




OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible

This is an author's version published in: <http://oatao.univ-toulouse.fr/> 25824

**To cite this version:**

Roche, Etienne . *Etude exploratoire des facteurs de variation de la réponse immunitaire observée en post-sevrage suite à la vaccination contre le PCV 2*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse – ENVT, 2019, 68 p.

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: [tech-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr](mailto:tech-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr)

# ETUDE EXPLORATOIRE DES FACTEURS DE VARIATION DE LA REPONSE IMMUNITAIRE OBSERVEE EN POST-SEVRAGE SUITE A LA VACCINATION CONTRE LE PCV 2

---

THESE  
pour obtenir le grade de  
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement  
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

*par*

**Etienne ROCHE**

Né, le 12 avril 1994 à Montreuil (93)

---

**Directeur de thèse : Mme Agnès WARET-SZKUTA**

---

**JURY**

PRESIDENT :  
**Mr Eric OSWALD**

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :  
**Mme Agnès WARET-SZKUTA**  
**Mme Séverine BOULLIER**

Maitre de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE  
Maitre de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE







# ETUDE EXPLORATOIRE DES FACTEURS DE VARIATION DE LA REPONSE IMMUNITAIRE OBSERVEE EN POST-SEVRAGE SUITE A LA VACCINATION CONTRE LE PCV 2

---

THESE  
pour obtenir le grade de  
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement  
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

*par*

**Etienne ROCHE**

Né, le 12 avril 1994 à Montreuil (93)

---

**Directeur de thèse : Mme Agnès WARET-SZKUTA**

---

**JURY**

PRESIDENT :  
**Mr Eric OSWALD**

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :  
**Mme Agnès WARET-SZKUTA**  
**Mme Séverine BOULLIER**

Maitre de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE  
Maitre de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE



**Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation  
ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE**

**Directeur** : Professeur Pierre SANS

**PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE**

- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Physiologie et Thérapeutique*
- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la Reproduction*
- Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
- M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **SHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

**PROFESSEURS 1° CLASSE**

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des aliments*
- M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des aliments d'Origine animale*
- Mme **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie Vétérinaire*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootechne*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Aviculture et pathologie aviaire*
- Mme **HAGEN-PICARD, Nicole**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Biologie Médicale Animale et Comparée*

**PROFESSEURS 2° CLASSE**

- Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- Mme **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique, animaux d'élevage*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
- M. **RABOISSON Didier**, *Productions animales (ruminants)*

**PROFESSEURS CERTIFIÉS DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE**

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
- M. **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

**MAÎTRES DE CONFÉRENCES HORS CLASSE**

- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*



- Mme **CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*  
 M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*  
 M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*  
 M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*  
 M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*  
 Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*  
 Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*  
 M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie*

#### **MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)**

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*  
 Mme **BENNIS-BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*  
 Mme **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*  
 Mme **BOUHSIRA Emilie**, *Parasitologie, maladies parasitaires*  
 M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*  
 M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*  
 Mme **DANIELS Hélène**, *Microbiologie-Pathologie infectieuse*  
 Mme **DAVID Laure**, *Hygiène et Industrie des aliments*  
 Mme **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*  
 M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophtalmologie vétérinaire et comparée*  
 Mme **FERRAN Aude**, *Physiologie*  
 Mme **JOURDAN Géraldine**, *Anesthésie - Analgésie*  
 Mme **LALLEMAND Elodie**, *Chirurgie des Equidés*  
 Mme **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*  
 M. **LE LOC'H Guillaume**, *Médecine zoologique et santé de la faune sauvage*  
 M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*  
 Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*  
 Mme **MILA Hanna**, *Elevage des carnivores domestiques*  
 M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction (en disponibilité)*  
 Mme **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*  
 Mme **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*  
 M. **VERGNE Timothée**, *Santé publique vétérinaire – Maladies animales règlementées*  
 Mme **WASET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

#### **ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT CONTRACTUELS**

- M. **DIDIMO IMAZAKI Pedro**, *Hygiène et Industrie des aliments*  
 M. **LEYNAUD Vincent**, *Médecine interne*  
 Mme **ROBIN Marie-Claire**, *Ophtalmologie*  
 Mme **ROMANOS Lola**, *Pathologie des ruminants*  
 M. **TOUITOU Florian**, *Alimentation animale*

#### **ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS**

- Mme **BLONDEL Margaux**, *Chirurgie des animaux de compagnie*  
 M. **CARTIAUX Benjamin**, *Anatomie-Imagerie médicale*  
 M. **COMBARROS-GARCIA Daniel**, *Dermatologie vétérinaire*  
 M. **GAIDE Nicolas**, *Histologie, Anatomie Pathologique*  
 M. **JOUSSERAND Nicolas**, *Médecine interne des animaux de compagnie*  
 M. **LESUEUR Jérémy**, *Gestion de la santé des ruminants – Médecine collective de précision*

**A Monsieur le Professeur Éric OSWALD**

De l'Université Paul Sabatier de Toulouse

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse,

Qu'il trouve ici l'expression de mes hommages respectueux.

**A Madame le Docteur Agnès WARET-SZKUTA**

Maitre de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Pour m'avoir fait l'honneur de m'encadrer,

Pour son soutien et sa disponibilité,

Qu'elle trouve ici l'expression de mes sincères remerciements.

**A Madame le Docteur Séverine BOULLIER**

Maitre de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Pour m'avoir faire l'honneur d'accepter de juger ce travail,

Qu'elle trouve ici l'expression de mes sincères remerciements.

**A Monsieur le Docteur Guilhem POUDEVIGNE**

Docteur vétérinaire en médecine porcine

Pour m'avoir fait l'honneur de me proposer ce travail,

Pour son aide et sa confiance,

Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde amitié.



## Table des matières :

INTRODUCTION.....	7
I. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	9
1) La réponse immunitaire humorale du porc et les variations de cette réponse immunitaire.....	9
a) La réponse immunitaire humorale du porc.....	9
b) Les variations de la réponse immunitaire du porc.....	10
2) Le circovirus porcin de type 2.....	14
II. MATÉRIEL ET MÉTHODE.....	17
1) Choix de l'élevage.....	17
2) Présentation de l'élevage.....	18
3) Protocole d'observation des mises-bas, des porcelets et de la réponse immunitaire ....	19
III. RESULTATS.....	33
1) Sérologies des porcelets sentinelles au cours du post-sevrage.....	33
2) Description des variables.....	34
a) Poids de naissance et sexes.....	34
b) Immaturité.....	35
c) Adoption.....	35
d) Délai début de mise-bas et naissance du porcelet.....	36
e) Prise colostrale.....	36
f) Rapport du poids du porcelet avec le poids moyen de la portée à 1 semaine de vie.	37
g) Gain de poids moyen en maternité.....	38
h) Hémoglobinémie à 5 jours de post-sevrage.....	38
i) Gain de poids lors des 5 premiers jours de post-sevrage.....	39
j) Elisa PCV2 à 5 jours de post-sevrage.....	39
k) Gain de poids moyen en post-sevrage entre 21 et 69 jours de vie.....	40
l) Evolution de la quantité d'anticorps anti-PCV2 en post-sevrage.....	40
3) Effets croisés entre variables explicatives.....	41
a) Le poids de naissance.....	41
b) Immaturité.....	41
c) Sexe.....	42
d) Adoption.....	43
e) Délai entre le début de la mise-bas et la naissance des porcelets.....	43
f) Prise colostrale.....	44

g) Rapport du poids du porcelet avec le poids moyen de la portée à 1 semaine de vie.	45
h) Gain de poids moyen en maternité .....	45
i) Gain de poids lors des 5 premiers jours de post-sevrage.....	46
j) Hémoglobinémié à 5 jours de post-sevrage.....	46
4) Effets des variables explicatives sur la variable réponse .....	48
a) Immaturité .....	48
b) Gain de poids moyen en maternité .....	48
c) Elisa PCV2 à 5 jours de post-sevrage = Anticorps d'origine maternelle .....	48
IV. DISCUSSION .....	51
1) Echantillon .....	51
2) Variation de la réponse immunitaire .....	53
3) Biais, résultats non interprétés/exploités .....	54
CONCLUSION .....	55
Références bibliographiques : .....	57
ANNEXES .....	61

## Table des figures :

Figure 1 : Développement de la cellule B et de la production d'anticorps .....	10
Figure 2 : Répartition des classes des poids des porcelets à la naissance (Ifip).....	13
Figure 3 : Plan des maternités et emplacements des truies suivies .....	19
Figure 4 : Photographie du système de pesée des porcelets au cours de leur première semaine de vie .....	21
Figure 5 : Protocole de suivi depuis la mise-bas jusqu'au sevrage .....	23
Figure 6 : Plan du Post-sevrage et emplacements des porcelets suivis (numéros) et des sentinelles (lettres).....	24
Figure 7 : Photographie du système de pesée des porcelets au sevrage et cinq jours après.....	25
Figure 8 : Nouveau plan du Post-sevrage et emplacements des porcelets suivis et des sentinelles après diminution de la densité, 19 jours après sevrage .....	26
Figure 9 : Protocole de suivi à partir du sevrage .....	27
Figure 10 : Répartition des porcelets selon leur poids de naissance .....	34
Figure 11 : Répartition des porcelets selon leur rapport périmètre tête/périmètre thorax.....	35
Figure 12 : Répartition des porcelets selon leur délai entre leur naissance et leur déplacement .....	35
Figure 13 : Répartition des porcelets selon le délai entre leur naissance et la naissance du premier porcelet.....	36
Figure 14 : Répartition des porcelets selon leur prise colostrale déterminée avec le GP24.....	36
Figure 15 : Répartition des porcelets selon leur prise colostrale déterminée avec les IgG totales .....	37
Figure 16 : Répartition des porcelets selon leur poids par rapport au poids moyen de la portée à 1 semaine de vie .....	37
Figure 17 : Répartition des porcelets selon leur Gain de poids Moyen Quotidien en maternité .....	38
Figure 18 : Répartition des porcelets selon leur hémoglobinémie .....	38
Figure 19 : Répartition des porcelets selon leur gain de poids au cours des 5 premiers jours de post-sevrage.....	39
Figure 20 : Répartition des porcelets selon leur quantité d'anticorps anti-PCV2 à 5 jours post-sevrage.....	39
Figure 21 : Répartition des porcelets selon leur Gain de poids Moyen Quotidien en post-sevrage .....	40
Figure 22 : Répartition des porcelets selon l'évolution de leur quantité d'anticorps anti-PCV2 dans le sang .....	40
Figure 23 : Relation entre l'immaturation du porcelet et son poids à la mise-bas.....	41
Figure 24 : Différence de délai de naissance selon le sexe des porcelets .....	42
Figure 25 : Différences de Gain de poids Moyen Quotidien entre les porcelets déplacés et les porcelets non déplacés.....	43
Figure 26 : Relation entre les deux méthodes de calcul de prise colostrale.....	44
Figure 27 : Relation entre le rapport Poids du porcelet/Poids moyen de la portée et le GMQ en maternité.....	45
Figure 28 : Relation entre le gain de poids lors des 5 premiers jours de PS et le GMQ en PS	46
Figure 29 : Récapitulatif des effets croisés significatifs des variables explicatives.....	47

Figure 30 : Relation entre le taux d'anticorps à 5 jours post-sevrage et l'évolution du titre en anticorps pendant le post-sevrage .....	48
Figure 31 : Différentes interactions entrant en jeu dans la réponse immunitaire du porcelet ..	49

Table des tableaux :

Tableau 1 : Répartition des heures d'enregistrement des différentes truies et de la consommation d'aliment sous la mère des porcelets suivis.....	22
Tableau 2 : Evolution des valeurs des sérologies PCV2 des sentinelles .....	33

Table des annexes :

Annexe 1 : Relation entre le poids à la naissance et le rapport poids du porcelet / poids moyen de la portée à 7 jours de vie.....	61
Annexe 2 : Relation entre le poids de naissance et le Gain de poids moyen quotidien en maternité.....	61
Annexe 3 : Différence de gain de poids moyen en maternité selon la catégorie de poids des porcelets .....	61
Annexe 4 : Relation entre le poids à la naissance et le gain de poids moyen quotidien en post-sevrage.....	62
Annexe 5 : Relations entre l'immaturation et la prise colostrale.....	62
Annexe 6 : Relation entre l'immaturation et le rapport poids du porcelet / poids moyen de la portée .....	62
Annexe 7 : Relation entre l'immaturation et le gain moyen quotidien en maternité.....	63
Annexe 8 : Relation entre l'immaturation et le gain de poids lors des 5 premiers jours de post-sevrage.....	63
Annexe 9 : Relation entre l'immaturation et le gain de poids moyen quotidien en post-sevrage	63
Annexe 10 : Différence de poids à la naissance selon le sexe du porcelet.....	64
Annexe 11 : Relation entre le délai MB-naissance et la prise colostrale (calculée par IgG) ...	64
Annexe 12 : Relation entre le délai MB-naissance et le gain de poids au cours des 5 premiers jours de post-sevrage .....	64
Annexe 13 : Relation entre le délai MB-naissance et la quantité d'anticorps d'origine maternelle lors de la vaccination.....	65
Annexe 14 : Relations entre la prise colostrale et le rapport poids du porcelet / poids moyen de la portée .....	65
Annexe 15 : Relation entre la prise colostrale et le gain de poids moyen quotidien en maternité .....	65
Annexe 16 : Relation entre la prise colostrale (calculée par GP24) et l'hémoglobulinémie lors de la vaccination.....	66
Annexe 17 : Relation entre la prise colostrale et le gain de poids lors des 5 premiers jours de post-sevrage.....	66
Annexe 18 : Relation entre la prise colostrale et le gain de poids moyen quotidien en post-sevrage.....	66

Annexe 19 : Relation entre le rapport poids du porcelet / poids moyen de la portée et l'hémoglobininémie .....	66
Annexe 20 : Relation entre le rapport poids du porcelet / poids moyen de la portée et le gain moyen quotidien en post-sevrage .....	67
Annexe 21 : Relation entre le gain moyen en maternité et l'hémoglobininémie lors de la vaccination .....	67
Annexe 22 : Relation entre le gain moyen quotidien en maternité et le gain moyen quotidien en post-sevrage.....	67
Annexe 23 : Relation entre l'hémoglobininémie et le gain moyen quotidien en post-sevrage ...	68
Annexe 24 : Effet de l'immaturation sur l'évolution de la quantité d'anticorps anti-PCV2 suite à la vaccination .....	68
Annexe 25 : Effet du gain moyen en maternité sur l'évolution de la quantité d'anticorps anti-PCV2 suite à la vaccination .....	68





## **INTRODUCTION**

Dans le cadre de la réduction d'utilisation des antibiotiques en médecine et notamment en médecine porcine, la prévention devient un outil de choix pour le vétérinaire et l'éleveur porcine. Cette prévention passe avant tout par de bonnes pratiques d'élevage et d'hygiène mais aussi par l'utilisation de vaccins. Par leur intermédiaire, on cherche à exploiter les défenses naturelles de l'animal pour lutter et empêcher le développement de l'infection.

On sait malgré tout que les animaux ne sont pas tous égaux face à la réponse vaccinale et donc face à l'efficacité du vaccin. Or, dans la conduite des élevages de porcs, on cherche à minimiser la mise en contact d'animaux présentant des statuts sanitaires et immunitaires très différents même si on ne peut pas l'éviter complètement. Ces statuts diffèrent non seulement entre porcelets de bandes différentes, mais aussi au sein d'une même bande voire d'une même portée.

L'objectif de cette étude est de contribuer à la recherche des variables associées à la réponse immunitaire des porcelets dans les conditions d'un élevage de production. Les applications ultérieures pourraient être de réduire les écarts trop importants de statuts immunitaires entre individus d'une même bande, ou encore d'améliorer la réponse immunitaire des porcelets les moins bien pourvus. Dans cette étude, l'idée est de privilégier l'observation de paramètres directement mesurables en élevage, pour faciliter ultérieurement l'évaluation par les acteurs de terrain d'éléments associés à la qualité de la réponse immunitaire.

Une revue bibliographique sur la réponse immunitaire humorale du porc, les variations de cette réponse, un rapide rappel sur le circovirus porcine de type 2 et de sa vaccination les différents facteurs ayant fait l'objet de recherche scientifique sera présentée. Le protocole réalisé en élevage sera ensuite décrit. Les résultats des travaux expérimentaux seront enfin exposés pour être discutés par la suite.



# **I. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE**

## **1) La réponse immunitaire humorale du porc et les variations de cette réponse immunitaire**

### **a) La réponse immunitaire humorale du porc**

#### Les différentes immunoglobulines chez le porc :

Les IgG sont la classe prédominante des immunoglobulines dans le sérum du porc. Elles représentent plus de 80% des immunoglobulines du sérum et du colostrum. Les IgA ont un rôle majeur dans l'immunité muqueuse du porc, elles sont les plus fabriquées par le porc mais elles restent à la surface de la muqueuse. Les IgA présentes dans le sérum le sont sous forme de monomères ou de dimères. Les IgM représentent approximativement 5-10% des immunoglobulines totales dans le sérum et le colostrum (Zimmerman et al., 2012).

#### Apport colostrale d'immunoglobuline :

Les porcelets naissent avec pratiquement aucun anticorps sérique. Ils absorbent du colostrum qui est 3 à 4 fois plus riche en IgG et IgA que le sérum de la truie. Le lait a lui une quantité d'IgG 5 fois moins élevée que le colostrum. Les trois classes majeures d'immunoglobulines sont absorbées depuis le colostrum vers la circulation sanguine du porcelet nouveau-né. L'absorption intestinale des immunoglobulines depuis le colostrum cesse normalement 24 à 36 heures après la naissance. Si le porcelet tète correctement, l'efficacité de l'absorption diminue avec une demi-vie d'environ 3 heures (Zimmerman et al., 2012).

#### Production des immunoglobulines chez le porc mature :

Les immunoglobulines sont produites à partir de la différenciation et la multiplication de cellules B depuis la moelle osseuse. À l'arrivée d'un antigène, la cellule B entre en mitose ce qui aboutit à de nombreuses cellules B avec des IgM qui reconnaissent le même antigène. Certaines cellules B se différencient alors en cellules plasmiques qui excrètent des IgM. Quand la concentration plasmatique d'IgM spécifiques à l'antigène commence à augmenter, un signal est alors envoyé aux cellules B pour effectuer un changement de production des IgM pour une production d'IgD, IgG, IgA ou IgE (Zimmerman et al., 2012).

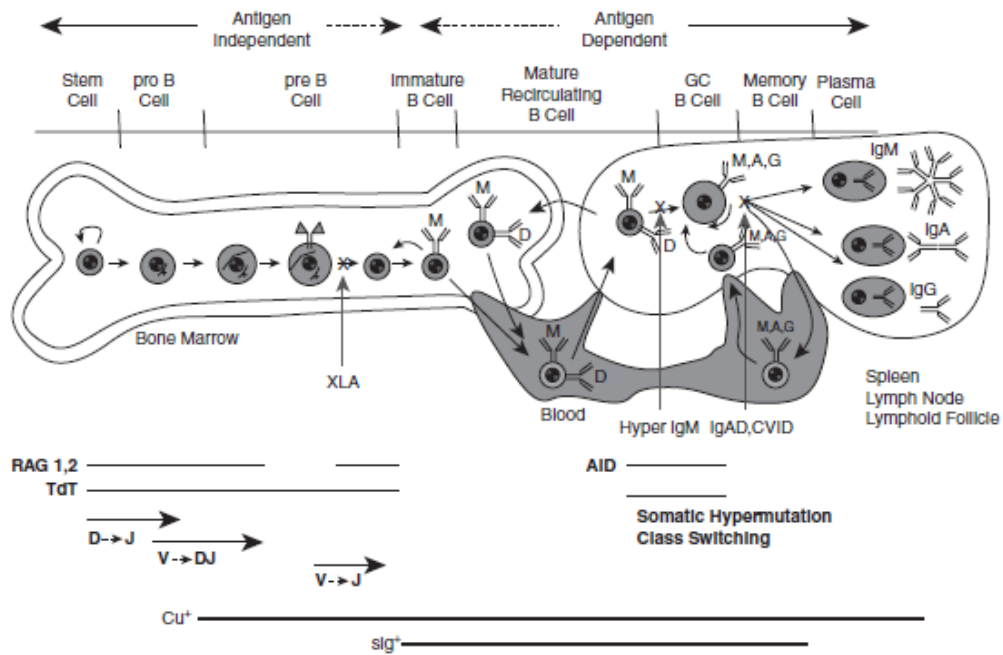


Figure 1 : Développement de la cellule B et de la production d'anticorps

## b) Les variations de la réponse immunitaire du porc

### 1) Stress

Autour du sevrage, le mélange des porcelets issus de portées différentes est une source de stress pour les animaux. Ce stress au sevrage a un effet néfaste sur l'immunité du porcelet. En effet, dans un cadre expérimental, une modification des groupes de porcs 3 jours après la vaccination contre la maladie d'Aujeszky a inhibé une réponse spécifique à un vaccin (Degroot et al., 2001). Le mélange des animaux au sevrage entraîne des bagarres entre porcelets ce qui augmente la concentration sanguine en cortisol dans les heures qui suivent le sevrage, celle-ci revenant à la normale 24 heures après mélange (Deguchi, Akuzawa, 1998). Hormis le mélange, l'habitat semble aussi jouer un rôle primordial dans le stress de l'animal. Ainsi, une faible superficie par animal entraîne un faible taux sanguin d'anticorps chez le porc (Turner et al., 2004). Un stress de température ainsi que le stress lié au transport réduit la réponse immunitaire du porcelet (Hicks et al., 1998).

Le stress chez la truie au cours de sa gestation influe aussi sur la réponse immunitaire du porcelet. Un stress en fin de gestation, après le 77<sup>ème</sup> jour, entraîne une diminution de la quantité de leucocytes chez le porcelet (Couret, Prunier, et al., 2009 ; Couret, Jamin, et al., 2009). De même, un stress quotidien de cinq minutes lors des cinq dernières semaines de gestation chez la truie provoque une diminution de la concentration sanguine en IgG chez le porcelet pendant les premiers jours de vie (jour 1 et 3) (Tuchscherer et al., 2002). Par ailleurs, chez le porcelet, la période la plus sensible au stress se situe dans une fenêtre de 48 heures avant et après vaccination.

## **2) Anticorps d'origine maternelle**

Une grande quantité d'anticorps d'origine maternelle (AOM) au moment de la vaccination est corrélée de façon négative à la réponse vaccinale du porcelet. Par exemple, il a été montré pour le virus du SDRP que plus la quantité d'anticorps d'origine maternelle est élevée plus la réponse vaccinale est tardive et moins importante pour les IgG (Fablet et al., 2016). Si la quantité d'AOM anti-PCV2 est supérieure à  $10\log_2$ , il n'y a pas de séroconversion, voire une diminution des IgG sanguines à 21 jours après vaccination (Fraile et al., 2012). Dans le cas du SDRP, il semblerait néanmoins qu'une quantité importante d'AOM entraîne un maintien plus long de la quantité d'IgG dans le sang après séroconversion (Fablet et al., 2016).

Une relation entre les anticorps en début de vie et ceux présents lors de la période de vaccination pour la maladie de Newcastle a été établie (Rooke et al., 2003) : [IgG] porcelet à J28 (g/L) =  $-2.7 + 1.2 \times ([\text{IgG}] \text{ porcelet à J2 (g/L)})$ .

La quantité d'anticorps maternels diminue depuis la prise colostrale, mais elle peut-être encore élevée à 21 jours de vie. Une vaccination à trois semaine d'âge semble tout de même avoir une efficacité, il y a séroconversion et production d'IgG chez des porcelets vaccinés à trois semaines d'âge avec des titres en AOM élevés (proches de  $10\log_2$ ) (Haake et al., 2014).

## **3) Alimentation et croissance**

L'alimentation de la truie joue un rôle dans la réponse immunitaire du porcelet. Par exemple, en donnant de l'huile de poisson marin (thon) à la truie entre le 63<sup>ème</sup> jour de gestation et la mise-bas, certaines études ont pu observer une augmentation des IgG chez le porcelet à 28 et 35 jours de vie (Rooke et al., 2003).

Par ailleurs, certaines suppléments de l'aliment porcelet permettent une amélioration de l'immunité de celui-ci. C'est le cas pour le zinc qui améliore l'immunité innée et passive du porcelet sevré (Kloubert et al., 2018). Par contre, une contamination de l'alimentation par des mycotoxines provoque une baisse d'efficacité de la réponse vaccinale (Pierron et al., 2016).

De plus, la croissance du porcelet en maternité influe sur le développement de son système immunitaire. Ainsi, les porcelets dont la croissance est faible au cours de leur deux premières semaines de vie ont un développement anormal de leur système immunitaire par rapport aux porcelets à croissance importante (Lessard et al., 2018a).

La réponse immunitaire du porcelet en post-sevrage ne semble pas être aussi influencée par la durée de la lactation de celui-ci ; les concentrations en IgG produites suite aux infections de pathogènes en post-sevrage ne sont pas différentes entre les porcelets sevrés à 21 jours et ceux sevrés à 14 jours (García et al., 2016).

L'anémie ferriprive provoque une diminution des capacités immunitaires du porcelet. On observe alors une augmentation du nombre d'infections bactériennes chez les porcelets anémiés. Un excès en fer est, lui aussi négatif pour l'immunité du porcelet (Martinez, 1999). De même, une carence en cuivre réduit la production d'anticorps du porcelet (Percival, 1998).

#### **4) Condition de mise-bas et caractéristiques du porcelet à la naissance**

Les porcelets nés par césarienne ont une concentration sanguine en cortisol à la naissance plus élevée que les porcelets nés par voie vaginale (Daniel et al., 2008). Une durée de mise-bas longue semble augmenter les risques des porcelets de contracter des maladies même si cela semble plus influencer l'immunité passive du porcelet par l'apport de colostrum que son immunité active (Sialelli et al., 2009).

Le poids de naissance impacte significativement la mortalité du porcelet. En effet, les porcelets dont le poids de naissance est inférieur à 1275 – 1300 grammes ont un taux de mortalité plus élevé (Panzardi et al., 2013) et sont plus dépendants de la prise colostrale pour leur survie (Ferrari et al., 2014).

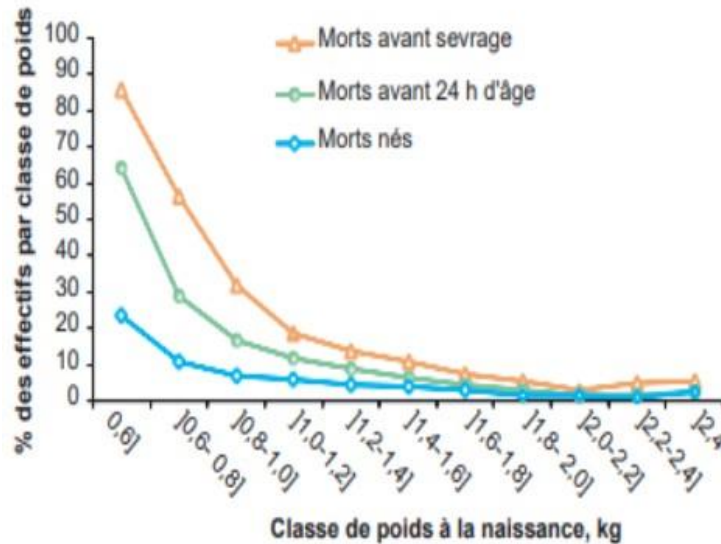


Figure 2 : Répartition des classes des poids des porcelets à la naissance (Ifip)

De même, les porcelets immatures ont un taux de mortalité plus élevés dû à des dysfonctionnements respiratoires et digestifs. De plus, ils ont une période d'adaptation plus longue après leur naissance (Wu et al., 2006). Chez d'autres espèces comme les poulains, les immatures ont des capacités immunitaires réduites. Le dysfonctionnement du tractus digestif a un effet direct sur la réduction de l'immunité car il joue un rôle crucial dans sa maturation (D'Inca et al., 2011).

Enfin, la réponse immunitaire de chaque porc a une part de variabilité génétique (Bidanel et al., 2013).

## 5) Infections intercurrentes

Le virus de l'Influenza porcine altère la réponse des cytokines et réduit la fonctionnalité des macrophages. De plus, il a été montré qu'une infection avec une combinaison de PCV2 et de SDRP potentialise la réplication et la distribution du PCV2, ce qui entraîne une apparition clinique plus sévère que lors d'une infection par le virus seul (Opriessnig et al., 2011).



## 2) Le circovirus porcin de type 2

Le circovirus de type 2 (PCV2) est un virus du genre des Circovirus, de la famille des circoviridae. C'est un petit virus non enveloppé avec comme génome un ADN simple brin. La forme répliquée est composée de 7 ORFs dont les plus importants sont ORF1 et ORF2. Le virus peut être excrété dans les fèces, l'urine, les sécrétions trachéobronchiques et nasales ainsi que le sperme. La transmission intra-utérine est aussi possible. Il existe plusieurs souches de PCV2 (Allan, Ellis, 2000).

Le PCV2 est responsable de plusieurs pathologies (Segalés, 2012):

- La maladie d'amaigrissement du porcelet (MAP), qui touche principalement les porcelets en post-sevrage et en engraissement avec un dépérissement des porcelets et une forte mortalité. La prévalence de cette maladie est maintenant très faible en France.
- Troubles de la reproduction, chez les truies avec des avortements en fin de gestation, des fœtus momifiés, des mort-nés, des porcelets prématurés non viables et une augmentation de la mortalité pré-sevrage.
- Syndrome dermatite néphrite, chez les porcs en fin d'engraissement ou plus âgés.
- D'autres pathologies diverses et moins caractéristiques.

Une virémie est visible 7 jours après infection et elle n'est plus présente à 28 jours après infection. On détecte des anticorps spécifiques au PCV2 à 14 jours post-infection. La détection des anticorps neutralisants est possible à 28 jours post-infection. Les anticorps sont dirigés vis-à-vis de 3 protéines de 28kDa, 28.5kDa et 35kDa (35kDa est commune avec le PCV1). Les anticorps répondants à 28kDa sont détectés à 14 jours post-infection alors que les anticorps répondant à 28.5kDa et 30.5kDa sont détectés à 21 jours post-infection (Pogranichnyy et al., 2000).

L'immunité colostrale contre le PCV2 diminue au cours de la lactation, pour atteindre un taux d'anticorps maternel au plus bas en deuxième moitié de lactation, voir en début de post-sevrage. Les signes cliniques de la maladie ne sont pas vus couramment avant 4 semaines d'âge. Il faut entre 10 et 28 jours pour qu'il y ait séroconversion après inoculation du virus. Les anticorps anti-PCV2 peuvent être présents chez l'animal jusqu'à 28 semaines après infection. Une infection par le PCV2 semble limiter la réponse humorale de l'individu infecté.

Le vaccin utilisé est un vaccin inactivé adjuvé contre l'infection par le circovirus porcine de type 2. Nous avons choisi ce vaccin pour notre étude car la vaccination contre le PCV2 est réalisée dans la plupart des schémas de vaccination des porcelets des élevages porcins français. De plus, ce vaccin entraîne une réponse humorale importante avec une production d'anticorps élevée par rapport à d'autres vaccins anti-PCV2.



## **II. MATERIEL ET METHODE**

Le principe de l'étude consiste à réaliser un suivi individuel de porcelets de la naissance à la fin du post-sevrage au cours duquel on mesure de nombreux paramètres qui pourraient influencer statistiquement l'augmentation du taux d'anticorps en post-sevrage suite à une vaccination anti-PCV2. En post-sevrage, la présence de porcelets sentinelles non vaccinés permet de s'assurer de l'absence de circulation significative du virus dans les cases des porcelets suivis au cours de l'étude.

### **1) Choix de l'élevage**

L'élevage, où l'étude a été réalisée, a été sélectionné selon plusieurs critères :

- Un élevage de taille suffisante avec des bandes de truies de taille suffisante pour pouvoir suivre assez de mise-bas et avoir un échantillon de porcelets au moins égal à 100 en fin d'étude soit en fin de post-sevrage. Il nous fallait donc suivre de 8 à 10 mise-bas selon les performances de l'élevage qui peut alors avoir un nombre de porcelets sevrés par portée entre 10 et 13. De plus, il faut un nombre de truies dans la bande au moins deux fois plus élevé que le nombre de mise-bas à suivre à cause des mise-bas ayant lieu la nuit, ou ne pouvant pas être suivies à cause d'un horaire tardif de début de mise-bas. Dans notre cas, l'élevage était composé de 375 truies avec 10 bandes de 31-32 truies et le nombre de porcelets sevrés par portée était de 13-14.
- Un élevage où l'équipe de travail est rigoureuse, ouverte à des modifications de pratiques au cours de l'étude, qui reste disponible pour la bonne pratique des mesures au cours de l'étude.
- Un éleveur qui avait une volonté d'étudier et de travailler sur l'immunité de ses animaux afin de faire évoluer ses pratiques d'élevage (réduction des traitements antibiotiques)
- Un élevage peu éloigné de la région toulousaine (moins de 2 heures), pour pouvoir rapidement se rendre sur place en cas de besoin.

- Enfin, des analyses de sérologies réalisées préalablement dans l'élevage qui montraient une absence de circulation significative du Circovirus porcin de type 2 en post-sevrage.

## **2) Présentation de l'élevage**

### **Conduite générale**

L'élevage choisi est naisseur-engraisseur. La conduite du troupeau de truies est en 10 bandes de 31 ou 32 truies à la mise-bas avec mise-bas toutes les deux semaines. Les truies de race Large White croisée Landrace sont de génétiques PIC pour celles dont la parité est supérieure ou égale à trois et les plus jeunes sont de génétique Topigs TN 70. Le prélèvement est réalisé à la ferme sur des verrats Piétrains Axiom n/n. Le renouvellement est de 18 cochettes livrées toutes les six semaines, qui sont ensuite divisées dans trois bandes.

Il y a 1800 places en post-sevrage et 3200 places en engraissement dont 700 sur un autre site. En moyenne, le nombre de porcelets sevrés par la truie par portée était de 12,49 pour l'année 2018 et les pertes en post-sevrage étaient de 2%.

L'élevage fabrique son aliment à la ferme.

Il y a quatre personnes qui travaillent à temps plein sur l'élevage. Deux personnes travaillent surtout en maternité et avec le troupeau de truie. Les deux autres s'occupent surtout du post-sevrage, de l'engraissement et de la partie fabrique de l'aliment, et l'une d'elle prend en charge la gestion administrative de l'élevage.

Les maternités sont réparties en 5 salles. Les truies concernées par l'étude (bande 9) sont disposées dans les salles comme présenté ci-dessous (Figure 3).

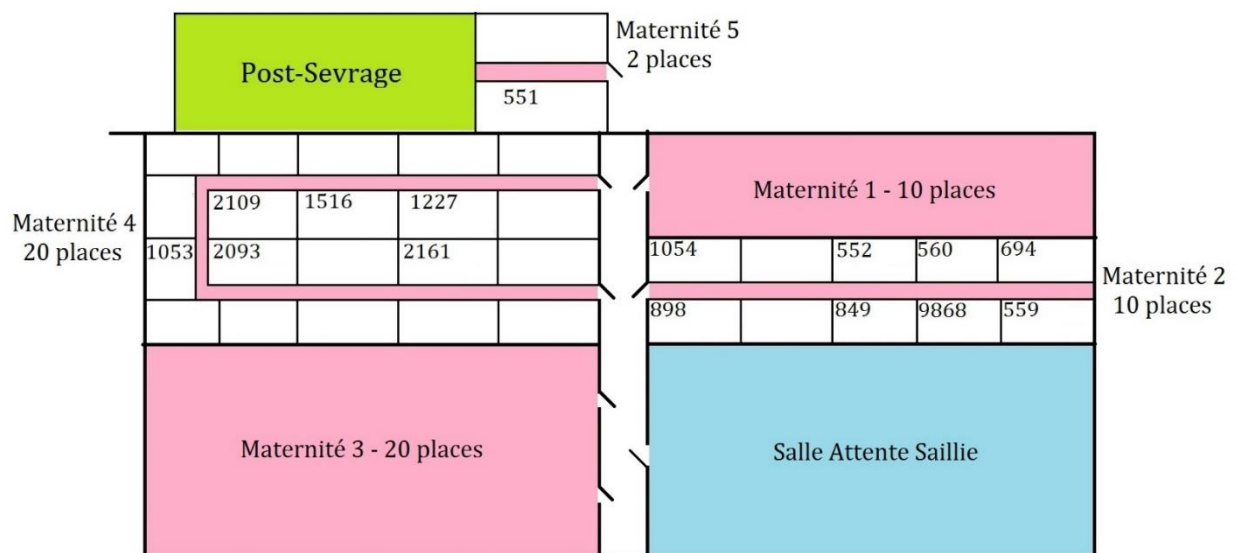


Figure 3 : Plan des maternités et emplacements des truies suivies  
(les numéros indiqués correspondent au numéros des truies suivies)

### **3) Protocole d'observation des mises-bas, des porcelets et de la réponse immunitaire**

#### **Inclusion des truies**

##### **Méthode de sélection des truies pour les mises-bas**

Un objectif d'une centaine de porcelets en fin d'étude a été fixé. Après observation des résultats de l'élevage, la décision a été prise de suivre 8 mise-bas parmi les 31 de la semaine 7. Les critères d'exclusion sont les truies dont la mise-bas débute après 15 heures et les truies primipares.

##### **Truies sélectionnées**

Les truies sélectionnées sont les 8 truies dont les mises-bas et les porcelets ont été suivis tout le long de l'étude. Mais les autres truies qui se sont retrouvées à devoir allaiter des porcelets suivis au cours de la lactation ont aussi été sélectionnées. On obtient alors un total de 15 truies suivies au cours de l'étude.

##### **Identification des truies**

Nous avons conservé l'identification des truies comme elle était mise en place dans l'élevage. Le numéro d'identification de chaque truie est donc son numéro de travail.

## Suivi des porcelets au cours de la mise-bas

### - Identification des porcelets

En élevage, chaque porcelet né vivant lors d'une mise-bas suivie est identifié par une boucle placée à l'oreille droite du porcelet. Les boucles sont numérotées de 1 à 118, et des lettres A à X pour les porcelets sentinelles. Les boucles auriculaires sont de la marque Chevillot®.

### - Informations renseignées à la naissance

Pour chaque porcelet, il est noté le numéro de la truie dont il est issu, la date de la mise-bas et son rang de sortie.

A la naissance, la vitalité du porcelet est notée selon l'échelle de Baxter (Baxter et al, 2008). Une observation du porcelet au cours de ses 15 premières secondes de vie est effectuée. Si le porcelet ne bouge pas et ne respire pas au cours de ces 15 secondes, il obtient la note de 0. S'il respire mais ne bouge pas, il est noté 1. S'il respire et qu'il bouge, sa note est de 2. Et enfin s'il essaye de se lever lors de ces 15 secondes, il obtient la note de 3.

Il est aussi noté son heure de naissance, afin d'obtenir le délai entre le début de la mise-bas (qui correspond à la naissance du premier porcelet de la portée) et la naissance du porcelet concerné.

La longueur du cordon ombilical est mesurée. Le tour de tête et le tour de thorax sont aussi mesurés afin d'évaluer une possible immaturité du porcelet. Ces mesures ont été réalisées suite à une mise en évidence par Sacy (Sacy et al., 2010) d'un rapport poids cerveau/organes qui pouvait décrire le stade d'immaturité du porcelet en particulier les rapports cerveau/cœur et cerveau/poumons.

Le porcelet est enfin pesé avec un système similaire à celui utilisé par Launay et al (2018). Les pesées ont été réalisées à l'aide d'un peson et d'un seau. L'anse du seau est stabilisée à la verticale à l'aide d'un câble électrique pour éviter que le seau ne bascule et perturbe la pesée si le porcelet monte sur le rebord ou bouge dans le seau. Le modèle du peson est le HDB 5k5 de la marque Kern®, il possède une option animaux vivants qui lors de la pesée, réalise la moyenne de 16 valeurs prises sur trois secondes. L'affichage a une précision de cinq grammes. La fonction « tare » est utilisée avant chaque porcelet. Au moment de la pesée, le porcelet est pesé successivement deux fois. Si la différence est inférieure à 10 grammes, il a été décidé de retenir la valeur supérieure. Si la différence est supérieure à 10 grammes, une troisième mesure est réalisée, et l'on prend la valeur centrale.



Figure 4 : Photographie du système de pesée des porcelets au cours de leur première semaine de vie

### **Suivi des porcelets en maternité**

#### **- Informations concernant les déplacements/adoptions de porcelets**

Si le porcelet est déplacé, il est noté la truie avant déplacement, la truie après déplacement ainsi que la date et l'heure du déplacement.

#### **- Informations récupérées lors de la première semaine de vie**

Le lendemain de la mise-bas, le porcelet est de nouveau pesé avec le même système et le même protocole qu'au cours de la mise-bas. Cette pesée est effectuée afin de caractériser la prise colostrale du porcelet comme démontré par Launay et al. Lors de cette pesée, on profite de la manipulation du porcelet pour l'examiner pour tout souci locomoteur, cutané, génital ou digestif. On note aussi le sexe du porcelet et l'heure de cette pesée. Enfin, un prélèvement sanguin est réalisé sur chaque porcelet et l'heure de ce prélèvement est notée. Le prélèvement s'effectuait au niveau de la veine jugulaire droite. Un premier opérateur maintenait le porcelet sur le dos en le tenant par les membres antérieurs. Le préleveur tenait la tête et s'occupait du prélèvement. Le prélèvement s'effectuait à l'aide d'une seringue de 2.5 millilitres et d'une aiguille de 23G de 2.5 centimètres. Le sang était ensuite conditionné dans un tube sec avec un agent pro coagulant (tube APC – agent pro coagulant).



A une semaine de vie, chaque porcelet suivi est de nouveau pesé avec toujours le même matériel de mesure. On note là aussi l'heure de pesée et il n'a été effectué qu'une seule mesure du poids. La fonction « tare » est utilisée avant chaque pesée de porcelet. On pèse cette fois-ci aussi tous les porcelets des truies concernées par l'étude, c'est-à-dire tous les porcelets allaités par des truies qui allaitent des porcelets suivis. Ceci dans le but de comparer le poids du porcelet par rapport à celui de la portée sous la truie allaitante.

- Informations récupérées au cours du reste de la lactation

Autour de sept à dix jours de vie, pour chaque porcelet, on identifie de manière unique la tétine de la truie qu'il s'est attribué.

Au cours de la lactation, il est noté tout signe clinique (toux, diarrhée, éternuements, ...) que présentent les porcelets et les possibles traitements qui ont été mis en place.

Entre quinze et vingt jours de vie, la consommation d'aliment sous la mère a été évaluée. En effet, un aliment sous forme de farine est distribué aux porcelets dans des augettes lors de la dernière semaine de lactation. La consommation d'aliment a été observée grâce à des caméras placées au-dessus des augettes pendant 30 à 45 minutes. Une fois la caméra en place, l'aliment était distribué et les porcelets de la case étaient levés si ce n'étaient pas déjà le cas. Un score est ensuite attribué au porcelet en fonction de son comportement : 0 s'il ne fait aucun mouvement vers l'aliment, 1 s'il s'approche de l'aliment, le renifle ou si sa consommation d'aliment n'est pas certaine et 2 si le porcelet a mangé avec certitude de l'aliment. Par contrainte de matériel, les différentes cases ont été filmées à différentes heures de la journée. Leurs horaires respectifs sont récapitulés sur le tableau 1.

*Tableau 1 : Répartition des heures d'enregistrement des différentes truies et de la consommation d'aliment sous la mère des porcelets suivis*

Heure de début	9h	10h	14h	15h
Truies filmées	559	1053	849	1054
	694	1227	2109	898
	560	1516	2161	552
	9868		2093	551

- Autres informations collectées au cours de la lactation

Chaque jour, le confort thermique des porcelets a été évalué pour chaque case contenant des porcelets suivis. Cette évaluation a été réalisée selon des critères simples qui ne nécessitent aucun matériel spécifique. En effet, à notre arrivée chaque matin, la position de sommeil des porcelets était notée selon un ordre d'importance. Toute la portée était notée selon la première situation rencontrée en partant du haut. Les situations sont les suivantes :

- Plus de la moitié des porcelets étaient couchés sur le coté
- Plus de la moitié des porcelets étaient couchés sur le ventre
- Au moins un porcelet était couché sur un autre
- Les porcelets étaient couchés en cercle autour de la lampe
- Au moins un porcelet était couché sur la truie
- Plus de la moitié des porcelets étaient couchés contre la truie

Les soins aux porcelets apportés par les éleveurs pendant la mise-bas et au cours de la lactation ont été notés également pour chaque porcelet.

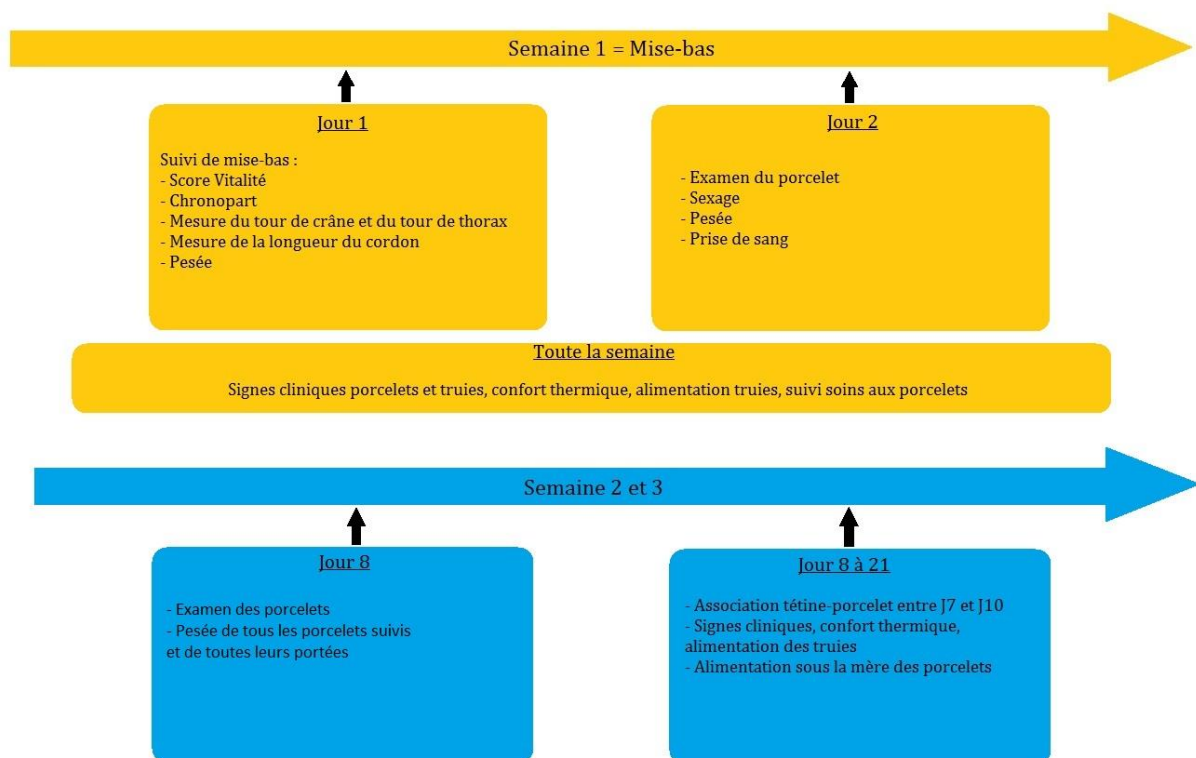


Figure 5 : Protocole de suivi depuis la mise-bas jusqu'au sevrage

## Suivi des porcelets au sevrage et en post-sevrage

### - Informations récupérées lors du sevrage

Chaque porcelet est de nouveau identifié à l'oreille gauche avec une boucle du même numéro que celle à l'oreille droite pour éviter toute perte d'identification au cours du post-sevrage.

Le porcelet est de nouveau pesé au sevrage. Le modèle du peson est le CH15K20 de la marque Kern®, il possède une option animaux vivants qui lors de la pesée, réalise la moyenne de 16 valeurs prises sur trois secondes. L'affichage a une précision de 20 grammes.

Il est noté la case dans laquelle le porcelet est placé au sevrage ainsi que la taille de la case et le nombre d'animaux dans la case. L'allotement, effectué par le personnel de l'élevage comme à son habitude, est observé en essayant de voir si le porcelet reste dans une case avec la majorité des porcelets qui étaient avec lui en maternité. Hormis les cases 5 et 7 qui sont les cases contenant les plus petits porcelets qui sont composées de plus de 4 portées, une case est composée de 2 portées et demi. Toutes les cases de la pièce sont composées de 34 porcelets. La taille d'une case est de 2m x 3.5m. La Figure 6 présente l'allotement des porcelets suivis et des sentinelles dans la pièce du post-sevrage au moment du sevrage. Dans chaque case où il y avait des porcelets suivis, deux ou quatre porcelets sentinelles ont été choisis et identifiés par des lettres selon le nombre de porcelets suivis dans la case. Ils seront les témoins de l'absence de circulation de circovirus porcin de type 2 qui pourrait entraîner une séroconversion de tous les porcelets sans vaccination.

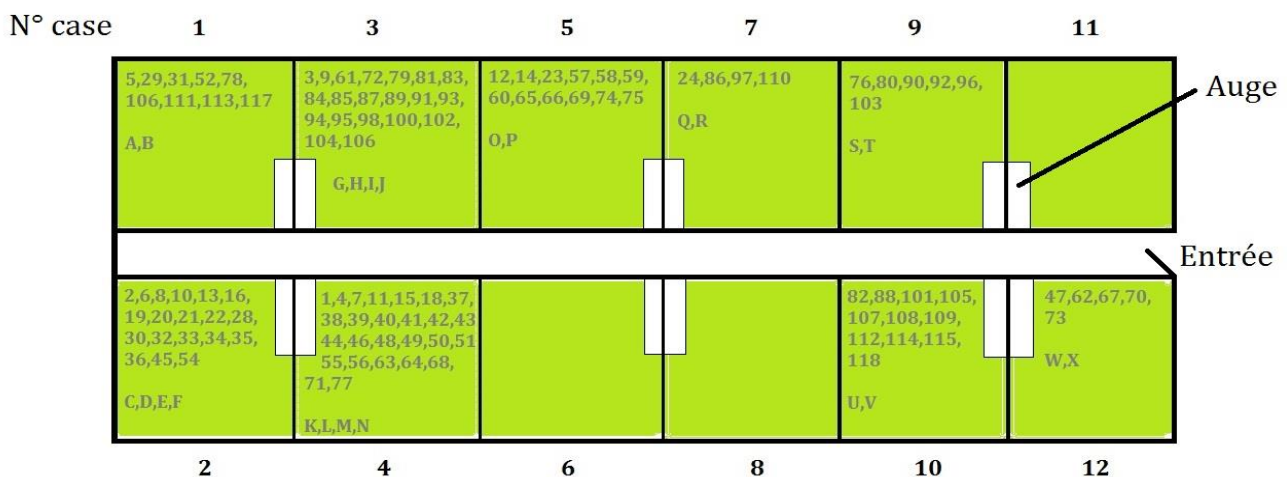


Figure 6 : Plan du Post-sevrage et emplacements des porcelets suivis (numéros) et des sentinelles (lettres)

On effectue une évaluation comportementale des porcelets. De plus, on observe les griffures visibles sur la peau du porcelet : 0 s'il n'y a pas de griffures, 1 si la longueur cumulée des griffures est inférieure à 20 centimètres et 2 si la longueur cumulée des griffures est supérieure à 20 centimètres.

- Informations récupérées en post-sevrage

Cinq jours après le sevrage, une mesure de l'hémoglobininémie de chaque porcelet est réalisée avec un prélèvement d'une goutte de sang à l'oreille qui est analysé directement par un système HemoCue® Hb 201+ (cuves du lot numéro 1809082). Les porcelets sont de nouveau pesés pour évaluer la reprise alimentaire après le sevrage, à l'aide du même matériel qu'au sevrage. On réalise un prélèvement sanguin des porcelets au niveau de la veine jugulaire droite à l'aide d'un système vacutainer et d'une aiguille de 20G de 2.5 centimètres. Le prélèvement est conditionné dans un tube sec APC et dans un tube hépariné. Ensuite, le porcelet reçoit une injection de 0.5 millilitre de vaccin PCV2 en intra-musculaire du côté gauche de l'encolure et une injection de 2 millilitres de Stellamune® Mycoplasma du côté droit de l'encolure. Les porcelets sentinelles ne sont pas vaccinés avec le vaccin PCV2 et le prélèvement est conditionné uniquement dans un tube sec.



Figure 7 : Photographie du système de pesée des porcelets au sevrage et cinq jours après

Dix-neuf jours après le sevrage, les porcelets sont de nouveau répartis dans les cases et une nouvelle pièce est mise à disposition pour pouvoir diminuer la densité de porcelets dans les cases. Le but étant d'avoir un nombre de 24 porcelets par case pour la grande salle et de 18 porcelets par case pour la petite salle. La nouvelle répartition des porcelets suivis est présentée dans la Figure 8 ci-dessous.

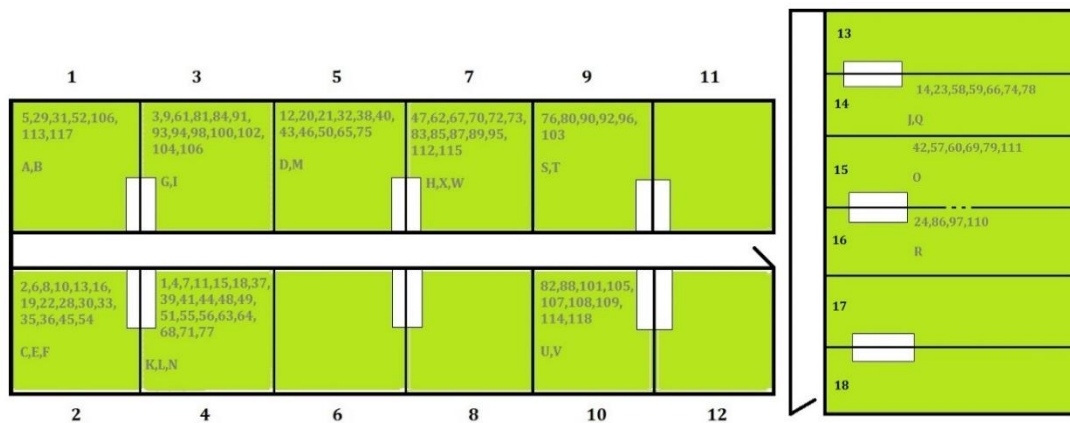


Figure 8 : Nouveau plan du Post-sevrage et emplacements des porcelets suivis et des sentinelles après diminution de la densité, 19 jours après sevrage

Trois semaines après la première injection de vaccin PCV2, les porcelets sont pesés avec une balance de table modèle 29924 de la marque Kerbl® et d'un système de caisson comme présenté sur la photo. La balance a une capacité maximale de 150 kilogrammes et une précision de 50 grammes. Un nouveau prélèvement sanguin est effectué sur chaque porcelet suivi et sur les porcelets sentinelles. Et chaque porcelet suivi reçoit une seconde injection de 0.5 millilitre de vaccin PCV2 à gauche de nouveau.

Six semaines après la première injection de vaccin PCV2, les porcelets sont pesés avec le même matériel que trois semaines avant. Un prélèvement sanguin est de nouveau effectué sur chaque porcelet suivi et sur les porcelets sentinelles.

Une fois par semaine pendant tout le post-sevrage, l'ambiance est observée.

Au cours du post-sevrage, il est noté tout signe clinique (toux, diarrhée, éternuements, ...) que présentent les porcelets et les traitements qui ont été mis en place. De plus, des écouvillons de dépistage de grippe sont effectués sur les porcelets suivis avec des signes cliniques.

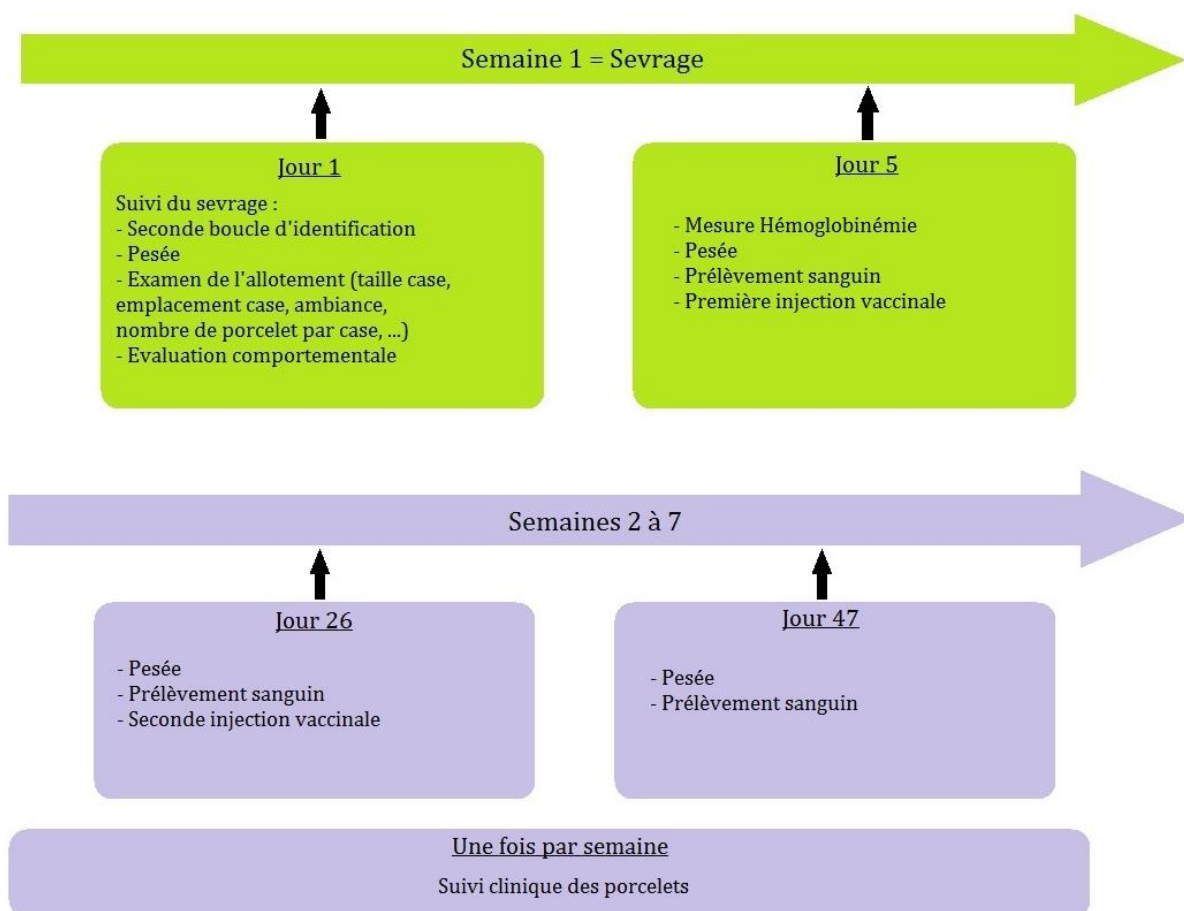


Figure 9 : Protocole de suivi à partir du sevrage

## Informations sur la truie

Pour chaque truie, il a été récupéré sa fiche de carrière. Au cours de la mise bas les interventions de l'éleveur ont été notées (comme par exemple : les injections d'ocytocine, les explorations manuelles de l'appareil génital par voie vaginale).

L'épaisseur de lard dorsal (ELD) a été mesurée sur les truies incluses, c'est-à-dire toutes les truies qui ont allaité des porcelets suivis. Les ELD ont été mesurées 45 jours après insémination, le jeudi précédent la mise-bas et la veille du sevrage. L'appareil utilisé est de la marque Renco® qui utilise des ultra-sons pour déterminer l'épaisseur des couches de lard (technologie identique aux échographes).

Pour chaque truie, il a été réalisé un test de confiance en l'homme qui est un test « d'approche de la main », très similaire à celui décrit par Philippe Leneuve (2003). On dépose une poignée d'aliment dans l'auge de la truie, puis on attend qu'elle commence à manger. Une fois que la truie mange, on approche sa main de la tête de la truie. On note ensuite la confiance de la truie en fonction de sa réaction. Elle est notée 1 si elle recommence à s'alimenter dans les quinze secondes qui suivent l'approche de la main. Elle est notée 2 si elle ne reprend pas l'alimentation dans les quinze secondes mais elle n'a pas fait un franc mouvement de recul en voyant la main. Elle est notée 3 si elle a reculé à l'approche de la main et si elle n'a pas repris l'alimentation dans les quinze secondes.

Enfin, pour chaque truie dont la mise-bas a été concernée par l'étude, un prélèvement de colostrum a été réalisé. Il a été conditionné en deux échantillons de 20 millilitres environ.

### **Biosécurité : nettoyage et désinfection du matériel**

Le matériel a été nettoyé et désinfecté entre chaque portée :

- Le matériel électronique a été nettoyé à l'aide de papier « essuie tout » humide puis désinfecté avec une lingette antibactérienne.
- Le matériel non électronique a été nettoyé sous l'eau, essuyé, puis nettoyer avec une solution de chlorhexidine. Il a été ensuite rapidement séché et désinfecté avec une lingette antibactérienne.

Un changement de gant était effectué entre chaque portée, ainsi qu'un nettoyage des bottes.

### **Conservation et envoi des prélèvements sanguins**

- Conditionnement et conservation des prélèvements

En élevage les prélèvements ont été mis au réfrigérateur (4°C). A l'ENVIT, les tubes APC (sans séparateur de phase) ont été placés en chambre froide (4°C). Puis, ils ont été centrifugés, aliquotés, et congelés (-18°C) en attendant la réalisation des analyses. Les tubes héparinés ont été placés en chambre froide (4°C). Ensuite, ils ont été centrifugés, aliquotés, et congelés (-80°C) en attendant la réalisation des analyses.

- Envoi des prélèvements

Les prélèvements ont été envoyés par Chronopost pour les envois à Oniris et Labocea 22 et par DHL à IDT Biologika. Le transport effectué en 1 jour n'était pas réfrigéré mais les échantillons étaient emballés dans une boîte en polystyrène avec des blocs froids pour essayer de garder les prélèvements frais pendant le trajet.

### **Analyse des prélèvements**

- Dosage des IgG totaux à 24 heures de vie

Le dosage des IgG dans les sérums des porcelets a été effectué à Oniris.

- Elisa quantitatif PCV2

Les prélèvements ont été analysés par le LABOCEA 22.

- Dépistage grippe

Des écouvillons nasaux ont été réalisés puis analysés et des sérologies ont ensuite été effectuées. Les prélèvements ont été analysés par IDT Biologika.

### **Stratégie d'analyse - Présentation et définition de quelques variables**

- Calcul du poids de naissance : prise en compte du cordon ombilical

A la naissance du porcelet, la longueur de son cordon ombilical est variable en fonction de la localisation de sa rupture. Il a été décidé dans le protocole de ne pas écourter le cordon afin de ne pas changer les pratiques d'élevage. A la naissance les porcelets sont donc pesés avec leur cordon. La longueur de ce dernier est enregistrée. Or, dès les pesées suivantes, il n'est plus présent. Le gain de poids des porcelets est donc sous-estimé. Nous avons donc utilisé l'équation d'estimation du poids du cordon en fonction de sa longueur et du poids du porcelet de Launay et al.

- Calcul du gain de poids 24h (GP24)

Le gain de poids 24h a été calculé à partir de la différence entre le poids du porcelet 24 heures après sa naissance et le poids de naissance. Le temps écoulé entre les deux moments de pesées n'étant pas constant d'un porcelet à l'autre, la différence a été standardisée sur 24 heures (la différence entre les deux poids a été divisée par la durée (en heure) entre les deux pesées puis multipliée par 24 heures).



- Calcul de la prise colostrale via GP24

La prise colostrale a été calculée avec l'équation de Devillers (2004) :

$$CI = -217,4 + 0,217 \times t + 1861019 \times BW/t + BWB \times (54,80 - 1861019/t) \times 0,9985$$

CI : Colostrum intake : quantité de colostrum ingérée

t : durée exacte entre la naissance et la pesée 24h après

BW : Poids du porcelet lors de la deuxième pesée

BWB : Poids du porcelet à la naissance

- Calcul de la prise colostrale via le dosage des Immunoglobulines G totaux

La prise colostrale a été calculée de la façon suivante :

Prise colostrale(L)=[IgG]sérum porcelet (g/L)  $\times$  Volémie porcelet(L) / [IgG]colostrum truie(g/L)

La volémie est estimée. On considère qu'elle est égale à 10% du poids du porcelet.

- Calcul du GMQ 1 semaine (GMQ7j)

Cette variable représente la prise de poids des porcelets au cours de leur première semaine de vie. Elle est aussi standardisée grâce aux heures des pesées.

- Calcul du rapport du poids du porcelet par rapport au reste de la portée à 1 semaine

Pour évaluer la position du porcelet par rapport au reste de la portée, on calcule le rapport du poids du porcelet et du poids moyen des porcelets sous la truie allaitante.

- Calcul du GMQ maternité

Le GMQ maternité correspond au gain de poids moyen quotidien (GMQ) entre la naissance et le sevrage.

- Calcul du gain de poids sur les cinq premiers jours de sevrage

Le gain de poids sur les cinq premiers jours de sevrage est calculé pour permettre une estimation de la reprise alimentaire du porcelet suite au stress du sevrage.

- Calcul du GMQ sur les trois premières semaines de sevrage puis sur les 6 premières semaines

- Le rapport diamètre crâne/diamètre thorax

Le rapport diamètre crâne/diamètre thorax est calculé pour caractériser l'immaturation du porcelet, la mesure a été effectuée au niveau de l'œil pour le périmètre de tête et juste en arrière de l'épaule pour le périmètre de thorax. Nous avons décidé d'utiliser ce rapport en nous basant sur les résultats de Sacy et al (2010).

- Le confort thermique de la portée

Le confort thermique est un score obtenu en attribuant une valeur de +1 si au moins un porcelet était couché sur un autre porcelet, et ce pour chaque jour de suivi lors de la lactation.



### **III. RESULTATS**

#### **1) Sérologies des porcelets sentinelles au cours du post-sevrage**

Les valeurs des ELISA quantitative PCV2 des porcelets sentinelles tout au long du post-sevrage sont présentées dans le tableau suivant. Les valeurs des porcelets sentinelles ne font que décroître au cours du post-sevrage.

*Tableau 2 : Evolution des valeurs des sérologies PCV2 des sentinelles*

Sentinelles	Sérologie PCV2 à 5jPS	Evolution de 5jPS à 26jPS	Evolution de 26jPS à 48jPS
A	3877	-3342	-291
B	2259	-2052	-25
C	2915	-2532	-233
D	2235	-1888	-197
E	625	-260	-215
F	2568	-1050	-1312
G	3897	-3427	-242
H	3393	-1818	-1375
I	3693	-3258	-242
J	2227	-2022	-55
K	5380	-4741	-415
L	3513	-1733	-1607
M	2830	-1156	-1508
N	3219	-1486	-1542
O	362	-176	-36
P	1756	/	/
Q	3858	-2125	-1515
R	4589	-3876	-507
S	2116	-1914	-52
T	1588	-1369	-69
U	232	-82	0
V	1997	-1454	-343
W	3650	-2038	-1359
X	4324	-2753	-1397

## 2) Description des variables

Nous avons suivi 110 porcelets tout au long de l'étude, provenant de 8 mise-bas différentes et répartis sous 15 truies pendant la période de lactation.

### a) Poids de naissance et sexes

Dans l'étude, nous avons suivi 48 porcelets mâles et 62 porcelets femelles. Les porcelets de l'étude avaient un poids de naissance allant de 774,4 g à 1946,4 g. Le poids moyen est de 1451,6 g et le poids médian est de 1473,4 g. L'intervalle de confiance à 95% de la moyenne des poids à la naissance est compris entre 1399,7 g et 1503,6 g. Les poids à la naissance sont répartis de la façon suivante :

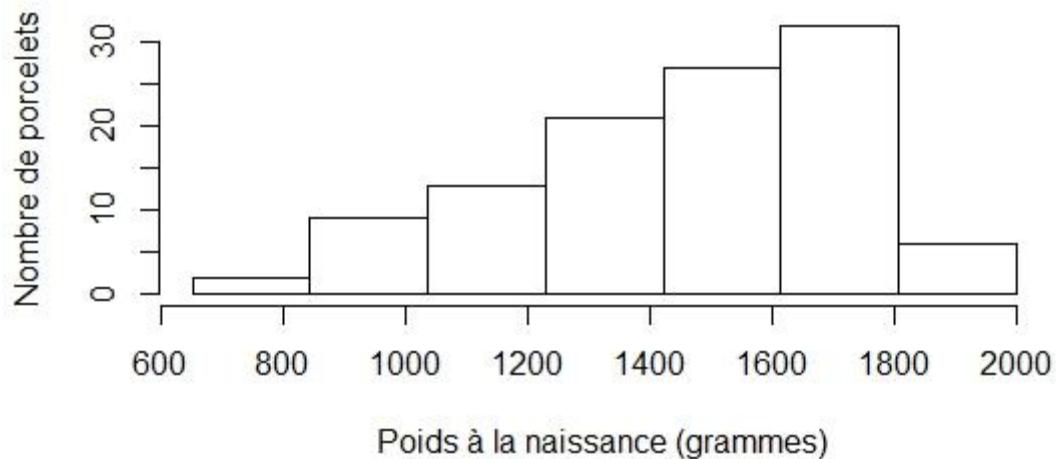


Figure 10 : Répartition des porcelets selon leur poids de naissance

### b) Immaturité

Les porcelets de l'étude avaient un rapport entre le périmètre de la tête et le périmètre de la poitrine allant de 0,70 à 0,93. Le rapport moyen est de 0,82 et le rapport médian est de 0,82. L'intervalle de confiance à 95% de la moyenne des rapports est compris entre 0,81 et 0,83. Les rapports sont distribués de la façon suivante :

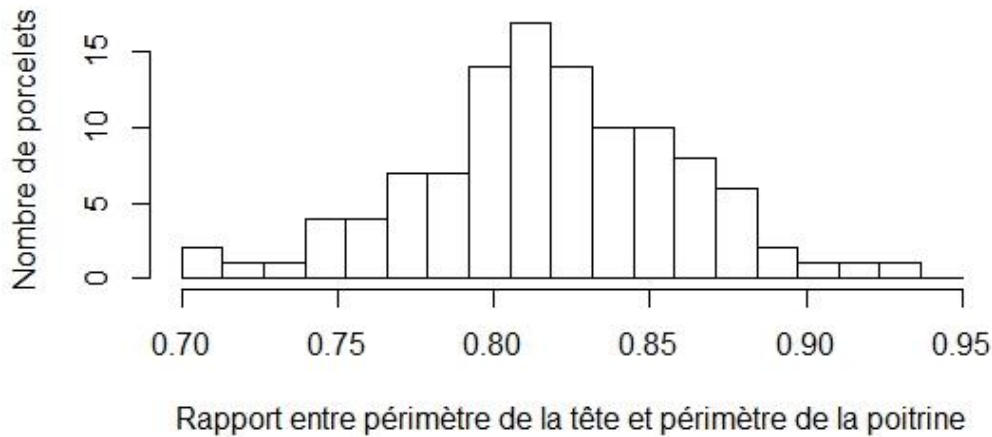


Figure 11 : Répartition des porcelets selon leur rapport périmètre tête/périmètre thorax

### c) Adoption

Au cours de l'étude, il y a eu 40 porcelets déplacés pendant la maternité et 70 porcelets qui sont restés sous la truie dont ils sont issus. Les porcelets déplacés ont été déplacés entre 1,80 h et 168,43 h après leur naissance. Ce délai moyen de déplacement est de 25,69 h et le délai médian est de 8,03 h. L'intervalle de confiance à 95% de la moyenne du délai moyen de déplacement est compris entre 11,71 h et 39,67 h.

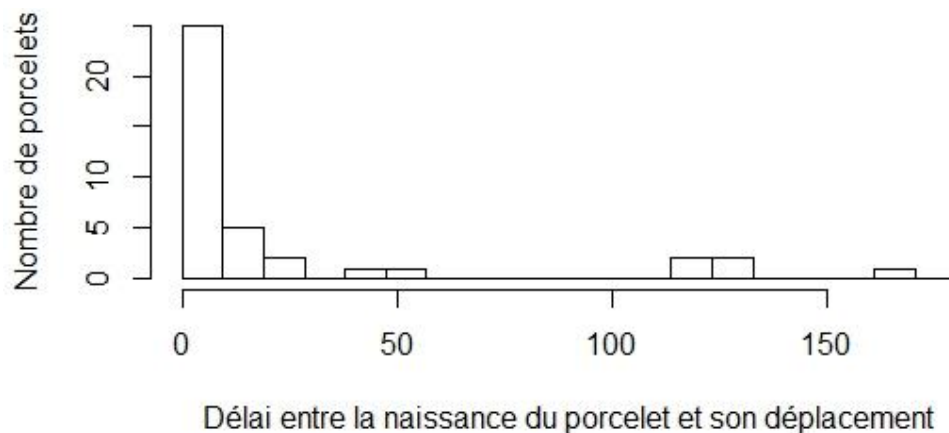


Figure 12 : Répartition des porcelets selon leur délai entre leur naissance et leur déplacement

#### d) Délai début de mise-bas et naissance du porcelet

On a observé des délais entre le début de la mise-bas et la naissance du porcelet compris entre 0 min et 296 min. Le délai moyen était de 98,01 min et le délai médian était de 94 min. L'intervalle de confiance à 95% de répartition de la moyenne de ces délais est compris entre 85,61 min et 110,41 min.

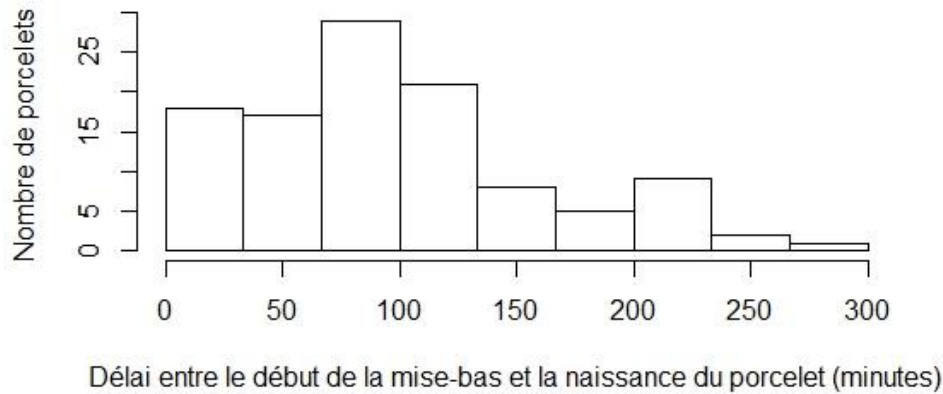


Figure 13 : Répartition des porcelets selon le délai entre leur naissance et la naissance du premier porcelet

#### e) Prise colostrale

##### α) Prise colostrale déterminée avec le GP24

Les porcelets de l'étude avaient une prise colostrale allant de 114,3 g à 618,1 g. La prise moyenne est de 357,6 g et la prise médiane est de 367,2 g. L'intervalle de confiance à 95% de la moyenne des prises colostrales est compris entre 338,3 g et 376,8 g. Les prises colostrales sont distribuées de la façon suivante :

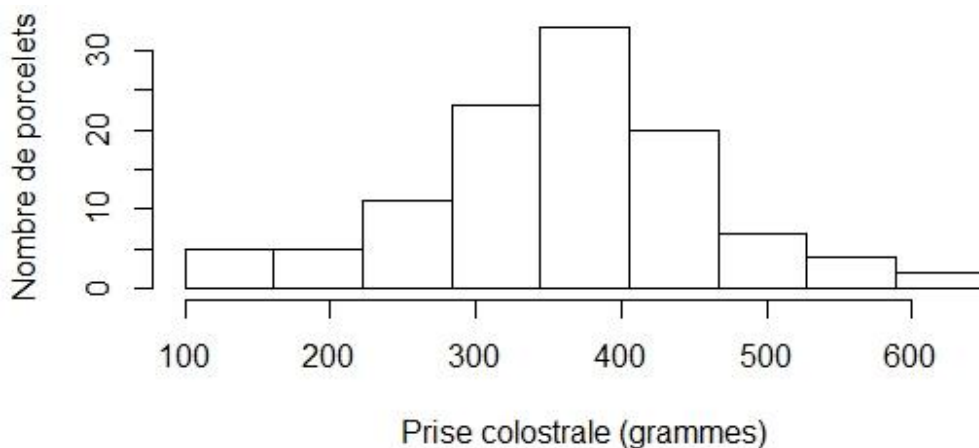


Figure 14 : Répartition des porcelets selon leur prise colostrale déterminée avec le GP24

β) Prise colostrale déterminée avec le dosage des IgG totales

Les porcelets de l'étude avaient une prise colostrale allant de 9,25 mL à 139,41 mL. La prise moyenne est de 64,69 mL et la prise médiane est de 67,62 mL. L'intervalle de confiance à 95% de la moyenne des prises colostrales est compris entre 59,47 mL et 69,91 mL. Les prises colostrales sont réparties de la façon suivante :

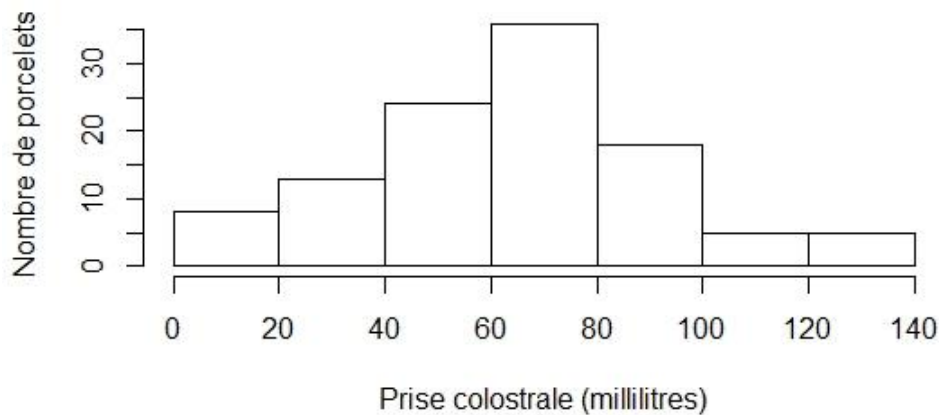


Figure 15 : Répartition des porcelets selon leur prise colostrale déterminée avec les IgG totales

**f) Rapport du poids du porcelet avec le poids moyen de la portée à 1 semaine de vie**

Les rapports entre poids du porcelet et le poids moyen de sa portée à une semaine de vie vont de 0,64 à 1,35. Le rapport moyen est de 1,02 et le rapport médian 1,01. L'intervalle de confiance à 95% de la moyenne de ces rapports est compris entre 0,99 et 1,04. Les rapports sont distribués de la façon suivante :

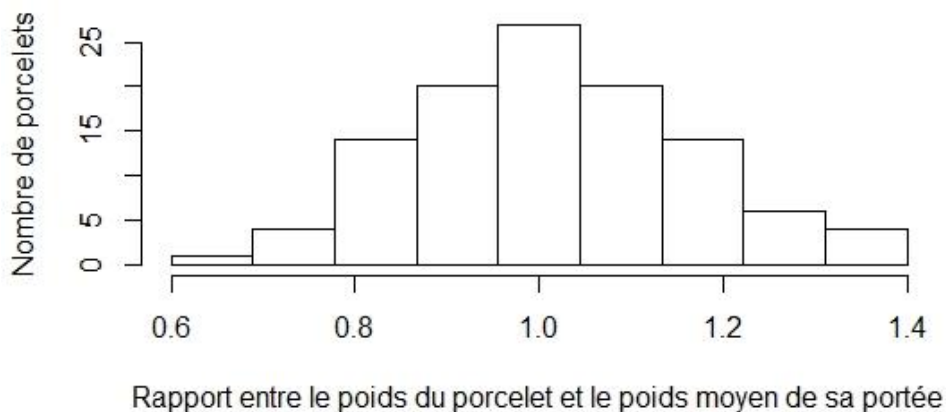


Figure 16 : Répartition des porcelets selon leur poids par rapport au poids moyen de la portée à 1 semaine de vie



### g) Gain de poids moyen en maternité

Les gains de poids moyens en maternité des porcelets suivis étaient compris entre 94,41 g/j et 367,53 g/j. Le gain de poids moyen en maternité moyen est de 239,11 g/j et le gain de poids moyen médian est de 242,13 g/j. L'intervalle de confiance à 95% de la moyenne de ces gains de poids moyens est compris entre 229,63 g/j et 248,59 g/j. Les gains de poids moyens en maternité sont distribués de la façon suivante :

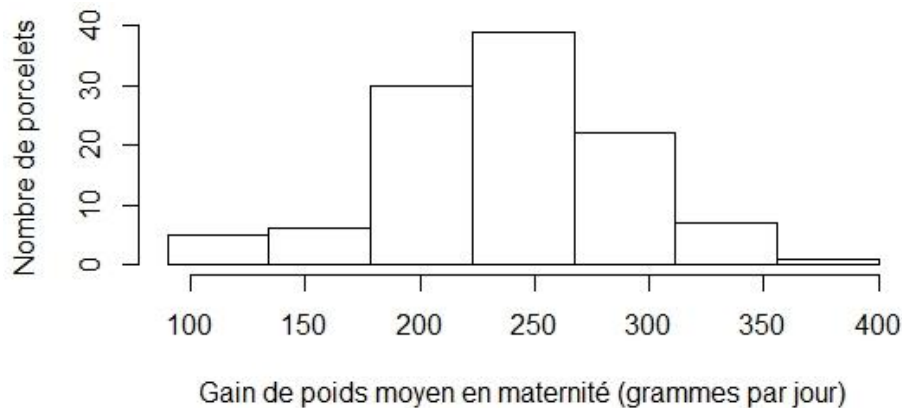


Figure 17 : Répartition des porcelets selon leur Gain de poids Moyen Quotidien en maternité

### h) Hémoglobininémie à 5 jours de post-sevrage

Les porcelets de l'étude avaient une hémoglobininémie à 5 jours post-sevrage comprise entre 7,50 g/dL et 13,20 g/dL. L'hémoglobininémie moyenne était de 10,19 g/dL et l'hémoglobininémie médiane était de 10,05 g/dL. L'intervalle de confiance à 95% de la moyenne de ces hémoglobininémies est compris entre 9,98 g/dL et 10,41 g/dL. Les hémoglobininémies sont distribuées de la façon suivante :

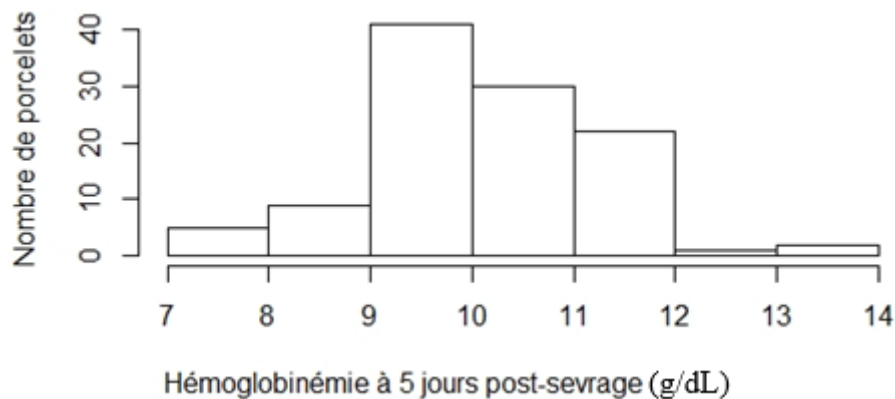


Figure 18 : Répartition des porcelets selon leur hémoglobininémie

**i) Gain de poids lors des 5 premiers jours de post-sevrage**

Les gains de poids lors des 5 premiers jours de post-sevrage des porcelets suivis étaient compris entre -820,0 g et 1700,0 g. Le gain de poids moyen est de 590,5 g et le gain de poids médian est de 610,0 g. L'intervalle de confiance à 95% de la moyenne de ces gains de poids est compris entre 512,2 g et 668,7 g. Les gains de poids lors des 5 premiers jours de post-sevrage sont distribués de la façon suivante :

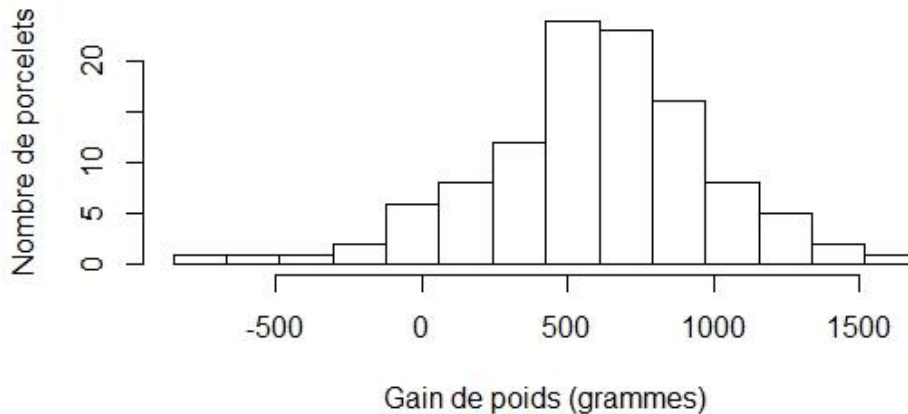


Figure 19 : Répartition des porcelets selon leur gain de poids au cours des 5 premiers jours de post-sevrage

**j) Elisa PCV2 à 5 jours de post-sevrage**

Les porcelets de l'étude avaient une quantité d'anticorps anti-PCV2 à 5 jours post-sevrage comprise entre 157 et 15000 (>15000 mais ramenée à 15000 pour simplifier l'étude). La quantité moyenne était de 3612 et la quantité médiane était de 2457. L'intervalle de confiance à 95% de répartition de la moyenne de ces quantités est compris entre 2992,465 et 4232,408. Les quantités d'anticorps anti-PCV2 à 5 jours de post-sevrage sont distribuées de la façon suivante :

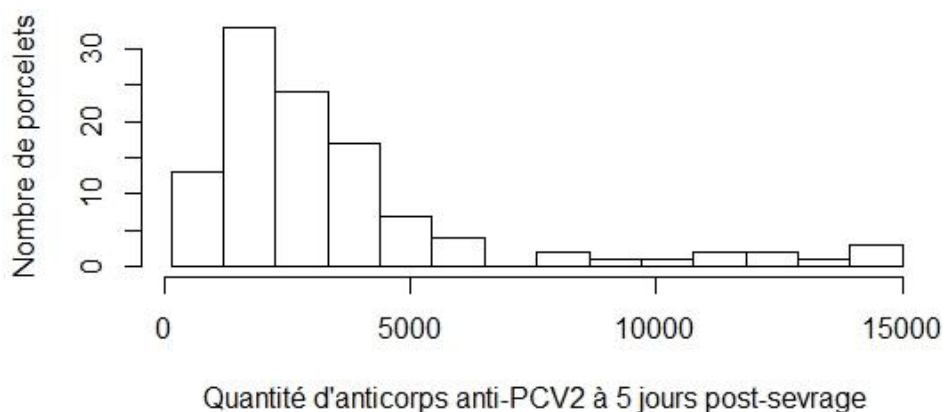


Figure 20 : Répartition des porcelets selon leur quantité d'anticorps anti-PCV2 à 5 jours post-sevrage

### **k) Gain de poids moyen en post-sevrage entre 21 et 69 jours de vie**

Les gains de poids moyen en post-sevrage des porcelets suivis étaient compris entre 154,8 g/j et 610,4 g/j. Le gain de poids moyen en post-sevrage moyen est de 404,7 g/j et le gain de poids moyen médian est de 409,3 g/j. L'intervalle de confiance à 95% de la moyenne de ces gains de poids moyens est compris entre 388,0 g/j et 421,4 g/j. Les gains de poids moyens en post-sevrage sont distribués de la façon suivante :

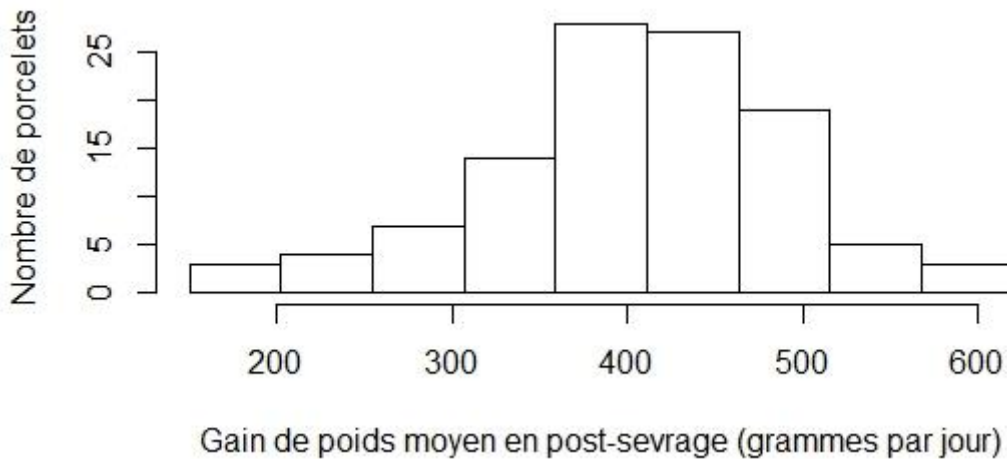


Figure 21 : Répartition des porcelets selon leur Gain de poids Moyen Quotidien en post-sevrage

### **l) Evolution de la quantité d'anticorps anti-PCV2 en post-sevrage**

Les porcelets de l'étude avaient une évolution de leur quantité d'anticorps anti-PCV2 au cours du post-sevrage comprise entre -12704 et 14731. L'évolution moyenne était de 2371 et l'évolution médiane était de 1462. L'intervalle de confiance à 95% de répartition de ces évolutions est compris entre 1146,772 et 3594,864. Les évolutions des quantités en anticorps anti-PCV2 au cours du post-sevrage sont distribuées de la façon suivante :

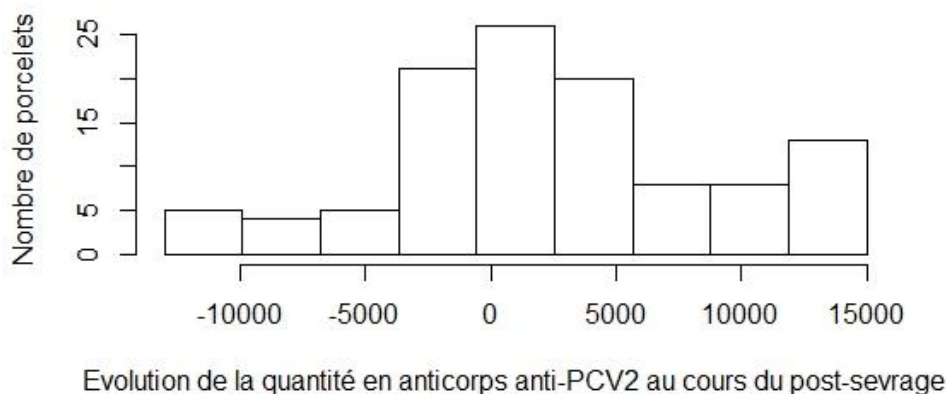


Figure 22 : Répartition des porcelets selon l'évolution de leur quantité d'anticorps anti-PCV2 dans le sang

### 3) Effets croisés entre variables explicatives

On s'intéresse ici à l'effet ou à la relation possible de chaque variable explicative avec les autres. On réalise alors des études une à une.

#### a) Le poids de naissance

On observe le fait que plus un porcelet a un poids à la naissance élevé :

- Plus ce porcelet a un rapport poids du porcelet sur poids moyen de la portée à une semaine de vie élevé ( $p=2,704 \times 10^{-5}$ ,  $R^2$  ajusté = 0,1433).
- Plus ce porcelet a un gain de poids moyen quotidien en maternité élevé ( $p = 3,797 \times 10^{-5}$ ,  $R^2$  ajusté = 0,1381).
- Plus ce porcelet a un gain de poids moyen quotidien en post-sevrage élevé ( $p = 5,421 \times 10^{-6}$ ,  $R^2$  ajusté = 0,1674).

#### b) Immaturité

On observe que plus le rapport Périmètre de tête divisé par le périmètre de poitrine augmente et plus le poids à la mise-bas du porcelet diminue ( $p=2,477 \times 10^{-9}$ ,  $R^2$  ajusté = 0,2749).

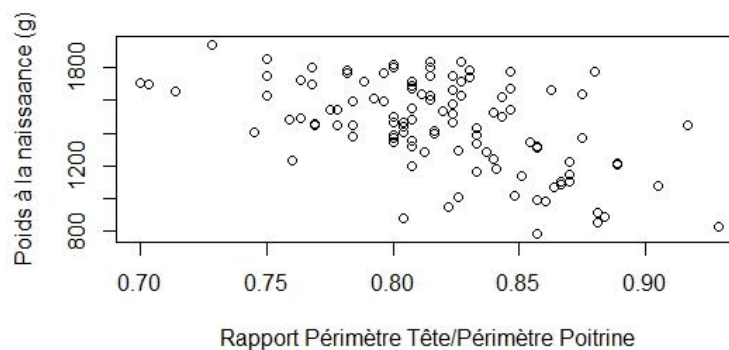


Figure 23 : Relation entre l'immaturité du porcelet et son poids à la mise-bas

La prise colostrale est elle aussi inversement proportionnelle au rapport caractérisant l'immaturité du porcelet (Pour prise colostrale via GP24 :  $p=4,476 \times 10^{-8}$ ,  $R^2$  ajusté = 0,236 ; Pour prise colostrale via dosage IgG :  $p=1,386 \times 10^{-8}$ ,  $R^2$  ajusté = 0,254).

La relation est la même pour le rapport entre le poids du porcelet et le poids moyen de sa portée à une semaine de vie ( $p=0,009195$  ;  $R^2$  ajusté =  $0,05247$ ).

La croissance des porcelets est aussi inversement proportionnelle à leur immaturité ( $p=0,0001208$  ;  $R^2$  ajusté =  $0,1204$ ).

De même pour le gain de poids au cours des cinq premiers jours de post-sevrage ( $p=0,002518$  ;  $R^2$  ajusté =  $0,07289$ ).

Ainsi que pour le gain de poids moyen en post-sevrage ( $p=0,000914$  ;  $R^2$  ajusté =  $0,0885$ ).

### c) Sexe

Les mâles ont un poids à la naissance significativement plus élevé que les femelles ( $p=0,0223$ ). Les mâles ont un poids moyen de  $1519,3$  g contre  $1399,2$  g pour les femelles. L'intervalle à 95% des différences des moyennes est de  $[-221,4 ; -18,9]$ .

Les femelles ont un délai entre le début de mise-bas et la naissance significativement plus long que les mâles ( $p=0,01142$ ). Les femelles naissent en moyenne  $111,8$  min après le début de la mise-bas contre  $80,2$  min pour les mâles. L'intervalle à 95% des différences des moyennes est de  $[7,3 ; 56,0]$ .

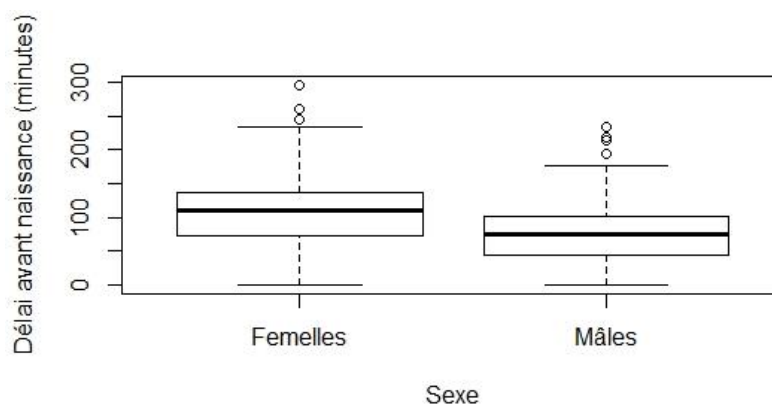


Figure 24 : Différence de délai de naissance selon le sexe des porcelets

#### d) Adoption

Les porcelets adoptés ont un gain de poids moyen en maternité significativement plus faible que les porcelets qui sont restés sous leur truie génitrice au cours de la lactation ( $p=0,002863$ ). Les porcelets déplacés ont un gain de poids moyen en maternité moyen de 220,5 g/j contre 249,7 g/j pour les autres porcelets. L'intervalle à 95% des différences des moyennes est de [10,3 ; 48,3].

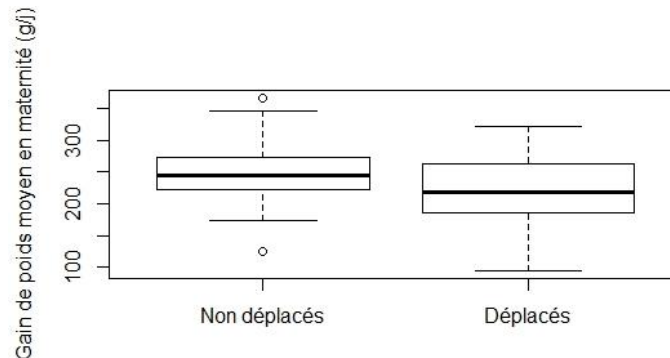


Figure 25 : Différences de Gain de poids Moyen Quotidien entre les porcelets déplacés et les porcelets non déplacés

#### e) Délai entre le début de la mise-bas et la naissance des porcelets

Les porcelets qui ont un délai entre le début de la mise-bas et leur naissance plus élevé ont :

- Une prise colostrale plus faible, cette relation n'est significative que pour la prise colostrale déterminée par le dosage des Immunoglobulines G totaux ( $p=0,001019$  ;  $R^2$  ajusté = 0,08792).
- Un gain de poids au cours des cinq premiers jours de post-sevrage plus faible ( $p=0,003332$  ;  $R^2$  ajusté = 0,06847).
- Un titre en anticorps maternels anti-PCV2 à 5 jours post-sevrage plus faible ( $p=0,03106$  ;  $R^2$  ajusté = 0,03346).

## f) Prise colostrale

On a une relation entre les deux méthodes de mesure de prise colostrale ( $p < 2,2 \times 10^{-16}$ ,  $R^2$  ajusté = 0,526).

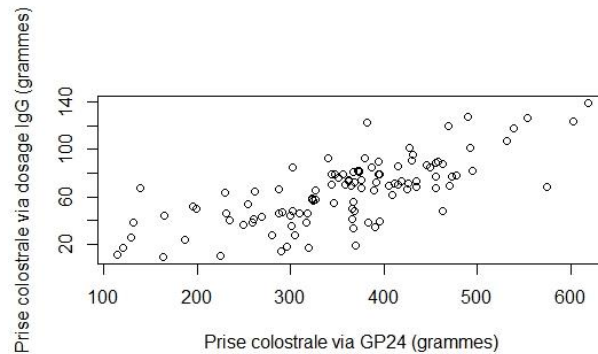


Figure 26 : Relation entre les deux méthodes de calcul de prise colostrale

Plus les porcelets ont une prise colostrale élevée :

- Plus le rapport de leur poids divisé par le poids moyen de la portée est élevé (pour prise colostrale via GP24 :  $p=0,000334$  ;  $R^2$  ajusté = 0,1046 ; pour prise colostrale via dosage IgG :  $p=0,009566$  ;  $R^2$  ajusté = 0,05232).
- Plus leur gain de poids moyen en maternité est élevé (Pour prise colostrale via GP24 :  $p=0,01086$  ;  $R^2$  ajusté = 0,04986 ; Pour prise colostrale via dosage IgG :  $p=0,03322$  ;  $R^2$  ajusté = 0,03273).
- Plus leur hémoglobinémie à cinq jours post-sevrage est faible, cette relation n'est significative que pour la prise colostrale déterminée par le gain de poids au cours des 24 premières heures de vie du porcelet ( $p=0,004838$  ;  $R^2$  ajusté = 0,06259).
- Plus leur gain de poids au cours des cinq premiers jours de post-sevrage est élevé (Pour prise colostrale via GP24 :  $p=0,0007296$  ;  $R^2$  ajusté = 0,092329 ; Pour prise colostrale via dosage IgG :  $p=0,0005551$  ;  $R^2$  ajusté = 0,09753).
- Plus leur gain de poids moyen en post-sevrage est élevé (Pour prise colostrale via GP24 :  $p=6,546 \times 10^{-5}$  ;  $R^2$  ajusté = 0,1298 ; Pour prise colostrale via dosage IgG :  $p=1,303 \times 10^{-6}$  ;  $R^2$  ajusté = 0,1899).

**g) Rapport du poids du porcelet avec le poids moyen de la portée à 1 semaine de vie**

On observe que plus les porcelets ont un poids élevé par rapport à la portée :

- Plus le gain de poids moyen quotidien en maternité de ces porcelets est élevé ( $p=4,233 \times 10^{-6}$  ;  $R^2$  ajusté = 0,171).

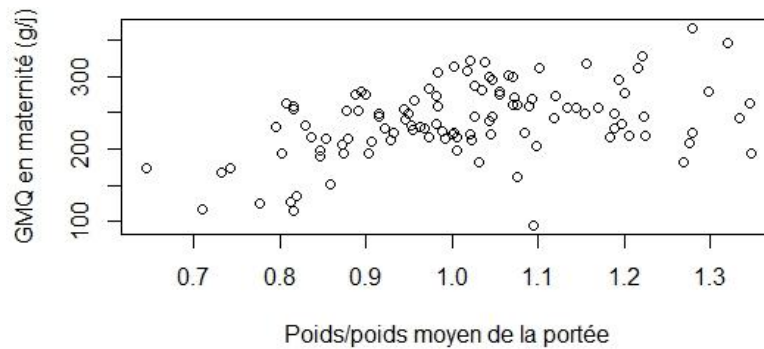


Figure 27 : Relation entre le rapport Poids du porcelet/Poids moyen de la portée et le GMQ en maternité

- Plus leur hémoglobininémie à cinq jours post-sevrage est faible ( $p=0,03318$  ;  $R^2$  ajusté = 0,03245).
- Plus le gain de poids moyen quotidien en post-sevrage de ces porcelets est élevé ( $p=0,0116$  ;  $R^2$  ajusté = 0,04881).

**h) Gain de poids moyen en maternité**

Les porcelets dont le gain moyen quotidien en maternité est élevé ont :

- Une hémoglobininémie à cinq jours post-sevrage significativement plus faible ( $p=3,509 \times 10^{-6}$ ,  $R^2$  ajusté = 0,1738).
- Un gain de poids moyen en post-sevrage significativement plus élevé ( $p=6,587 \times 10^{-5}$ ,  $R^2$  ajusté = 0,1297).



**i) Gain de poids lors des 5 premiers jours de post-sevrage**

Les porcelets dont la croissance est la plus importante lors des cinq premiers jours de post-sevrage sont ceux qui ont le gain de poids moyen quotidien en post-sevrage le plus élevé ( $p=3,018 \times 10^{-8}$ ,  $R^2$  ajusté = 0,2414).

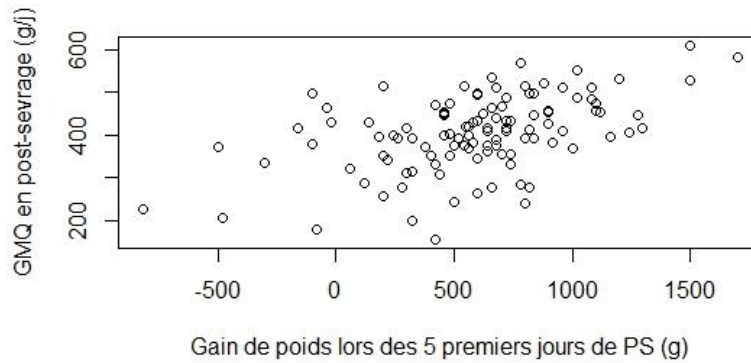


Figure 28 : Relation entre le gain de poids lors des 5 premiers jours de PS et le GMQ en PS

**j) Hémoglobinémie à 5 jours de post-sevrage**

Les porcelets dont l'hémoglobinémie à cinq jours post-sevrage est la plus élevée ont un gain de poids moyen quotidien en post-sevrage significativement plus faible ( $p=0,004426$  ;  $R^2$  ajusté = 0,06399).

La Figure 29 est un récapitulatif de tous les effets croisés significatifs entre les variables explicatives :

Réponse Explicative	Poids MB	Délai MB	Colostrum GP24	Colostrum IgG totaux	P/P moyen De la portée	GMQ Maternité	Hb	AOM	GP5jPS	GMQ En PS
Immaturité	⊖		⊖	⊖	⊖	⊖			⊖	⊖
Mâles par rapport à Femelles	⊕	⊖								
Poids MB					⊕	⊕			⊕	
Adoption						⊖				
Délai MB				⊖				⊖		
Colostrum GP24				⊕	⊕	⊕	⊖		⊕	⊕
Colostrum IgGt					⊕	⊕			⊕	⊕
P/PMB						⊕	⊖			⊕
GMQM							⊖			⊕
GP5jPS										⊕
Hb										⊖

Figure 29 : Récapitulatif des effets croisés significatifs des variables explicatives

#### 4) Effets des variables explicatives sur la variable réponse

##### a) Immaturité

Les porcelets dont le rapport caractérisant l'immaturité est élevé, ont une évolution de leur titre en anticorps anti-PCV2 entre 5 jours post-sevrage et 48 jours post-sevrage, plus faible ( $p=0,02535$  ;  $R^2$  ajusté = 0,0366).

##### b) Gain de poids moyen en maternité

Les porcelets dont le gain de poids moyen en maternité est élevé, ont une évolution de leur titre en anticorps anti-PCV2 entre 5 jours post-sevrage et 48 jours post-sevrage, plus élevée ( $p=0,02917$  ;  $R^2$  ajusté = 0,03443).

##### c) Elisa PCV2 à 5 jours de post-sevrage = Anticorps d'origine maternelle

Les porcelets dont le titre en anticorps maternels est élevé à cinq jours de post-sevrage, ont une évolution de leur titre en anticorps anti-PCV2 entre 5 jours post-sevrage et 48 jours post-sevrage, faible ( $p<2,2 \times 10^{-16}$ ,  $R^2$  ajusté = 0,6037).

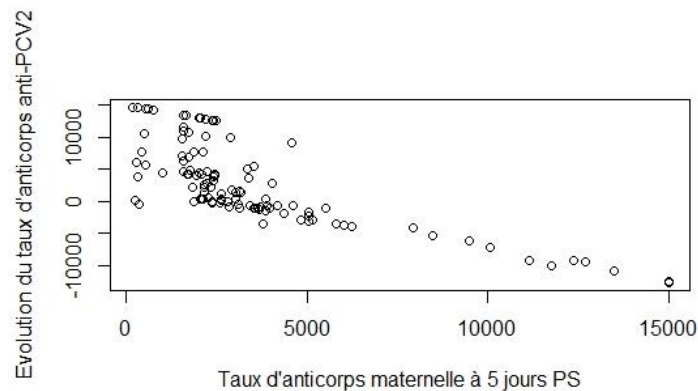


Figure 30 : Relation entre le taux d'anticorps à 5 jours post-sevrage et l'évolution du titre en anticorps pendant le post-sevrage

La Figure 31 suivante récapitule les différents effets et interactions significatifs entre variables :

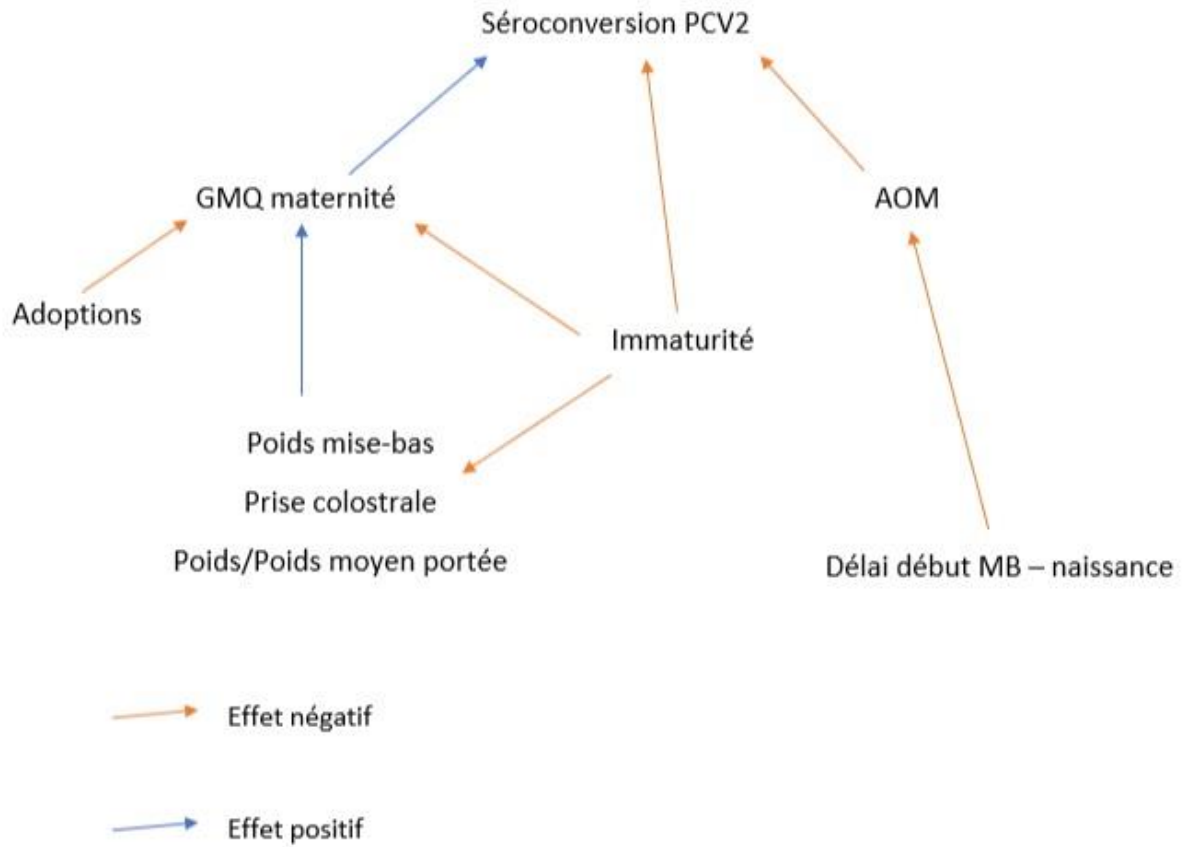


Figure 31 : Différentes interactions entrant en jeu dans la réponse immunitaire du porcelet



## **IV. DISCUSSION**

### **1) Echantillon**

Les porcelets de notre étude sont issus d'une truie de rang 6, deux truies de rang 5, deux truies de rang 4 et trois truies de rang 2. Hormis le fait que nous avons décidé de retirer les femelles primipares de l'étude, le rang de portée moyen est de 3,75 avec une lactation de 21 jours et un âge à la première mise-bas à 375 jours, l'âge moyen des truies à la reproduction de la bande est de 29,4 mois. Ce qui est tout à fait semblable à ceux d'un élevage moyen français, qui était de 25,8 mois en y intégrant les primipares (Ifip, 2015).

Les porcelets de notre échantillon étaient plus lourds à la mise-bas que ceux d'une étude à la station de Romilié (Quiniou, 2001), par exemple le poids moyen de l'étude est de 1,45 kg avec une taille de portée moyenne égale à 14,75 alors que le poids des porcelets à la mise-bas de l'étude est de 1,48 kg pour des portées de 12-13 porcelets. Or, on peut donc supposer que les porcelets de notre étude présenteront une meilleure vigueur et moins de mortalité en maternité (Panzardi et al., 2013).

Pour ce qui concerne l'immaturation des porcelets à la naissance, il est difficile pour nous d'établir un nombre précis d'immaturation puisque'il s'agit à notre connaissance d'un indicateur qui n'avait pas encore été utilisé, et qu'il n'y a donc pas de valeur seuil établie pour le rapport périmètre tête/périmètre thorax. Si l'on prend une valeur seuil de 0,87 pour ce rapport, ce qui semble représenter aussi un poids de mise-bas plus faible, on observe une proportion de près de 10% de porcelets immatures, ce qui rejoint une étude (Sacy et al., 2010), où les porcelets immatures représentent 11% des nés vivants et jusqu'à 25% dans les portées de truies plus vieilles.

Dans une étude sur 4 élevages (Bories et al., 2010), la durée de mise-bas moyenne (du premier au dernier porcelet) est de 235 min  $\pm$  87,3 et varie entre 98 et 430 min. Les mises-bas courtes (3h et moins), et longues (4h et plus) représentent respectivement 36 et 39% des mises bas, 20% ayant une durée intermédiaire. On peut voir que le temps du porcelet médian se situe entre 90 et 100 min (Bories et al., 2010), ce qui correspond à nos valeurs. Les maximales sont plus élevées du fait que les portées suivies comportaient parfois plus de 12 porcelets nés vivants (21 au maximum). On peut donc supposer que les porcelets nés très tardivement ont donc une prise colostrale plus faible car la quantité de colostrum diminue au cours des premières heures qui suivent le début de la mise-bas.

Pour les adoptions, 36% des porcelets de notre échantillon ont été déplacés au cours de leur lactation, c'est largement au-dessus des recommandations de l'Anses qui sont de ne pas dépasser 15% (Leneveu P, comm. pers.). De plus, certains de ces déplacements sont très précoces (moins de six heures après la naissance). Certains porcelets ont donc probablement bu une quantité de colostrum de leur mère biologique plus faible.

Dans une étude à l'unité EOPS à l'AFSSA Ploufragan, les résultats de 3375 porcelets sont répartis de façon gaussienne selon leur GMQ maternité. Le Gain de poids moyen en maternité est de 257 g/j (Cariolet et al., 2004). Le gain de poids moyen en maternité dans notre étude est tout à fait dans la norme, légèrement inférieur dans l'échantillon avec une moyenne à 239 g/j. La répartition et les valeurs extrêmes sont semblables.

Le gain de poids moyen national entre 8 et 30 kg en 2015 est de 477 g/j (Ifip). Le gain de poids moyen en post-sevrage des porcelets suivis est plus faible (405 g/j) et peut-être expliqué en grande partie par l'épisode infectieux de grippe qui est survenu en début de post-sevrage. Il peut aussi être expliqué par le jeune âge de certains porcelets au sevrage (19 jours). En effet, le poids moyen au sevrage des porcelets suivis au cours de l'étude était de seulement 6 kg alors que les porcelets sevrés vers 28 jours de lactation pèsent en moyenne 8 kg.

## **2) Variation de la réponse immunitaire**

L'évolution du titre en anticorps anti-PCV2 est donc influencée d'une part par l'immaturation, d'autre part par le gain de poids moyen en maternité, ce qui avait déjà été mis en évidence par (Lessard et al., 2018b) et enfin par le titre en anticorps d'origine maternelle au moment de la vaccination. Ce dernier est largement prédominant, en particulier pour les porcelets possédant une quantité d'anticorps maternels supérieure à 5000 lors de la vaccination. On peut malgré tout, supposer que ces porcelets vont ensuite répondre au vaccin mais de façon très tardive comme l'avait montré (Fablet et al., 2016b). Pour les porcelets dont le titre en anticorps est inférieur à 5000 dans notre échantillon, on peut observer un étalement bien plus grand des valeurs de l'évolution des titres en anticorps anti-PCV2. Ce qui laisse penser que d'autres facteurs entrent en jeu pour cette variabilité comme l'immaturation et le gain de poids moyen en maternité mentionnés précédemment.

Le titre en anticorps maternels lors de la vaccination semble seulement être modulé par le délai entre le début de la mise-bas et la naissance de porcelet. En effet, cela est dû au fait que le colostrum est consommé par les porcelets nés plus tôt et la quantité disponible diminue donc au cours de la mise-bas. Il ne semble pas y avoir d'effet de la quantité d'immunoglobuline G à 24 heures de vie sur la quantité résiduelle à 26 jours de vie, contrairement à ce que l'on peut voir dans la littérature (Rooke et al., 2003).

Le gain de poids moyen en maternité est, lui, modifié par l'immaturation, le poids à la naissance (qui est lui-même associé de façon significative à l'immaturation), la prise colostrale et le poids du porcelet par rapport au poids moyen de la portée à 7 jours de vie.

On voit donc qu'un porcelet immature a un poids à la naissance plus faible, une prise colostrale réduite par rapport à un porcelet normal et une croissance diminuée jusqu'à 70 jours de vie. L'immaturation semble donc avoir un effet à plusieurs niveaux sur l'évolution du titre en anticorps anti-PCV2 en post-sevrage.



De façon similaire, un porcelet dont le poids à la naissance est élevé, aura une croissance plus élevée que les autres porcelets jusqu'à 70 jours de vie. De même, un porcelet qui obtient une quantité importante de colostrum a, lui-aussi, une meilleure croissance que les porcelets ayant pris une quantité plus faible de colostrum.

Pour ce qui est de l'impact de l'adoption sur la croissance en maternité, il est très difficile d'avoir une quelconque interprétation car on ne sait pas réellement si l'éleveur réalise l'adoption car le porcelet a une croissance plus faible que les autres porcelets de la portée, ou si la croissance du porcelet est plus faible car il se retrouve dans une portée différente. De plus, il semblerait que les porcelets adoptés soient pénalisés dans l'attribution des tétines.

### **3) Biais, résultats non interprétés/exploités**

Un certain nombre de mesures ont été réalisées sur les truies et les porcelets mais n'ont finalement pas fait l'objet d'une interprétation statistique. Les trois premiers jours après la première mise-bas, la température rectale, la santé de la mamelle (rougeur, consistance, douloureuse ou non), ainsi que la constipation, ont été évaluées et notées. Mais, du fait que les mises-bas n'ont pas eu lieu le même jour, le suivi n'a pas été réalisé sur la même durée pour toutes les truies et n'a pas été jugé avoir un intérêt suffisant pour être présenté dans cette thèse. Les modifications de la courbe alimentaire des truies ont été suivies. Il n'a été observé qu'une baisse de 5 à 10% sur deux jours pour deux truies dont les porcelets étaient suivis. Il n'y avait donc pas assez de matière dans l'échantillon pour inclure le paramètre dans l'étude. Le test de comportement des porcelets lors du sevrage, n'a pas non plus été interprété, car celui-ci représentait seulement une photographie de la case et ne semblait pas être tout à fait représentatif du comportement de l'ensemble de la case au cours du sevrage. La réalisation de l'observation de la prise d'aliment sous la mère a été réalisée avec des caméras GoPro sur une durée de 30 à 45 minutes. L'autonomie de batterie de ces caméras n'étant que de deux heures, et le nombre de caméra étant insuffisant, les porcelets suivis ont été observés à différentes heures de la journée dans des conditions différentes. Il est donc probable que leur comportement alimentaire ne puisse pas être comparable.

## **CONCLUSION**

L'étude a permis de confirmer certains paramètres responsables de variations de la réponse immunitaire humorale suite à une vaccination, comme le taux d'anticorps d'origine maternelle. Certaines autres variables ont été mise en évidence comme ayant un impact sur la réponse immunitaire comme l'immatunité du porcelet à la naissance et le gain de poids moyen quotidien en maternité. Ces variables pouvant être liées par d'autres facteurs comme le poids à la naissance, la prise colostrale et le poids du porcelet par rapport à celui moyen de sa portée. L'immatunité du porcelet entretenant des relations avec ces différents facteurs, notre supposé indicateur d'immatunité semble effectivement statistiquement bien lié à une moins bonne seroconversion en post-sevrage (il faudra tout de même poursuivre l'explication via une analyse multivariée car des biais sont possibles). Enfin, le fait que cette moins bonne réponse soit liée à une éventuelle immaturité du système immunitaire est une hypothèse qu'il serait intéressant de vérifier.

L'étude étant une étude exploratoire, il sera intéressant de regarder de façon plus exhaustive l'action des facteurs mis en évidence. De plus, notre étude ne concernait que la réponse immunitaire humorale, il sera intéressant d'observer la réponse immunitaire cellulaire pour avoir un ensemble plus conséquent de facteur de la réponse immunitaire en post-sevrage.

**AGREMENT SCIENTIFIQUE**

**En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire**

Je soussignée, Agnès WARET-SZKUTA, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de Etienne ROCHE intitulée « Etude exploratoire des facteurs de variation de la réponse immunitaire observée en post-sevrage suite à la vaccination contre le PCV 2 » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.


Fait à Toulouse, le 18/11/2019  
Docteur Agnès WARET-SZKUTA  
Maître de Conférences  
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse



Vu :  
Le Directeur de l'Ecole Nationale  
Vétérinaire de Toulouse  
Pierre SANS



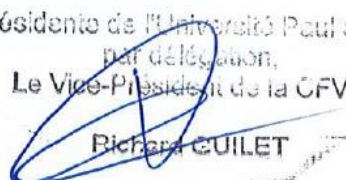
Vu :  
Le Président du jury :  
Professeur Eric OSWALD



**Professeur Eric OSWALD**  
Chef de Service  
Laboratoire de Bactériologie-Hygiène  
Institut Fédératif de Biologie  
330 av. de Grande Bretagne - TSA 40031  
31059 TOULOUSE CEDEX 9

Vu et autorisation de l'impression :  
Présidente de l'Université Paul Sabatier  
Madame Régine ANDRE-OBRECHT

La Présidente de l'Université Paul Sabatier,  
par délégation,  
Le Vice-Président de la CFVU  
Richard GUILLET



M. Etienne ROCHE  
a été admis(e) sur concours en : 2014  
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le : 18/07/2018  
a validé son année d'approfondissement le 16/07/2019  
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

## **Références bibliographiques**

ALLAN, Gordon M. et ELLIS, John A., 2000. Porcine Circoviruses: A Review. In : *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. janvier 2000. Vol. 12, n° 1, p. 3-14. DOI 10.1177/104063870001200102.

BIDANEL, Pierre, DESSON, Dorothée, BILLON, Yvon, OSWALD, Isabelle, ESTELLE, Jordi et ROGEL, Claire, 2013. Paramètres génétiques de la réponse immunitaire et covariation des caractères de croissance et de carcasse chez le porc. In : . p. 6.

BORIES, Pauline, VAUTRIN, Fabien, BOULOT, Sylviane, PERE, Christine, SIALELLI, Noël et MARTINEAU, Pierre, 2010. Analyse des paramètres physiologiques et métaboliques associés aux mises bas longues ou difficiles chez la truie. In : . p. 8.

CARIOLET, Roland, DIGUERHER, Gérald LE, JULOU, Philippe, ROSE, Nicolas, ECOBICHON, Pierre, BOUGEARD, Stéphanie et MADEC, François, 2004. Survie et croissance des porcelets au stade maternité dans l'unité EOPS de l'AFSSA Ploufragan. In : . p. 8.

COURET, David, JAMIN, Agnès, KUNTZ-SIMON, Gaëlle, PRUNIER, Armelle et MERLOT, Elodie, 2009. Maternal stress during late gestation has moderate but long-lasting effects on the immune system of the piglets. In : *Veterinary Immunology and Immunopathology*. septembre 2009. Vol. 131, n° 1-2, p. 17-24. DOI 10.1016/j.vetimm.2009.03.003.

COURET, David, PRUNIER, Armelle, MOUNIER, Anne-Marie, THOMAS, Françoise, OSWALD, Isabelle P. et MERLOT, Elodie, 2009. Comparative effects of a prenatal stress occurring during early or late gestation on pig immune response. In : *Physiology & Behavior*. octobre 2009. Vol. 98, n° 4, p. 498-504. DOI 10.1016/j.physbeh.2009.08.003.

DANIEL, J.A., CARROLL, J.A., KEISLER, D.H. et KOJIMA, C.J., 2008. Evaluation of immune system function in neonatal pigs born vaginally or by Cesarean section. In : *Domestic Animal Endocrinology*. juillet 2008. Vol. 35, n° 1, p. 81-87. DOI 10.1016/j.domaniend.2008.02.002.

DEGROOT, J, RUIS, M, SCHOLTEN, J, KOOLHAAS, J et BOERSMA, W, 2001. Long-term effects of social stress on antiviral immunity in pigs. In : *Physiology & Behavior*. mai 2001. Vol. 73, n° 1-2, p. 145-158. DOI 10.1016/S0031-9384(01)00472-3.

DEGUCHI, Eisaburo et AKUZAWA, Masao, 1998. Effects of Fighting after Grouping on Plasma Cortisol Concentration and Lymphocyte Blastogenesis of Peripheral Blood Mononuclear Cells Induced by Mitogens in Piglets. In : *Journal of Veterinary Medical Science*. 1998. Vol. 60, n° 2, p. 149-153. DOI 10.1292/jvms.60.149.

D'INCA, Romain, GRAS-LE GUEN, Christèle, CHE, Lianqiang, SANGILD, Per T. et LE HUËROU-LURON, Isabelle, 2011. Intrauterine Growth Restriction Delays Feeding-Induced Gut Adaptation in Term Newborn Pigs. In : *Neonatology*. 2011. Vol. 99, n° 3, p. 208-216. DOI 10.1159/000314919.

FABLET, C., RENSON, P., EONO, F., MAHÉ, S., EVENO, E., LE DIMNA, M., NORMAND, V., LEBRET, A., ROSE, N. et BOURRY, O., 2016a. Maternally-derived antibodies (MDAs)

impair piglets' humoral and cellular immune responses to vaccination against porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS). In : *Veterinary Microbiology*. août 2016. Vol. 192, p. 175-180. DOI 10.1016/j.vetmic.2016.07.014.

FERRARI, C.V., SBARDELLA, P.E., BERNARDI, M.L., COUTINHO, M.L., VAZ, I.S., WENTZ, I. et BORTOLOZZO, F.P., 2014. Effect of birth weight and colostrum intake on mortality and performance of piglets after cross-fostering in sows of different parities. In : *Preventive Veterinary Medicine*. juin 2014. Vol. 114, n° 3-4, p. 259-266. DOI 10.1016/j.prevetmed.2014.02.013.

FRAILE, Lorenzo, GRAU-ROMA, Llorenç, SARASOLA, Patxi, SINOVAS, Nuria, NOFRARÍAS, Miquel, LÓPEZ-JIMENEZ, Rosa, LÓPEZ-SORIA, Sergio, SIBILA, Marina et SEGALÉS, Joaquim, 2012. Inactivated PCV2 one shot vaccine applied in 3-week-old piglets: Improvement of production parameters and interaction with maternally derived immunity. In : *Vaccine*. mars 2012. Vol. 30, n° 11, p. 1986-1992. DOI 10.1016/j.vaccine.2012.01.008.

GARCÍA, G.R., DOGI, C.A., ASHWORTH, G.E., BERARDO, D., GODOY, G., CAVAGLIERI, L.R., DE MORENO DE LEBLANC, A. et GRECO, C.R., 2016. Effect of breast feeding time on physiological, immunological and microbial parameters of weaned piglets in an intensive breeding farm. In : *Veterinary Immunology and Immunopathology*. août 2016. Vol. 176, p. 44-49. DOI 10.1016/j.vetimm.2016.02.009.

HAAKE, Michael, PALZER, Andreas, RIST, Beate, WEISSENBACHER-LANG, Christiane, FACHINGER, Vicky, EGGEN, Alex, RITZMANN, Mathias et EDDICKS, Matthias, 2014. Influence of age on the effectiveness of PCV2 vaccination in piglets with high levels of maternally derived antibodies. In : *Veterinary Microbiology*. janvier 2014. Vol. 168, n° 2-4, p. 272-280. DOI 10.1016/j.vetmic.2013.11.012.

HICKS, T A, MCGLONE, J J, WHISNANT, C S, KATTESH, H G et NORMAN, R L, 1998. Behavioral, endocrine, immune, and performance measures for pigs exposed to acute stress. In : *Journal of Animal Science*. 1998. Vol. 76, n° 2, p. 474. DOI 10.2527/1998.762474x.

KLOUBERT, Veronika, BLAABJERG, Karoline, DALGAARD, Tina Sørensen, POULSEN, Hanne Damgaard, RINK, Lothar et WESSELS, Inga, 2018. Influence of zinc supplementation on immune parameters in weaned pigs. In : *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. septembre 2018. Vol. 49, p. 231-240. DOI 10.1016/j.jtemb.2018.01.006.

LESSARD, Martin, BLAIS, Mylène, BEAUDOIN, Frédéric, DESCHENE, Karine, VERSO, Luca Lo, BISSONNETTE, Nathalie, LAUZON, Karoline et GUAY, Frédéric, 2018a. Piglet weight gain during the first two weeks of lactation influences the immune system development. In : *Veterinary Immunology and Immunopathology*. décembre 2018. Vol. 206, p. 25-34. DOI 10.1016/j.vetimm.2018.11.005.

MARTINEZ, Philippe, 1999. L'anémie ferriprive chez le porc : Etude bibliographie, Thèse d'exercice vétérinaire.

OPRIESSNIG, T., GIMÉNEZ-LIROLA, L. G. et HALBUR, P. G., 2011. Polymicrobial respiratory disease in pigs. In : *Animal Health Research Reviews*. décembre 2011. Vol. 12, n° 2, p. 133-148. DOI 10.1017/S1466252311000120.

PANZARDI, A., BERNARDI, M.L., MELLAGI, A.P., BIERHALS, T., BORTOLOZZO, F.P. et WENTZ, I., 2013. Newborn piglet traits associated with survival and growth performance

until weaning. In : *Preventive Veterinary Medicine*. juin 2013. Vol. 110, n° 2, p. 206-213. DOI 10.1016/j.prevetmed.2012.11.016.

PERCIVAL, Susan, 1998, Copper and immunity. In : *Am J Clin Nutr* 1998;67(suppl):1064S–8S, 1998

PIERRON, Alix, ALASSANE-KPEMBI, Imourana et OSWALD, Isabelle P., 2016. Impact of mycotoxin on immune response and consequences for pig health. In : *Animal Nutrition*. juin 2016. Vol. 2, n° 2, p. 63-68. DOI 10.1016/j.aninu.2016.03.001.

POGRANICHNYY, Roman M., YOON, Kyoung-Jin, HARMS, Perry A., SWENSON, Sabrina L., ZIMMERMAN, Jeffrey J. et SORDEN, Steven D., 2000. Characterization of Immune Response of Young Pigs to Porcine Circovirus Type 2 Infection. In : *Viral Immunology*. juin 2000. Vol. 13, n° 2, p. 143-153. DOI 10.1089/vim.2000.13.143.

QUINIOU, Nathalie, 2001. Variation du poids des porcelets à la naissance. In : . 2001. Vol. 24, p. 7.

ROOKE, J.A., CARRANCA, C., BLAND, I.M., SINCLAIR, A.G., EWEN, M., BLAND, V.C. et EDWARDS, S.A., 2003. Relationships between passive absorption of immunoglobulin G by the piglet and plasma concentrations of immunoglobulin G at weaning. In : *Livestock Production Science*. juin 2003. Vol. 81, n° 2-3, p. 223-234. DOI 10.1016/S0301-6226(02)00260-9.

SACY, Audrey, TREUT, Yannig LE, SCHMIDELY, Philippe et CHEVAUX, Eric, 2010. Caractérisation de l'immaturation des porcelets à la naissance. In : . p. 2.

SEGALÉS, Joaquim, 2012. Porcine circovirus type 2 (PCV2) infections: Clinical signs, pathology and laboratory diagnosis. In : *Virus Research*. mars 2012. Vol. 164, n° 1-2, p. 10-19. DOI 10.1016/j.virusres.2011.10.007.

SIALELLI, Jean-Noël, LAUTROU, Yannick, OSWALD, Isabelle et QUINIOU, Nathalie, 2009. Peut-on établir une relation entre les caractéristiques de la truie et de sa portée et l'apparition de diarrhées néonatales ? In : . p. 6.

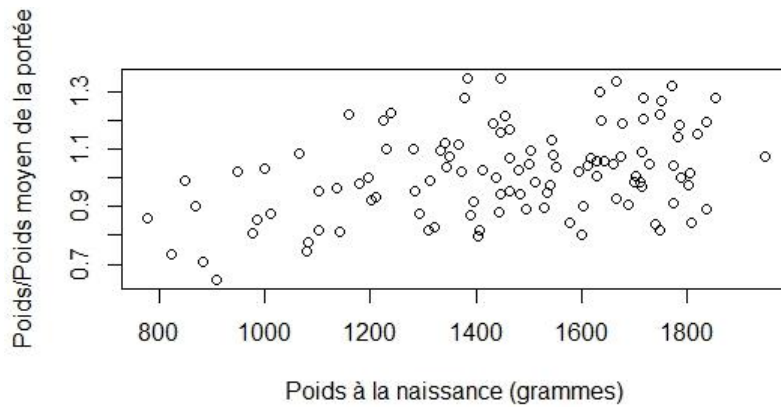
TUCHSCHERER, M., KANITZ, E., OTTEN, W. et TUCHSCHERER, A., 2002. Effects of prenatal stress on cellular and humoral immune responses in neonatal pigs. In : *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 1 juillet 2002. Vol. 86, n° 3, p. 195-203. DOI 10.1016/S0165-2427(02)00035-1.

WU, G., BAZER, F. W., WALLACE, J. M. et SPENCER, T. E., 2006. BOARD-INVITED REVIEW: Intrauterine growth retardation: Implications for the animal sciences1. In : *Journal of Animal Science*. 1 septembre 2006. Vol. 84, n° 9, p. 2316-2337. DOI 10.2527/jas.2006-156.

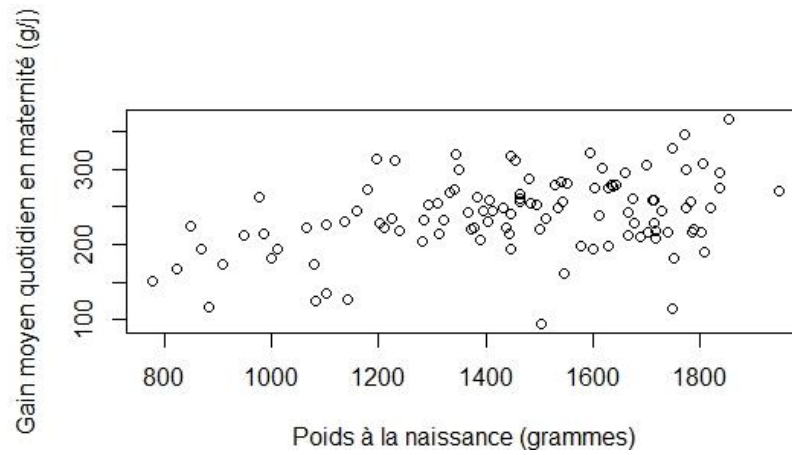
ZIMMERMAN, J., KARRIKER, L., RAMIREZ, A., SCWARTZ, K., STEVENSON, G., 2012. 16 : Immune System. In *Diseases of Swine*. p. 227-250



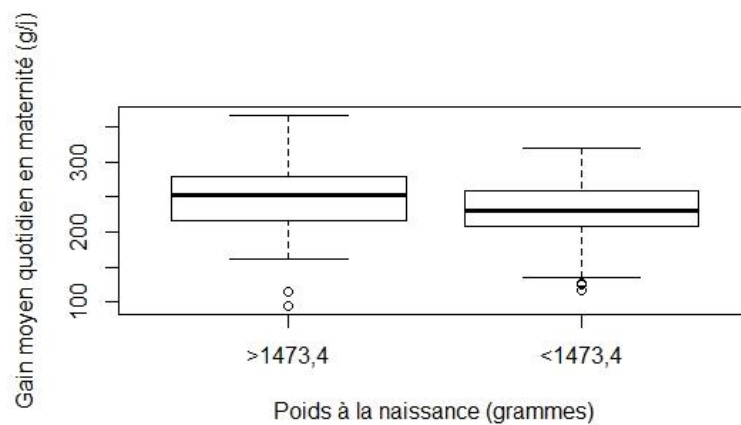
## ANNEXES



*Annexe 1 : Relation entre le poids à la naissance et le rapport poids du porcelet / poids moyen de la portée à 7 jours de vie*

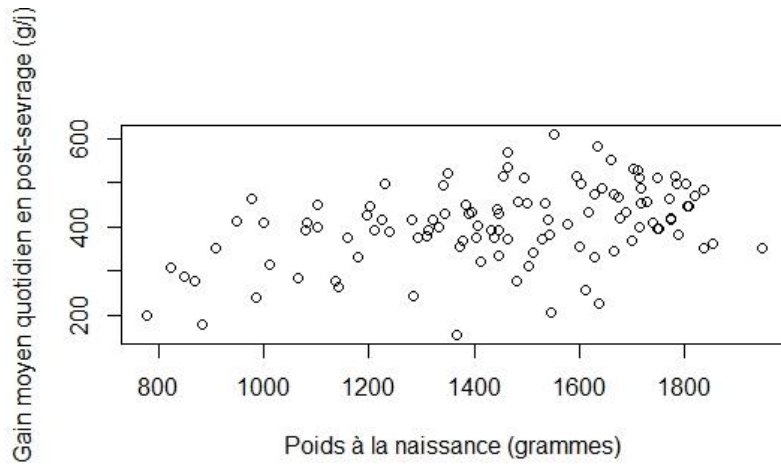


*Annexe 2 : Relation entre le poids de naissance et le Gain de poids moyen quotidien en maternité*

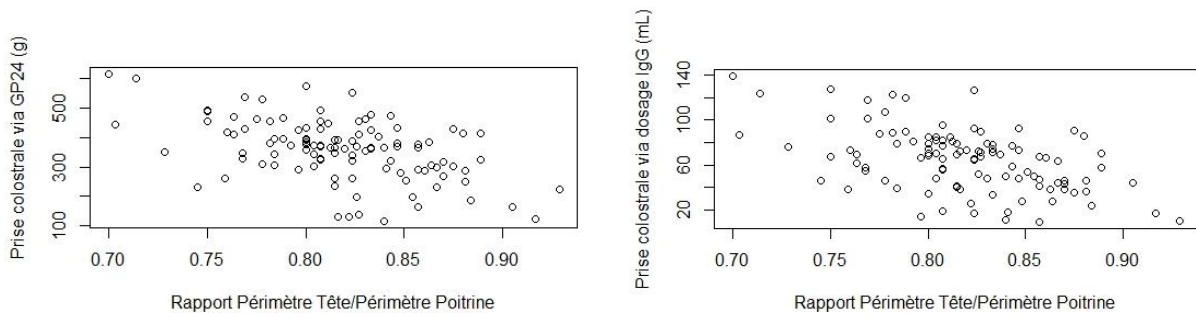


*Annexe 3 : Différence de gain de poids moyen en maternité selon la catégorie de poids des porcelets*

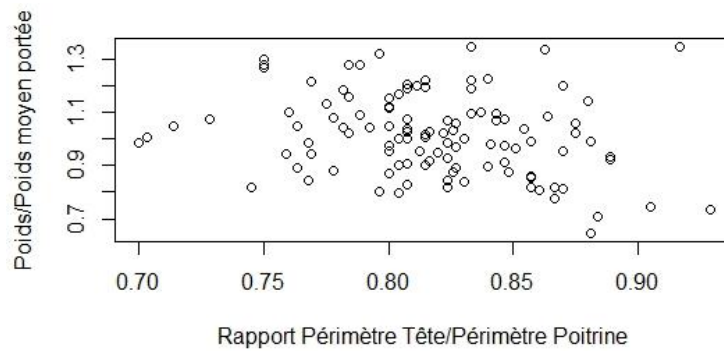




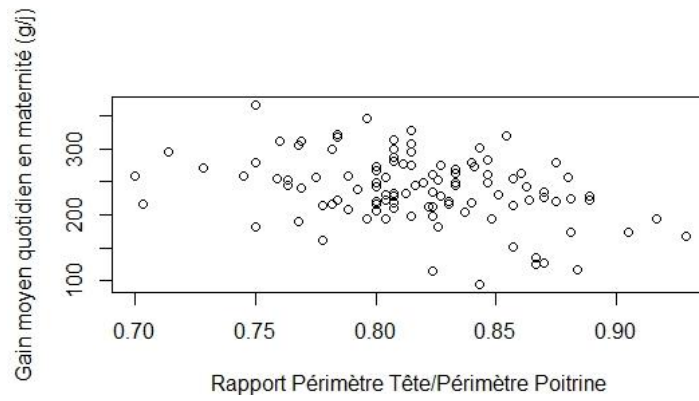
Annexe 4 : Relation entre le poids à la naissance et le gain de poids moyen quotidien en post-sevrage



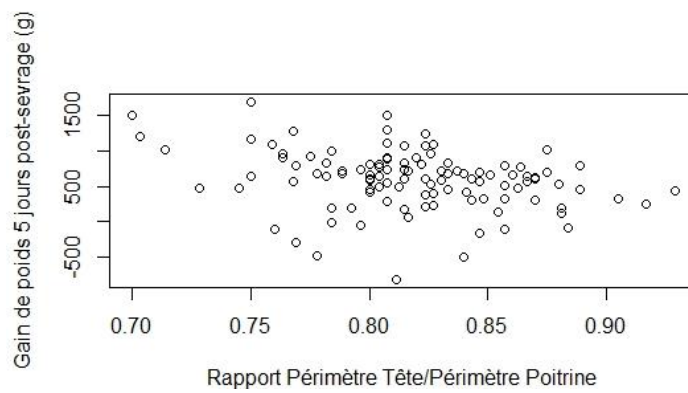
Annexe 5 : Relations entre l'immaturité et la prise colostrale



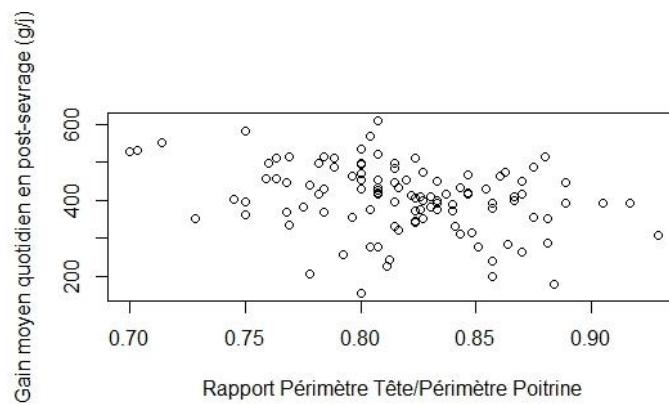
Annexe 6 : Relation entre l'immaturité et le rapport poids du porcelet / poids moyen de la portée



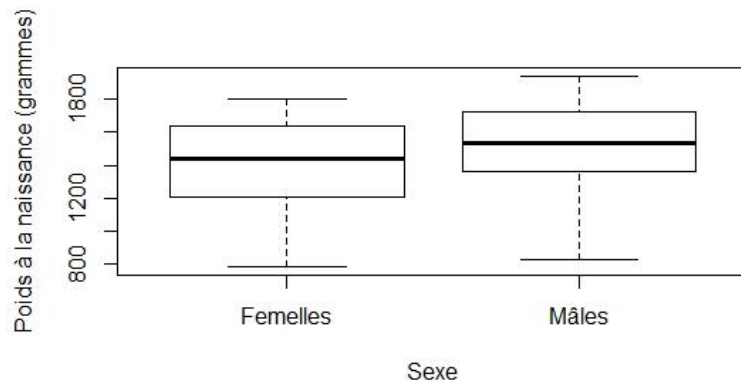
*Annexe 7 : Relation entre l'immatunité et le gain moyen quotidien en maternité*



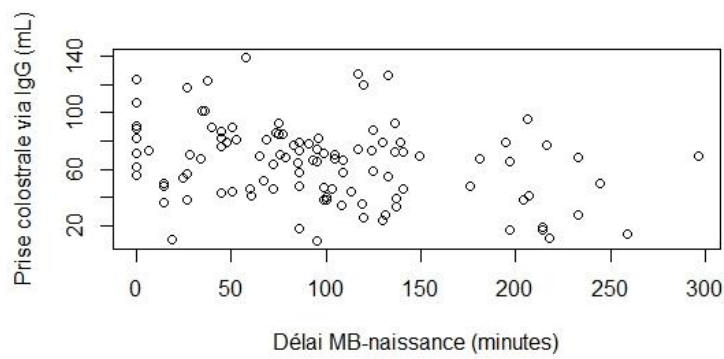
*Annexe 8 : Relation entre l'immatunité et le gain de poids lors des 5 premiers jours de post-sevrage*



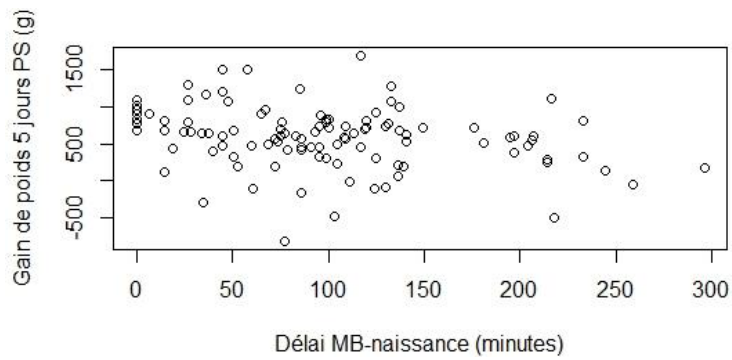
*Annexe 9 : Relation entre l'immatunité et le gain de poids moyen quotidien en post-sevrage*



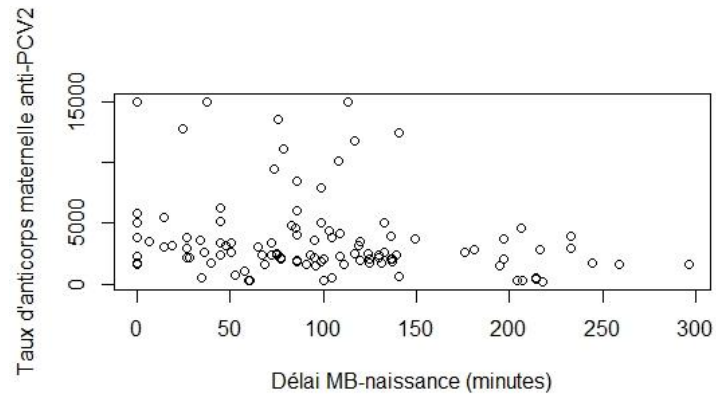
Annexe 10 : Différence de poids à la naissance selon le sexe du porcelet



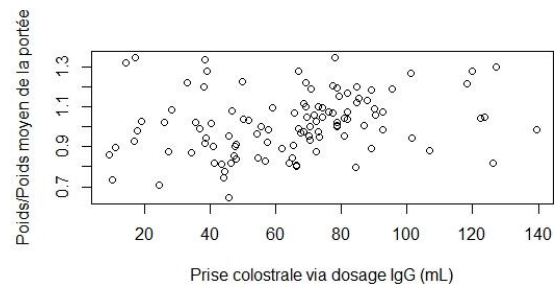
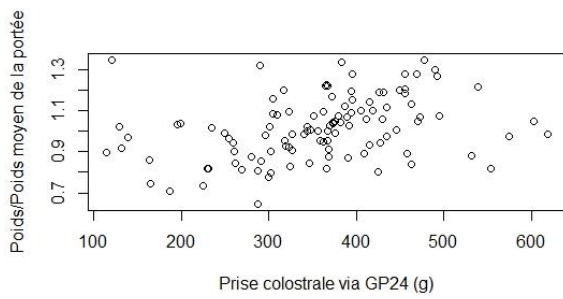
Annexe 11 : Relation entre le délai MB-naissance et la prise colostrale (calculée par IgG)



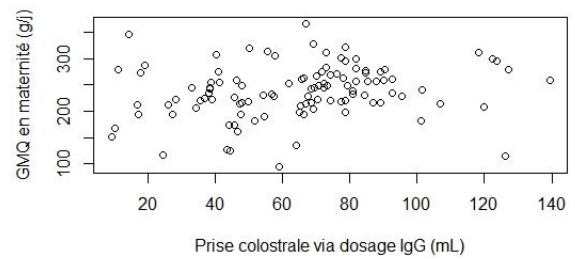
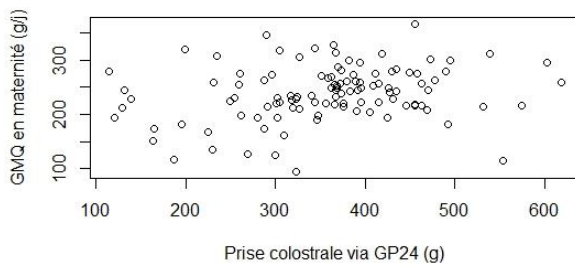
Annexe 12 : Relation entre le délai MB-naissance et le gain de poids au cours des 5 premiers jours de post-sevrage



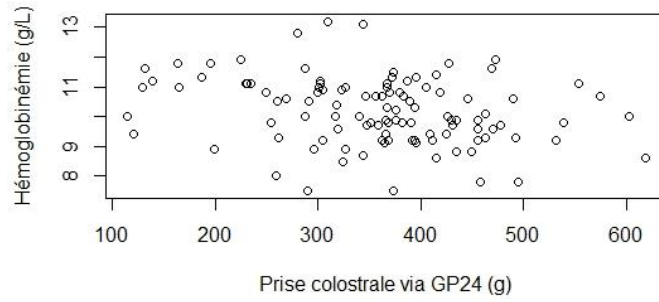
*Annexe 13 : Relation entre le délai MB-naissance et la quantité d'anticorps d'origine maternelle lors de la vaccination*



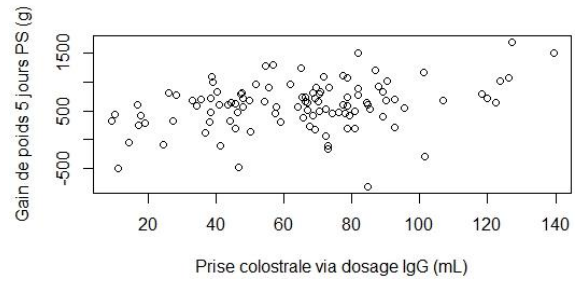
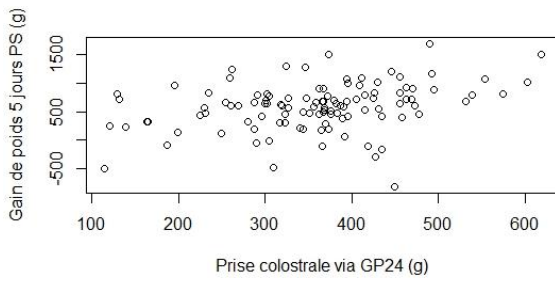
*Annexe 14 : Relations entre la prise colostrale et le rapport poids du porcelet / poids moyen de la portée*



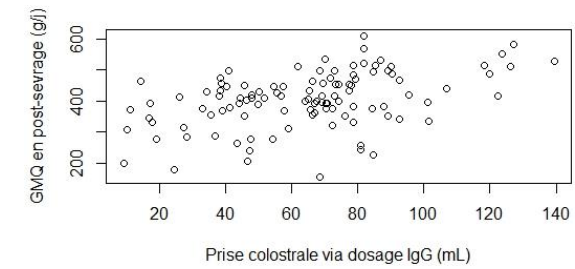
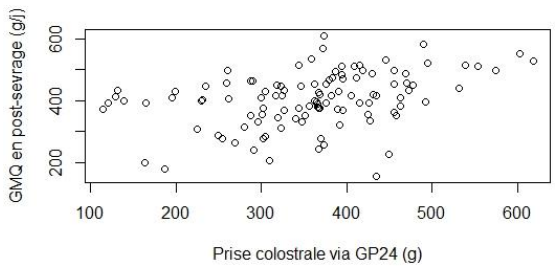
*Annexe 15 : Relation entre la prise colostrale et le gain de poids moyen quotidien en maternité*



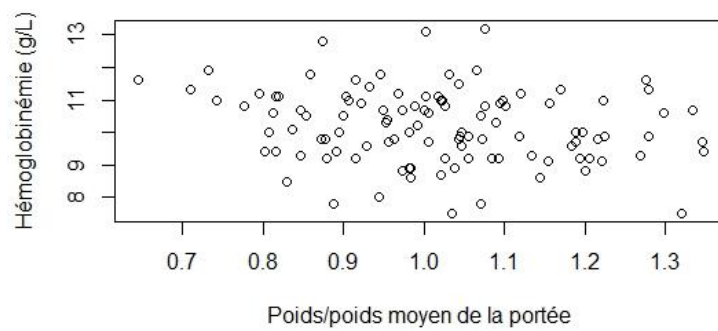
Annexe 16 : Relation entre la prise colostrale (calculée par GP24) et l'hémoglobininémie lors de la vaccination



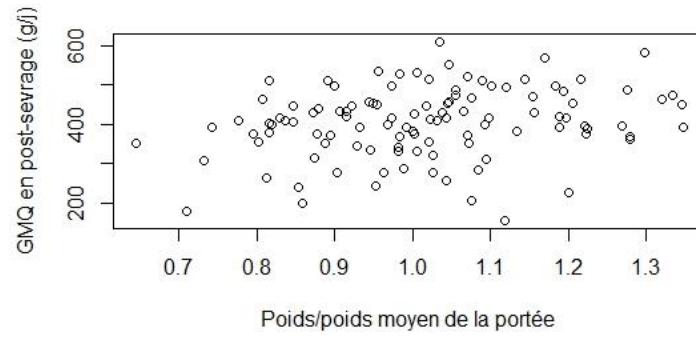
Annexe 17 : Relation entre la prise colostrale et le gain de poids lors des 5 premiers jours de post-sevrage



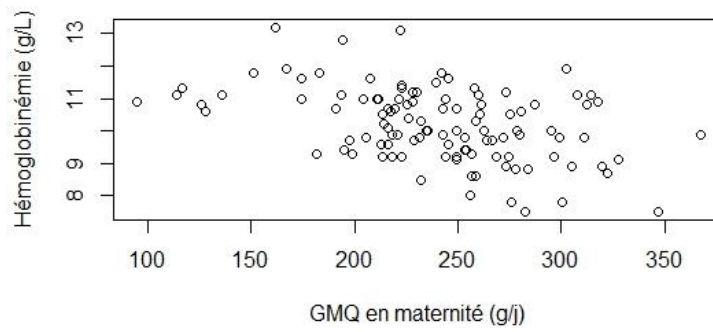
Annexe 18 : Relation entre la prise colostrale et le gain de poids moyen quotidien en post-sevrage



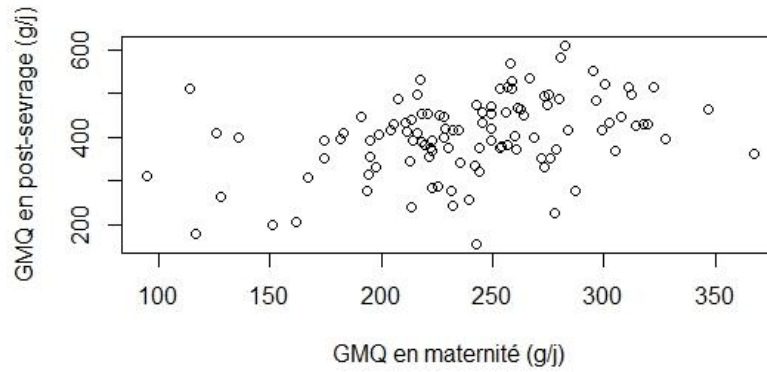
Annexe 19 : Relation entre le rapport poids du porcelet / poids moyen de la portée et l'hémoglobininémie



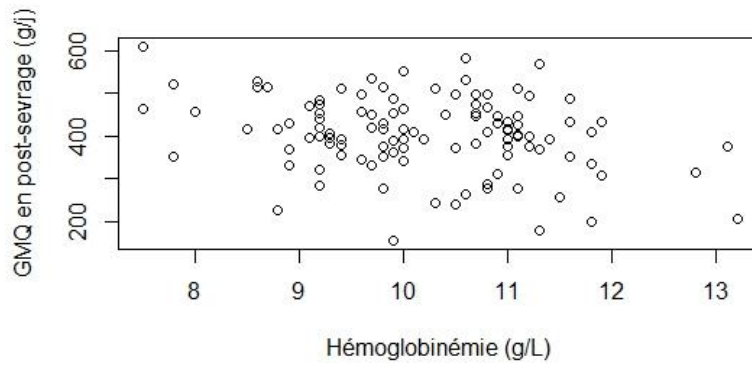
*Annexe 20 : Relation entre le rapport poids du porcelet / poids moyen de la portée et le gain moyen quotidien en post-sevrage*



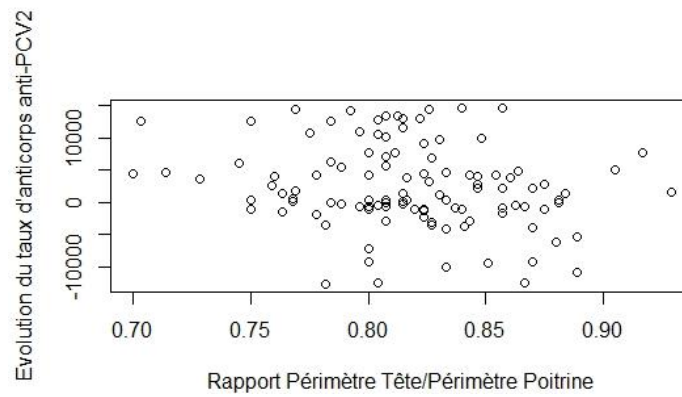
*Annexe 21 : Relation entre le gain moyen en maternité et l'hémoglobininémie lors de la vaccination*



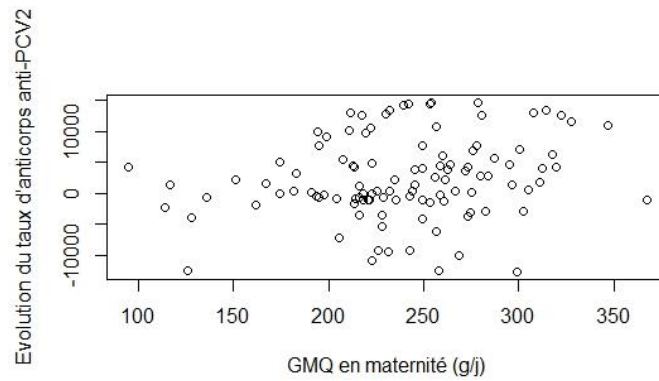
*Annexe 22 : Relation entre le gain moyen quotidien en maternité et le gain moyen quotidien en post-sevrage*



Annexe 23 : Relation entre l'hémoglobiniémie et le gain moyen quotidien en post-sevrage



Annexe 24 : Effet de l'immaturité sur l'évolution de la quantité d'anticorps anti-PCV2 suite à la vaccination



Annexe 25 : Effet du gain moyen en maternité sur l'évolution de la quantité d'anticorps anti-PCV2 suite à la vaccination









ETUDE EXPLORATOIRE DES FACTEURS DE VARIATION DE LA REPONSE IMMUNITAIRE  
OBSERVEE EN POST-SEVRAGE SUITE A LA VACCINATION CONTRE LE PCV2

L'élevage porcin entraîne la mise en contact d'animaux de statuts sanitaires et immunitaires très différents. Ces statuts diffèrent au sein d'animaux de bandes différentes, mais aussi au sein d'une même bande voire d'une même portée. Dans cette étude, un suivi d'une centaine de porcelets a été effectué depuis la mise-bas jusqu'à 69 jours de vie. Le suivi a consisté à mesurer différents paramètres chez ces porcelets pour observer si ces derniers ont un impact sur la réponse vaccinale en post-sevrage. Cette dernière est grandement modifiée selon la quantité d'anticorps d'origine maternelle lors de la vaccination. Cette quantité dépend du délai entre la naissance du premier porcelet de la portée et celle du porcelet étudié. Les porcelets immatures ont une moins bonne réponse vaccinale, ceux dont le GMQ en maternité est plus faible ont une moins bonne réponse vaccinale. Ce GMQ étant influencé par le poids à la mise-bas, la prise colostrale, le poids du porcelet par rapport au poids du reste de sa portée ainsi que les adoptions.

Mots-clefs : porc, post-sevrage, immunité, facteurs de variation, réponse vaccinale, PCV2,

---

EXPLORATORY STUDY OF THE FACTORS OF VARIATION OF THE IMMUNE RESPONSE OBSERVED  
IN POST-WEANING FOLLOWING VACCINATION AGAINST PCV2

Pig farming involves bringing animals of very different health and immune status into contact with each other. These statuses differ within animals from different bands, but also within the same band or even the same litter. In this study, a follow-up of about 100 piglets was performed from birth to 69 days of life. Monitoring consisted in measuring different parameters in these piglets to observe whether they have an impact on the post-weaning vaccine response. The post-weaning vaccine response is greatly modified according to the amount of maternal antibodies at vaccination. This amount of maternal antibodies depends on the time between the birth of the first piglet in the litter and the birth of the piglet being studied. Immature piglets also have a lower vaccine response, piglets with a lower maternal DWG have a lower vaccine response. This DWG is influenced by farrowing weight, colostrum intake, piglet weight relative to the weight of the rest of its litter and adoptions.

Key words : pig, post-weaning, immunity, factors of variation, vaccine response, PCV2