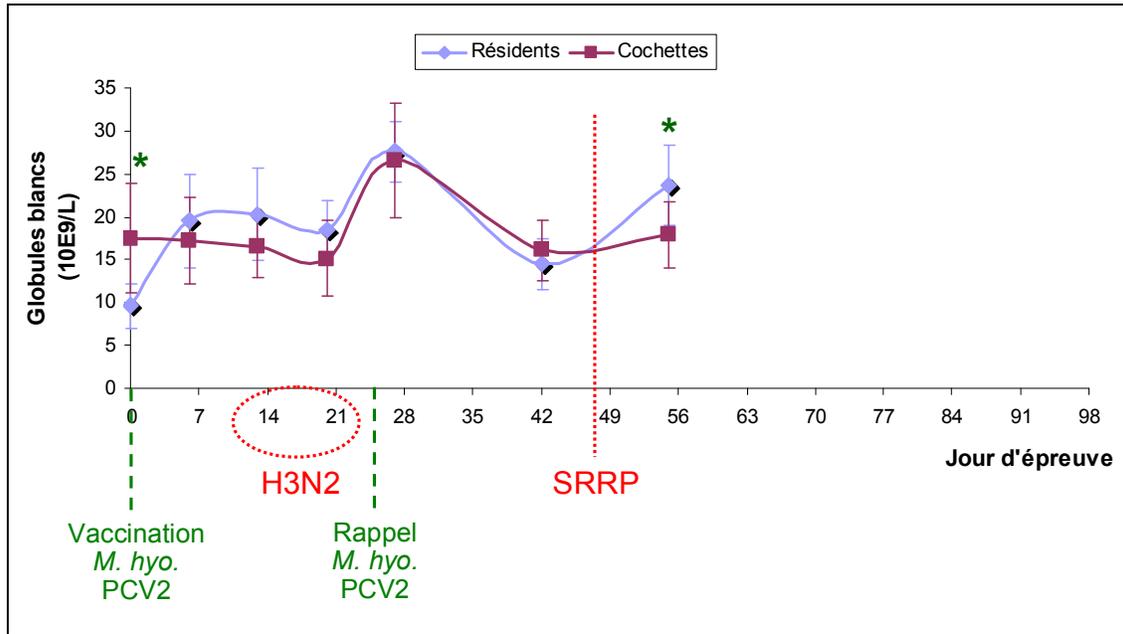
Dans le cadre de l'étude, plusieurs caractéristiques de l'immunité cellulaire ont été analysées. Les principaux changements observés sont liés aux globules blancs, aux neutrophiles segmentés, aux lymphocytes, aux monocytes et aux éosinophiles. Des contrastes entre les moyennes avant et après la crise H3N2 et aussi entre les moyennes avant et après le pic de virémie au vSRRP ont été réalisés pour évaluer l'effet de ces passages viraux sur les paramètres de l'immunité cellulaire. Les résultats sont présentés dans le tableau 4 et dans les graphiques 5 à 9.

Tableau 4 Variation temporelle des paramètres de l'immunité cellulaire

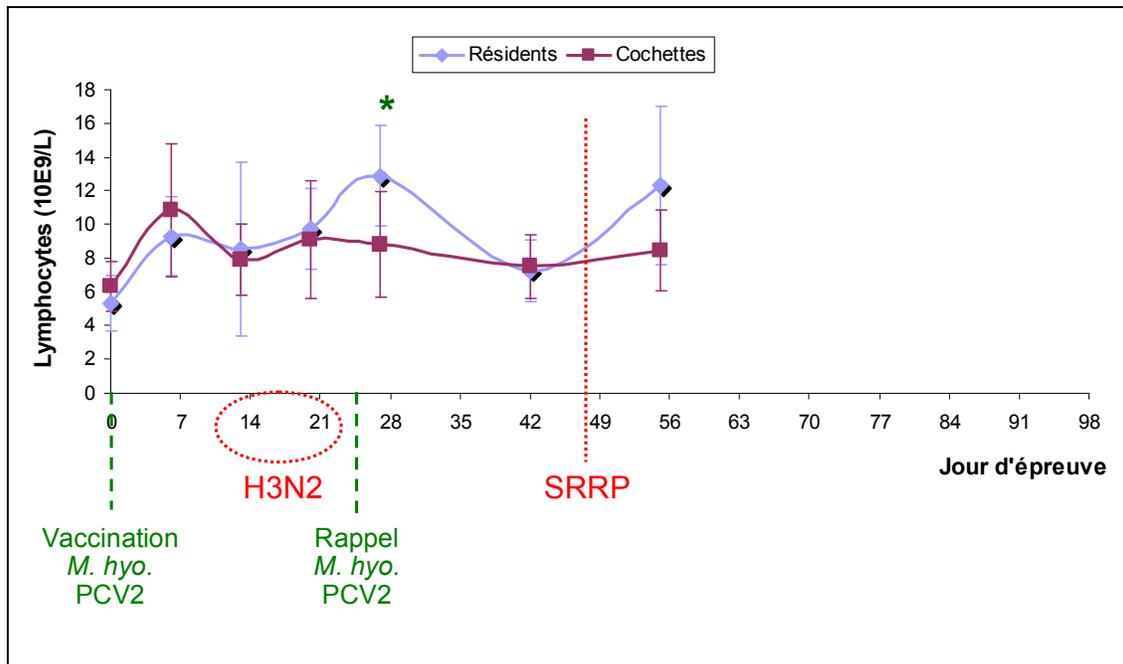
Paramètre	Transf ²	Effets généraux			Origine	Moyennes et Erreurs-standards										Contrastes	
		Origine	Jour	J x O ¹		J0		J13		J27		J42		J55		J13 vs J27	J42 vs J55
						M ⁶	E-S ⁷	M	E-S	M	E-S	M	E-S	M	E-S	P ⁸	P ⁹
Globules blancs (10 ⁹ /L)	---	0,5923	<0,0001	<0,0001	Cochettes	17,5	2,0	16,5	1,8	26,6	2,0	16,1	1,5	17,9	1,6	0,000	0,118
					Résidents	9,7	2,0	20,3	1,8	27,6	2,0	14,5	1,5	23,8	1,6	0,000	0,000
					Prob ¹⁰	0,012	nd	0,134	nd	0,704	nd	0,417	nd	0,032	nd	nd	nd
Neutrophiles segmentés (10 ⁹ /L)	racine carrée	0,6188	<0,0001	<0,0001	Cochettes	9,3	0,2	6,7	0,2	14,3	0,2	7,1	0,2	8,0	0,1	0,000	0,299
					Résidents	3,8	0,2	10,9	0,2	11,8	0,2	5,9	0,2	9,3	0,1	0,496	0,001
					Prob	0,001	nd	0,006	nd	0,140	nd	0,288	nd	0,145	nd	nd	nd
Neutrophiles non-segm. (10 ⁹ /L)	rangs	0,5515	0,0246	0,287	Cochettes	0,1	0,1	0,0	0,1	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,075	0,101
					Résidents	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,607	0,379
					Prob	0,507	nd	0,614	nd	0,430	nd	0,152	nd	0,284	nd	nd	nd
Lymphocytes (10 ⁹ /L)	log	0,5386	<0,0001	0,0017	Cochettes	6,2	0,1	7,6	0,2	8,3	0,1	7,3	0,1	8,2	0,1	0,540	0,247
					Résidents	5,1	0,1	7,7	0,2	12,6	0,1	7,1	0,1	11,5	0,1	0,001	0,000
					Prob	0,247	nd	0,968	nd	0,027	nd	0,783	nd	0,056	nd	nd	nd
Monocytes (10 ⁹ /L)	racine carrée	0,5253	<0,0001	0,0001	Cochettes	1,0	0,1	1,5	0,1	1,9	0,1	0,4	0,1	1,0	0,1	0,348	0,002
					Résidents	0,1	0,1	1,6	0,1	1,4	0,1	0,8	0,1	1,5	0,1	0,675	0,010
					Prob	0,000	nd	0,861	nd	0,217	nd	0,019	nd	0,041	nd	nd	nd
Basophiles (10 ⁹ /L)	rangs	0,0017	<0,0001	0,0391	Cochettes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,216	0,367
					Résidents	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,798	0,064
					Prob	0,150	nd	0,210	nd	0,936	nd	0,010	nd	0,057	nd	nd	nd
Eosinophiles (10 ⁹ /L)	racine carrée	0,1147	<0,0001	0,0017	Cochettes	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,001	0,722
					Résidents	0,1	0,0	0,1	0,1	0,7	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,000	0,186
					Prob	0,000	nd	0,182	nd	0,258	nd	0,871	nd	0,432	nd	nd	nd
Thrombocytes (10 ⁹ /L)	---	0,1122	<0,0001	0,1231	Cochettes	485,5	48,2	496,7	54,5	443,4	39,7	445,4	37,6	377,6	35,9	0,254	0,028
					Résidents	476,6	48,2	691,1	58,7	492,2	39,7	468,7	36,8	415,9	36,6	0,001	0,085
					Prob	0,881	nd	0,017	nd	0,283	nd	0,566	nd	0,325	nd	nd	nd

1. Interaction jour d'épreuve par origine
2. Transformation utilisée pour faire l'analyse de variances
3. Probabilité que l'effet de l'origine soit significatif
4. Probabilité que l'effet du jour d'épreuve soit significatif
5. Probabilité que l'effet de l'interaction « jour d'épreuve par origine » soit significatif
6. Moyenne. Si une transformation est utilisée, la moyenne présentée est détransformée, sauf pour la transformation de rangs, auquel cas la moyenne d'une analyse sur les données non transformées est rapportée
7. Erreur-standard. Si une transformation est utilisée, l'erreur présentée n'est PAS détransformée. Dans le cas d'une transformation de rangs, l'erreur présentée provient d'une analyse sur les données non transformées.
8. Contrastes pour comparer les moyennes entre le début de la crise d'influenza H3N2 et deux semaines plus tard
9. Contrastes pour comparer les moyennes entre le début de la contamination par le vSRRP et deux semaines plus tard
10. Contrastes entre les moyennes des deux groupes de sujets (cochettes et résidents) pour un même jour d'épreuve

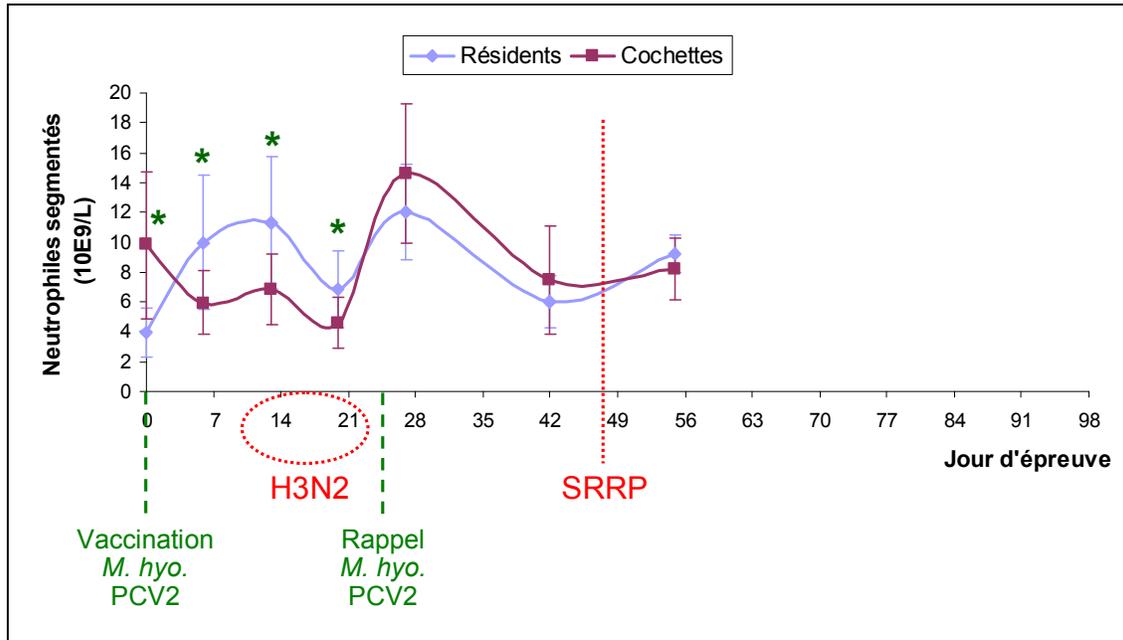
Graphique 5 Évolution de la concentration sanguine de globules blancs dans chacun des groupes en fonction du jour d'épreuve



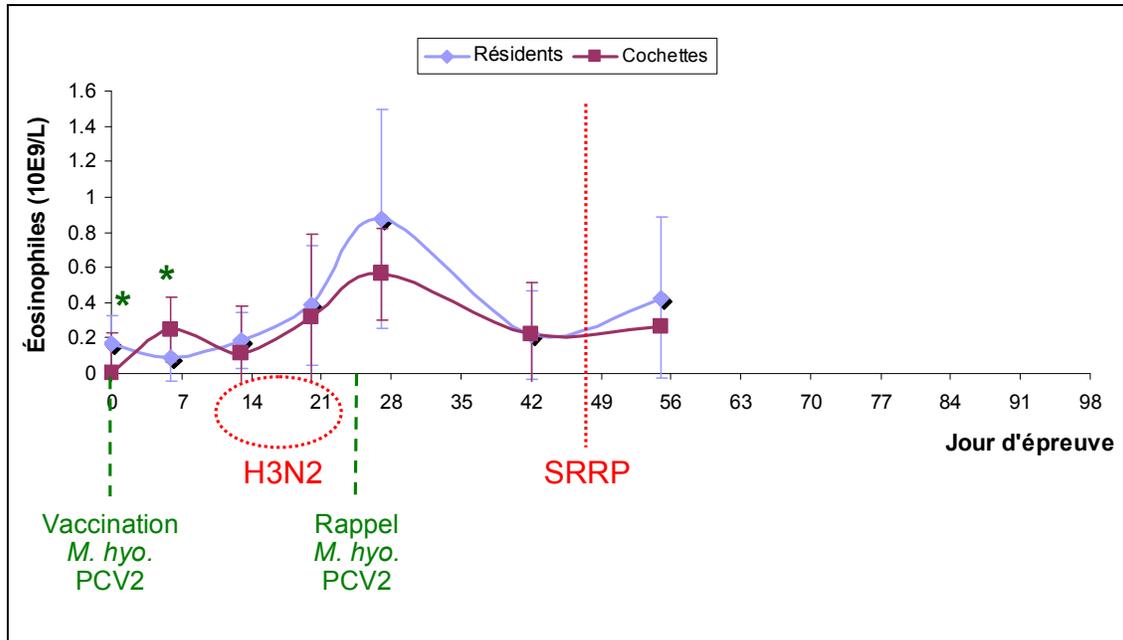
Graphique 6 Évolution de la concentration sanguine de lymphocytes dans chacun des groupes en fonction du jour d'épreuve



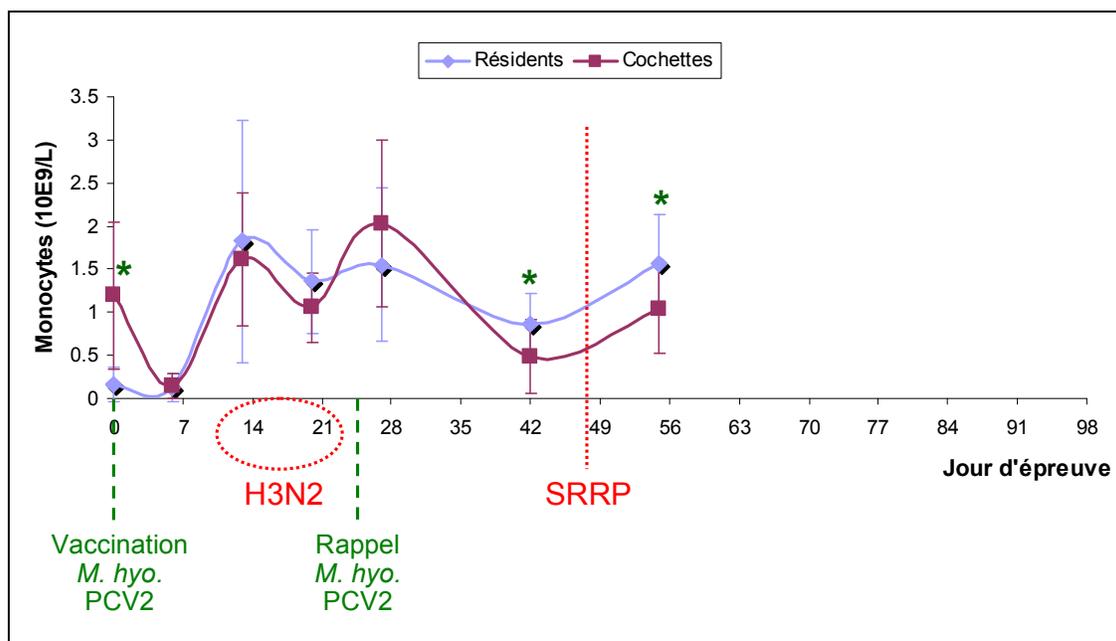
Graphique 7 Évolution de la concentration sanguine de neutrophiles segmentés dans chacun des groupes en fonction du jour d'épreuve



Graphique 8 Évolution de la concentration sanguine d'éosinophiles dans chacun des groupes en fonction du jour d'épreuve



Graphique 9 Évolution de la concentration sanguine de monocytes dans chacun des groupes en fonction du jour d'épreuve



Le tableau 4 et le graphique 5 montrent que la quantité de globules blancs a varié durant la période d'étude. Il y a eu une augmentation des globules blancs chez les résidents seulement à la suite de la première vaccination (graphique 5). Il y a eu une augmentation importante de la quantité de globules blancs chez les deux groupes de porcelets à la suite de la première crise sanitaire (crise H3N2) et du rappel vaccinal (J27 vs J13). Les globules blancs ont augmenté significativement à la suite du pic de virémie au vSRRP seulement chez les résidents. Les globules blancs sont les cellules immunitaires sanguines et il est normal de constater une augmentation à la suite d'une infection ou d'une vaccination. Les augmentations des globules blancs observées à la suite des deux infections s'expliquent principalement par l'augmentation des lymphocytes et des neutrophiles segmentés, qui sont deux principales classes de globules blancs.

Les lymphocytes sont principalement responsables de la régulation générale de la réponse immunitaire et de la fabrication des anticorps (Grand dictionnaire terminologique, 2010). Dans cette étude, la réponse lymphocytaire a été différente entre les deux groupes de porcelets. En effet, à la suite des deux contaminations, il n'y a eu d'augmentation des lymphocytes que chez les résidents (graphique 6). Ces augmentations étaient significatives (tableau 4). S'il est présumé que les porcelets résidents, plus jeunes que les cochettes d'environ 20 jours, ont une moins grande maturité immunitaire (voire cellulaire), ils auraient donc besoin de plus de lymphocytes pour réguler l'ensemble de la réponse immunitaire (production de signaux chimiques) et produire des anticorps. Cette théorie pourrait expliquer la différence observée entre les réponses lymphocytaires des cochettes et des résidents.

Les neutrophiles jouent un rôle important dans la phagocytose des corps étrangers. Le degré de segmentation du noyau d'un neutrophile indique son niveau de maturité (Dolisi, 2009; Grand dictionnaire terminologique, 2010). Bien que les réponses neutrophiliques des deux groupes aient eu des tendances similaires (graphique 7), les neutrophiles segmentés n'ont augmenté significativement que chez les cochettes à la suite de la crise H3N2 alors que l'augmentation n'a été significative que chez les résidents à la suite du pic de virémie au vSRRP (tableau 4). Avant la crise H3N2, les porcelets résidents avaient significativement plus de neutrophiles segmentés dans leur sang, ce qui peut expliquer que les neutrophiles segmentés n'ont augmenté significativement que chez les cochettes lors de la crise H3N2 (graphique 7). À la suite de cette crise, les cochettes ont maintenu un niveau de neutrophiles segmentés plus élevé que les résidents (graphique 7) et ce niveau supérieur de neutrophiles segmentés, bien que non significatif, peut probablement expliquer pourquoi l'augmentation des neutrophiles segmentés n'a été significative que chez les résidents à la contamination sanitaire subséquente (pic de virémie au vSRRP).

Les deux groupes ont eu des réponses éosinophiliques et monocytaires aux tendances similaires (tableau 4 et graphiques 8 et 9). Les éosinophiles interviennent principalement dans la défense contre les parasites, alors que les monocytes sont des précurseurs des macrophages (appelés ainsi lorsqu'ils migrent du système sanguin vers les tissus) et défendent le corps principalement par phagocytose des corps étrangers (Grand dictionnaire terminologique, 2010). Les éosinophiles ont augmenté significativement chez les deux groupes à la suite de la crise H3N2 (tableau 4 et graphique 8) alors que les monocytes ont augmenté significativement chez les deux groupes à la suite du pic de virémie au vSRRP (tableau 4 et graphique 9). Les monocytes ont aussi augmenté chez les deux groupes à la suite des vaccinations (graphique 9).

4.5 Évolution des caractéristiques sérologiques dont l'immunité humorale

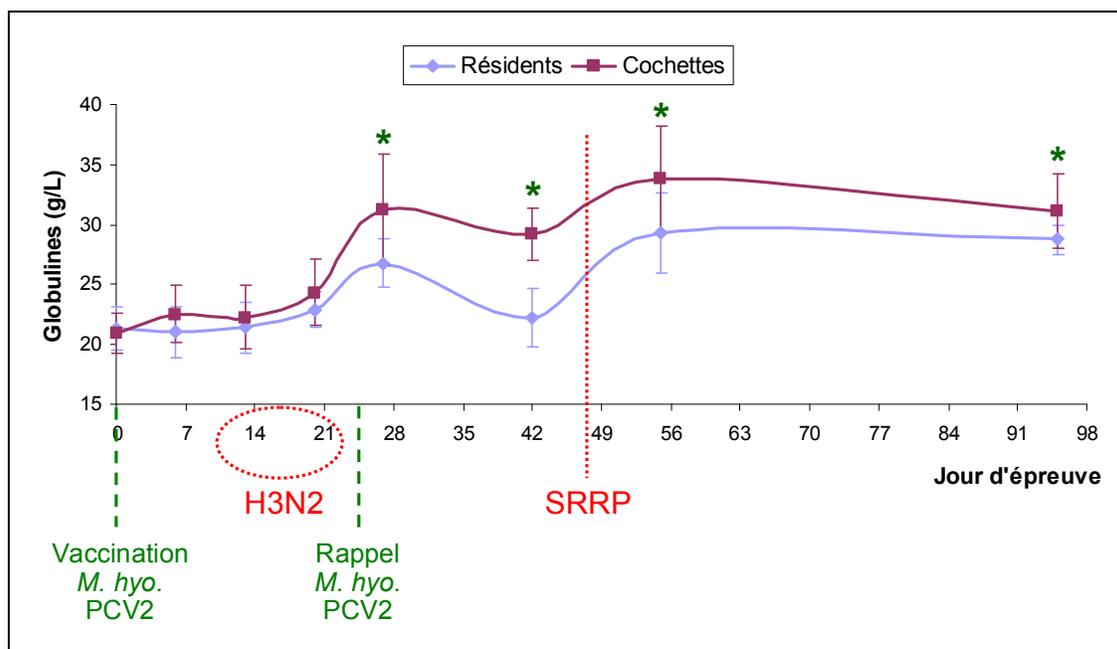
Dans le cadre de l'étude, plusieurs caractéristiques de l'immunité humorale ont été analysées. Les principaux changements ont été observés pour les protéines totales, les globulines (totales), les gammaglobulines et les alpha-globulines. Des contrastes entre les moyennes avant et après la crise H3N2 et aussi entre les moyennes avant et après le pic de virémie au vSRRP ont été réalisés pour évaluer l'effet de ces passages viraux sur les paramètres de l'immunité humorale. Les résultats sont présentés dans le tableau 5 et dans les graphiques 10 à 13.

Tableau 5 Variation temporelle des paramètres protéiniques et de l'immunité humorale

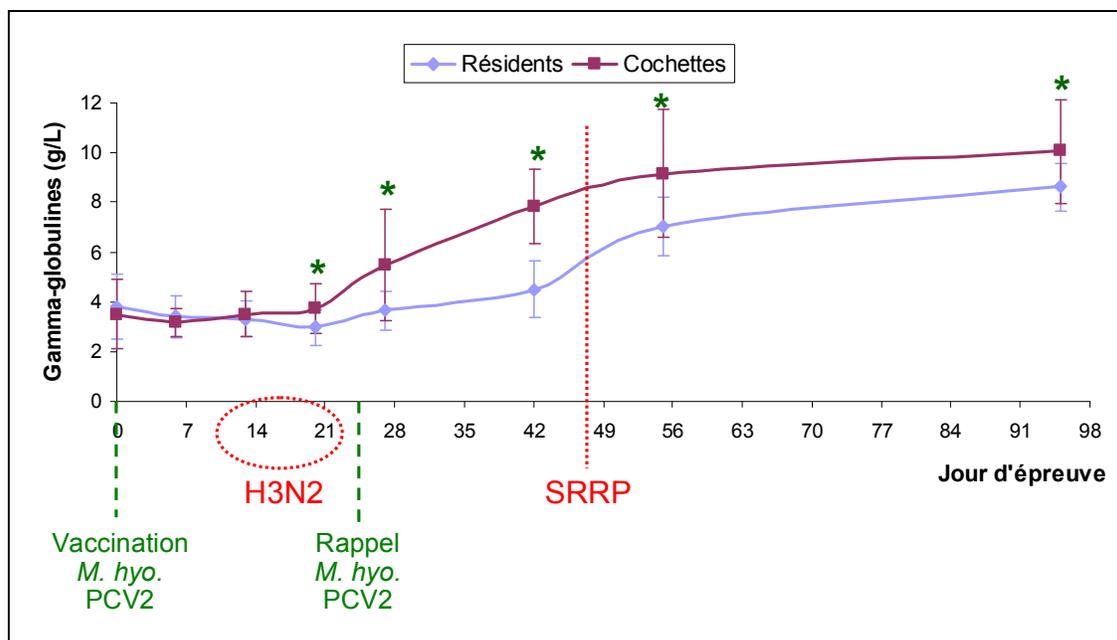
Paramètre	Transf ²	Effets généraux			Origine	Moyennes et Erreurs-standards												Contrastes			
		Origine	Jour	J x O ¹		J0		J13		J27		J42		J55		J95		J13 vs J27	J42 vs J55		
		P ³	P ⁴	P ⁵		M ⁶	E-S ⁷	M	E-S	M	E-S	P ⁸	P ⁹								
Protéines sanguines (g/L)	---	0,1271	<0,0001	<0,0001	Cochettes	51,2	1,2	52,9	0,8	63,3	0,9	62,3	0,5	64,8	0,8	nd	nd	0,000	0,003		
					Résidents	56,2	1,2	51,2	0,8	58,4	0,9	60,9	0,5	60,6	0,8	nd	nd	nd	nd	0,000	0,663
					Prob ¹⁰	0,010	nd	0,157	nd	0,001	nd	0,048	nd	0,001	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Fibrinogène (g/L)	racine carrée	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Cochettes	0,1	0,1	2,0	0,1	5,2	0,1	1,5	0,1	2,3	0,1	nd	nd	0,000	0,007		
					Résidents	2,7	0,1	2,4	0,1	4,8	0,1	1,6	0,1	2,0	0,1	nd	nd	nd	nd	0,000	0,165
					Prob	0,000	nd	0,210	nd	0,464	nd	0,680	nd	0,293	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Protéines sériques (g/L)	---	0,1264	<0,0001	0,0013	Cochettes	41,2	1,4	42,5	1,1	60,9	1,7	55,9	1,0	68,0	1,9	66,2	1,0	0,000	0,000		
					Résidents	45,1	1,4	41,4	1,1	53,4	1,7	50,6	1,0	64,9	2,0	63,3	1,1	0,000	0,000		
					Prob	0,046	nd	0,423	nd	0,005	nd	0,005	nd	0,270	nd	0,072	nd	nd	nd		
Albumines (g/L)	---	0,6792	<0,0001	0,0025	Cochettes	20,3	1,2	20,3	0,9	29,6	1,1	26,7	0,9	34,2	1,3	35,2	0,8	0,000	0,000		
					Résidents	23,8	1,2	20,0	0,9	26,9	1,2	28,3	0,9	35,4	1,3	34,6	0,9	0,000	0,000		
					Prob	0,053	nd	0,822	nd	0,108	nd	0,221	nd	0,489	nd	0,671	nd	nd	nd		
Globulines (g/L)	---	0,0002	<0,0001	<0,0001	Cochettes	20,9	0,8	22,3	0,9	31,2	1,1	29,2	0,8	33,8	1,2	31,1	0,9	0,000	0,000		
					Résidents	21,3	0,8	21,4	0,9	26,7	1,2	22,2	0,8	29,4	1,3	28,6	1,0	0,000	0,000		
					Prob	0,559	nd	0,377	nd	0,004	nd	0,000	nd	0,011	nd	0,024	nd	nd	nd		
α-globulines (g/L)	log	0,0016	<0,0001	<0,0001	Cochettes	10,5	0,0	11,2	0,0	18,5	0,0	12,7	0,0	16,5	0,0	13,1	0,0	0,000	0,000		
					Résidents	11,1	0,0	11,3	0,0	15,8	0,0	9,2	0,0	14,8	0,0	12,2	0,0	0,000	0,000		
					Prob	0,254	nd	0,952	nd	0,004	nd	0,000	nd	0,046	nd	0,200	nd	nd	nd		
β-globulines (g/L)	log	0,6916	<0,0001	0,2363	Cochettes	6,6	0,1	7,3	0,1	7,0	0,1	8,5	0,1	8,0	0,1	7,8	0,1	0,379	0,260		
					Résidents	6,2	0,1	6,5	0,1	7,1	0,1	8,3	0,1	7,4	0,1	7,6	0,1	0,142	0,032		
					Prob	0,384	nd	0,139	nd	0,766	nd	0,792	nd	0,288	nd	0,730	nd	nd	nd		
γ-globulines (g/L)	---	0,0008	<0,0001	0,0002	Cochettes	3,5	0,4	3,5	0,3	5,5	0,5	7,8	0,4	9,2	0,6	10,0	0,5	0,000	0,006		
					Résidents	3,8	0,4	3,3	0,3	3,7	0,5	4,5	0,4	7,0	0,6	8,5	0,5	0,428	0,000		
					Prob	0,605	nd	0,578	nd	0,018	nd	0,000	nd	0,013	nd	0,038	nd	nd	nd		
Albumines (%)	---	0,1775	<0,0001	0,0002	Cochettes	48,7	1,4	47,6	1,4	48,8	1,4	47,7	1,4	50,3	1,4	53,1	1,4	0,344	0,036		
					Résidents	52,7	1,4	48,3	1,4	49,8	1,4	56,0	1,4	54,9	1,4	54,2	1,4	0,229	0,380		
					Prob	0,086	nd	0,734	nd	0,620	nd	0,005	nd	0,057	nd	0,596	nd	nd	nd		
Globulines (%)	---	0,1664	<0,0001	0,0004	Cochettes	51,3	1,4	52,4	1,4	51,2	1,4	52,3	1,4	49,7	1,4	46,9	1,4	0,348	0,036		
					Résidents	47,3	1,4	51,7	1,4	49,9	1,4	44,0	1,4	45,1	1,4	45,2	1,5	0,155	0,382		
					Prob	0,084	nd	0,742	nd	0,523	nd	0,005	nd	0,056	nd	0,440	nd	nd	nd		
α-globulines (%)	---	0,0532	<0,0001	0,0025	Cochettes	26,0	1,3	26,7	1,1	30,8	1,2	22,9	0,9	24,4	0,5	19,9	0,6	0,005	0,079		
					Résidents	24,9	1,3	27,7	1,1	29,9	1,2	18,5	0,9	22,9	0,5	19,9	0,6	0,122	0,000		
					Prob	0,565	nd	0,539	nd	0,593	nd	0,001	nd	0,037	nd	0,946	nd	nd	nd		
β-globulines (%)	---	0,7646	<0,0001	0,0006	Cochettes	16,6	1,0	17,4	0,8	11,6	0,5	15,5	0,7	11,8	0,4	11,9	0,5	0,000	0,000		
					Résidents	13,9	1,0	16,0	0,8	13,4	0,5	16,6	0,7	11,4	0,4	12,6	0,5	0,001	0,000		
					Prob	0,076	nd	0,233	nd	0,011	nd	0,246	nd	0,492	nd	0,295	nd	nd	nd		
γ-globulines (%)	---	0,0093	<0,0001	0,0005	Cochettes	8,7	0,9	8,3	0,5	8,8	0,6	14,0	0,7	13,4	0,7	15,1	0,7	0,396	0,268		
					Résidents	8,4	0,9	8,0	0,5	6,9	0,6	8,9	0,7	10,8	0,7	13,4	0,7	0,071	0,001		
					Prob	0,834	nd	0,718	nd	0,036	nd	0,000	nd	0,019	nd	0,087	nd	nd	nd		

1. Interaction jour d'épreuve par origine
2. Transformation utilisée pour faire l'analyse de variances
3. Probabilité que l'effet de l'origine soit significatif
4. Probabilité que l'effet du jour d'épreuve soit significatif
5. Probabilité que l'effet de l'interaction « jour d'épreuve par origine » soit significatif
6. Moyenne
7. Erreur-standard
8. Contrastes pour comparer les moyennes entre le début de la crise d'influenza H3N2 et deux semaines plus tard
9. Contrastes pour comparer les moyennes entre le début de la contamination par le vSRRP et deux semaines plus tard
10. Contrastes entre les moyennes des deux groupes de sujets (cochettes et résidents) pour un même jour d'épreuve

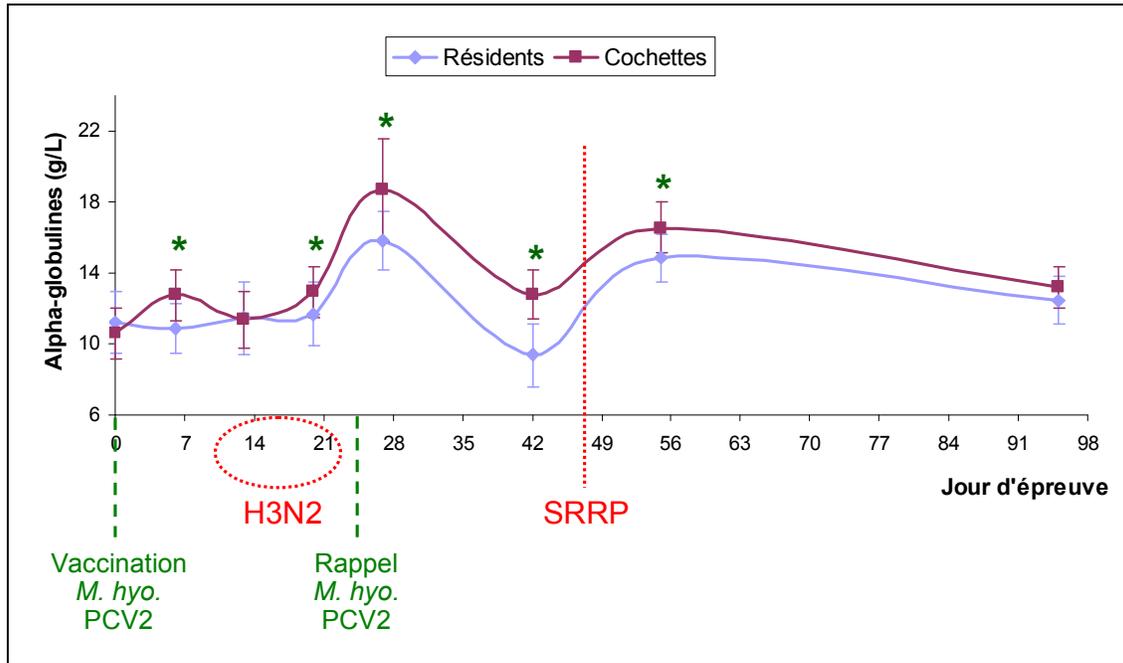
Graphique 10 Évolution de la concentration sérique des globulines dans chacun des groupes en fonction du jour d'épreuve



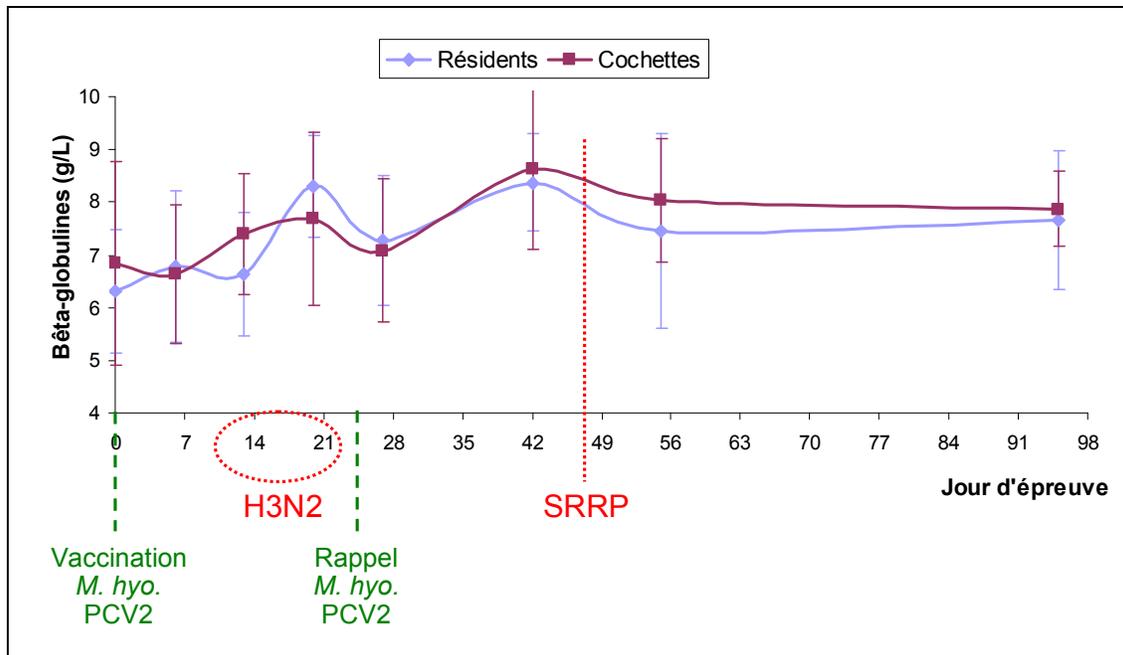
Graphique 11 Évolution de la concentration sérique des gammaglobulines dans chacun des groupes en fonction du jour d'épreuve



Graphique 12 Évolution de la concentration sérique des alpha-globulines dans chacun des groupes en fonction du jour d'épreuve



Graphique 13 Évolution de la concentration sérique des bêta-globulines dans chacun des groupes en fonction du jour d'épreuve



Pour les deux groupes, les paramètres sérologiques ont varié significativement au cours de l'étude. Il y a eu un effet de groupe (différence significative globale) seulement sur les paramètres inflammatoires suivants : fibrinogène, concentration sérique en globulines, en alpha-globulines et en gammaglobulines (tableau 5). Pour les deux groupes, les protéines sanguines ont augmenté au cours de l'étude. Le fibrinogène a augmenté significativement à la suite des deux pics viraux chez les cochettes, mais seulement à la suite de la crise H3N2 chez les porcelets résidents (tableau 5). Généralement, une telle augmentation du fibrinogène est appelée « formule de stress » et est interprétée comme étant un indicateur d'un processus inflammatoire. Chez les deux groupes, il y a eu une tendance évolutive des protéines sériques similaire à celle du fibrinogène, avec des changements significatifs aux deux pics viraux pour les deux groupes de sujets (tableau 5).

En ce qui concerne les albumines, les globulines et les sous-catégories de globulines (alpha, bêta et gammaglobulines), bien qu'il y ait eu certains changements significatifs dans leurs proportions relatives, les principaux changements observés concernent leurs concentrations sériques. En effet, les albumines et les globulines ont augmenté au cours de l'étude chez les deux groupes de sujets, principalement à la suite de la crise H3N2 et au pic de virémie au vSRRP. Toutefois, alors qu'il n'y a pas eu de différence significative entre les groupes pour leurs concentrations en albumines (tableau 5), il y a eu des différences significatives entre les groupes pour leurs concentrations en globulines entre la crise H3N2 et la fin de l'étude, les cochettes ayant développé plus de globulines que les résidents (tableau 5 et graphique 10).

Les alpha- et les bêta-globulines sont principalement composées de protéines inflammatoires et d'autres protéines (Dolisi, 2009). Chez les deux groupes, les alpha-globulines ont augmenté en pics à la suite de la crise H3N2 et au pic de virémie au vSRRP, mais de façon plus importante chez les cochettes (tableau 5 et graphique 12). Les alpha-globulines ont aussi augmenté à la suite de leur arrivée et de la primo-vaccination (graphique 12). Il n'y a pratiquement pas eu de changement significatif du côté des bêta-globulines, ni de différence entre les deux groupes pour ce paramètre, bien qu'elles aient eu tendance à augmenter légèrement (tableau 5 et graphique 13). Constatation intéressante, chez les deux groupes de sujets, le développement des bêta-globulines, bien que non significatif, a été plus précoce comparativement aux alpha-globulines en regard de la crise H3N2 et du pic de virémie au vSRRP (graphiques 12 et 13).

Le groupe des gammaglobulines est constitué des immunoglobulines ou anticorps et d'autres protéines (Dolisi, 2009). Les gammaglobulines ont augmenté graduellement au cours de l'épreuve chez les deux groupes, mais seulement après la crise H3N2. Toutefois, lors de la crise H3N2, l'augmentation n'a été significative que pour les cochettes. Globalement, les cochettes ont développé plus de gammaglobulines que les résidents (tableau 5 et graphique 11). Ces différences peuvent être expliquées par la présence préalable d'immunité maternelle chez les porcelets résidents (vaccination des mères contre l'influenza) et l'absence d'une telle immunité maternelle chez les cochettes, de même que par une différence de maturité du système immunitaire entre les deux groupes.

5 DISCUSSION

La dynamique d'infection par le virus du SRRP et par celui de l'influenza porcine (H3N2) a été similaire chez les deux groupes de porcelets, mais les moments de contamination ont été différents. En début de pouponnière, les cochettes ont présenté des signes liés à l'influenza H3N2 environ une semaine avant les résidents. L'infection par le vSRRP s'est produite simultanément chez les deux groupes, dans la période entourant le transfert des sujets de la pouponnière vers l'engraissement. Dans les deux situations, le rôle de l'immunité maternelle semble avoir joué un rôle important. Dans le cas de l'épisode d'influenza H3N2, l'immunité maternelle des résidents a probablement retardé l'apparition de signes cliniques d'une semaine chez ces derniers. Dans le cas du vSRRP, l'immunité maternelle des porcelets résidents semble avoir contribué à ralentir la propagation du virus au sein des chambres de pouponnières, de façon à retarder l'infection des cochettes même si celles-ci n'avaient pas d'immunité spécifique en ce qui a trait au vSRRP. En effet, la propagation n'a eu lieu qu'une fois l'immunité maternelle des porcelets résidents très basse.

Au cours de cette étude, les réponses immunitaires des cochettes de « 5 kg » ont été différentes de celles des porcelets résidents, qu'il s'agisse des réponses cellulaires ou humorales.

Bien que les deux groupes aient eu une évolution similaire du nombre total de globules blancs, les types de cellules impliqués dans les réponses immunitaires résultant de la crise H3N2, du pic de virémie au vSRRP et des vaccinations ont différé d'un groupe à l'autre.

Tel qu'attendu, les deux groupes ont développé des anticorps et des protéines inflammatoires à la suite des différents stress subits (augmentation des gammaglobulines et des alpha-globulines). Cependant, les cochettes ont développé significativement plus d'anticorps et de protéines inflammatoires que les porcelets résidents, et ce, malgré un nombre inférieur de lymphocytes au niveau sanguin.

Les différences de génétique, d'âge, de poids et d'historique entre les cochettes et les porcelets résidents rendent difficile l'interprétation des différences observées, mais représentent la réalité à laquelle font souvent face les producteurs et les vétérinaires.

Afin d'expliquer les différences observées, deux théories peuvent être émises.

D'abord, il est possible que la réponse immunitaire plus importante chez les cochettes de « 5 kg » puisse s'expliquer par leur plus grande maturité physiologique. En effet, ces cochettes avaient environ 20 jours de plus que les porcelets résidents. Cette différence d'âge pourrait être suffisante pour permettre une maturation significative du système immunitaire des sujets observés, c'est-à-dire une défense immunitaire plus efficace. Par exemple, le développement d'un plus grand nombre de protéines inflammatoires et d'anticorps à la suite d'un stress avec un nombre inférieur de lymphocytes (maturité cellulaire plus grande).

Il est aussi possible que la réponse immunitaire moins importante chez les porcelets résidents puisse s'expliquer par leur exposition préalable à divers pathogènes, ce qui aurait rendu leurs ressources immunitaires moins disponibles. En effet, il peut être présumé que l'environnement dans lequel sont nés et ont évolué les porcelets résidents issus d'un élevage au statut sanitaire conventionnel était fort probablement plus contaminé que celui des cochettes assainies avant d'entrer en pouponnière. Dans de telles circonstances, lors de l'apparition d'un nouveau pathogène, puisqu'une partie du système immunitaire des porcelets résidents était déjà détournée pour combattre d'autres agents pathogènes, il serait logique de s'attendre à ce que les porcelets résidents aient disposé de moins de ressources immunitaires que les cochettes.

6 CONCLUSION

Au cours de la période passée en pouponnière et en engraissement, les cochettes de « 5 kg » ont non seulement maintenu une meilleure apparence générale, mais leurs réponses immunitaires se sont avérées différentes de celles des porcelets résidents.

Le projet a permis de décrire la propagation de deux virus, soit celle du virus influenza H3N2 en début de pouponnière et celle du vSRRP en fin de pouponnière et début d'engraissement. La dynamique de la propagation des infections a été similaire chez les deux groupes de porcelets.

Des études supplémentaires sont nécessaires afin d'investiguer les causes d'une telle différence en ce qui a trait à la réponse immunitaire et à l'état de santé résultant de contaminations par des pathogènes.

7 RÉFÉRENCES

- Chorfi, Y., Lanevski-Pietersma, A., Girard, V. et A. Tremblay. 2004. Evaluation of variation in serum globulin concentrations in dairy cattle. *Veterinary Clinical Pathology*, 33(3) : 122-127
- Chung, W.B., Lin, M.W., Chang, W.F., Hsu, M. et P.C. Yang. 1997. Persistence of porcine reproductive and respiratory syndrome virus in intensive farrow-to-finish pig herds. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 61(4) : 292-298.
- Dolisi, G. 2009. Bio-top. Terminologie médicale. [En ligne]. <http://georges.dolisi.free.fr/index.htm>. Consulté le 25 mars 2009.
- Gonin, P., Pirzadeh, B., Gagnon, C.A. et S. Dea. 1999. Seroneutralization of porcine reproductive and respiratory syndrome virus correlates with antibody response to the GP5 major envelope glycoprotein. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 11(1) : 20-26.
- Office québécois de la langue française. 2010. Grand dictionnaire terminologique. [En ligne]. www.granddictionnaire.com. Consulté le 22 avril 2010.
- SAS Institute Inc. 2002. SAS (Version 9.1.3), [Logiciel]. Cary, NC: SAS Institute Inc.