

Construction d'un modèle prescriptif visant à proposer des pistes d'amélioration personnalisées pour les éleveurs de porcs

Arnaud BUCHET (1), Laurent DALUZEAU (2), Justina IVANAUSKAITE (3), Ivan TRESTKOV (3), Bastien RIERA (4), Jean-Yves LEGAUD (5), Florian VOISIN (6), Sylvie CHOUET (2)

(1) Cooperl Innovations SAS, 1 rue de la Gare, 22640 Plestan, France

(2) MSD Santé Animale, 7 rue olivier de serres 49071 Beaucozé cedex, France

(3) MSD, Na Valentince 3336/4, 150 00 Prague 5, République Tchèque

(4) Cooperl Data Sciences, 1 rue de la Gare, 22640 Plestan, France

(5) Cooperl Groupement d'éleveurs, 21 Rue d'Armor Maroué, 22403 Lamballe-Armor cedex, France

(6) SELAS HYOVET, Carrefour de la Penthièvre, 22640 Plestan, France

arnaud.buchet@cooperl.com

Avec la collaboration de Lukas Ergt

Construction d'un modèle prescriptif visant à proposer des pistes d'amélioration personnalisées pour les éleveurs de porcs

L'accompagnement technique et sanitaire des éleveurs de porcs vise à leur proposer des solutions pour améliorer les performances générales de l'élevage. L'incertitude liée à la mise en place de nouvelles pratiques peut être due au manque de visibilité sur les impacts de ces solutions. A partir des données de Cooperl et de l'expertise en analyse de données de MSD, une étude visant à construire un modèle prescriptif pour proposer des pistes d'amélioration personnalisées pour les éleveurs de porcs a été conduite. Les données de neuf sources issues de 579 élevages ont été compilées au semestre entre 2015 et 2019 permettant l'identification de trois indicateurs clés de performances de l'élevage : productivité moyenne annuelle des truies, indice de consommation global, âge moyen à 115 kg. Le statut sanitaire de l'élevage a été approché par un score de performances zootechnique et sanitaire, l'utilisation d'antibiotiques et le nombre de valences vaccinales pour les truies ou les porcelets. L'analyse des relations directes et indirectes, linéaires et non linéaires entre variables et la segmentation des élevages ont permis d'estimer les impacts de la mise en place de nouvelles pratiques sur les trois indicateurs clés d'une part et d'établir une liste de recommandations personnalisées par élevage avec une estimation de gains de performance d'autre part. Au final, le modèle recommande en moyenne 18, 15 et 13 changements de pratiques pour un impact moyen de respectivement +1,33 porc vendus/truie/an, -0.02 kg/kg d'indice global et -2.6 jours à 115 kg. Un déploiement terrain sur un réseau restreint d'éleveurs permettra de confirmer ou non si les gains annoncés par le modèle se concrétisent.

Construction of a prescriptive model to propose personalized improvement paths to pig farmers

Swine-health-management programs exist to propose solutions to pig producers that improve the performance of their operations. The uncertainty around implementing new practices can be related to the lack of visibility of the impact of these practices on performance. A study was conducted to build a prescriptive model to propose personalized health-management recommendations to pig farmers. It uses data generated by Cooperl and data-analysis expertise of MSD. Data from nine sources coming from 579 farms was compiled by semester from 2015-2019, which allowed for identification of three key performance indicators for pig farms: annual mean productivity of sows, overall feed conversion rate and mean age at 115 kg. The health status of each pig farm was assessed by calculating a performance and health score and quantifying the use of antibiotics and vaccines in sows or piglets. Analyzing direct and indirect linear and non-linear relations between variables and the clustering of farms estimates impacts, for each farm, of implementing new practices on the three key performance indicators and generates of a list of personalized recommendations. In addition, this analysis estimates performance improvements. On average, the model recommended 18, 25 and 13 changes to on-farm practices, which had a mean impact of +1.33 pigs sold/sow/year, -0.02 kg/kg of overall feed conversion rate and -2.6 days to reach 115 kg, respectively. Applying the model to a selected pig farms would help verify the estimated improvements under field conditions.

INTRODUCTION

L'accompagnement technique et sanitaire des éleveurs de porcs nécessite de maîtriser la théorie sur les pratiques et une force de conviction pour que l'éleveur mette en place la pratique recommandée. Il est d'autant plus facile de convaincre que l'incertitude liée à l'effet supposé de la pratique sur les performances et sur les variables indirectes est réduite. Ceci passe notamment par un chiffrage de cette réduction de l'incertitude à partir des données générées à l'élevage. Aujourd'hui, l'objectivation des espoirs de gains de performances liés à la mise en place de recommandations pour un élevage est complexe car elle repose sur une analyse des gains sur les élevages qui ont mis en place la pratique sans tenir compte des caractéristiques spécifiques des élevages. Par conséquent, aujourd'hui, on ne sait pas objectiver de façon précise, les potentielles conséquences de la mise en place d'une pratique d'élevage sur ces performances.

Depuis de nombreuses années, beaucoup de données sont collectées au sein des élevages adhérents à la Cooperl et sont utilisées pour bâtir les références techniques communiquées aux éleveurs dans le but de les faire progresser. La consolidation de données très variables permettant une vision globale de l'élevage est possible mais nécessite la prise en compte des interactions multiples entre variables afin d'interpréter au mieux l'effet d'une pratique sur les performances d'un élevage en extrayant les relations directes et indirectes. Il s'agit là d'une méthode mathématique et statistique non maîtrisée par les équipes Cooperl. De son côté, MSD a une équipe Data Science qui travaille sur des projets en santé humaine avec prise en compte des différentes interactions entre variables. Par conséquent, un travail collaboratif entre Cooperl et MSD Santé animale a été mené avec pour objectif de construire un modèle prescriptif permettant d'établir des recommandations de changement de pratiques d'élevage et de quantifier leurs potentiels impacts sur les performances. Cet article vise à présenter la démarche et les premiers résultats.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Constitution d'une base de données unique

La première phase de travail a concerné le rassemblement de bases de données d'éleveurs de porcs naisseurs engraisseurs adhérents à la coopérative Cooperl avec les données suivantes :

- Gestion technique du troupeau de truies (GTTT) : données en lien avec la reproduction et la productivité des truies ;
- Gestion technico-économique de l'élevage (GTE) : données en lien avec les performances techniques et économiques de l'atelier porc ;
- Facturation des produits vétérinaires ;
- Facturation des produits d'hygiène : désinfectant, dégraissant, produits de luttés contre les nuisibles ;
- Données d'exposition des animaux aux antibiotiques : Average Levels of Exposure to Antimicrobials (ALEA) ;
- Contrôles nez et poumons en abattoir : notation des cloisons et des volutes nasales et lésions sur les lobes pulmonaires ;
- Facturation des aliments ;

- Données d'abattage : poids et qualité de carcasse, notation des mâles entiers odorants ;
- Facturation des reproducteurs.

Les données ont été agrégées au semestre pour 579 sites d'élevage sur 11 semestres entre le premier semestre 2015 et le deuxième semestre de 2019.

1.2. Calcul de nouvelles variables

Pour toutes les données de facturation, des catégories de produits ont été constituées :

- Données d'aliment : regroupement par stade physiologique : Truie Gestante, Truie Allaitante, Porcelet 1^{er} âge, Porcelet 2^{ème} âge, nourrain, croissance et finition ;
- Données de produits vétérinaires : identification des vaccins regroupés par leurs valences d'indication :
 - Vaccins sur Truie : SDRP (Syndrome Dysgénésique et Respiratoire Porcin), Parvovirose, Rouge, Rhinite Atrophique, diarrhées à Clostridies, diarrhées néonatales, Grippe, Leptospirose, Maladie de Glässer
 - Vaccins sur Porcelet : Pneumonie à *Mycoplasma hyopneumoniae*, Circovirose due à PCV2, iléite, SDRP, Pleurésie à Actinobacilles, Oedème colibacillaire, Diarrhées à *E. coli*
- Données de facturation de reproducteurs : regroupement par type génétique ;
- Données de facturation des produits d'hygiène : Identification du désinfectant et du dégraissant utilisés.

Pour chaque catégorie créée, le produit le plus utilisé par catégorie et par site d'élevage a été identifié. Par exemple, « Prem'Acti » a été renseigné comme l'aliment 1^{er} âge utilisé par l'élevage A au premier semestre 2015 lorsqu'il représentait le produit le plus acheté en volume entre le 1^{er} janvier et le 30 juin 2015 pour ce site d'élevage dans la catégorie aliment pour porcelet 1^{er} âge.

Pour les vaccins, une variable binaire de l'existence ou non d'une vaccination contre la maladie visée au sein de l'élevage a été créée lorsque des doses de vaccins contre ladite valence étaient achetées au cours de la période considérée pour l'élevage concerné.

Les données manquantes ont été traitées de deux manières complémentaires. D'une part pour chaque base de données originale, une variable représentant le pourcentage de valeurs manquantes pour un élevage au semestre considéré a été construite. Ainsi, pour le cas d'un éleveur qui n'enregistrerait pas de données de GTTT sur un semestre, la variable « Valeurs manquantes GTTT » est à 100%. D'autre part, des sous-jeux de données ont été créés avec :

- Un jeu de données rassemblant toutes les variables mais uniquement avec les couples élevage/semestre renseignant toutes les données ;
- Un jeu de données rassemblant tous les couples élevage/semestre mais uniquement avec les variables renseignées par tous.

Ces deux jeux de données ont été utilisés tout au long de l'analyse de données de façon complémentaire.

Le jeu de données final comprend 126 variables.

1.3. Définition des indicateurs clés

L'évaluation de la performance technico-économique globale de chaque élevage a été définie par les experts-métiers par trois indicateurs clés issus de la GTE :

- L'âge moyen des porcs à 115 kg : reflet de la croissance des animaux ;
- L'indice de consommation global : indicateur de l'efficacité alimentaire des porcs, de la productivité numérique des truies et de la mortalité des porcs en croissance ;
- Le nombre moyen de porcs vendus par truie productive et par an : indicateur de la productivité numérique des truies et de la mortalité des porcs de la naissance à l'abattoir.

Ces trois indicateurs permettent de mesurer de façon assez synthétique le niveau de performances technico-économiques d'un élevage de porcs.

1.4. Analyse des relations entre variables

Les relations linéaires entre chaque variable numérique ont été explorées à l'aide du logiciel R. Lorsque la corrélation linéaire était significative au seuil de 5% et le coefficient de corrélation r^2 était supérieur à 0,3, les variables ont été marquées comme reliées linéairement et directement.

En complément, les relations non linéaires entre les variables numériques ont été étudiées avec des modèles polynomiaux ou quadratiques à l'aide du logiciel R. Les relations non linéaires ont été considérées comme significatives au seuil de 5%.

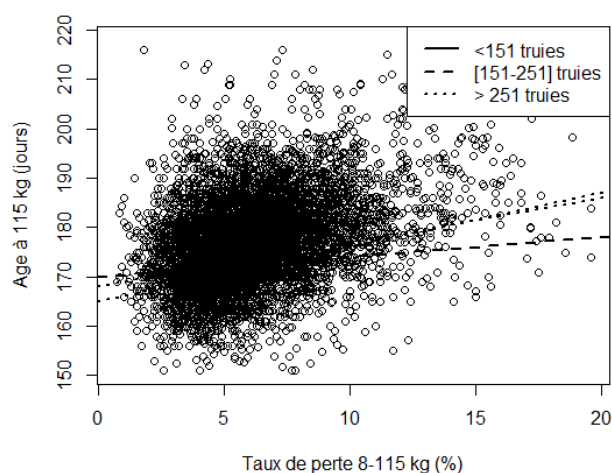


Figure 1 – Relation linéaire entre l'âge moyen semestriel à 115 kg des porcs d'un élevage et le taux de mortalité moyen semestriel entre 8 kg et 115 kg.

L'effet indirect de la taille d'élevage est matérialisé par trois droites de régression pour les petits, moyens et gros élevages de l'échantillon.

Pour chaque relation linéaire ou non linéaire entre deux variables numériques, l'effet d'une variable qualitative sur la relation entre les deux variables étudiées a été exploré d'un point de vue purement mathématique par un modèle linéaire multivarié à l'aide du logiciel R (Croissant et Millo, 2008). Ensuite, des experts métiers de Cooperl et de MSD ont apporté leur regard sur la signification biologique ou économique de la relation décrite par le modèle mathématique. Ainsi, la taille de l'élevage est indirectement associée à la relation linéaire entre l'âge moyen semestriel à 115 kg par élevage et le taux de mortalité moyen semestriel entre 8 kg et 115 kg (Figure 1).

La description complète des relations directes et indirectes, linéaires ou non-linéaires, a permis de construire un réseau d'association entre variables permettant de prendre en compte les interactions multiples entre elles.

1.5. Détermination du statut sanitaire des élevages

L'appréciation du niveau de performances des élevages et de l'adéquation du choix de certaines pratiques d'élevage (aliment, vaccination, produits d'hygiène) sont difficiles sans avoir connaissance du statut sanitaire de l'élevage. L'évaluation du statut sanitaire d'un élevage est communément réalisée par un audit complet de l'élevage par un vétérinaire en prenant en compte l'animal, le logement, l'alimentation, le respect de la conduite d'élevage, le microbisme ou encore l'éleveur. Ces audits sont très riches d'informations mais souvent très consommateurs en temps. Reposant sur un seul vétérinaire, ils sont peu répétables.

A partir des variables du jeu de données, le statut sanitaire de chaque élevage pour chaque semestre a été approché par quatre indicateurs complémentaires :

- Performances techniques : indice de consommation global moyen, comme indicateur synthétique des performances technico-économiques de l'élevage ;
- Performances de santé : $0,6 \times$ taux de mortalité moyen entre 8 kg et 115 kg + $0,21 \times$ pourcentage de carcasse avec une saisie abattoir + $0,19 \times$ pourcentage de poumons lésés. Cet indicateur évalue les performances sous l'angle santé ;
- Investissement préventif dans la santé à visée long terme : nombre de valences vaccinales pour les truies et les porcelets ;
- Investissement curatif dans la santé à visée court terme : ALEA. Cet indicateur évalue l'exposition moyenne aux antibiotiques des porcs de l'élevage.

Les paramètres de l'équation de détermination des performances de santé ont été calculés à partir des coefficients de l'équation linéaire explicative de l'indice de consommation global.

Pour une meilleure lisibilité, les quatre indicateurs approchant le statut sanitaire des élevages de notre échantillon ont été centrés et réduits avec une moyenne à 100 et un écart-type à 20 pour le semestre 1 de 2015. Ainsi, le statut sanitaire d'un élevage pour un semestre donné s'approche par une interprétation complémentaire des quatre indicateurs sans que ceux-ci ne soient cumulés en un seul.

1.6. Construction du modèle prescriptif

A partir du réseau de corrélations construit sur la base des relations directes et indirectes entre les variables du jeu de données d'une part et entre les variables et les trois indicateurs clés de performances (âge à 115 kg, productivité annuelle des truies et indice de consommation globale) d'autre part, l'impact de la mise en place d'une pratique en élevage (vaccin, nouvel aliment, nouveau désinfectant) a été mesuré. Ainsi, pour chaque pratique mise en place, un sous-échantillon d'élevages ayant mis en place la pratique pendant les périodes considérées, avec une mise en place pendant au moins deux semestres pour l'une et/ou l'autre des pratiques considérées, a été constitué. Au sein de ce sous-échantillon, l'impact de la mise en place de la pratique a été estimé et isolé des autres facteurs

associés à l'évolution de la variable considérée. Par exemple, la mise en place de la vaccination SDRP sur les truies a été étudiée en analysant l'évolution de la productivité annuelle des truies pour tous les élevages ayant mis en place la vaccination entre le premier semestre 2015 et le deuxième semestre 2019. Les autres variables significativement associées à l'évolution de la productivité annuelle ont donc été prises en compte pour visualiser uniquement les effets de la vaccination SDRP.

Pour chacun des trois indicateurs clés, l'impact du changement de pratiques a été testé sur le semestre du changement sur le semestre suivant ou avec un décalage de deux semestres. En effet, d'un point de vue métier, la mise en place d'une vaccination sur un troupeau de truies peut impliquer un délai pour la stabilisation de la circulation de l'agent pathogène visé et ainsi l'augmentation de la productivité numérique moyenne annuelle des truies. En revanche, la mise en place d'un nouvel aliment sur la phase de croissance peut avoir un impact direct sur l'évolution de l'indice de consommation global de l'élevage au semestre de la mise en place de ce nouvel aliment.

1.7. Evaluation du modèle prescriptif

A partir de l'analyse des effets de la mise en place de nouvelles pratiques dans les élevages sur les trois indicateurs clés, une modélisation mathématique a été construite pour tester l'impact de la mise en place d'une nouvelle pratique dans des élevages qui ne l'ont pas mise en place au cours de la période couverte par la base de données (modèle linéaire multivarié, logiciel R). Pour cela, une segmentation des élevages basée sur le niveau de performances, le statut sanitaire estimé à partir des données et sur les pratiques mises en place a été faite. Il s'agit ici d'étudier sur des profils d'éleveurs homogènes l'impact de la mise en place de nouvelles pratiques, déjà mises en place chez certains éleveurs du groupe homogène, sur le niveau de performances synthétisé par les trois indicateurs clés (âge à 115kg, indice de consommation global, productivité numérique annuelle moyenne des truies).

Ainsi, pour chaque élevage, l'impact de la mise en place d'une ou plusieurs pratiques nouvelles l'élevage a été testé sur les trois indicateurs clés sur le semestre du changement, le semestre suivant et deux semestres après la mise en place. Pour chaque élevage, une liste de recommandations a donc été établie avec l'impact estimé de l'adoption de ces recommandations sur ses indicateurs clés. Ceci permet donc de classer les recommandations selon leur niveau d'impact sur le niveau de performances de l'élevage.

La robustesse de ce modèle de prescription a été analysée par un processus de traitement de données visant à estimer les gains de performances obtenus par la mise en place d'une pratique dans un élevage au cours de la période considérée. Ainsi, le gain de performance estimé par le modèle a été comparé au gain de performance qui a réellement été observé suite à l'adoption de la pratique dans l'élevage considéré (De Hoyos et Sarafidis, 2006).

2. RESULTATS

2.1. Description du jeu de données

Comme attendu, l'âge à 115 kg, l'indice de consommation global, la productivité annuelle permettent de définir les élevages performants. Ces élevages ont les caractéristiques suivantes :

- Performances parmi les plus élevées sur la partie reproduction (nés vifs, productivité annuelle, taux de fécondité) et sur la partie élevage des porcs (indice de consommation, poids de carcasse et plus-value technique) ;
- Collecte plus exhaustive des données que la moyenne des éleveurs : le nombre de données manquantes par base et le nombre de bases de données sans données collectées sont plus faibles pour les élevages performants que pour la moyenne ;
- Capacité à s'adapter à leur situation sanitaire : la variabilité du nombre de vaccins utilisés ou du niveau d'ALEA moyen traduit une extrême diversité de profils d'élevage, selon leur statut sanitaire ;
- Utilisation des dernières innovations de Cooperl : les éleveurs considérés produisent davantage de porcs dans les cahiers des charges les plus exigeants du groupe et utilisent davantage les derniers produits mis en marché par Cooperl (aliments ou produits d'hygiène) que la moyenne des éleveurs.

L'analyse descriptive du jeu de données de l'étude a permis de confirmer des relations déjà connues par les experts métier et de valider la première approche du projet.

2.2. Evolution des indicateurs de statut sanitaire

L'exploration des données de l'échantillon a montré une augmentation des scores de performances sanitaire (réduction des taux de perte entre 8 kg et 115 kg, des taux de saisies carcasses à l'abattoir et du pourcentage de poumons lésés) et technique (amélioration de l'indice de consommation globale) entre le premier semestre 2015 et le deuxième semestre de 2019 et une diminution de l'ALEA sur cette même période (Figure 2). Ainsi, l'état sanitaire moyen des élevages de l'échantillon semble être meilleur en 2019 qu'en 2015.

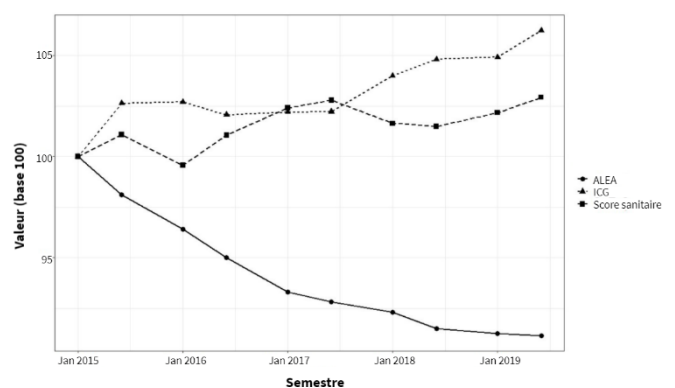


Figure 2 – Evolution des scores de performances sanitaires et techniques ainsi que de l'ALEA entre le premier semestre 2015 et le deuxième semestre de 2019 (base 100 au premier semestre de 2015, ICG : Indice de consommation Global)

2.3. Utilisation des vaccins

Entre 2015 et 2019, le nombre de valences vaccinales utilisées par élevage a augmenté en moyenne pour les élevages de l'échantillon (Figure 3). Au semestre 1 de 2015, les élevages de l'échantillon vaccinaient les truies pour 3,90 valences et les porcelets pour 1,75 valences contre respectivement 4,30 valences et 2,24 valences au deuxième semestre de 2019 (+0,40 valences pour les truies et +0,49 valences pour les porcelets).

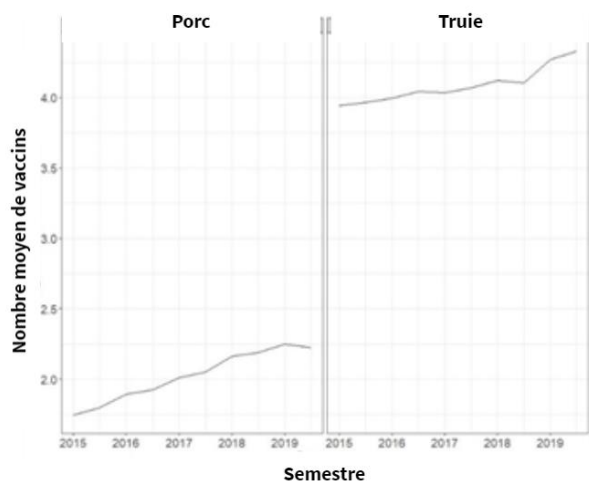


Figure 3– Evolution du nombre de valences vaccinales sur les truies et les porcelets entre le premier semestre 2015 et le deuxième semestre de 2019.

Ainsi, l’amélioration tendancielle de l’indicateur sanitaire d’élevage se traduit par une amélioration des performances sanitaires et techniques, d’une diminution de l’exposition aux antibiotiques et d’une augmentation du nombre de vaccins. Ceci est cohérent avec l’augmentation du nombre d’élevages de l’échantillon dans le cahier des charges de production de Cooperl « Porcs sans antibiotiques » dans l’échantillon (23% des élevages de l’échantillon au premier semestre 2015 et 55% des élevages au deuxième semestre 2019).

2.4. Modèle prescriptif

2.4.1. Vaccins

La productivité numérique moyenne des truies dans les élevages ayant mis en place la vaccination SDRP sur les truies augmente de 0,188 porc vendu par truie et par an dès le semestre de la mise en place du vaccin (Figure 4). Après quatre semestres, l’augmentation atteint 0,92 porc vendu par truie et par an.

La mise en place de la vaccination SDRP sur les porcelets dans les élevages de l’étude n’a pas entraîné d’évolution significative des performances de l’élevage (productivité annuelle moyenne numérique des truies, indice de consommation global et âge à 115 kg) lors du semestre de la mise en place du vaccin ou lors du semestre suivant (Tableau 1). Pour ces élevages, deux semestres après la mise en place de la vaccination SDRP sur les porcelets, la productivité moyenne annuelle des truies a augmenté (+ 0,482 porc vendu/truie/an, $P < 0.001$), l’indice de consommation global a diminué (-0,023 kg/kg, $P < 0.001$) et l’âge moyen à 115 kg s’est réduit (-0,793 jour, $P < 0.001$). Par ailleurs, la mise en place de la vaccination SDRP sur les truies a provoqué une augmentation de la productivité annuelle moyenne (+0,188 porc vendu/truie/an, $P < 0.01$), une diminution de l’indice de consommation global (-0,008 kg/kg, $P < 0.05$) et une diminution de l’âge moyen à 115 kg (-0,0605, $P < 0.01$) dès le semestre de sa mise en place. Ces résultats sont en accord avec des études qui ont montrées que les effets de la mise en place de la vaccination SDRP sur la réduction de la mortalité en post-sevrage (Alvarez *et al.*, 2015) ou la mise en place d’un vaccin combiné PCV2 et *Mycoplasma hyopneumoniae* sur l’amélioration des notes pulmonaires (Duivon *et al.*, 2018).

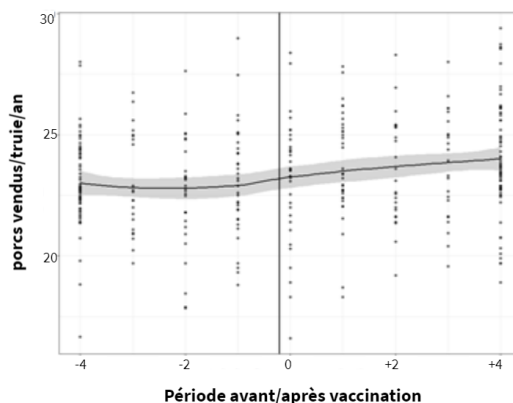


Figure 4– Evolution de la productivité numérique moyenne annuelle des truies suite à la mise en place de la vaccination SDRP chez les truies dans les élevages ayant mis en place cette vaccination (0 est le semestre de mise en place de la vaccination SDRP).

Tableau 1 – Impacts estimés de la mise en place de la vaccination SDRP (truies ou porcelets) dans les élevages ayant mis en place cette vaccination entre le premier semestre 2016 et le deuxième semestre 2018

	Productivité annuelle (porcs vendus/truie/an)	Indice de consommation global	Âge à 115 kg
Mise en place vaccination SDRP porcelet			
Semestre 0	+0,169	-0,009	-0,389
Semestre +1	-0,110	-0,001	+0,146
Semestre +2	+0,482***	-0,023***	-0,793*
Mise en place vaccination SDRP Truie			
Semestre 0	+0,188**	-0,008*	-0,0605**

* $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$

2.4.2. Poids de carcasse

L’augmentation du poids de carcasse à chaud semble avoir, en moyenne, un effet sur l’indice de consommation global de l’élevage (Figure 5). Ainsi, lorsque le poids de carcasses à chaud augmente jusqu’à 96 kg, l’indice de consommation diminue, il se stabilise lorsque le poids de carcasse à chaud est entre 96 kg et 98 kg puis l’indice de consommation augmente en moyenne lorsque le poids de carcasse moyen des porcs augmente au-delà de 98 kg.

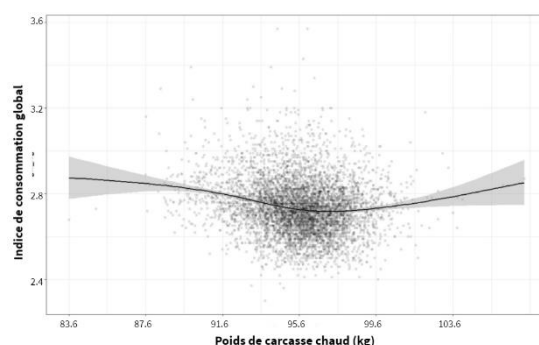


Figure 5 – Evolution estimée de l’indice de consommation global selon le poids de carcasses chaud moyen des porcs à l’abattoir

Il s’agit donc ici d’objectiver l’impact sur l’indice de consommation global pour un éleveur d’une évolution de sa stratégie de départ des porcs à l’abattoir qui conduirait à une évolution du poids de carcasse des animaux.

2.5. Recommandations en élevage

Le modèle prescriptif appliqué à tous les élevages de l'échantillon a permis d'identifier en moyenne 18, 15 et 13 recommandations de mise en place de nouvelles pratiques pour un impact moyen de respectivement +1,33 porc vendus/truie/an, -0.02 kg/kg d'indice de consommation global et -2.6 jours à 115 kg.

Tableau 2 – Nombre de recommandations et impact moyen de la mise en place des recommandations dans les élevages de l'échantillon

	Productivité annuelle (porcs vendus/truie/an)	Indice de consommation global	Âge à 115 kg
Nombre moyen de recommandations par élevage	18	15	13
Impact moyen attendu par élevage de la mise en place des recommandations	+1,33	-0,02	-2,6

Les recommandations de changement de pratiques concernent la mise en place d'un nouveau vaccin sur porcelets ou sur truies, d'un nouvel aliment de la gamme Cooperl sur la phase de 1^{er} âge, de 2^{ème} âge, de croissance ou de finition pour les porcs, de nouveaux aliments sur les phases de gestation ou d'allaitement pour les truies, l'achat d'un autre type de reproducteur, le changement ou la mise en place d'un dégraissant et/ou d'un désinfectant, une évolution du poids de vente des animaux. A ce stade, le modèle mathématique émet des propositions de changement de pratiques qui reposent essentiellement sur l'analyse des données et la confrontation entre données prédites et données réelles lors de la vérification de la précision du modèle. Ces tentatives de modélisation d'impacts de mise en place de pratiques dans les élevages sont restées, à notre connaissance, uniquement théoriques, que ce soit pour les impacts de la vaccination SDRP (Bitsouni

et al., 2019) ou les impacts de la diffusion de la grippe (Cador *et al.*, 2017). En effet, le regard et l'expertise métier restent nécessaires pour juger de la pertinence de la mise en place de la pratique sur le terrain. Ainsi, le technicien d'élevage, le vétérinaire et l'éleveur restent les premiers acteurs impliqués dans le choix final des pratiques à mettre en place pour améliorer les performances de l'élevage. Il ne s'agit donc pas ici de substituer l'expert dans l'apport d'une solution mais de lui apporter une visibilité sur le potentiel permis par la mise en place de la nouvelle pratique et d'aider l'encadrement technique à convaincre et rassurer l'éleveur dans la mise en place de changements au sein de son élevage.

CONCLUSION

La mise en place d'une démarche de progrès en élevage par les équipes techniques, les vétérinaires et les éleveurs est parfois freinée par le manque de visibilité sur l'efficacité d'une nouvelle mesure. La méthodologie employée dans cette étude se propose de prendre en compte les interactions multiples existantes entre les différentes variables des données issues de ces élevages pour établir un réseau de relations directes et indirectes, linéaires et non linéaires. Par ailleurs, à partir de ces données, une estimation du statut sanitaire de l'élevage a été approchée par le calcul de scores de performances techniques et sanitaires, d'utilisation d'antibiotiques et de nombre de valences vaccinales employées sur les truies et les porcelets. Le modèle mathématique permet d'identifier des recommandations qui pourront être mises en place pour améliorer la productivité annuelle moyenne, l'indice de consommation global et l'âge moyen à 115 kg, indicateurs de la performance de l'élevage. Il convient désormais d'engager les équipes techniques, les vétérinaires partenaires de Cooperl et le laboratoire MSD Santé Animale dans un premier déploiement terrain sur un échantillon restreint d'éleveurs qui visera à vérifier si les gains annoncés par le modèle se concrétisent sur le terrain. A plus long terme, le déploiement de ce nouveau service est envisagé pour les adhérents.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alvarez J., Sarradell J., Kerkaert B., Bandyopadhyay D., Torremorell M., Morrison R., Perez A., 2015. Association of the presence of influenza A virus and porcine reproductive and respiratory syndrome virus in sow farms with post-weaning mortality. *Prev. Vet. Med.*, 121(3-4):240-5.
- Bitsouni V., Lycett S., Opriessnig T., Doeschl-Wilson A., 2019. Predicting vaccine effectiveness in livestock populations: A theoretical framework applied to PRRS virus infections in pigs. *PLoS ONE* 14(8): e0220738.
- Cador C., Andraud M., Willem L., Rose N., 2017. Control of endemic swine flu persistence in farrow-to-finish pig farms: a stochastic metapopulation modeling assessment. *Vet. Res.*, 48, 58.
- Croissant Y, Millo G. 2008. Panel Data Econometrics in R: The plm Package. *Journal of Statistical Software*, 27(2).
- De Hoyos R, Sarafidis V. 2006. "Testing for Cross-Sectional Dependence in Panel-Data Models." *The Stata Journal*. 6 (4). 482-496
- Duivon, D., Corrége, I., Hémonic, A. Rigaut M., Roudaut D., Jolie R., 2018. Field evaluation of piglet vaccination with a *Mycoplasma hyopneumoniae* bacterin as compared to a ready-to-use product including porcine circovirus 2 and *M. hyopneumoniae* in a conventional French farrow-to-finish farm. *Porc Health Manag* 4, 1-8.