

Analyse de la consommation d'eau individuelle et par case des porcs en croissance

Patrick GAGNON (1), Frédéric FORTIN (1), Laurence MAIGNEL (2), Jean-Gabriel TURGEON (1), Violette CARON SIMARD (1,2),
Brian SULLIVAN (2)

(1) Centre de développement du porc du Québec (CDPQ), Place de la Cité, tour Belle cour, 2590 boul. Laurier,
bureau 450, Québec, QC, Canada

(2) Centre canadien pour l'amélioration des porcs (CCAP), Ferme Experimentale Centrale, Édifice 75,
960 avenue Carling, Ottawa, ON, Canada

pgagnon@cdpq.ca

Analyse de la consommation d'eau individuelle et par case des porcs en croissance

L'eau est un nutriment essentiel avec de multiples fonctions physiologiques, mais les données de consommation d'eau individuelle des porcs sont rares. Cependant, une meilleure compréhension de la consommation individuelle pourrait mener à de nombreuses applications pratiques pour la filière porcine. Le Centre de développement du porc du Québec inc. (CDPQ) s'est équipé d'un nouveau système d'abreuvoir capable de mesurer la consommation d'eau à chaque visite des porcs. Plus de 600 porcs commerciaux ont été suivis lors de deux essais consécutifs réalisés entre 25 et 130 kg de poids vif. Entre la première (25-50 kg) et la troisième (75-100 kg) phase alimentaire, la consommation d'eau moyenne journalière par porc est passée d'environ 5 à 10 litres d'eau en moyenne. La variabilité de la consommation d'eau s'expliquait principalement par le sexe, la saison et la phase alimentaire. La variabilité interindividuelle est forte même après avoir pris ces effets en compte. Sur la base des données par case et des données individuelles, la consommation d'eau moyenne journalière a été analysée en tant que prédicteur potentiel de la prise alimentaire, de la vitesse de croissance, de l'indice de conversion alimentaire et des problèmes de santé. Il apparaît que la consommation d'eau prédit adéquatement la consommation d'aliment par case par phase alimentaire, à condition de tenir compte de la saison. La vitesse de croissance et l'indice alimentaire n'ont pu être prédits par la consommation d'eau. Enfin, la consommation d'eau par case a le potentiel de détecter des problèmes de santé jusqu'à trois jours avant l'apparition des symptômes physiques.

Analysis of individual and pen water intake for growing pigs

Water is an essential nutrient with multiple physiological functions, but individual water intake data on pigs are scarce. Nevertheless, a better understanding of individual water intake could lead to many practical applications for the pig industry. The *Centre de Développement du Porc du Québec, Inc.* (CDPQ) has equipped their test barn with a new drinker system that is able to measure water intake each time a pig visits a drinker. More than 600 commercial pigs were tracked for two consecutive trials, carried out from 25-130 kg live weight. From the first (25-50 kg) to the third (75-100 kg) feeding phase, mean daily water intake per pig increased from approximately 5 to 10 liters. Variability in water intake was due mainly to sex, season and feeding phase. The individual variability of this trait is high, even after adjusting for these effects. Based on individual and pen data, mean daily water intake was analyzed as a potential predictor of feed intake, growth rate, feed conversion and health issues. Water intake appears to accurately predict feed intake per pen per feeding phase, provided season is taken into account. Water intake was not able to predict growth rate or feed conversion. Finally, water intake per pen has the potential to detect health problems up to three days prior to the appearance of clinical symptoms.

INTRODUCTION

L'abreuvement représente 94 % de l'utilisation de l'eau dans un élevage de porc naisseur-finiisseur (Massabie *et al.*, 2014). Au total 1330 litres d'eau sont nécessaires pour produire un porc à l'abattoir (Massabie *et al.*, 2014). La période d'engraissement est la plus consommatrice, avec 54 % de l'eau consommée (Massabie *et al.*, 2014).

Diverses études ont montré que la quantité d'eau consommée chez le porc d'élevage varie en fonction de plusieurs éléments. La température ambiante et l'heure de la journée influencent la quantité d'eau consommée (Pouliot, 2002). En période de grande chaleur, les porcs vont boire et également gaspiller davantage l'eau, car ils l'utilisent aussi pour se rafraîchir (Massabie, 2012). Les porcs, étant des animaux diurnes, consomment 75 % de la nourriture et l'eau qui leur est nécessaire durant le jour (Pouliot, 2002), préférentiellement après le repas. Ainsi, la consommation d'aliment et d'eau commence vers 5h00 le matin, pour atteindre un sommet entre 16h00 et 18h00 (Massabie *et al.*, 2014).

Madsen *et al.* (2005) ont par ailleurs démontré qu'il était possible de détecter via une baisse de la consommation d'eau une apparition de diarrhée dans un élevage porcin environ un jour avant les symptômes. D'autres recherches ont aussi démontré que les porcs changeaient leur comportement d'abreuvement en réduisant leur consommation lors d'un début de maladie, avant même de présenter des signes cliniques (Rousselière, 2016). Les porcs ont tendance à toujours consommer l'eau aux mêmes moments dans la journée et la même quantité au fil du temps (Madsen *et al.*, 2005). Une variation soudaine et anormale de la quantité d'eau ingérée pourrait donc indiquer un début de maladie dans l'élevage.

Cependant, il reste encore beaucoup de questions sans réponse sur la consommation d'eau des porcs en engraissement. Relativement peu de données de consommations individuelles sont disponibles, la consommation d'eau recevant généralement moins d'attention que celle d'aliment. Or, cette connaissance est utile potentiellement à l'amélioration de la croissance, du bien-être et de la santé des porcs.

L'objectif principal de ce projet était d'évaluer la relation entre la consommation d'eau et les autres caractères mesurés en station. Plus spécifiquement, dans cet article, la consommation d'eau est analysée selon deux approches : en premier lieu, par l'analyse de ses prédicteurs potentiels (e.g. température ambiante, sexe, durée d'abreuvement) ; en second lieu en tant que prédicteur potentiel de la consommation d'aliment, de l'indice de consommation (IC), de la vitesse de croissance (gain moyen quotidien ; GMQ) et des problèmes de santé.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. La station de recherche

Deux essais ont été réalisés à la station de recherche du Centre de développement du porc du Québec (CDPQ) située à Deschambault (Québec, Canada). Le projet s'est déroulé sur deux lots d'engraissement : l'essai 1 s'est déroulé durant l'hiver 2014-2015 avec 345 porcs, l'essai 2 pendant l'été 2015 avec 278 porcs. Au total, les résultats de 47 cases, contenant un maximum de 14 animaux, ont été analysés. Une particularité pour ces deux essais est la présence de quatre « sexes » soit des femelles (F), des castrats (C), des mâles

entiers (M) et des immunocastrés (I). Les immunocastrés ont reçu deux injections, une autour de 10 semaines d'âge et la dernière au moins quatre semaines avant l'abattage, selon le protocole développé par Zoetis.

En plus du système d'abreuvement individuel décrit plus bas, chaque case d'engraissement est munie d'un système d'alimentation individuelle IVOG® (Insentec, NL) qui enregistre les quantités consommées à chaque visite par chaque animal.

Les animaux sont pesés individuellement à l'entrée, à la sortie ainsi qu'à chaque changement de phase alimentaire. Ces pesées permettent le calcul du GMQ et de l'IC par phase alimentaire. Dans cet article, une attention particulière a été portée aux phases 1, 2 et 3, respectivement pour des porcs d'environ 25 à 50 kg, 50 à 75 kg et 75 à 100 kg. De plus, la date et la nature de chaque traitement individuel administré sont notées, ce qui permet de mesurer l'état de santé à l'échelle de l'animal, de la case et de la ferme. Les températures minimales et maximales journalières à l'intérieur de la salle d'engraissement sont également recueillies.

1.2. Le système d'abreuvement individuel

Le système d'abreuvement permettant de collecter les données de consommation d'eau des porcs a été développé par le CDPQ. Il comprend une tétine à activer par l'animal, un bol de 3 litres fermé sur trois côtés pour réduire le gaspillage, un lecteur du niveau d'eau, un compteur d'eau, un système de traitement de données et un système d'identification individuelle (RFID) des porcs. Il est à noter pour environ la moitié des cases, la présence d'un couvercle au-dessus du bol afin de réduire le gaspillage. Ce dispositif permet d'enregistrer pour chaque visite le moment de la journée, la durée, la quantité consommée à la tétine et la quantité consommée dans le bol par chaque animal.

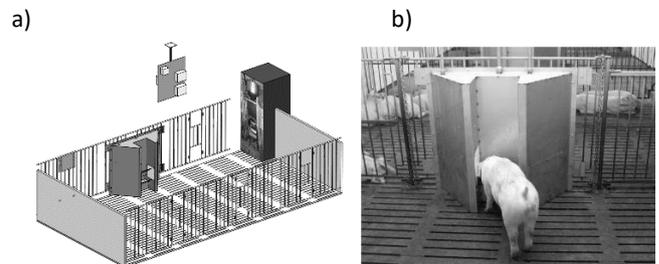


Figure 1 – Schéma d'une case expérimentale de la station Deschambault (a) et détail du dispositif d'abreuvement en fonctionnement (b)

1.3. Analyses statistiques

La prédiction de la consommation d'eau a été effectuée indépendamment pour les phases alimentaires 1, 2 et 3. Différents modèles ont été testés, incluant une ou quelques-unes des cinq variables explicatives suivantes :

- Essai : variable qualitative à deux modalités (1 et 2) ; effet fixe dans le modèle statistique ;
- Sexe : variable qualitative à quatre modalités (F, C, M et I) ; effet fixe ;
- Couvercle : variable qualitative à deux modalités (présence/absence) ; effet fixe ;
- Durée d'abreuvement : variable numérique continue (covariable) ;
- Consommation d'eau de la phase alimentaire précédente : variable numérique continue (covariable).

Les analyses ont été faites sur deux niveaux d'unités expérimentales : la case (47 unités sur les deux essais) et l'animal (essai 2 seulement ; 33 et 30 unités réparties dans 3 cases aux phases alimentaires 1 et 2, 85 unités réparties dans 8 cases à la phase 3 ; la case est alors un effet aléatoire). Le choix d'un nombre limité d'animaux, soit 85 sur un total possible de 623 sur les deux essais, est dû à la lecture du niveau d'eau dans le bol qui était souvent imprécise lors de l'implantation du système (essai 1). Les consommations dans le bol étaient difficilement attribuables aux bons individus. Cette difficulté technique n'affecte pas les consommations moyennes par case et a été corrigée depuis.

Les analyses ont été réalisées avec la procédure MIXED, lorsque des variables qualitatives étaient impliquées, ou avec la procédure REG du logiciel SAS[®] version 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Dans certains cas (Tableau 1), des transformations logarithmiques ont été appliquées sur les covariables et/ou les variables réponses afin de satisfaire aux hypothèses des tests statistiques. Les figures ont été produites avec le logiciel R[®] version 3.3 (R Core Team 2016).

Pour la prédiction de la consommation d'aliment, du GMQ et de l'IC, différents modèles ont été testés, incluant les facteurs essai et sexe, avec la consommation d'eau comme covariable. Pour la prédiction du GMQ et de l'IC, la consommation

d'aliment a aussi été utilisée comme covariable (Tableau 1). Pour la détection de problèmes de santé, les données journalières par case ont été utilisées. Afin de déterminer un niveau d'alerte, l'ensemble des jours sains, c'est-à-dire sans traitement individuel dans la case dans les sept jours précédents et suivants, et confortables, c'est-à-dire les jours pour lesquels la température maximale dans la ferme était inférieure ou égale à 22 °C, ont été retenus. Sur la base de ces jours, une distribution des variations journalières de consommation d'eau et d'aliment dans la case (différence entre la valeur au jour J et celle au jour J-1 en % de la valeur au jour J-1) a été calculée. Trois niveaux d'alerte ont été définis par les quantiles d'ordre 10, 5 et 1 % de cette distribution, représentant les probabilités de faux positifs lorsqu'il y a absence de traitement. En statistique, ces probabilités sont communément référencées comme seuils α . Ces niveaux d'alerte ont été appliqués sur les jours précédant un ou plusieurs traitements. Un test d'homogénéité du khi-deux a été appliqué avec le logiciel R[®] version 3.3 pour comparer la fréquence d'alerte pour les jours sains et pour les jours précédant un traitement (jours confortables seulement). Ces niveaux d'alerte ont été adaptés pour la consommation de la salle d'engraissement en entier en divisant la valeur des quantiles retenus par la racine carrée du nombre de cases.

Tableau 1 –Variance expliquée pour les modèles prédictifs testés à l'échelle de la phase alimentaire.

Variable prédite	Variable(s) explicative(s)	Variance expliquée (%)					
		Unité : case			Unité : animal		
		Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 1	Phase 2	Phase 3
Conso. d'eau¹	Essai + Sexe + Couvercle	34,4	62,4	75,4	17,4 ⁵	9,8 ⁵	4,4 ⁵
	Durée d'abreuvement	0 ⁶	60,8	80,0	-	33,3	67,8
	Essai + Durée d'abreuvement	20,0	60,8	81,8	-	-	-
	Conso. d'eau de la phase précédente ¹	-	74,7	75,7	-	63,2	68,3
	Essai + Conso. d'eau de la phase précédente ¹	-	86,6	82,9	-	-	-
Conso. d'aliment²	Essai*Conso. d'eau	76,9	83,1	78,5	11,3 ⁶	11,6 ⁶	9,3
GMQ³	Essai*Conso. d'eau	50,2	50,2	40,1	0 ⁶	12,7 ⁶	6,7
	Essai*Conso. d'aliment	52,2	51,5	53,5	38,6	51,2	44,8
	Essai*(Conso. d'eau et d'aliment)	56,8	54,6	53,6	43,1	52,6	45,1
	Essai + Sexe	15,3 ⁶	45,5	67,5	-	-	-
	(Essai + Sexe)*Conso. eau	59,3	68,3	76,5	-	-	-
IC⁴	Essai*Conso. d'eau	34,3	43,1	28,2	12,2	1,4 ⁶	0,3 ⁶
	Essai*Conso. d'aliment	53,2	58,8	33,9	10,2 ⁶	47,2	16,0
	Essai*(Conso. d'eau et d'aliment)	57,3	61,1	34,2	16,7 ⁶	48,7	16,5
	Essai + Sexe	39,7	67,2	68,3	-	-	-
	(Essai + Sexe)*Conso. eau	58,9	76,1	72,6	-	-	-

¹Consommation d'eau (L/j-porc) ; Transformation logarithmique appliquée à la variable ; Écart-type résiduel moyen : 0,13 par case et 0,38 par animal.

²Consommation d'aliment (kg/j-porc) ; Écart-type résiduel moyen : 0,12 par case et 0,31 par animal. ³Gain moyen quotidien (kg/j-porc) ; Écart-type résiduel moyen : 0,062 par case et 0,13 par animal. ⁴Indice de conversion ; Écart-type résiduel moyen : 0,12 par case et 0,24 par animal. ⁵Application du modèle ajusté sur les données par case. ⁶Effet du modèle global non-significatif statistiquement au seuil 5 %.

2. RÉSULTATS - DISCUSSION

Le tableau 1 présente les pourcentages de variance expliquée pour l'ensemble des modèles prédictifs testés. Les consommations d'eau moyennes par phase pour les facteurs essai, sexe et couvercle sont illustrées à la figure 2.

2.1. Prédiction de la consommation d'eau

L'effet des différents facteurs sur la prédiction de la consommation d'eau est détaillé dans les sections suivantes.

2.1.1. Essai

Pour la consommation d'eau par case, parmi les trois effets fixes analysés, l'effet de l'essai est le plus important sur

l'ensemble des trois phases alimentaires ($P = 0,018$ pour la phase 1, $P < 0,001$ pour les phases 2 et 3). La principale différence entre les deux essais est la température. Durant l'essai 1, en hiver, les températures étaient toujours inférieures ou égales à 22°C, avec des moyennes de 20,6, 20,0 et 19,6°C pour les phases 1, 2 et 3 respectivement. Durant l'essai 2, les températures maximales journalières ont régulièrement dépassé 30 °C, avec des moyennes de 24,1, 25,8 et 26,0°C pour les phases 1, 2 et 3 respectivement. Les porcs deviennent plus sensibles aux températures élevées au fur et à mesure de leur croissance (Pouliot, 2002), d'où l'augmentation de l'effet de l'essai de la phase 1 jusqu'à la phase 3 (Figure 2) (Renaudeau *et al.*, 2014). Pour la phase alimentaire 3, l'effet sur la consommation d'eau de l'essai 2 est supérieur d'environ 4 L par rapport à l'essai 1, ce qui représente une augmentation de près de 50 % (Figure 2).

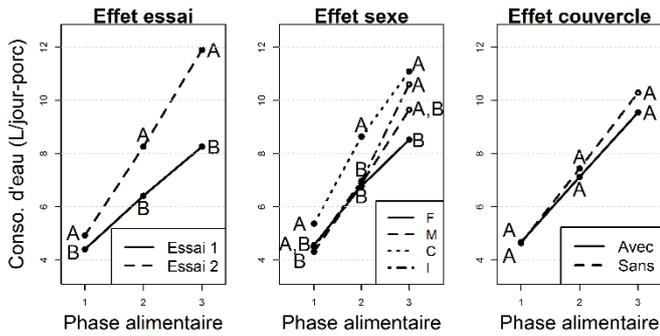


Figure 2- Moyenne ajustées des moindres-carrés de la consommation d'eau journalière par phase alimentaire pour chaque effet. Des lettres différentes indiquent une différence statistiquement significative ($P = 0,05$; ajustement de Sidak pour les comparaisons multiples pour le sexe).

2.1.2. Sexe

L'effet du sexe sur la consommation d'eau par case est significatif ($P \leq 0,01$) pour les trois phases alimentaires. Les castrats sont les plus grands consommateurs d'eau pour les trois phases (Figure 2). Les trois autres sexes ont des consommations comparables pour les phases 1 et 2. À la phase 3, les immunocastrés augmentent grandement leur consommation d'eau pour atteindre pratiquement le niveau des castrats ce qui coïncide avec la deuxième injection du produit, autour de 75 kg, et correspond à son mode d'action. La consommation d'eau des femelles est la plus faible et celle des mâles entiers intermédiaire entre la consommation des femelles et des castrats durant la phase alimentaire 3.

2.1.3. Couvercle

L'effet du couvercle sur la consommation d'eau par case n'est pas significatif au seuil 5 % pour les trois phases alimentaires (Figure 2). Cependant, l'effet semble augmenter au cours des phases : alors la présence du couvercle n'a pas d'effet à la phase 1, la présence du couvercle tend à diminuer la consommation d'eau d'environ 0,75 L en moyenne ($P = 0,077$).

Il est à noter que le modèle prédictif incluant les effets de l'essai, du sexe et de la présence du couvercle explique jusqu'à 75,4 % de la variance de la consommation d'eau par case à la phase 3, mais moins de 20 % de la variance pour les données individuelles dans chacune des trois phases. Cela illustre la grande variabilité entre les animaux.

2.1.4. Durée d'abreuvement

La corrélation entre la durée d'abreuvement et la consommation d'eau par case est pratiquement nulle à la phase alimentaire 1 ($\rho = 0,02$). Cela peut s'expliquer par le fait que les porcs viennent d'arriver dans leur nouvel environnement et s'attardent plus longtemps à l'abreuvoir, sans nécessairement boire beaucoup.

La corrélation augmente grandement à la phase 2 ($\rho = 0,79$). Le modèle de régression du logarithme de la consommation d'eau sur la durée d'abreuvement à la phase 2 explique 60,8 % de la variance pour les données par case, mais seulement 33,3 % pour les données individuelles.

Pour la phase 3, la corrélation entre la durée d'abreuvement et la consommation d'eau par case augmente encore ($\rho = 0,84$) et le même modèle de régression qu'à la phase 2 explique 80,0 % de la variance pour les données par case et 67,8 % pour les données individuelles, ce qui est relativement élevé (Tableau 1 ; Figure 3).

Les modèles prédictifs de la consommation d'eau par la durée d'abreuvement développés pour les phases alimentaires 2 et 3

ne dépendent pas ou très peu de l'essai (Tableau 1), même si l'effet de l'essai est significatif sur la consommation d'eau par case (cf. 2.1.1). Cela démontre une certaine robustesse du modèle.

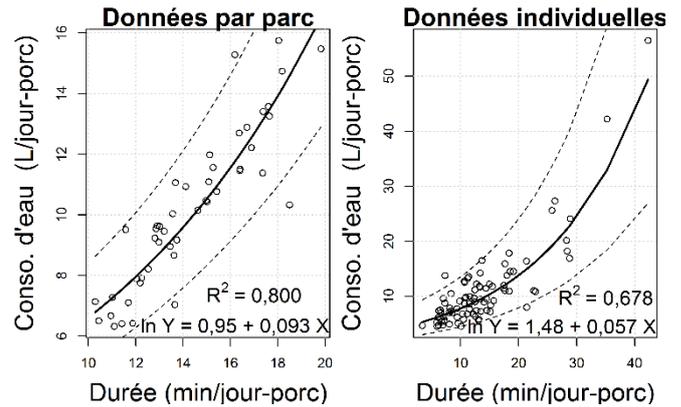


Figure 3- Régression de la consommation d'eau journalière (Y) sur la durée d'abreuvement (X) par case et par porc pour la phase alimentaire 3. Les ronds indiquent les valeurs réelles, la ligne pleine la prédiction et les lignes pointillées les limites de l'intervalle de confiance 95 %.

2.1.5. Consommation d'eau à la phase alimentaire précédente

La régression du logarithme de la consommation d'eau à la phase 2 sur le logarithme de la consommation d'eau à la phase 1 explique 74,7 % de la variance pour les données par case et 63,2 % pour les données individuelles. La variance expliquée par le même modèle appliqué à la phase 3 est légèrement supérieure avec 75,7 % pour les données par case et 68,3 % pour les données individuelles. La variance expliquée augmente si l'effet de l'essai est inclus (Tableau 1), ce qui illustre une certaine sensibilité du modèle aux variations de conditions d'ambiance. Par exemple, un animal pourrait augmenter sa consommation d'eau d'une phase à l'autre au-delà de ce que le modèle prédit si les conditions d'ambiance passent de confortables à chaudes.

2.2. La consommation d'eau comme prédicteur

L'utilisation de la consommation d'eau comme prédicteur est détaillée par variable expliquée dans les sections suivantes.

2.2.1. Consommation d'aliment

À l'échelle de la case, la relation entre les consommations d'eau et d'aliment est forte pour les trois premières phases alimentaires, avec des variances expliquées supérieures à 75 %, à condition de tenir compte de l'essai (Figure 4). Pour les phases 2 et 3, les consommations d'eau sont plus élevées et les consommations d'aliment sont plus faibles à l'essai 2, en été. De plus, l'incertitude sur la prédiction, représentée par la largeur des intervalles de confiance (lignes pointillées sur la figure 4), est plus grande à l'essai 2. Ceci rejoint les résultats de la section 2.1.1 : la température de la salle, principal élément distinctif entre les essais et qui augmente lorsque les porcs grandissent, pourrait en effet expliquer ces résultats.

À l'échelle des porcs individuellement (essai 2 seulement), le modèle perd complètement sa valeur prédictive, la variabilité inter-animal étant trop grande. La variance expliquée par le modèle de régression de la consommation d'aliment par phase sur la consommation d'eau chute à environ 10 % pour les données individuelles (Tableau 1). Pour les données individuelles de l'essai 2, une partie importante de la variabilité individuelle vient du fait que certains animaux utilisent une grande quantité d'eau. Certains ont des

consommations moyennes journalières supérieures à 40 L durant toute la phase 3 et certaines consommations journalières dépassaient 100 L. Selon toute vraisemblance, ces animaux se sont servis de l'eau pour se rafraîchir, ce qui

corrobore les résultats de Massabie (2012). Il est permis de faire l'hypothèse que le même modèle de régression appliqué sur les données individuelles de l'essai 1 aurait été plus précis.

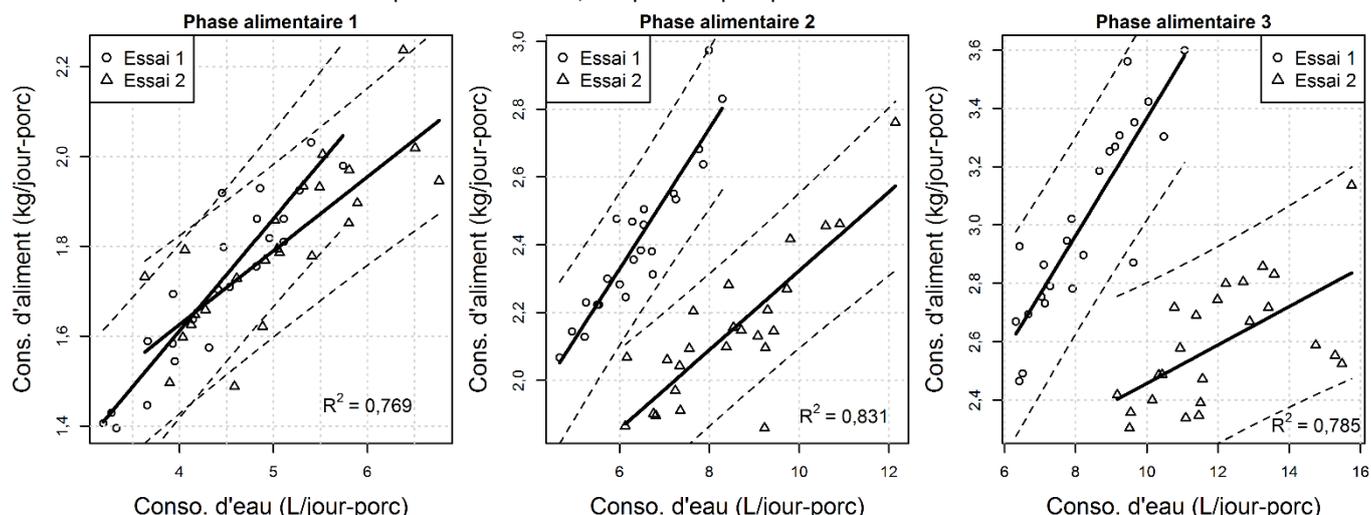


Figure 4- Régression linéaire de la consommation d'aliment sur la consommation d'eau par case. Les lignes continues représentent la prédiction et les lignes pointillées représentent l'intervalle de confiance 95 % pour chaque essai.

Tableau 2 – Tests d'homogénéité du χ^2 entre les jours sains et les jours précédant un traitement pour trois niveaux d'alerte basés sur les variations journalières (en %) de consommations d'eau et d'aliment (jours confortables seulement).

Consommation d'eau				Consommation d'aliment			
Niveau d'alerte ¹	Données	Pr[Données < alerte] ²	P ³	Niveau d'alerte ¹	Données	Pr[Données < alerte] ²	P ³
-7,33 % ($\alpha = 10\%$)	Jours sains	120/1192 (10,1 %)	-	-5,11 % ($\alpha = 10\%$)	Jours sains	124/1243 (10,0 %)	-
	J - 3	14/72 (19,4 %)	0,021		J - 3	7/72 (9,7 %)	1
	J - 2	15/72 (20,8 %)	0,007		J - 2	17/72 (23,6 %)	<0,001
	J - 1	25/72 (34,7 %)	<0,001		J - 1	26/72 (36,1 %)	<0,001
-10,5 % ($\alpha = 5\%$)	Jours sains	61/1192 (5,1 %)	-	-7,63 % ($\alpha = 5\%$)	Jours sains	62/1243 (5,0 %)	-
	J - 3	4/72 (5,6 %)	1		J - 3	6/72 (8,3 %)	0,33
	J - 2	7/72 (9,7 %)	0,16		J - 2	11/72 (15,3 %)	<0,001
	J - 1	18/72 (25,0 %)	<0,001		J - 1	18/72 (25,0 %)	<0,001
-17,7 % ($\alpha = 1\%$)	Jours sains	12/1192 (1,0 %)	-	-12,7 % ($\alpha = 1\%$)	Jours sains	12/1243 (1,0 %)	-
	J - 3	1/72 (1,4 %)	1		J - 3	0/72 (0 %)	0,84
	J - 2	2/72 (2,8 %)	0,42		J - 2	2/72 (2,8 %)	0,42
	J - 1	8/72 (11,1 %)	<0,001		J - 1	6/72 (8,3 %)	<0,001

¹ Il y aura alerte si la variation relative (en %) de consommation d'eau par rapport à celle de la veille est inférieure à la valeur spécifiée. Le seuil α correspond à la fréquence d'alerte pour les jours sains. ² Proportion d'alertes pour chaque niveau pour les jours sains et les jours précédant un traitement.

³ Correction de Yates appliquée. La valeur P est incertaine lorsque les fréquences observées sont faibles (< 5). Les valeurs inférieures à 0,05 sont en gras.

2.2.2. Gain moyen quotidien

Le GMQ moyen, essais et sexes confondus, est respectivement de 1019, 1066 et 1109 g/j pour les phases 1, 2 et 3. Les modèles incluant comme prédicteurs la consommation d'eau, l'effet de l'essai et / ou consommation d'aliment expliquent environ 50 % de la variance du GMQ par case (Tableau 1), ce qui n'est pas suffisant pour une prédiction adéquate. Pour le modèle incluant les effets de l'essai et de la consommation d'aliment par case, l'ajout de la consommation d'eau n'amène pas plus d'information (Tableau 1). Par contre, l'inclusion de l'effet du sexe combiné à l'effet consommation d'eau dans le modèle permet une meilleure prédiction dès la deuxième phase alimentaire (68 à 76 % de variance expliquée). À l'échelle individuelle, la relation entre la consommation d'eau et le GMQ devient très faible (Tableau 1).

2.2.3. Indice de conversion

L'IC moyen, essais et sexes confondus, est respectivement de 1,72, 2,13 et 2,53 pour les phases 1, 2 et 3. Les résultats sont comparables à ceux du GMQ. Les modèles incluant la consommation d'eau sans l'effet du sexe ne permettent pas de

prédire adéquatement l'IC par case. Comme pour le GMQ, le sexe plutôt que la consommation d'aliment doit être pris en compte à partir de la phase 2 pour obtenir le modèle le plus explicatif (Tableau 1).

2.2.4. Détection de problèmes de santé

Trois niveaux d'alerte, basés sur la diminution (%) de la consommation journalière d'eau et d'aliment par rapport à la veille, ont été définis comme les valeurs de variations pour les fréquences 10, 5 et 1 % lors des jours sains et confortables. Au total, il y avait respectivement 1192 et 1243 jours-cases sains et confortables pour lesquels des données de consommation d'eau et d'aliment étaient disponibles (Tableau 2). Les trois niveaux d'alerte ont aussi été appliqués dans les trois jours précédents un traitement dans une case lors des jours confortables. Au total, 72 jours-cases avec traitement individuels et températures confortables étaient disponibles.

Les fréquences d'alertes ont été comparées statistiquement entre les jours sains et les jours précédant un ou plusieurs traitements dans une case (Tableau 2). Les fréquences d'atteinte des trois alertes pour les consommations d'eau et

d'aliment un jour avant un traitement sont toutes significativement plus grandes (de 3,5 fois pour $\alpha = 10\%$ à environ 10 fois pour $\alpha = 1\%$) que les fréquences lors des jours sains ($P < 0,001$). Cela démontre un certain potentiel de détection au moins un jour avant le traitement. De plus, pour un seuil α de 10 %, les résultats montrent un potentiel de détection jusqu'à deux jours avant le traitement pour les consommations d'eau et d'aliment ($P \leq 0,007$), les niveaux d'alerte étant atteints plus de deux fois plus fréquemment que lors des jours sains.

La principale différence entre les consommations d'eau et d'aliment se situe pour la détection trois jours avant un traitement à un seuil α de 10 %. Alors que la fréquence d'alerte est similaire à celle des jours sains pour la consommation d'aliment ($P = 1$), la fréquence d'alerte est de 19,4 % pour la consommation d'eau, soit environ le double par rapport aux jours sains ($P = 0,021$; Tableau 2). Il faut cependant noter que la consommation d'aliment a montré un potentiel de détection deux jours avant le traitement pour un seuil α de 5 % ($P < 0,001$), ce qui n'a pas pu être démontré pour la consommation d'eau ($P = 0,16$; Tableau 2).

Les niveaux d'alerte ont été ajustés à l'échelle de la salle d'engraissement et appliqués aux données journalières de l'essai 1. Une journée a présenté un pic de 16 traitements individuels dans la ferme, en mesure d'être détecté par la consommation d'eau trois jours avant et par la consommation d'aliment deux jours avant (seuil $\alpha = 5\%$). Ce résultat illustre un certain potentiel de détection à l'échelle de la ferme, mais ce potentiel ne peut être démontré statistiquement; les données de plusieurs essais seraient nécessaires. Pour l'essai 2, les variations journalières de consommation d'eau sont nettement influencées par la température, que ce soit à l'échelle de la case ou de la salle d'engraissement. Les variations sont tellement fortes que même si une correction de la consommation d'eau en fonction de la température était appliquée, il serait pratiquement impossible de définir des alertes pour la détection de problèmes de santé.

CONCLUSION

Pour analyser et prédire la consommation d'eau, il faut tenir compte de la température. Pour des porcs de 75 à 100 kg, la consommation d'eau en été était environ 50 % supérieure à la consommation hivernale, car ils utilisent de grandes quantités d'eau pour se rafraîchir, sans nécessairement la boire.

La consommation d'eau par phase alimentaire est très variable entre les animaux, mais peut potentiellement être estimée à l'échelle individuelle par deux variables substitutives. L'une d'elle est la consommation lors de la phase alimentaire précédente qui est bien corrélée avec la consommation d'eau à la phase suivante, mais la relation dépend des conditions d'ambiance. L'autre variable substitutive est la durée d'abreuvement, mais pour la phase 3 seulement, autant pour les données individuelles que par case. Cette variable est plus intéressante, car elle est plus facile à obtenir que la consommation d'eau et les données par case ont montré que les variations de température n'affectaient pas la relation entre la durée d'abreuvement et la consommation d'eau. À l'échelle de la case, la consommation d'eau prédit bien la consommation d'aliment par phase alimentaire. Encore une fois, l'effet de la température est important pour une bonne prédiction. Le gaspillage dû aux températures chaudes de l'essai 2 a probablement nui à la prédiction de la consommation d'aliment individuelle. Le GMQ et l'IC n'ont pu être prédits de manière adéquate par la consommation d'eau. L'analyse des consommations d'eau journalières par case a montré que cette variable pouvait aussi être un indicateur de problèmes de santé. Il y a un certain potentiel à l'échelle de la ferme, mais davantage de lots devront être analysés pour démontrer cet effet. Des niveaux d'alerte ont été testés lors de l'essai 1, avec des températures stables. Ils ne pourraient être appliqués pour des températures chaudes.

La relation entre la consommation d'eau et d'autres mesures (les performances à l'abattoir, la qualité de la viande et le comportement pour ne mentionner que celles-là) pourrait être analysée. Certaines de ces relations seront analysées ultérieurement. Une autre suite du projet serait de mettre en relation la consommation d'eau individuelle avec d'autres données recueillies dans un contexte d'élevage de précision, telles que la prise alimentaire individuelle, des mesures de thermographie infrarouge, des mesures de déplacement et de positionnement des porcs, etc.

REMERCIEMENTS

Ce projet est financé par Swine Innovation Porc, dans le programme de recherche « la Grappe porcine 2 : Générer des résultats en innovant », lui-même financé par le programme Agri-innovation d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, les associations provinciales de producteurs et des partenaires de l'industrie.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Madsen T., Andersen S., Kristensen A., 2005. Modelling the drinking patterns of young pigs using a state space model. *Comput. Electron. Agr.*, 48, 39-61
- Massabie P., Lebas N., 2012. Comparaison de deux modalités d'apport d'eau pour les porcs à l'engrais alimentés en soupe. *Journées Rech. Porcine*, 44, 279-280.
- Massabie P., Roy H., Boulestreau-Boulay A. L., Dubois A., 2014. La consommation d'eau en élevage de porcs. *IFIP*, 1-12
- Pouliot F., 2002. Choix d'un système de distribution d'aliment et d'eau en engraissement : les paramètres importants à considérer. *Expo-Congrès du porc 2002*, 1-11
- R Core Team, 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Renaudeau D., Gourdière J.L., St-Pierre N.R., 2014. A meta-analysis of the effects of high ambient temperature on performance of growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, 89, 2220-2230
- Rousselière, Y., 2016. Un outil innovant pour la détection précoce des pathologies à partir des consommations d'eau individuelles des porcs. Téléchargé le 29 juin 2017, <http://www.ifip.asso.fr/fr/content/un-outil-innovant-pour-la-d%C3%A9tection-pr%C3%A9coce-des-pathologies-%C3%A0-partir-des-consommations-d%E2%80%99eau>