

Évaluation de l'impact de différents systèmes d'abreuvement sur le gaspillage, les performances de croissance et le comportement d'abreuvement des porcs en engraissement

Octobre 2018

Rapport final



Auteurs :

Sébastien Turcotte, responsable bâtiments et régie d'élevage

Jean Gabriel Turgeon, chargé de projets

Patrick Gagnon, responsable analyse et valorisation des données

Violette Caron Simard, chargée de projets

Collaborateurs :

Stéphane Godbout, ing., agr., Ph. D.

Patrick Brassard, ing. jr, Ph. D.

CDPO
Centre de développement
du porc du Québec inc.

©Centre de développement du porc du Québec inc.
Dépôt légal 2018
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
Bibliothèque et Archives Canada
ISBN 978-2-924413-63-0

Équipe de réalisation

Répondant	Sébastien Turcotte, agr., responsable bâtiments et régie d'élevage, CDPQ
Direction scientifique	Sébastien Turcotte, agr, responsable bâtiments et régie d'élevage, CDPQ
Chargé de projet	Jean Gabriel Turgeon, chargé de projets, CPDQ
Collaborateurs	Patrick Gagnon, Ph. D., responsable analyse et valorisation des données, CDPQ
	Violette Caron Simard, M. Sc., agr., chargée de projets, CDPQ
	Marie-Claude Gariépy, M. Sc, coordonnatrice aux opérations services et projets, CDPQ
	Mélanie Poulin, conseillère technique, CDPQ
	Gabrielle Dumas, étudiante en agronomie, CDPQ
	Éric Ouellette, conseiller technique, CDPQ
	Richard Maillot, conseiller technique, CDPQ
	Stéphane Godbout, ing., agr., Ph.D., IRDA
	Patrick Brassard, ing. jr, Ph. D., IRDA
	Sébastien Turcotte, agr., responsable bâtiments et régie d'élevage, CDPQ
Rédaction	Jean Gabriel Turgeon, chargé de projets, CDPQ
	Patrick Gagnon, Ph. D., responsable analyse et valorisation des données, CDPQ
	Violette Caron Simard, M. Sc., agr., chargée de projets, CDPQ
	Marie-Claude Gariépy, M. Sc., coordonnatrice aux opérations services et projets, CDPQ

Remerciements

Ce projet a été rendu possible grâce au soutien financier accordé en vertu du Programme de développement sectoriel, Volet 3 – Appui à l'innovation en réponse à des enjeux sectoriels prioritaires, dans le cadre de Cultivons l'avenir 2, une initiative fédérale-provinciale-territoriale. Nous tenons à remercier également l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), AGR Labrecque et le CDPQ pour leur contribution à ce projet.



Institut de recherche
et de développement
en agroenvironnement

Résumé

L'abreuvement des porcs est un aspect souvent négligé dans les élevages. Au Québec, nous avons souvent l'impression que l'eau est une ressource limitée. Sur le marché, il existe plusieurs systèmes d'abreuvement, mais leur efficacité est méconnue, notamment en ce qui concerne le gaspillage d'eau et l'impact sur les performances de croissance des porcs.

Dans le cadre d'un projet mené par le CDPQ, en collaboration avec l'IRDA, six systèmes d'abreuvement ont été évalués en engraissement, soit :

- a) La suce conventionnelle;
- b) La suce « bite ball »;
- c) Le bol à eau conventionnel;
- d) Le bol à eau conventionnel muni d'un couvercle;
- e) Le bol urinoir;
- f) Le bol Suevia.

L'objectif du projet était d'évaluer, entre autres, l'impact de ces systèmes d'abreuvement sur le gaspillage et les performances de croissance des porcs en engraissement. Pour y arriver, le CDPQ a développé un système permettant de quantifier l'utilisation et le gaspillage de l'eau. Celui-ci mesure la quantité d'eau distribuée aux porcs dans un parc à l'aide d'un compteur d'eau relié à un système d'acquisition de mesures. Un réservoir est installé sous les systèmes d'abreuvement afin de récupérer et mesurer l'eau gaspillée par les porcs.

Le projet s'est déroulé dans un engraissement commercial pendant trois lots, soit du 29 juin 2017 au 5 juillet 2018 dans le but d'obtenir des données pour chacune des saisons. Au cours de cette période, plusieurs mesures ont été comptabilisées pour chacun des systèmes d'abreuvement, dont :

- L'eau utilisée (mesurée en continu);
- Poids des animaux au début de chaque lot, lors des changements de phase de moulée et juste avant la première expédition;
- Poids et qualité de la carcasse;
- Conditions d'ambiance (T°C et humidité);
- Propreté des planchers.

L'utilisation et le gaspillage de l'eau diffèrent selon les systèmes d'abreuvement !

Les résultats de ce projet ont permis de conclure que la quantité **d'eau utilisée** diffère selon le système d'abreuvement. Celle-ci est significativement supérieure pour la suce conventionnelle alors qu'elle est significativement inférieure pour le bol urinoir. Par ailleurs, l'utilisation de l'eau par les porcs est influencée par les saisons. En effet, l'eau utilisée pendant l'été est 13,5 % supérieure au lot d'hiver et 13,8 % par rapport au lot du printemps.

Également, cette étude a démontré que le **gaspillage de l'eau** est significativement plus élevé pour la suce conventionnelle (27,1 %) et la suce « bite ball » (14,5 %) comparativement aux quatre bols évalués. Le gaspillage pour ces derniers n'est pas différent statistiquement avec des valeurs de 6,5 % pour le bol conventionnel, 4,2 % pour le bol conventionnel avec couvercle, 6,8 %

pour le bol urinoir et 5,5 % pour le bol Suevia. Le gaspillage moyen pour ces quatre bols combinés est de 5,75 %.

Pour ce qui est de l'**eau ingérée**, obtenue par la différence entre l'eau utilisée et l'eau gaspillée, la moyenne pour tous les systèmes est de 5,97 litres/porc/jour. La différence entre l'ingestion la moins élevée (bols urinoirs : 5,42 L/j) et la plus élevée (bols sans couvercle : 6,41 L/j) est de presque qu'un litre par porc par jour. Certains porcs avaient de la difficulté à se familiariser avec le bol urinoir, ce qui pourrait expliquer que ce système ait enregistré le plus faible volume d'abreuvement (5,42 litres/porc/jour).

Les systèmes d'abreuvement n'ont pas d'impact significatif sur le gain moyen quotidien (GMQ) des porcs à l'engraissement. Toutefois, des différences numériques importantes entre les systèmes ont été notées, soit de 51 g/jour entre la plus grande (bol sans couvercle) et la plus petite moyenne (bol avec couvercle). Finalement, les systèmes d'abreuvement n'ont pas affecté significativement la composition de la carcasse ni la propreté des parcs.

Dans le cadre du projet, l'impact environnemental et économique a également été évalué. Pour ce faire, un scénario de référence a été établi, soit un élevage de 1 000 places-porc situé à St-Éphrem de Beauce, effectuant 2,89 lots/an et ayant un taux de mortalité de 3 % (total de 2 803 porcs produits/an). En considérant différents paramètres, le volume de lisier produit selon le système d'abreuvement a été évalué. Puis, une estimation des émissions de gaz à effet de serre (GES) issues de l'épandage du lisier a été réalisée. Ces données permettent de conclure que l'utilisation de bols ou de sucres « bite ball » permet de diminuer les émissions de GES de 19 % et de 14,2 % respectivement par rapport aux sucres conventionnelles. Toujours en considérant un scénario d'un élevage de 1 000 places-porc et un coût moyen d'épandage du lisier de 3,15 \$/m³, l'utilisation de bols ou de sucres « bite ball » permet de diminuer le coût d'épandage de 1,97 \$ par place-porc et de 1,29 \$ par place-porc comparativement aux sucres conventionnelles.

En résumé, les systèmes d'abreuvement évalués ont un impact sur la quantité d'eau utilisée par les porcs en engraissement. L'utilisation de l'eau est plus élevée avec la suce conventionnelle. Les différents bols testés permettent de réduire le gaspillage comparativement à la suce conventionnelle et la suce « bite ball ». En revanche, peu importe le système d'abreuvement évalué, celui-ci n'a pas d'impact significatif sur les performances de croissance des porcs, la composition de la carcasse et la propreté des parcs. De plus, la diminution du gaspillage permet de diminuer le volume de lisier à épandre, ce qui se traduit par des économies sur le coût d'épandage ainsi qu'une diminution des émissions de GES.

Table des matières

Liste des tableaux	viii
Liste des figures	ix
1 Introduction	1
1.1 Mise en contexte	1
2 Revue de littérature	2
2.1 Comportement	2
2.2 Consommation chez le porc en croissance	2
2.3 Système d'abreuvement	3
3 Objectifs	4
4 Matériel et méthodes	5
4.1 Bâtiment et installations d'élevage	5
4.1.1 Ferme et salles d'élevage	5
4.1.2 Parcs d'animaux	6
4.1.3 Systèmes d'abreuvement	7
4.2 Systèmes de mesure	8
4.2.1 Volume d'eau utilisée	8
4.2.2 Volume d'eau gaspillée	9
4.2.3 Ambiance	13
4.2.4 Système d'acquisition de données	13
4.3 Vérifications de la qualité des données	15
4.3.1 Test de vidange	15
4.3.2 Test de mesure système de gaspillage	16
4.3.3 Test de mesure des compteurs d'eau	16
4.4 Données analysées	17

4.4.1	Gaspillage d'eau	17
4.4.2	Utilisation de l'eau	17
4.4.3	Évaluation de la performance des animaux.....	17
4.4.4	Évaluation de la propreté des parcs	18
4.5	Analyses statistiques.....	19
5	Résultats.....	21
5.1	Gaspillage	21
5.2	Utilisation de l'eau	23
5.3	Gain moyen quotidien (GMQ)	24
5.4	Carcasses.....	25
5.5	Cote de propreté des parcs.....	26
5.6	Analyse environnementale	27
5.6.1	Scénario de référence	27
5.6.2	Évaluation des volumes de lisier	28
5.6.3	Calcul des émissions de GES issues de l'épandage du lisier	28
5.7	Analyse économique.....	29
6	Conclusion	31
7	Bibliographie	32
Annexe 1		I
Annexe 2		II
Annexe 3		III
Annexe 4		IV
Annexe 5		V
Annexe 6		VI

Liste des tableaux

Tableau 1	Gamme d'ajustement des débits d'eau	8
Tableau 2	Nombre de systèmes ayant une erreur inférieure à 10 % lors des tests de mesure du gaspillage.....	16
Tableau 3	Nombre de compteurs affichant une erreur inférieure à 1 % lors des tests de compteurs d'eau	16
Tableau 4	Facteurs explicatifs retenus dans les analyses pour chaque variable réponse	19
Tableau 5	Utilisation moyenne de l'eau selon le système d'abreuvement.....	21
Tableau 6	Estimation du volume annuel de lisier (m ³) pour un élevage de 1000 places-porc	28
Tableau 7	Valeur fertilisante du lisier dans chaque scénario	29
Tableau 8	Épandage du lisier et émissions de GES pour les trois scénarios	29
Tableau 9	Coût d'épandage du lisier pour les trois scénario	30
Tableau 10	Résultats de l'ANOVA du gaspillage d'eau pour la variable Système d'abreuvement en fonction de différents effets aléatoires	I
Tableau 11	Résultats de l'ANOVA de l'utilisation de l'eau pour les variables Système d'abreuvement et Nombre d'animaux en fonction de différents effets aléatoires.....	II
Tableau 12	Résultats de l'ANOVA du gain moyen quotidien pour les variables Système d'abreuvement et Nombre d'animaux en fonction de différents effets aléatoires.....	III
Tableau 13	Résultats de l'ANOVA de l'indice de carcasse 115 pour la variable Système d'abreuvement en fonction du lot comme effet aléatoire	IV
Tableau 14	Résultats de l'ANOVA de la cote de propreté moyenne pour les variables Système d'abreuvement et Nombre d'animaux en fonction de différents effets aléatoires	V
Tableau 15	Résultats de l'ANOVA de la cote de propreté de la surface pleine pour les variables Système d'abreuvement et Nombre d'animaux en fonction de différents effets aléatoires.....	VI

Liste des figures

Figure 1	Photo de la ferme	5
Figure 2	Plan des salles détaillant la position des équipements, des entrées d'air, des ventilateurs et des zones lattées.....	5
Figure 3	Photos des parcs de 20 places prises dans la salle 3	6
Figure 4	Photo des parcs de 15 places prise dans la salle 4.....	6
Figure 5	Exemples d'installations avec a) la suce conventionnelle et b) la suce « bite ball ».....	7
Figure 6	Exemples d'installations avec a) le bol conventionnel et b) le bol conventionnel avec couvercle.....	7
Figure 7	Exemples d'installation avec a) le bol urinoir et b) le bol Suevia	8
Figure 8	Photo du compteur d'eau utilisé et de son assemblage sur la ligne d'eau.....	9
Figure 9	Image du réservoir modélisé sur ordinateur (a) et photo du réservoir sans le grillage de protection (b)	9
Figure 10	Image de la structure du bouchon (a) et cylindre pneumatique (b).....	10
Figure 11	Schéma illustrant la composition du circuit pneumatique	11
Figure 12	Photo de l'entrée d'air dans le boîtier de contrôle et des sorties d'air allant à chaque système (a) et photo de l'assemblage du réservoir et des 3 tuyaux d'air arrivant au réservoir (b).....	12
Figure 13	Images du relais (a) et de la valve pneumatique 5/2 (b).....	12
Figure 14	Image du régulateur de pression (a) et photo de l'assemblage des valves de précision et des capteurs de pression (b)	13
Figure 15	Photo de l'installation du capteur de température et d'humidité sur les boîtiers de contrôle	13
Figure 16	a) Convertisseur analogue-digital sur lequel est branché les compteurs d'eau, les capteurs de pression et la sonde de température et d'humidité b) Boîtier de contrôle.....	14
Figure 17	Schéma repris du projet 220 présentant les composants électriques et le branchement des capteurs	14
Figure 18	Photos de l'ordinateur, du commutateur et du router	15
Figure 19	Raccordement de l'ondulateur servant à protéger le circuit électrique	15

Figure 20	Image illustrant le graphique du test de vidange du système 23 en date du 9 mars 2018.....	16
Figure 21	Photo de la balance pour animaux utilisée pour les pesées.....	18
Figure 22	a) Plancher un tier latté et zones de chacun des parcs b) plancher de cote 5	19
Figure 23	Gaspillage d'eau selon le système d'abreuvement (%).	22
Figure 24	Effet du jour (température et âge des porcs) sur le gaspillage d'eau.....	22
Figure 25	Utilisation de l'eau (ingestion et gaspillage) selon le système de distribution.	23
Figure 26	Effet du lot (% par rapport à la moyenne globale) pour l'utilisation de l'eau.....	24
Figure 27	Performances des porcs (GMQ) selon le système d'abreuvement.....	24
Figure 28	Gain moyen quotidien des porcs à l'engraissement selon le nombre d'animaux par parc	25
Figure 29	Proportion des porcs avec un indice maximal de 115 pour leur carcasse	25
Figure 30	Cote de propreté moyenne évaluée pour chacun des parcs en fonction de leur type d'équipement et du nombre d'animaux.....	26
Figure 31	Effet du jour d'évaluation des cotes (avec température moyenne extérieure)	27

1 Introduction

1.1 Mise en contexte

L'abreuvement des porcs est un aspect souvent négligé. Au Québec, l'eau est souvent perçue comme une ressource illimitée. Pourtant, dans certains élevages, l'approvisionnement en eau est une préoccupation. Sur le marché, il existe plusieurs systèmes d'abreuvement, mais leur efficacité est méconnue notamment en ce qui concerne le gaspillage d'eau et l'impact sur les performances de croissance des porcs. Cibler des systèmes d'abreuvement réduisant le gaspillage d'eau et assurant de bonnes performances de croissance permettra, entre autres, de réduire les quantités d'eau utilisée. D'un point de vue environnemental, la réduction de l'utilisation de la ressource en eau mène à une réduction du volume de lisier. Cela implique qu'il y aura moins de passages au champ lors de l'épandage, donc moins de compaction des sols et aussi moins de diesel utilisé par le parc de machinerie pour effectuer les épandages.

L'abreuvement équivaut à 93,6 % de l'eau nécessaire pour produire un porc, passant de sa naissance à son poids d'abattage. Il faut également compter dans cette consommation d'eau, l'eau utilisée par les truies en période de gestation et d'allaitement. On obtient alors une utilisation de 14,5 L par kilo de carcasse pour l'animal et 1 L par porc pour les nettoyages des installations (Massabie *et al.*, 2014). Il est fort probable que la quantité d'eau utilisée en production porcine peut être réduite, sans pour autant affecter le bien-être et les performances des porcs, et ce, en utilisant de meilleurs équipements. Ces économies au niveau de l'eau utilisée peuvent être payantes autant pour l'environnement que pour le producteur. En effet, en envoyant moins d'eau dans la fosse, le producteur réduit la dilution du fumier et donc son volume d'épandage (Deutsch, 2007).

Il existe une corrélation entre la consommation d'eau et la santé des porcs. En effet, le suivi de la consommation d'eau présente un outil qui permet de prédire des maladies chez les porcs. Une différence au niveau de la quantité d'eau ingérée apparaît environ une semaine avant l'apparition des symptômes physiques chez le porcelet (Seddon *et al.*, 2011). Cela suggère que la consommation d'eau est une variable très utile qui devrait être mieux surveillée en ferme porcine. L'intérêt de trouver les équipements permettant la réduction du gaspillage est donc présent chez les producteurs du Québec.

2 Revue de littérature

2.1 Comportement

En général, les porcs vont avoir tendance à consommer l'eau dans les 10 premières minutes qui précèdent et suivent les repas (Bigelow et Houpt, 1988). Peu importe la période de croissance, la consommation d'eau se fera entre 8h00 et 11h00 le matin et entre 16h00 et 18h00 en après-midi (Massabie *et al.*, 2014). Il s'agit d'observations faites en France et ces périodes d'alimentation coïncident avec les activités des employés dans la ferme. Au final, c'est environ 80 % de l'eau qui est consommée entre 8 et 20 h (Massabie *et al.*, 2014).

Lorsque les porcs ne boivent pas la quantité d'eau nécessaire pour combler leurs besoins hydriques, ils vont avoir tendance à également baisser leur consommation de moulée. Ceci peut entraîner de la constipation et de l'inconfort chez l'animal. Un manque d'eau prédispose aussi à une infection urinaire, car les urines vont être plus concentrées (Brault, 2006).

La quantité d'eau ingérée par les porcs est aussi être influencée par le niveau d'enrichissement de leur environnement, c'est-à-dire par le nombre d'objets servant à désennuyer les porcs dans le parc. Souvent les porcs ayant peu de stimulation au niveau de leur environnement vont avoir tendance à jouer avec le système d'abreuvement pour se distraire, ce qui amène plus de gaspillage (Magowan *et al.*, 2007).

Ricard *et al.* (2014) ont travaillé sur le développement d'un système d'abreuvement permettant la mesure individualisée des consommations d'eau de chaque porc. Lors de la phase de prototypage de ces bols à eau, ils ont équipé des parcs d'engraissement avec un ou deux bols à eau pour valider si un seul bol par parc était suffisant pour répondre aux besoins des animaux. Les journées où la température était supérieure à 23 °C, les mesures de l'utilisation de l'eau ont été supérieures dans les parcs disposant de deux bols par rapport à un seul. L'hypothèse avancée pour expliquer la différence d'utilisation de l'eau est que les porcs disposant d'un plus grand accès à l'eau ont utilisé de l'eau pour se rafraîchir et donc qu'une partie du volume d'eau enregistré était gaspillée.

2.2 Consommation chez le porc en croissance

Dans une température ambiante agréable pour les porcs, un porc en croissance consommera en moyenne entre 2,1 et 2,7 L d'eau par kilo d'aliment ingéré (Li *et al.*, 2005). En pouponnière, la consommation moyenne a été évaluée à 3,1 L par jour par animal (Massabie *et al.*, 2014). Comme le porc grandit rapidement durant cette partie de l'élevage, la consommation d'eau est très variable et évolue aussi rapidement durant cette période.

Une autre recherche faite sur les porcs pesant entre 6 et 20 kg donne des consommations entre 9,4 et 11,3 L par jour dépendamment de l'abreuvoir utilisé (Wang *et al.*, 2017). Ces résultats semblent très élevés pour une pouponnière, mais la recherche a été effectuée en Chine, avec des conditions peut-être non optimales, et un débit probablement beaucoup plus élevé que ce que l'on utilise actuellement en ferme, qui devrait être autour de 1 L/min (Massabie *et al.*, 2014). La pression de l'eau mesurée par Wang *et al.* (2017) était entre 0,1 et 0,20 MPA, mais sans connaître le diamètre du tuyau, il est impossible de déterminer le débit en L/min. Une autre recherche propose des consommations beaucoup plus faibles, soit environ 1,4 à 2,5 L par porcelet en période de post sevrage, autour de 3,5 L vers 25 kg et 8,7 L entre 90 et 110 kg

(Landrain *et al.*, 2005). Un autre projet précédemment réalisé par le CDPQ a montré que les consommations variaient en fonction des saisons (Gagnon *et al.*, 2018). En été, les porcs à l'engraissement ont bu entre 5 et 12 L par jour en moyenne de 25 à 100 kg, tandis qu'en hiver les consommations vont de 4,5 à 8 L par jour pour les mêmes poids. Pour ce qui est des différences entre les sexes, les castrats sont ceux qui consomment le plus d'eau avec une quantité allant de 5,5 à 11 L par jour, tandis que les femelles consomment de 4,5 à 8,5 L par jour. L'étude comprenait aussi des mâles entiers et des immunocastrés qui consommaient respectivement 4,5 à 9,5 et 4,5 à 10,5 L par jour en moyenne (Gagnon *et al.*, 2018).

2.3 Système d'abreuvement

Le système d'abreuvement utilisé peut aussi avoir un grand impact sur la quantité d'eau utilisée pour permettre à un porc d'atteindre son poids d'abattage. En effet, en utilisant suces à billes dites « bite ball » comme embout plutôt qu'une suce conventionnelle, il a été observé que les porcs utilisaient en moyenne 35 % moins d'eau (Deutsch, 2007). La suce « bite ball » oblige le porc à prendre toute la valve dans sa bouche et mordre la bille afin de faire couler l'eau. Le porc fait donc tomber moins d'eau de cette façon et il y en a moins qui tombe sur les planchers et les dalots et qui se retrouve dans la fosse et se gaspille. On obtient alors une grande économie au niveau de la quantité d'eau utilisée, simplement en changeant le type de valve.

Les porcs en engraissement peuvent gaspiller jusqu'à 60 % de l'eau utilisée à cause d'un équipement mal géré de la part du producteur (Brooks, 1994). En effet, la hauteur des suces et le débit d'eau doivent être ajustés en fonction des porcs présents dans le parc, sinon le gaspillage est grandement augmenté (Li *et al.*, 2005). La suce doit avoir un angle d'environ 45 degrés et être placée à une hauteur pour que son extrémité inférieure soit à la même hauteur que l'épaule des plus petits porcelets présents dans le parc (Gagnon, 2002). Un débit trop fort peut effrayer les porcelets, alors qu'un débit trop faible peut mener à des consommations d'eau en deçà des besoins. Un débit idéal se situe autour de 1,0 à 1,5 L par minute (Gagnon, 2002; Massabie, 2001; Massabie *et al.*, 2014). Ce débit idéal est le même pour la pouponnière et l'engraissement, mais peut varier selon si le producteur utilise un bol à eau ou une suce. Pour la pouponnière toutefois, il ne doit pas dépasser 1,0 L par minute, sinon on observe plus de gaspillage (Massabie, 2001).

Les bols sont conçus pour réduire la quantité d'eau gaspillée par les porcs en pouponnière. Il faut toutefois s'assurer que le bol construit évite que l'eau soit constamment stagnante (Torrey *et al.*, 2008). Gonyou (1996) rapporte également que l'utilisation de bols à eau en remplacement des « suces conventionnelles » permet de réduire le volume d'utilisation de l'eau de 15 à 30 %. Massabie (2001) soulignait que les besoins en eau des porcs n'avaient jamais été bien définis, car de nombreux facteurs environnementaux influencent tant les besoins en eau que les quantités d'eau utilisées. Parmi ces facteurs, notons le type d'aliment, la taille du groupe, la température et le type d'abreuvoir. Massabie expliquait également qu'il est difficile de différencier l'eau ingérée et l'eau gaspillée. Il a établi que les besoins quotidiens en eau correspondent approximativement à 10 % du poids vif de l'animal, soit de 4 à 12 litres par jour au cours de la période d'engraissement, de 15 à 20 litres par jour lors de la gestation et de 20 à 35 litres par jour en mise bas.

D'un point de vue économique, l'ajout de panneaux de chaque côté du système d'abreuvement pour obliger le porc à être dans le même axe que le système d'abreuvement lorsqu'il boit, l'utilisation d'un bol avec un niveau d'eau constant au lieu de suces conventionnelles, ainsi qu'effectuer un pré-trempe avant le lavage à haute pression mèneraient à une économie évaluée à 4,76 \$ par porc, soit une réduction de 29 % des coûts associés à l'eau (Predicala *et*

al., 2012). Cette économie se fait en réduisant le volume d'eau gaspillée se retrouvant dans le lisier produit menant ainsi à une réduction des coûts d'épandage et d'entreposage.

3 Objectifs

L'objectif général du projet était de valider l'impact de différents (6) systèmes d'abreuvement sur le gaspillage et les performances de croissance en engraissement.

Les objectifs spécifiques du projet étaient de :

- a) Mesurer le pourcentage d'eau gaspillée de chacun des systèmes d'abreuvement selon l'âge des animaux et les conditions ambiantes;
- b) Évaluer l'impact du type de système d'abreuvement sur les performances de croissance des porcs (GMQ);
- c) Évaluer le comportement d'abreuvement des porcs selon le type de système d'abreuvement et des conditions d'ambiance;
- d) Démontrer l'impact environnemental et économique de la réduction du gaspillage d'eau.

4 Matériel et méthodes

4.1 Bâtiment et installations d'élevage

4.1.1 Ferme et salles d'élevage

Le projet a eu lieu dans un engraissement (Figure 1), situé dans la municipalité de St-Bernard en Beauce.



Figure 1 Photo de la ferme

Les salles utilisées dans le cadre du projet étaient situées dans la vieille partie du bâtiment d'élevage. Les plans des salles sont présentés dans la Figure 2. Il s'agit de la salle 2 composée de 8 parcs de 20 places (2 parcs hors test), de la salle 3 composée de 12 parcs de 20 places (Figure 3) et de la salle 4 composée de 14 parcs de 15 places (2 parcs hors tests) (Figure 3 et Figure 4). Les porcs étaient alimentés à l'aide de trémies sèches (12 pouces par place à la trémie) et un seul point d'eau était présent par parc.

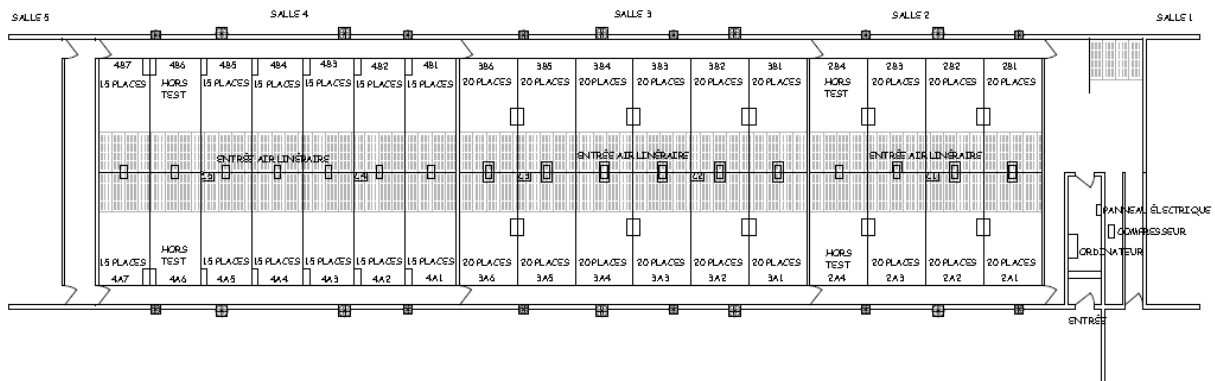


Figure 2 Plan des salles détaillant la position des équipements, des entrées d'air, des ventilateurs et des zones lattées



Figure 3 Photos des parcs de 20 places prises dans la salle 3



Figure 4 Photo des parcs de 15 places prise dans la salle 4

4.1.2 Parcs d'animaux

Répartition des systèmes d'abreuvement

Les 30 parcs ont été divisés en 5 blocs par 6 parcs : un bloc pour la salle 2 et deux blocs dans chacune des salles 3 et 4. Le but était que chaque bloc contienne les six systèmes d'abreuvement testés, à raison d'un système par parc. Il y a donc cinq répétitions pour chaque système. L'emplacement des systèmes dans chaque parc de chaque bloc a été établi de manière semi-aléatoire. D'abord, les six systèmes ont été alloués de manière totalement aléatoire dans chacun des blocs. Ensuite, des ajustements ont été faits de sorte qu'il n'y ait pas plus de trois unités (parcs) d'un même système sur un même côté du bâtiment (ouest ou est) et que la cote moyenne de propreté, basée sur une évaluation subjective de chacun des parcs vers la fin du lot précédant le début du projet, soit similaire entre les systèmes.

Allotement des animaux

Au début de chaque lot du projet, un allotement des animaux, basé sur trois critères, était effectué afin d'obtenir une répartition équitable des animaux entre chacun des types de systèmes d'abreuvement étudiés. Le premier critère consistait à avoir le même nombre de mâles et de femelles dans chacun des parcs. Le second visait le poids moyen des porcs de chaque parc, qui devait être à $\pm 10\%$ du poids moyen de tous les porcs en test. Le troisième critère visait le poids moyen des porcs sur l'ensemble des cinq parcs d'un même type de systèmes d'abreuvement, qui devait être à $\pm 2\%$ du poids moyen de tous les porcs en test.

4.1.3 Systèmes d'abreuvement

Dans ce projet, six systèmes d'abreuvement ont été étudiés; soit la suce conventionnelle (Figure 5a), la suce « bite ball » (Figure 5 b), le bol à eau conventionnel (Figure 6a), bol à eau conventionnel muni d'un couvercle (Figure 6b), le bol urinoir (Figure 7a) et le bol Suevia (Figure 7 b).

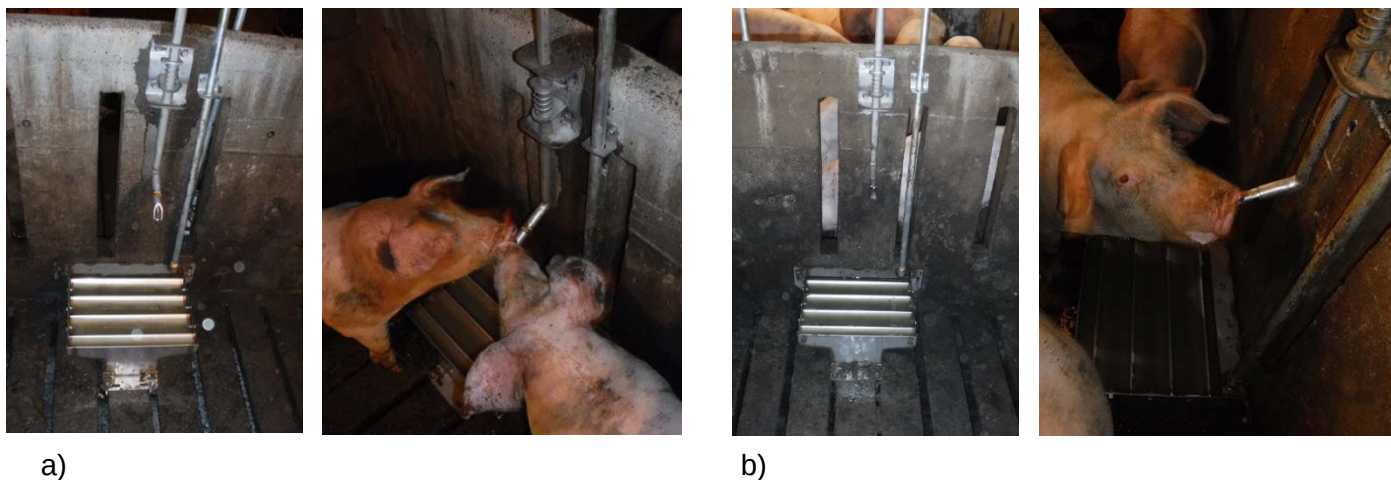


Figure 5 Exemples d'installations avec a) la suce conventionnelle et b) la suce « bite ball »

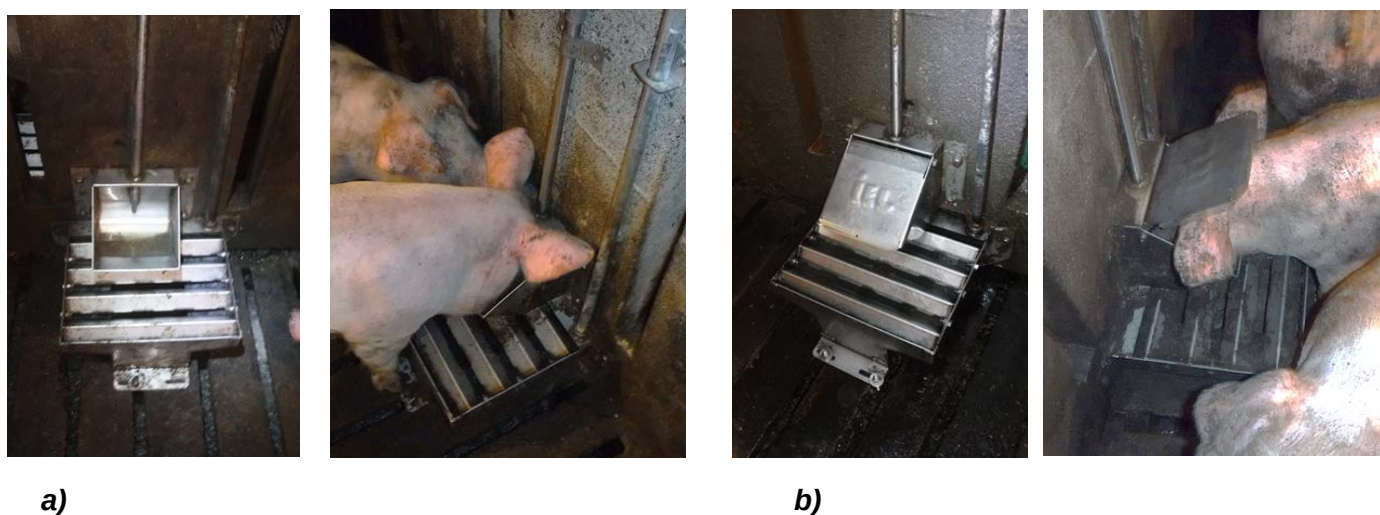


Figure 6 Exemples d'installations avec a) le bol conventionnel et b) le bol conventionnel avec couvercle

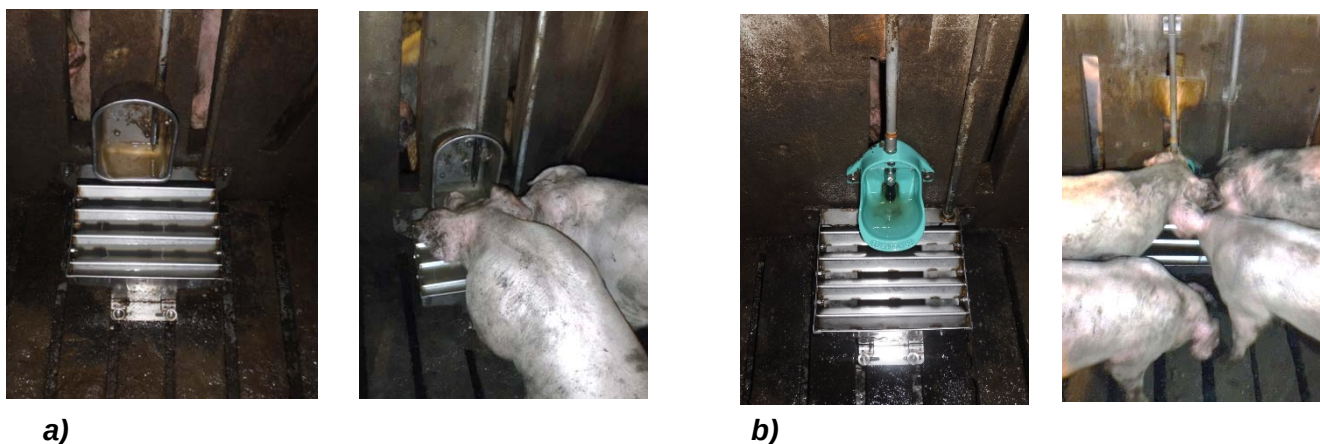


Figure 7 Exemples d'installation avec a) le bol urinoir et b) le bol Suevia

Installation des abreuvoirs

Les bols à eau ont été fixés au-dessus des réservoirs du système de gaspillage, la hauteur de la base du bol à eau est à 20 cm des lattes. Pour les sucres, elles ont été installées sur un support amovible et permettant d'être ajustée entre 35 et 70 cm de hauteur pour s'ajuster à la grosseur des porcs dans les parcs.

Ajustement des débits d'eau

Les débits d'eau des systèmes d'abreuvement ont été ajustés à approximativement 2 L/min, sauf pour le débit des sucres « bite ball » qui n'était pas ajustable. Le Tableau 1 permet de visualiser les plages de débit pour chacun des types de systèmes d'abreuvement.

Tableau 1 Gamme d'ajustement des débits d'eau

Systèmes d'abreuvement	Ajustement du débit (L/min)
Suce de type « bite ball »	1,25 à 1,5
Suce de type « conventionnelle »	1,86 à 2,29
Bol « urinoir »	1,5 à 2,2
Bol « Suevia »	1,73 à 1,82
Bol à eau « conventionnel »	1,63 à 2,29
Bol à eau muni d'un couvercle	1,74 à 2,5

4.2 Systèmes de mesure

4.2.1 Volume d'eau utilisée

Un compteur d'eau (modèle V200 Polymer, Elster) muni d'un transmetteur (modèle PR6 :1, Elster) ayant une résolution de 1 L/pulse, était installé à chacun des systèmes d'abreuvement afin de mesurer en continu le volume d'eau utilisé par les animaux. Tel que montré à la Figure 8, un affichage mécanique permettait également de suivre visuellement l'incrémentation du compte d'eau total, permettant de valider le compte d'eau obtenu électroniquement. Un connecteur de

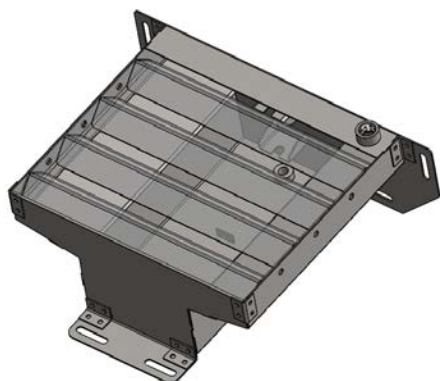
type « Gardena » précédait chaque compteur d'eau, de sorte qu'un accès à l'eau était disponible à chaque système afin de nettoyer les équipements ou encore faire des tests de mesure.



Figure 8 Photo du compteur d'eau utilisé et de son assemblage sur la ligne d'eau

4.2.2 Volume d'eau gaspillée

Le volume d'eau gaspillée a été mesuré à l'aide d'un système développé par le CDPQ en 2016. Le système utilise la technique de capteur à bulle afin de mesurer le niveau d'eau accumulé dans un réservoir installé sous le système d'abreuvement (Figure 9). À des intervalles de temps précis, le réservoir est vidangé par l'actionnement d'un cylindre pneumatique, à l'extrémité duquel est installé un bouchon (Figure 10) obstruant un trou à la base du réservoir. Les bouchons sont imprimés en plastique. Puis un écrou et un joint d'étanchéité en caoutchouc sont encastrés et collés sur la structure de plastique. Le volume d'eau gaspillée est calculé en intégrant la différence de niveau, précédant et suivant la vidange, sur la section de la base du réservoir.

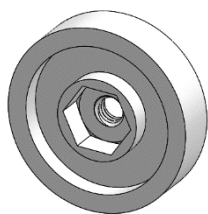


a)



b)

Figure 9 Image du réservoir modélisé sur ordinateur (a) et photo du réservoir sans le grillage de protection (b)



a)



b)

Figure 10 Image de la structure du bouchon (a) et cylindre pneumatique (b)

Le principe du capteur à bulle consiste à faire s'écouler un débit d'air constant à une faible pression sous le niveau d'eau contenu dans le réservoir. Les variations de pression mesurées seront ainsi causées par la variation de la colonne d'eau. La qualité des mesures dépend grandement de la précision de l'ajustement du débit d'air. Ainsi, lorsqu'une mesure de pression est prise, la donnée enregistrée est en fait la moyenne de 30 données prises sur 5 secondes. Dans une précédente étude réalisée par le CDPQ, cette technique s'est révélée efficace pour se rapprocher de la valeur de niveau réelle, même si l'ajustement du débit d'air n'est pas optimal.

Parmi les avantages du principe de capteur à bulle, mentionnons que cela permet d'avoir un boîtier de contrôle pour un bloc de six systèmes de mesure et le boîtier permet de protéger les capteurs qui sont installés, ce qui permet de réduire grandement les coûts du système et facilite les inspections et les ajustements. Aussi, comme les vidanges des réservoirs requièrent une alimentation en air comprimé pour l'actionnement des cylindres pneumatiques, le système de capteur à bulle ne requiert que peu de pièces additionnelles. Le schéma présenté à la Figure 11 permet de visualiser la composition du circuit pneumatique du système.

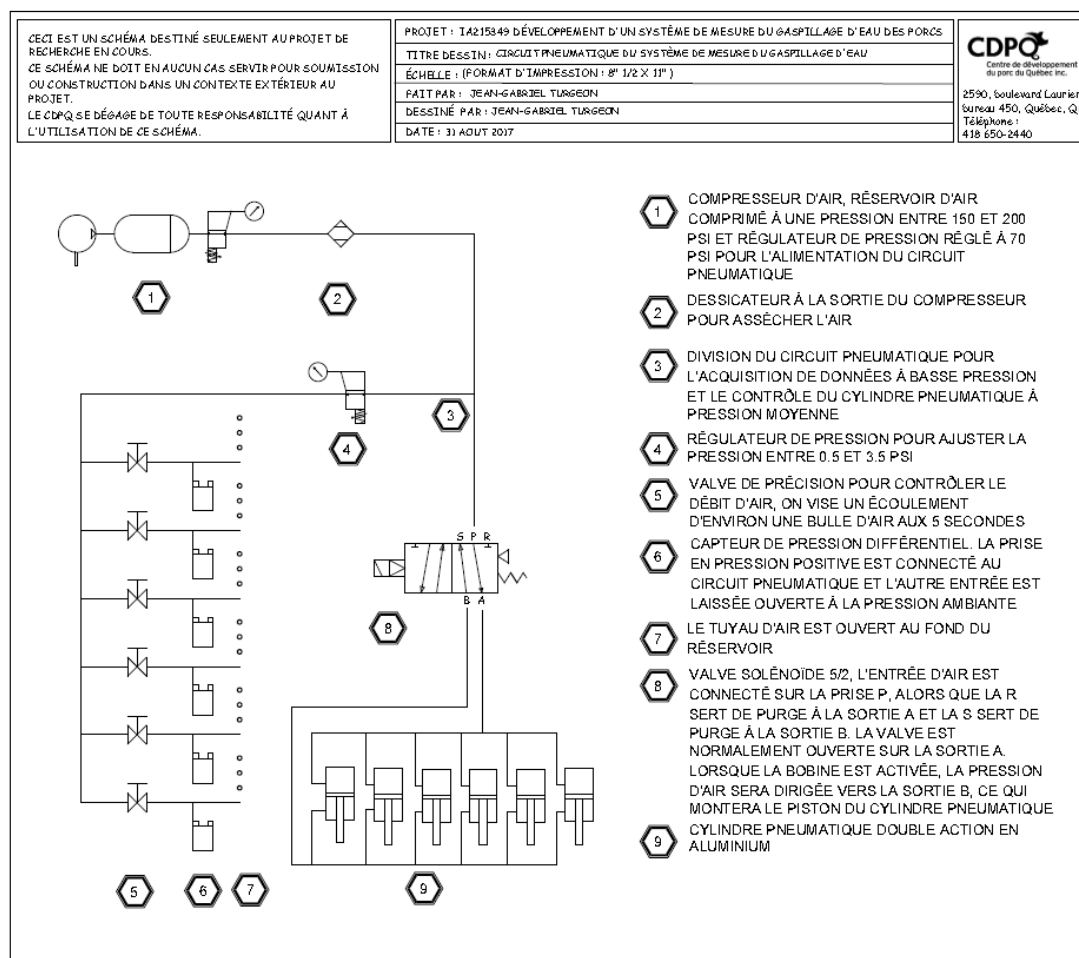
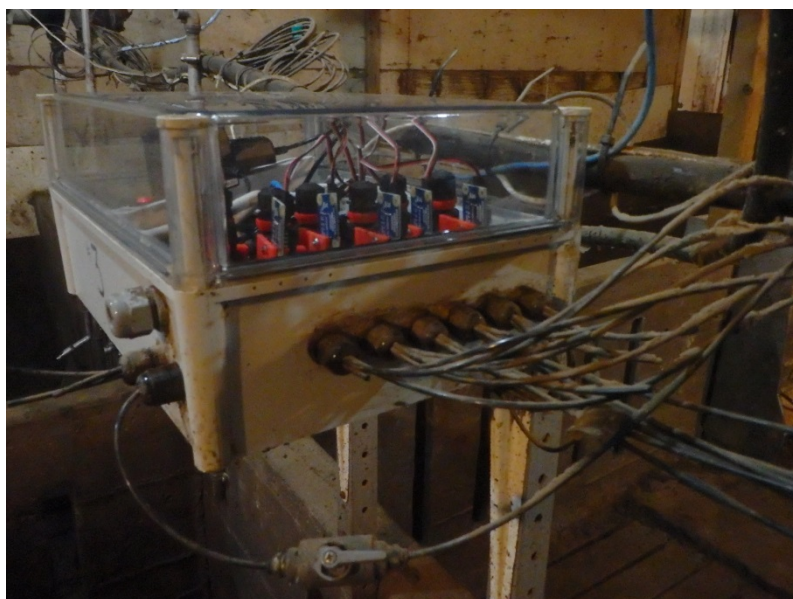


Figure 11 Schéma illustrant la composition du circuit pneumatique

Ainsi, toute l'électricité, l'instrumentation et les composantes du circuit pneumatique sont dans le boîtier de contrôle, duquel sort trois tuyaux d'air pour chacun des systèmes de gaspillage (Figure 12), soit deux tuyaux dédiés à l'actionnement du cylindre pneumatique, alimenté à une pression avoisinant les 70 PSI, et le troisième servant à la mesure du niveau d'eau. La schématisation du circuit électrique et de l'acquisition de données est présentée à la Figure 17.



a)



b)

Figure 12 Photo de l'entrée d'air dans le boîtier de contrôle et des sorties d'air allant à chaque système (a) et photo de l'assemblage du réservoir et des 3 tuyaux d'air arrivant au réservoir (b)

Le contrôle de l'actionnement des cylindres pneumatiques se fait par l'activation d'une valve pneumatique 5/2 contrôlée par un relais (Figure 13). Alors que le circuit d'air des systèmes de capteurs à bulle est composé d'un régulateur de pression et de valves de précision (Figure 14), la mesure de la pression est prise à la suite de la valve de précision.



a)



b)

Figure 13 Images du relais (a) et de la valve pneumatique 5/2 (b)



a)



b)

Figure 14 Image du régulateur de pression (a) et photo de l'assemblage des valves de précision et des capteurs de pression (b)

4.2.3 Ambiance

Des sondes de températures et d'humidité (modèle HTM2500LF, Measurement Specialties TM) ont été installées à chaque contrôle afin d'obtenir une mesure des conditions des salles d'élevage.

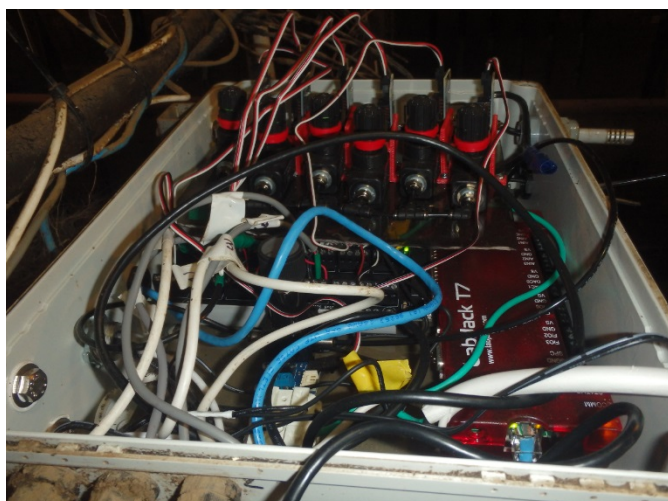


Figure 15 Photo de l'installation du capteur de température et d'humidité sur les boîtiers de contrôle

Des mesures de températures journalières (moyennes, minimums et maximums) d'une station météorologique du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) située à proximité ont aussi été utilisées (station 7027840, 46,50°N, 71,08°O).

4.2.4 Système d'acquisition de données

Pour un bloc de 6 parcs comprenant une unité de chaque type d'abreuvement, les compteurs d'eau, les capteurs de pression et la sonde de température et d'humidité étaient connectés sur un convertisseur analogue-digital (modèle T7, LabJack Measurement & Automation) installé dans un des boîtiers de contrôle (Figure 16).



a)

b)

Figure 16

a) Convertisseur analogue-digital sur lequel est branché les compteurs d'eau, les capteurs de pression et la sonde de température et d'humidité b) Boîtier de contrôle

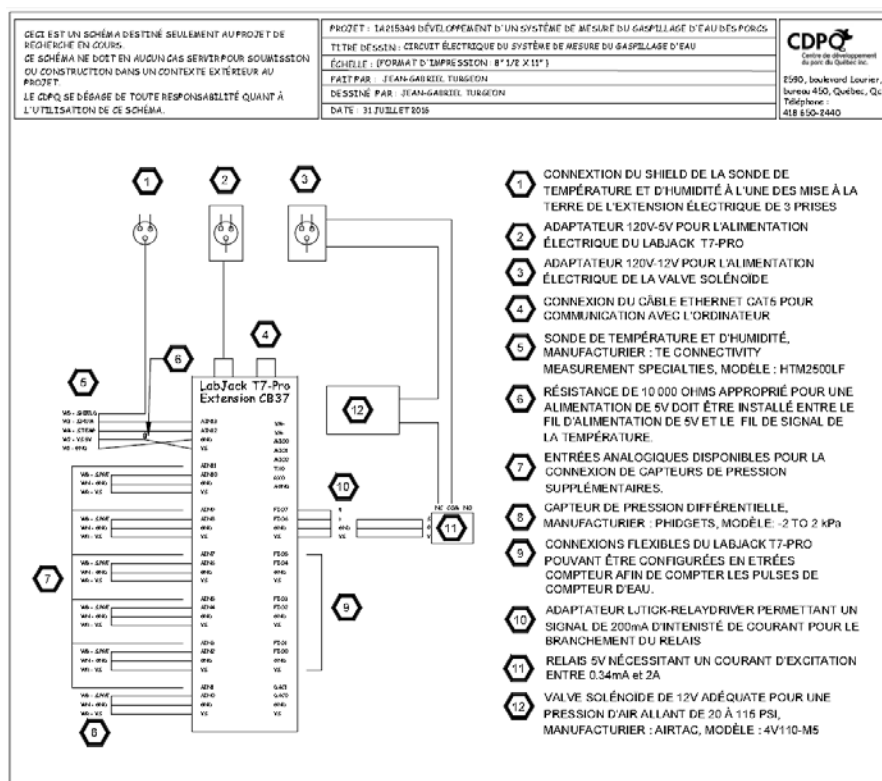


Figure 17

Schéma repris du projet 220 présentant les composantes électriques et le branchement des capteurs

Les convertisseurs « analogue-digital » sont ensuite connectés, via un câble Ethernet RJ45 à un commutateur situé à l'entrée de la ferme, où une étagère et l'ordinateur avaient été installés. La Figure 18 présente des photos de l'ordinateur, du commutateur et du router.

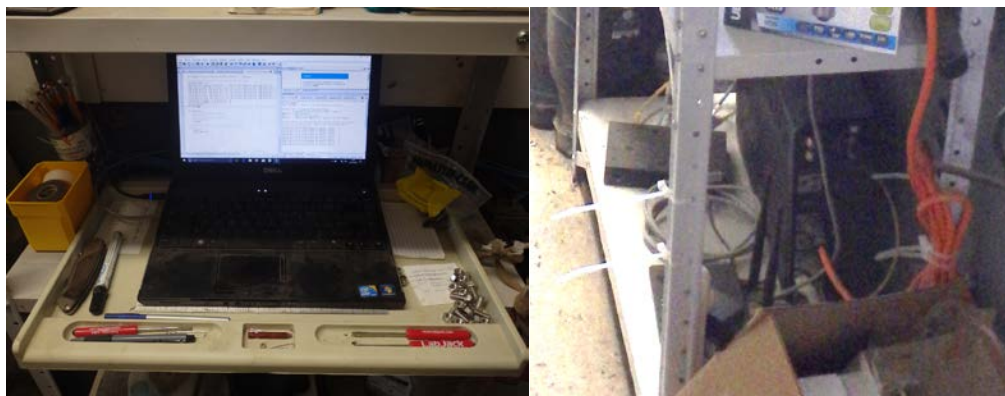


Figure 18 Photos de l'ordinateur, du commutateur et du router

Le circuit électrique du système d'acquisition de données était protégé par un onduleur (1500 VA AVR, CyberPower) sur lequel était branché le câble électrique 14/2 de type TEK alimentant chacun des contrôles. La Figure 19 présente le raccordement de l'onduleur au circuit électrique alimentant les boîtiers de contrôle.



Figure 19 Raccordement de l'onduleur servant à protéger le circuit électrique

4.3 Vérifications de la qualité des données

4.3.1 Test de vidange

À la suite de l'entretien des réservoirs, un test était effectué permettant de confirmer visuellement que les systèmes de gaspillage fonctionnaient adéquatement. Le test consistait à refermer la totalité des cylindres pneumatiques, permettant à l'opérateur de faire couler de l'eau dans chacun des réservoirs. Lorsque terminé, le script de mesures était lancé et se divisait en deux phases, une première acquisition se faisait avec les réservoirs remplis et une seconde les réservoirs vides, après une vidange de deux minutes. Un graphique était ensuite généré pour chacun des systèmes permettant de cibler les problématiques et d'amener des pistes de solutions pour solutionner les problématiques individuelles de chaque système, qu'il s'agissait d'un problème de levage du cylindre pneumatique, une obstruction du trou de vidange ou d'un ajustement inadéquat de la pression d'air de la ligne de mesure du capteur à bulle. Comme le volume d'eau ajouté dans le réservoir n'était pas mesuré et que les animaux pouvaient boire pendant le test, seule la qualité des ajustements était évaluée et non pas la qualité de mesure (Figure 20).

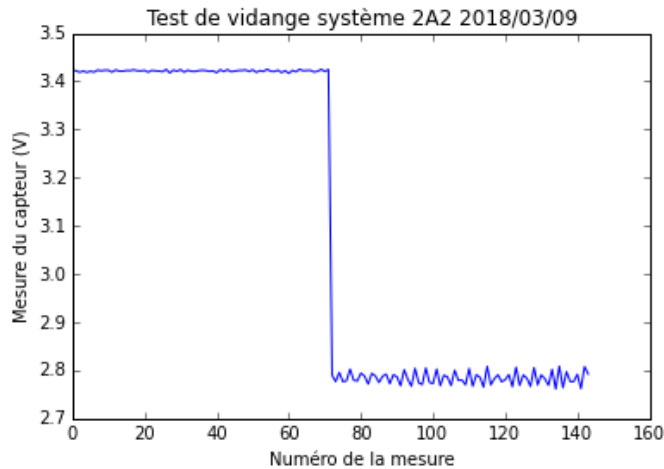


Figure 20 Image illustrant le graphique du test de vidange du système 23 en date du 9 mars 2018

4.3.2 Test de mesure système de gaspillage

Des tests de mesure consistant à ajouter un volume connu (trois réplicas) dans chacun des réservoirs ont permis d'identifier l'équation d'étalonnage à utiliser pour convertir les mesures des capteurs en mesure de volume et également d'identifier l'incertitude de mesures lorsque les réservoirs étaient propres. Lors de ces tests, l'alimentation en eau était coupée de sorte que toute l'eau ajoutée dans les réservoirs était mesurée (Tableau 2)

Tableau 2 Nombre de systèmes ayant une erreur inférieure à 10 % lors des tests de mesure du gaspillage

Date des tests de mesures	10 mai 2018		18 juin 2018		6 juillet 2018	
Taux d'erreur	< 10 %	≥ 10 %	< 10 %	≥ 10 %	< 10 %	≥ 10 %
Nombre de systèmes	5	12	11	6	11	6

4.3.3 Test de mesure des compteurs d'eau

Les tests de compteurs d'eau visaient à comparer les mesures obtenues électroniquement aux données de l'affichage mécanique des compteurs d'eau. Le test consistait à prendre en note les volumes mécaniques de chacun des compteurs d'eau avant le démarrage de l'acquisition de données, puis la semaine suivante, reprendre les mesures mécaniques de chacun des compteurs avant d'interrompre l'acquisition de donnée. La comparaison des volumes totaux mécaniques et électroniques permettait d'identifier si un compteur d'eau était problématique (Tableau 3).

Tableau 3 Nombre de compteurs affichant une erreur inférieure à 1 % lors des tests de compteurs d'eau

Dates du test de compteur	4 au 10 mai 2018		18 au 26 juin 2018	
Taux d'erreur	< 1 %	≥ 1 %	< 1 %	≥ 1 %
Nombre de compteurs d'eau	28	2	28	2

4.4 Données analysées

4.4.1 Gaspillage d'eau

Les lots 1 et 2 ont servi à l'installation et au contrôle de qualité des systèmes d'évaluation du gaspillage. Au terme des deux premiers lots, 14 parcs ont été retenus au lot 3 pour l'évaluation du gaspillage. Considérant que les réservoirs récoltant le gaspillage pouvaient s'obstruer relativement rapidement, seules les données du lendemain du nettoyage du réservoir, fait normalement une fois par semaine, à partir du lot 3, ont été analysées. Un total de 11 jours d'estimation de gaspillage, couvrant différentes conditions d'ambiance et âges d'animaux, ont été retenus.

Le volume de gaspillage pour une journée donnée était estimé par la somme des volumes de gaspillage entre chaque vidange. Avec les vidanges fréquentes du système de gaspillage (environ une toutes les 20 minutes) et la durée de chacun d'elle (environ 2 minutes 30 secondes), le volume total de gaspillage n'était pas mesuré sur l'entièreté de la journée. C'est pourquoi les analyses ont été faites sur le pourcentage de gaspillage chaque jour pour chaque parc, calculé à partir du ratio du volume de gaspillage mesuré sur le volume d'eau utilisé durant la journée en excluant les périodes de vidange.

4.4.2 Utilisation de l'eau

L'eau utilisée était calculée chaque jour, simplement en calculant la différence des données de compteur de minuit à minuit et ramenée en litres par porc. Les données analysées étaient la moyenne par lot par parc, exprimée en litre par jour par porc, calculée de la première pesée à la première expédition. Pour un parc donné, les jours avec au moins une heure manquante étaient exclus et le parc était exclu s'il y avait plus de 20 % de jours manquants durant le lot. Sur les 30 parcs, 27, 18 et 25 parcs ont été retenus pour les données d'utilisation pour les lots 1, 2 et 3 respectivement.

4.4.3 Évaluation de la performance des animaux

Afin d'évaluer les performances des animaux, tous les animaux étaient pesés à leur entrée dans les parcs, puis au début de chaque phase alimentaire ainsi qu'avant la première expédition (Figure 21). Connaissant le nombre d'animaux dans chaque parc à chaque phase, des gains de poids moyens quotidiens (GMQ; en kg/j par porc) ont pu être calculés et analysés.

De plus, les performances à l'abattoir, soit le poids de la carcasse, le rendement en viande maigre et l'indice de classement, ont aussi été recueillies. Chaque traitement (système d'abreuvement) était associé à un numéro de tatouage spécifique afin d'évaluer l'influence du système d'abreuvement sur la qualité de la carcasse. L'effet potentiel du parc ne pouvait alors pas être tenu en compte.



Figure 21 Photo de la balance pour animaux utilisée pour les pesées

4.4.4 Évaluation de la propreté des parcs

Comme les planchers des parcs étaient lattés sur seulement un tiers de la superficie, une évaluation de la propreté des planchers a été effectuée afin de permettre de comparer si le type de système d'abreuvement avait un impact sur la propreté de ces derniers. Pour ce faire, le parc était divisé en 6 zones et une cote de propreté était accordée pour chaque zone (Figure 22) :

- Cote 1 = aucune accumulation de lisier avec une surface sèche;
- Cote 2 = aucune accumulation de lisier avec une surface humide;
- Cote 3 = légère accumulation de lisier;
- Cote 4 = présence d'une couche de lisier moyenne;
- Cote 5 = présence d'une couche de lisier importante.

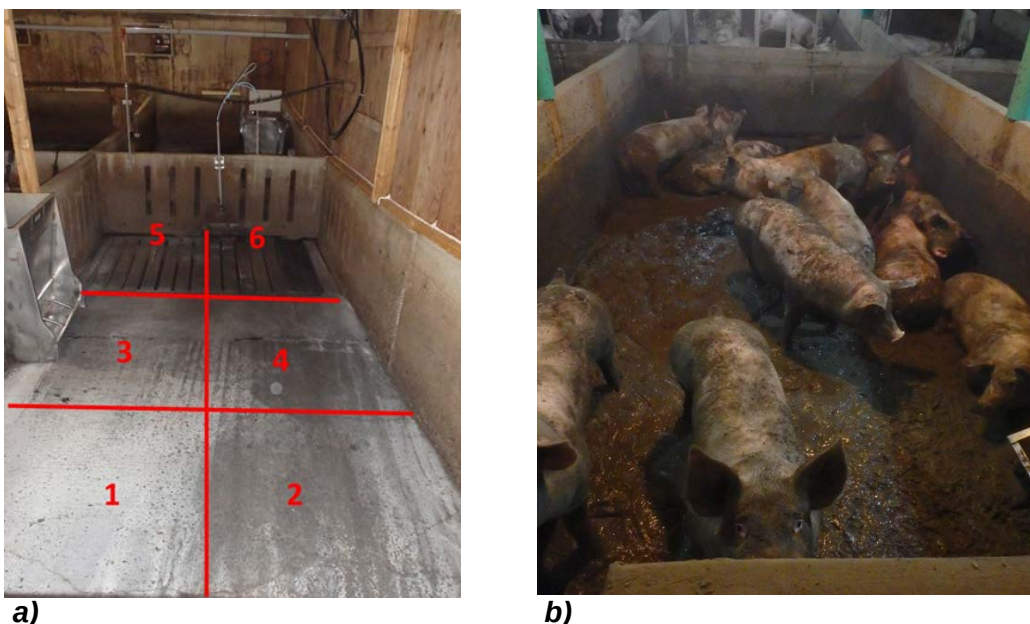


Figure 22 a) Plancher un tier latté et zones de chacun des parcs b) plancher de cote 5

Un total de 11 évaluations de la propreté des parcs, principalement durant le lot 3 et souvent précédant les jours d'évaluation du gaspillage, ont été faites.

4.5 Analyses statistiques

Pour chaque variable d'intérêt, une analyse de la variance a été appliquée pour isoler les effets de tous les facteurs potentiels (Tableau 4). Le principal facteur est le système d'abreuvement (le traitement; 6 systèmes; effet fixe). À cela s'ajoute, selon la variable d'intérêt : le nombre d'animaux par parc (15 ou 20; effet fixe), le contrôle qui inclut la chambre et les systèmes de mesure (5 contrôles; effet aléatoire), le parc qui est en fait l'interaction contrôle × système (30 parcs; effet aléatoire) et le lot (3 lots sur 3 saisons; effet aléatoire). Lorsque possible, les interactions entre les facteurs étaient considérées. Lorsque nécessaire, une transformation logarithmique était appliquée sur les variables ayant une distribution asymétrique. Les analyses ont été effectuées avec les procédures MIXED et GLIMMIX de la version 9.4 du logiciel SAS® (SAS Institute Inc., Cary, NC, États-Unis). L'effet du système d'abreuvement a été évalué à partir des comparaisons des moyennes ajustées (*LS-means*) produites par les procédures MIXED et GLIMMIX. Le logiciel R (version 3.3.2; R Core Team, 2016) a aussi été utilisé lors du pré-traitement et du contrôle de qualité des données.

Tableau 4 Facteurs explicatifs retenus dans les analyses pour chaque variable réponse

Variable	Nb observations	Nb d'individus	Résolution temporelle	Facteur considéré				
				Fixe		Aléatoire		
				Système d'abreuvement	Nb d'animaux	Lot	Contrôle	Parc
Gaspillage	154	14 parcs	11 jours	X			X	X
Utilisation de l'eau	70	29 parcs	3 lots	X	X	X	X	X

GMQ	79	30 parcs	3 lots	X	X	X	X	X
Carcasses	1239	1239 carcasses	3 lots	X		X		
Cote de propreté	320	30 parcs	11 jours	X	X		X	X

À partir des analyses statistiques sur le gaspillage, l'impact environnemental de différents systèmes d'abreuvement a été analysé. Cette analyse considère les volumes de lisier qui ont un impact sur les émissions de gaz à effet de serre (GES) issues de l'épandage.

De même, l'impact économique du système d'abreuvement sur les coûts d'épandage (s'il y a des différences au niveau du gaspillage) et sur les revenus (s'il y a des différences au niveau de la performance) a été effectué. Il est à noter que les différences de coût d'achat entre les différents systèmes sont négligeables et n'ont pas été considérées dans l'analyse économique.

5 Résultats

Pour chaque variable d'intérêt, l'effet du système d'abreuvement est présenté ainsi que l'effet de tous les autres facteurs importants. Les résultats détaillés de chaque analyse de la variance sont présentés en annexe.

5.1 Gaspillage

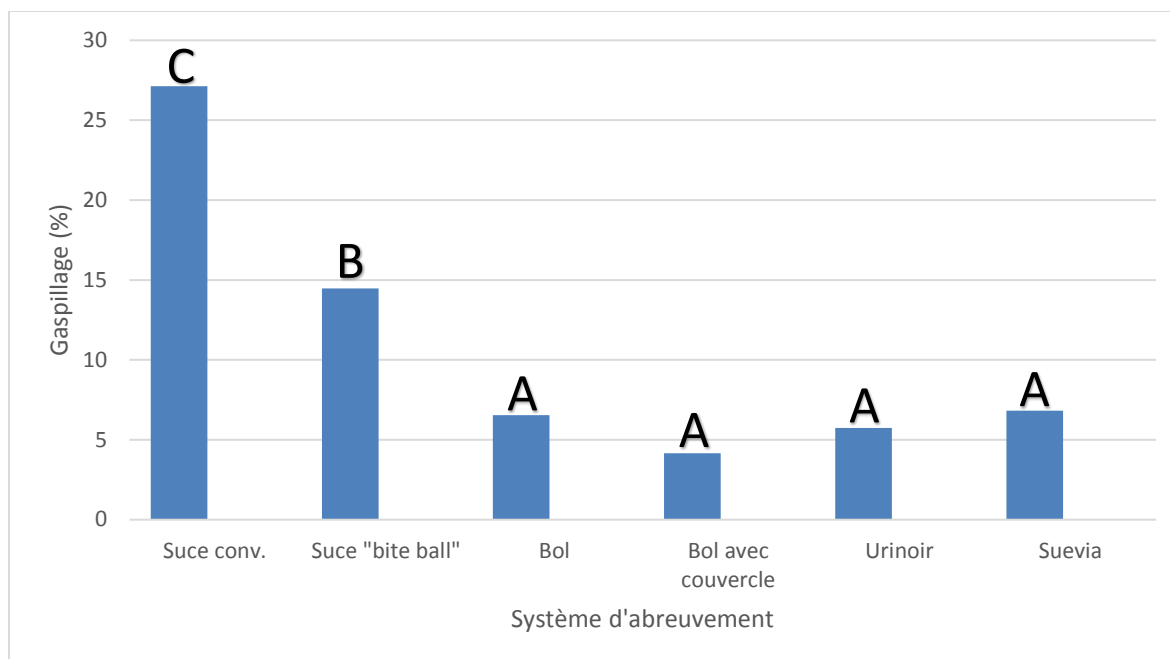
Le gaspillage a été évalué sur 11 journées du lot 3 dans 14 parcs. Bien que les données proviennent d'un seul lot, différentes conditions d'ambiance à différents poids des animaux ont été couvertes. Tous les effets sont présentés à l'Annexe 1.

Tableau 5 Utilisation moyenne de l'eau selon le système d'abreuvement

Système d'abreuvement	Estimation gaspillage (%)	Groupe*
Suce	27,1	C
Suce « bite ball »	14,5	B
Bol	6,5	B
Bol couvercle	4,2	A, B
Urinoir	6,8	A
Suevia	5,5	B

*Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre les systèmes ($P < 0,05$)

Le système d'abreuvement a un impact majeur; les quatre types de bols à l'eau (conventionnel, avec couvercle, urinoir et Suevia) permettent de réduire grandement le gaspillage comparativement aux sucres (Figure 23). En effet, les bols ont permis de maintenir le gaspillage en moyenne entre 4,2 % (bol avec couvercle) et 6,8 % (urinoir); les différences sont non statistiquement significatives entre les quatre bols. Pour les deux systèmes d'abreuvement avec des sucres, le gaspillage d'eau moyen a été de 14,5 % pour la suce « bite ball » et de 27,4 % pour la suce conventionnelle (Figure 23) et statistiquement significatif ($P < 0,05$). L'effet de l'équipement est substantiel, statistiquement significatif et est en accord avec la littérature (Gonyou,1996). Les analyses confirment que les producteurs seraient en mesure de réduire le gaspillage d'eau et donc la quantité d'eau utilisée en élevage en utilisant des bols à eau au lieu des sucres conventionnelles ou même des sucres « bite ball » pour abreuver leurs porcs.



Des lettres différentes indiquent des différences statistiquement significatives ($P < 0,05$).

Figure 23 Gaspillage d'eau selon le système d'abreuvement (%).

Il est important de mentionner que le gaspillage n'est toutefois pas constant d'une journée à l'autre. Les résultats présentés dans la Figure 24 sont une moyenne des gaspillages observés, mais on remarque tout de même une bonne tendance et une différence significative au niveau statistique. Le gaspillage peut varier principalement en fonction de l'âge des animaux, car plus ils sont vieux, plus les porcs vont avoir tendance à utiliser de l'eau. Aussi, le gaspillage est grandement influencé par la température d'ambiance des parcs.

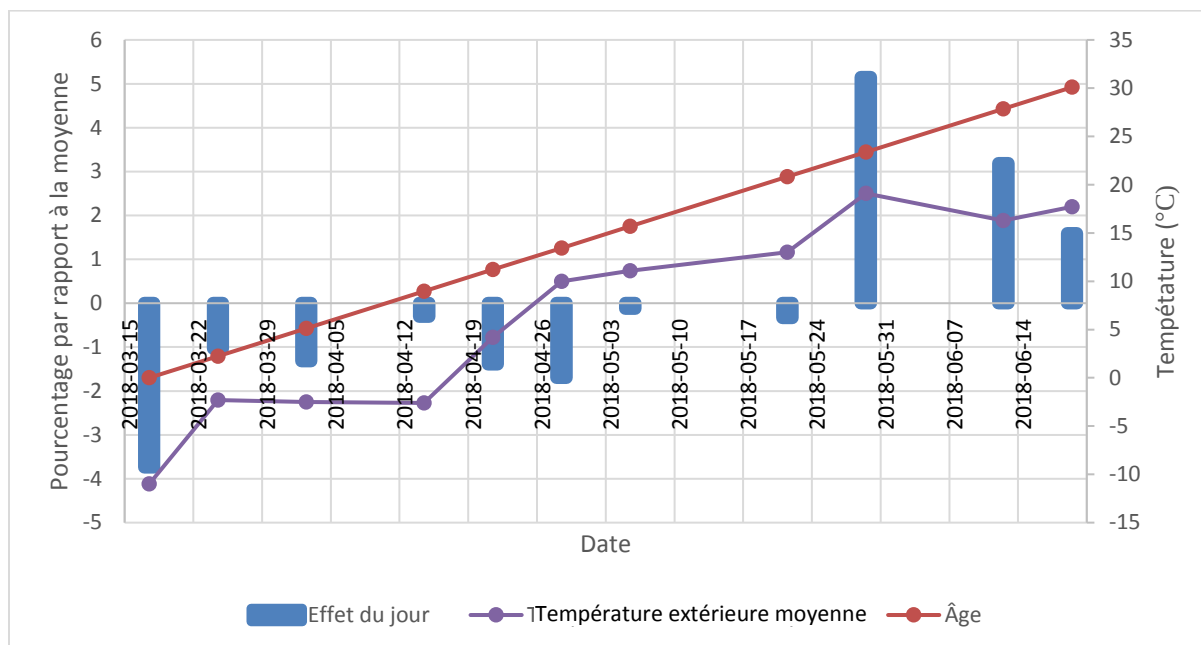
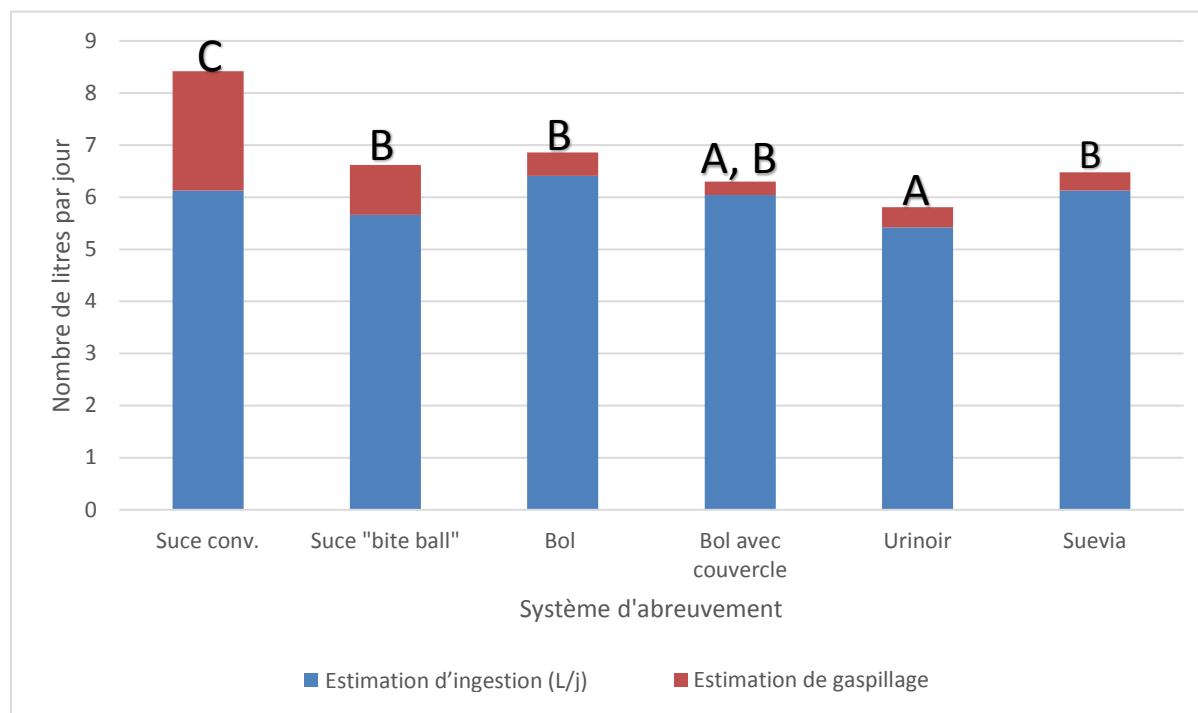


Figure 24 Effet du jour (température et âge des porcs) sur le gaspillage d'eau

L'effet du jour inclut à la fois l'effet de l'ambiance et l'effet de l'âge des animaux (Figure 24). En effet, dans un environnement chaud et humide, les porcs vont avoir tendance à gaspiller plus d'eau pour se rafraîchir. Les porcs sont incapables de suer et ont donc plus de difficulté à réguler leur température corporelle en période de grande chaleur. L'effet de la chaleur est potentiellement plus important plus les porcs sont lourds. Pour le lot 3, il est impossible d'isoler ces deux effets : la température extérieure augmente presque au même rythme que l'âge des animaux.

5.2 Utilisation de l'eau

L'utilisation de l'eau, soit la somme de l'eau ingérée et de l'eau gaspillée a pu être suivie sur trois lots. L'effet du système d'abreuvement sur l'utilisation est significatif (Figure 25). L'utilisation à la suce conventionnelle est de loin la plus élevée et celle à l'urinoir la plus faible. Les différences entre les quatre autres systèmes ne sont pas statistiquement significatives. Il est à noter que l'interaction entre le système et le nombre d'animaux est significative (Annexe 2), mais n'affecte pas les constats généraux.



Des lettres différentes indiquent des différences statistiquement significatives ($P < 0,05$).

Figure 25 Utilisation de l'eau (ingestion et gaspillage) selon le système de distribution.

Le lot a aussi un impact sur l'utilisation (Figure 26). L'utilisation la plus élevée était au lot 1, le lot d'été; elle est estimée à 9,3 % supérieure à la moyenne des trois lots, 13,5 et 13,8 % supérieure à l'utilisation aux lots 2 (lot d'hiver) et 3 (lot de printemps) respectivement. L'interaction entre le lot et le système d'abreuvement est négligeable (Annexe 2), ce qui implique que les comparaisons globales entre les systèmes d'abreuvement sont valides pour tous les lots. Les autres effets sont nuls ou négligeables (Annexe 2).

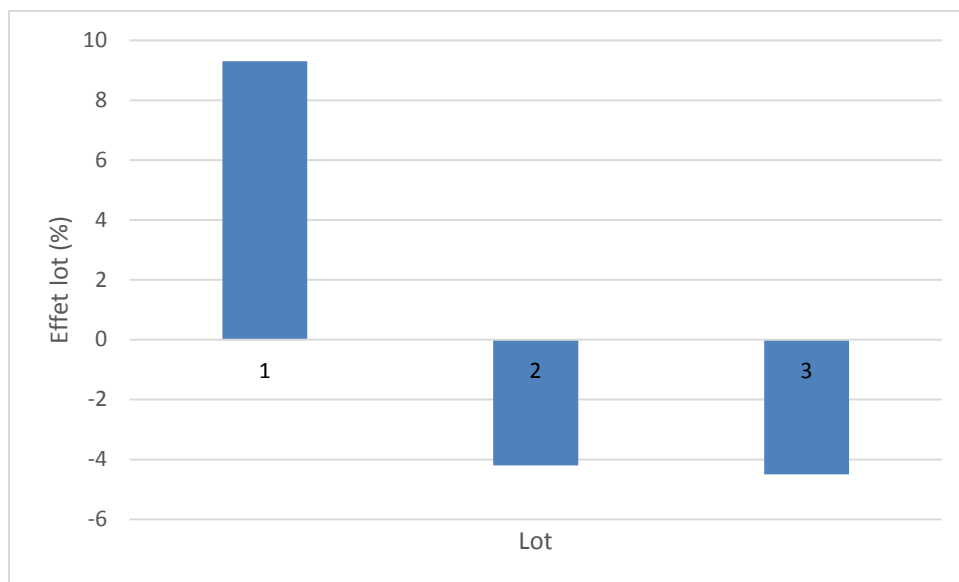
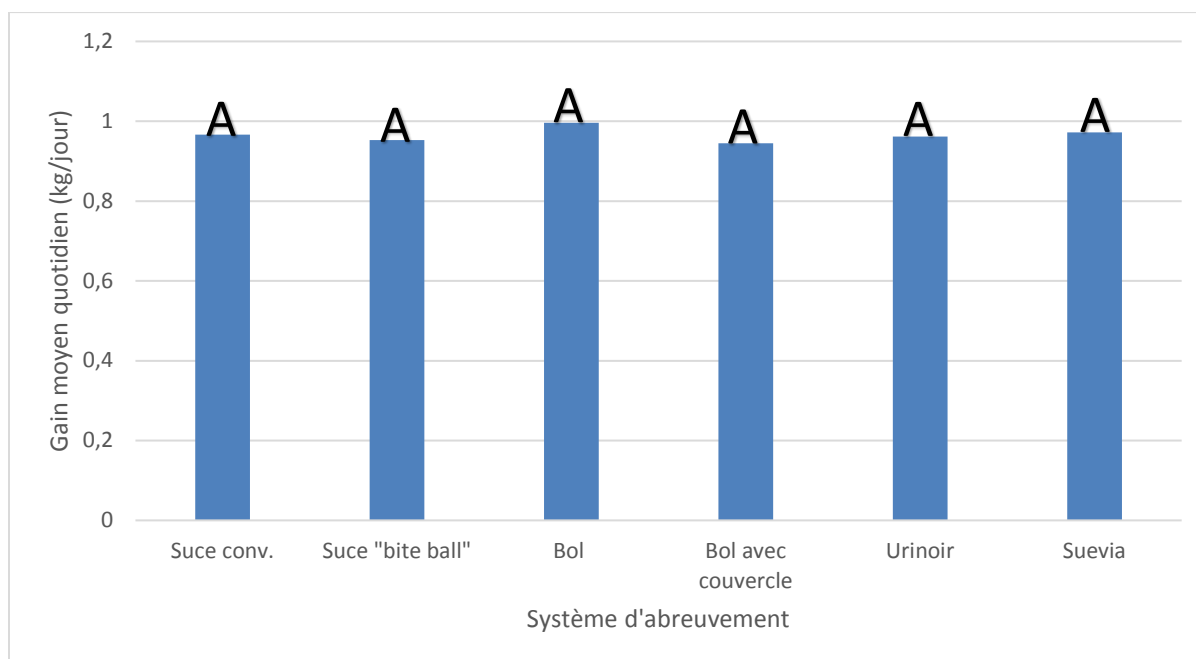


Figure 26 Effet du lot (% par rapport à la moyenne globale) pour l'utilisation de l'eau

5.3 Gain moyen quotidien (GMQ)

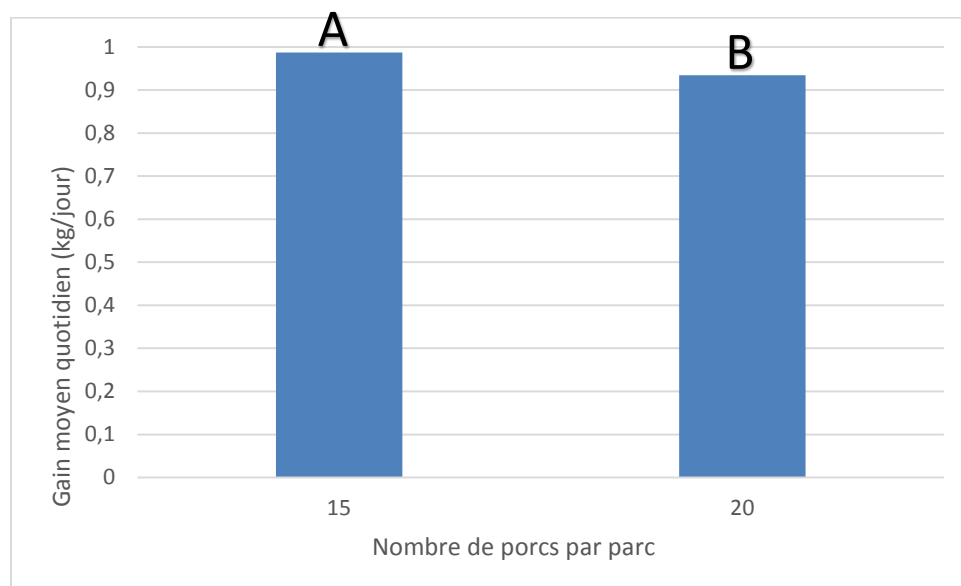
Les performances de croissances des porcs (GMQ) ne sont pas statistiquement différentes entre les systèmes d'abreuvement (Figure 27). En fait, les différences numériques moyennes entre les systèmes sont relativement importantes (51 g/j entre la plus grande et la plus petite moyenne; $P = 0,73$), mais la variabilité non-expliquée par le modèle statistique est trop grande pour permettre la détection d'un effet.



Des lettres différentes indiquent des différences statistiquement significatives ($P < 0,05$).

Figure 27 Performances des porcs (GMQ) selon le système d'abreuvement

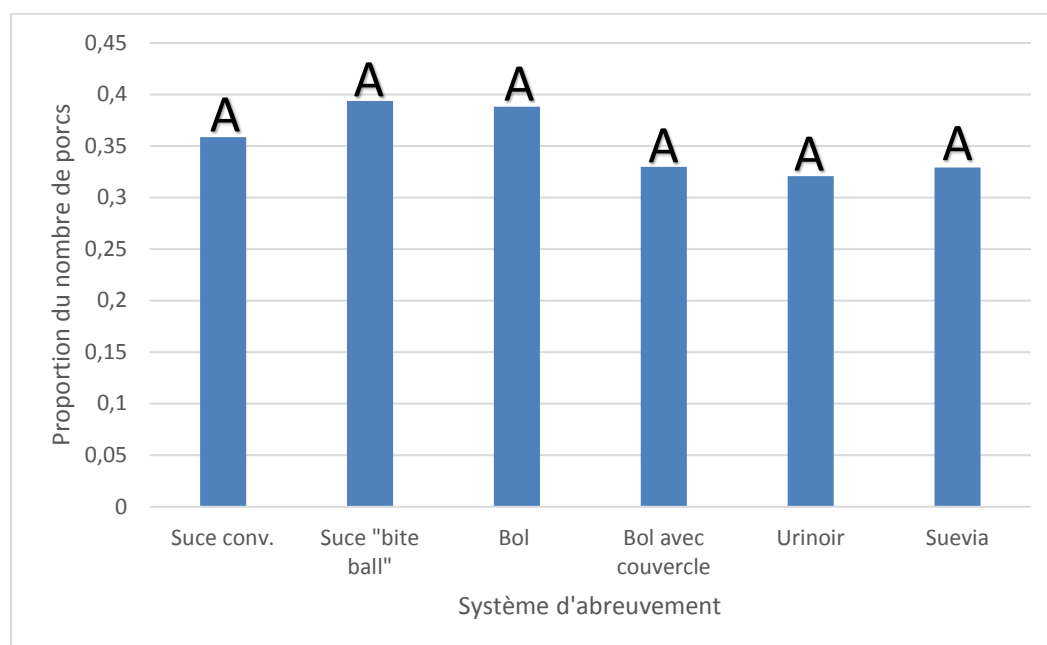
Le seul effet important et statistiquement significatif pour le GMQ est le nombre de porcs par parc (Figure 28). Une différence de 53 g/j ($P = 0,0029$) a été estimée à l'avantage des 18 parcs de 15 porcs par rapport aux 12 parcs de 20 porcs. Les trémies et les systèmes d'abreuvement étaient de mêmes dimensions dans les deux types de parcs. Les autres facteurs considérés ont un effet nul ou négligeable (Annexe 3).



Des lettres différentes indiquent des différences statistiquement significatives ($P < 0,05$).

Figure 28 Gain moyen quotidien des porcs à l'engraissement selon le nombre d'animaux par parc

5.4 Carcasses



Des lettres différentes indiquent des différences statistiquement significatives ($P < 0,05$).

Figure 29 Proportion des porcs avec un indice maximal de 115 pour leur carcasse

La variable retenue pour évaluer l'impact du système d'abreuvement sur les performances à l'abattoir est la proportion de carcasses avec indice de classement égal à 115, soit l'indice maximal. Une carcasse obtient cet indice si elle est dans la bonne classe de poids (entre 92,5 et 115,4 kg) et de rendement en viande maigre (59,6 et 61,8 %). Des différences numériques ont été observées entre les systèmes d'abreuvement, mais le nombre de carcasses n'était pas suffisamment grand pour que ces différences soient statistiquement significatives (7,3 % entre la plus grande et la plus petite moyenne; $P = 0,48$). Des différences ont été observées entre les lots, mais il n'y a pas d'interaction entre le lot et le système d'abreuvement (Annexe 4). Cela implique que les différences entre les systèmes d'abreuvement peuvent être considérées constantes entre les lots.

5.5 Cote de propreté des parcs

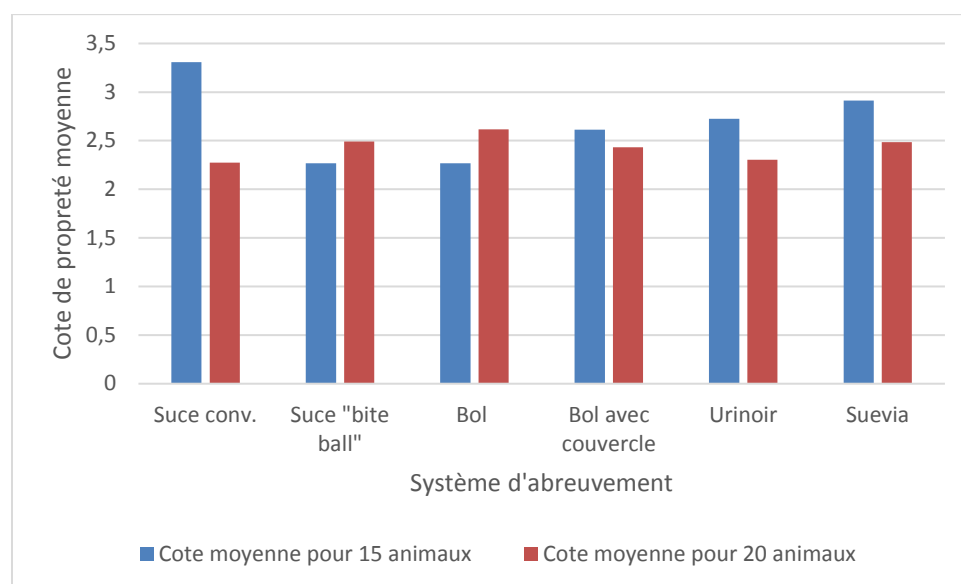


Figure 30 Cote de propreté moyenne évaluée pour chacun des parcs en fonction de leur type d'équipement et du nombre d'animaux

Plusieurs facteurs affectent la cote de propreté moyenne dans le parc. L'effet du système d'abreuvement est non-significatif ($P = 0,26$), mais l'interaction entre le système et le nombre d'animaux l'est ($P = 0,017$; Figure 31). Cette interaction est selon toute vraisemblance une illustration de l'effet parc, qui est non-négligeable (Annexe 5).

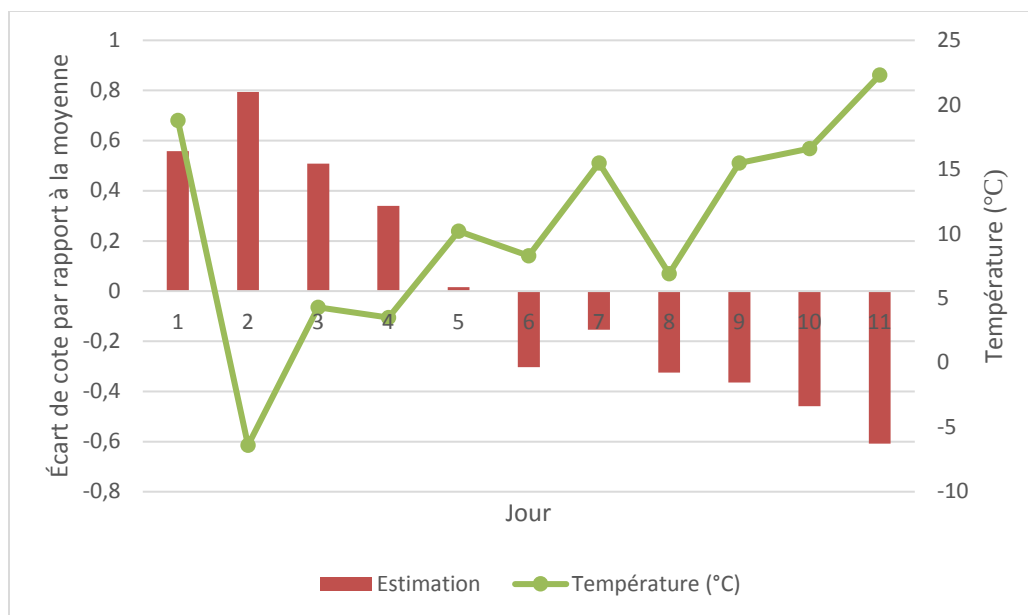


Figure 31 Effet du jour d'évaluation des cotes (avec température moyenne extérieure)

La date d'évaluation de la propreté est un facteur important, supérieur à la variabilité résiduelle (non-expliquée; Figure 31 et Annexe 6). Cet effet inclut l'effet de l'ambiance et aussi de l'observateur qui fait l'évaluation subjective du niveau de propreté. L'observateur pouvait changer d'une date à l'autre, mais il y avait un seul observateur par date qui évaluait tous les parcs.

Une autre analyse identique a été effectuée sur la cote de propreté moyenne dans la partie pleine (non lattée) qui couvre le 2/3 des parcs. Les constats sont similaires que l'on soit dans tout le parc (Annexe 5) ou uniquement dans la partie pleine (Annexe 6).

5.6 Analyse environnementale

5.6.1 Scénario de référence

Le scénario de référence est un élevage de 1 000 places-porc produisant 2 803 porcs par année (333 593 jours-tête) situé dans la région de Saint-Ephrem-de-Beauce, dans lequel des sucres conventionnelles sont utilisées. L'impact environnemental de ce scénario a été comparé à deux scénarios alternatifs utilisant soit des sucres « bite ball », soit différents types de bols pour l'abreuvement. Il a été démontré précédemment que les sucres conventionnelles occasionnent 27,2 % de gaspillage sur la base d'eau utilisée, alors que les sucres « bite ball » et les différents bols (conventionnel sans couvercle, avec couvercle, Suevia, urinoir) occasionnent 14,5 % et 5,75 % de gaspillage en moyenne, respectivement.

Les émissions de GES issues de chaque scénario sont présentées en kg CO₂e / places-porc. La réduction du volume d'eau gaspillé aura un impact sur le niveau de dilution du lisier et par conséquent, sur le volume de lisier à épandre. Ainsi, seules les émissions associées à l'épandage (pompage et épandage du lisier au champ) ont été calculées. Un facteur d'émissions de 2756 g CO₂e L⁻¹ est considéré pour la combustion du diesel par les tracteurs, incluant 18 g CO₂e L⁻¹ pour la fabrication (Snyder *et al.*, 2009) et 2738 g CO₂e L⁻¹ pour la combustion (Baker *et al.*, 2015). Au niveau du bâtiment et de la fosse, les émissions de la gestion du lisier dépendent uniquement du

volume de déjections à la queue et de l'excrétion de solides volatils. La réduction du gaspillage d'eau n'aura donc pas d'impact sur les émissions à ce niveau.

5.6.2 Évaluation des volumes de lisier

Le volume de lisier calculé pour chaque scénario (Tableau 6) inclut l'eau gaspillée en raison de l'abreuvement des animaux, l'eau de lavage, l'eau des précipitations et les déjections (fèces et urine).

Les calculs d'eau gaspillée en raison de l'abreuvement ont été réalisés selon l'hypothèse qu'un porc ingère en moyenne 6 litres d'eau par jour. Le pourcentage de gaspillage (27,2 % pour le scénario de référence, 14,5 % pour le scénario avec suces « bite ball » 5,75 % pour le scénario avec bols) a été appliqué sur le volume total d'eau utilisé. Ainsi, le volume d'eau gaspillé pour le scénario de référence, le scénario avec suces « bite ball » et le scénario avec bols est de 2,24, 1,01 et 0,37 L j⁻¹ tête⁻¹, respectivement. Les volumes présentés au Tableau 6 sont obtenus en multipliant ces volumes en L j⁻¹ tête⁻¹ par 333 593 jours-tête.

La quantité d'eau de lavage a été estimée à partir des valeurs présentées dans le guide de Godbout *et al.* (2017). En moyenne, le volume d'eau usée dans un élevage de porcs à l'engraissement, incluant l'eau de lavage et l'eau d'abreuvement, est de 1,08 L j⁻¹ tête⁻¹ lorsque des équipements de réduction des pertes d'eau sont utilisés. En soustrayant de ce volume le volume d'eau gaspillée aux abreuvoirs pour le scénario avec bols, le volume d'eau de lavage est de 0,71 L j⁻¹ tête⁻¹.

Le volume de déjections moyen a été calculé pour les porcs à l'engraissement à partir de la fiche technique sur les volumes de déjections (Brassard *et al.*, 2012) et correspond à 4,93 L j⁻¹ tête⁻¹.

Le volume de précipitations a été calculé pour une fosse d'un diamètre de 32 m et d'une profondeur de 3,7 m. Le volume de précipitations (642,6 m³) a été calculé en multipliant l'aire de la fosse par la hauteur de précipitation qui a été évaluée à 799 mm pour la région de Saint-Ephrem-de-Beauce, pour la période 2016-2044 et une période de récurrence de 25 ans (Godbout *et al.*, 2014).

Tableau 6 Estimation du volume annuel de lisier (m³) pour un élevage de 1000 places-porc

	Référence	Suces « bite ball »	Bols
Eau gaspillée (m³)	747,8	339,4	122,1
Eau de lavage (m³)	238,0	238,0	238,0
Eaux de précipitations (m³)	642,6	642,6	642,6
Déjections (m³)	1 668,0	1 668,0	1 668,0
Volume de lisier (m³)	3 296,4	2 888,0	2 670,7

5.6.3 Calcul des émissions de GES issues de l'épandage du lisier

Le volume d'eau gaspillée a un impact direct sur la valeur fertilisante du lisier et ainsi sur la dose appliquée. La valeur fertilisante du lisier dans le scénario de référence correspond aux valeurs de référence du CRAAQ (2007) pour des porcs en croissance sans trémie-abreuvoirs. La composition chimique du lisier dans les autres scénarios a été calculée à partir du volume de dilution (Tableau 7).

Tableau 7 Valeur fertilisante du lisier dans chaque scénario

	Référence	Suces « bite ball »	Bols
MS (%)	2,70	3,08	3,33
N (%)	0,290	0,331	0,358
P2O5 (%)	0,150	0,171	0,185
K2O (%)	0,160	0,183	0,197

Un scénario de fertilisation a été établi en faisant l'hypothèse qu'une dose de 101 kg P₂O₅ ha⁻¹ est appliquée au champ. Ainsi, pour chaque scénario, le volume total de lisier doit être épandu sur une superficie de 49 hectares, ce qui correspond à différentes doses de lisier pour chaque scénario (Tableau 8). Le scénario d'épandage considère un épandeur d'un volume de 20,12 m³ et un taux d'épandage de 3 voyages à l'heure.

La consommation de carburant pour l'épandage a été fixée à 18,73 L h⁻¹ (CRAAQ – AGDEX 740/825). Les émissions associées au pompage du lisier (Tableau 8) ont été calculées en considérant un pompage de 300 m³ h⁻¹ et une consommation de carburant de 26,6 L h⁻¹. La consommation totale de carburant et les émissions de GES associées à l'épandage (pompage et épandage au champ) pour chaque scénario sont présentées au Tableau 8.

Au final, les émissions de GES du scénario de référence sont de 3,62 kg CO₂e / places-porc sont réduites de 19 % et 12,4 %, avec l'utilisation de bols et de sucres « bite ball », respectivement.

Tableau 8 Épandage du lisier et émissions de GES pour les trois scénarios

	Référence	Suces « bite ball »	Bols
Dose de lisier (m³ ha⁻¹)	67,3	59,0	54,6
Épandage			
Carburant (L)	1023	896	829
Émissions (kg CO₂e)	2 819	2 470	2 284
Pompage			
Carburant (L)	292	256	236
Émissions (kg CO₂e)	806	706	653
Émissions totales			
kg CO₂e / an	3 624	3 176	2 937
kg CO₂e / places-porc / an	3,62	3,18	2,94
Réduction annuelle des émissions (%)		12,4	19,0

5.7 Analyse économique

Les analyses statistiques n'ont montré aucun impact significatif sur les performances; l'analyse économique se résume donc aux coûts d'épandage.

D'un point de vue économique, la diminution du volume d'eau gaspillée a un impact sur le niveau de dilution du lisier ce qui engendre une baisse du volume de lisier à épandre. Ceci peut se traduire par des économies.

Le volume annuel de lisier à épandre selon chaque scénario pour un élevage de 1 000 places-porc est présenté au Tableau 8. Le coût d'épandage du lisier moyen de l'ordre de 3,15 \$/m³ (CRAAQ – AGDEX 740/825) est calculé pour l'usage d'une citerne avec aéroaspersion basse et servodirection (Tableau 9).

Tableau 9 Coût d'épandage du lisier pour les trois scénarios

	Référence	Tétine «Bite ball»	Bols
Volume de lisier total (m3)	3 296,4	2 888,0	2 670,7
Coût d'épandage total	10 383,66 \$	9 097,20 \$	8 412,71 \$
Différence avec le scénario de référence	-	(1 286,46) \$	(1 970,96) \$

L'utilisation de sucres « bite ball » ou de différents types de bols pour l'abreuvement des porcs dans un élevage de 1 000 places-porc permettraient une baisse des coûts d'épandage variant entre 1 286 \$ et 1 971 \$, respectivement, comparativement au scénario de référence. Ceci représente une économie de 1,29 \$ par places-porc pour l'utilisation de sucres « bite ball » et de 1,97 \$ par places-porc pour l'utilisation de bols.

6 Conclusion

Les systèmes d'abreuvement évalués ont un impact sur la quantité d'eau utilisée par les porcs; l'utilisation de l'eau est plus élevée avec la suce conventionnelle. Les différents bols testés permettent de diminuer le gaspillage (5,75 % en moyenne) comparativement à la suce « bite ball » et la suce conventionnelle dont le gaspillage moyen est de 14,5 % et 27,1 % respectivement. En revanche, aucun impact significatif du système d'abreuvement n'a été observé sur les performances de croissance des porcs, la composition de la carcasse et la propreté des parcs. Au niveau environnemental, la diminution du volume de lisier à épandre permet de réduire les émissions de GES de 19 % et 12,4 % selon l'utilisation de bols à eau et de suces « bite ball » comparativement aux suces conventionnelles. D'un point de vue économique, la diminution du volume de lisier à épandre permet une économie de 1,28 \$ et 1,97 \$ par place porc selon l'utilisation de bols à eau et de suces « bite ball » comparativement aux suces conventionnelles.

7 Bibliographie

- Baker, W., Bitar, C., Génier, M., Ha, C., Hickey, J., Lynch, J., McKibbin, S., Neitzert, F., Smyth, S. et K. Tracey. 2015. Rapport d'inventaire national 1990–2013 : sources et puits de gaz à effet de serre au Canada. Chapitre 3 (Secteur 1 du CUPR). Canada : Environment Canada, p. 73-102.
- Brassard, P., Hamelin, L., Singh, P. et S. Godbout. 2012. Révision de l'AGDEX 538 / 400.27 : Rapport final. [En ligne] : https://www.irda.qc.ca/assets/documents/Publications/documents/brassard-et-al-2012_rapport_revision_agdex.pdf
- Bigelow, J.A. et T.R. Houpt. 1988. Feeding and drinking patterns in young pigs. *Physiology and Behavior*, 43(1) : 99-109.
- Brault, D. 2006. Le déficit en eau. Un problème sournois. La Source, Bulletin d'information en production porcine, 5.
- Brooks, P.H. 1994. Water-Forgotten nutrient and novel delivery system. Dans : *Biotechnology in the Feed Industry*. United Kingdom : Nottingham Press, p. 211-234.
- CRAAQ. 2007. Caractéristiques des effluents d'élevage. Valeurs références pour les volumes et pour les concentrations d'éléments fertilisants. *Production Porc (Lisiers)*. 7 pages.
- Deutsch, S. 2007. Économisez l'eau, c'est payant. *Le Coopérateur agricole*, mars : 54-56.
- Gagnon, P., Fortin, F., Caron-Simard, V., Turgeon, J.G., Turcotte, S. et L. Maignel. 2018. Enregistrement automatisé de la consommation d'eau individuelle. Document en préparation.
- Gagnon, S. 2002. L'eau, son importance en production porcine. Expo-congrès du porc du Québec : cahier des conférences, 10 et 11 avril, Saint-Hyacinthe : 79-95.
- Godbout, S., Brassard, P. et J. Palacios. 2017. Calcul du volume de fumier pour le dimensionnement des structures d'entreposage : Évaluation des volumes complémentaires. Guide technique. Québec : IRDA, 18 pages.
- Godbout, S., Brassard, P., Pelletier, F., Grenier, M., Grenier, P., Belzile, L., Landry, C., Bolduc, F., Benslimane, O. et D. Bilodeau. 2014. Accumulation d'eau dans les installations d'entreposage des fumiers à ciel ouvert. Guide technique. Québec : IRDA et Ouranos. 16 p.
- Gonyou, H. 1996. Water use and drinker management : a review [En Ligne]. <http://www.prairieswine.com/pdf/1311.pdf>
- Landrain, B. et C. Morterol. 2005. Abreuvement des porcelets et porcs charcutiers: Éviter les gaspillages. *Atout Porc Bretagne*, mai : 6-7.
- Li, Y.Z., Chénard, L., Lemay, S.P. et H.W. Gonyou. 2005. Water intake and wastage at nipple drinkers by growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 83(6) : 1413-1422.

Magowan, E., O'Connell, N.E. et M.E.M. McCann. 2007. The effect of drinker design on the performance, behaviour and water usage of growing pigs [En Ligne]. <https://www.afbini.gov.uk/sites/afbini.gov.uk/files/publications/%5Bcurrent-domain%3Amachine-name%5D/Drinker%20Design.pdf>

Massabie, P. 2001. L'abreuvement des porcs. Techni Porc, 24(6) : 9-14.

Massabie, P., Roy, H., Boulestreau-Boulay, A.L. et A. Dubois. 2014. La consommation d'eau en élevage de porcs. Des leviers pour réduire la consommation d'eau en élevage de porc. Paris : IFIP, 12 p.

Predicala, B. et A. Alvarado. 2012. Reducing water consumption in Swine Barns: Alternatives for Animal Drinking and Barn Cleaning. 2011 Annual Research Report. [En Ligne]. <http://www.prairieswine.com/wp-content/uploads/2012/07/Reducing-water-consumption-in-swine-barn-s.pdf>

R Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [En Ligne]. <https://www.R-project.org/>

Ricard, M.A. Labrecque, J., Fortin, F. et J. Rivest. 2014. Technologies novatrices pour améliorer la rentabilité des fermes porcines québécoises. Québec : CDPQ, 42.

Seddon, Y., Farrow, M., Guy, J. et S. Edwards. 2011. Real time monitoring of finisher pig water consumption: Investigation at pen level. Animal hygiene and sustainable livestock production. Proceedings of the XVth International Congress of the International Society for Animal Hygiene, Vienna, Austria, 3-7 July, Volume 1 : 95-98.

Snyder, C.S., Bruulsema, T.W., Jensen, T.L. et P.E. 20019. Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. Agriculture, Ecosystems & Environment, 133(3-4) : 247-266.

Torrey, S., Toth Tamminga, E.L. et T.M. Widowski. 2008. Effect of drinker type on water intake and waste in newly weaned piglets. Journal of Animal Science, 86(6) : 1439-1445.

Wang, M., Yi, L., Liu, J., Zhao, W. et Z. Wu. 2017. Water consumption and wastage of nursery pig with different drinkers at different water pressures in summer. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 33(17) : 161-166.

Annexe 1

Tableau 10 Résultats de l'ANOVA du gaspillage d'eau pour la variable Système d'abreuvement en fonction de différents effets aléatoires

Nombre d'observations				
154				
Effet aléatoire	Estimation (variance, écart-type)			
Jour	7,94 % ² , 2,82 %			
Contrôle	0 % ² , 0 %			
Jour*Contrôle	1,71 % ² , 1,31 %			
Jour*Système d'abreuvement	9,24 % ² , 3,04 %			
Contrôle*Système d'abreuvement	6,34 % ² , 2,52 %			
Résiduel	33,68 % ² , 5,80 %			
Effets fixes	DDL Num.	DDL den.	Valeur F	Pr > F
Système d'abreuvement	5	10,7	14,43	0,0002

Annexe 2

Tableau 11 Résultats de l'ANOVA de l'utilisation de l'eau pour les variables Système d'abreuvement et Nombre d'animaux en fonction de différents effets aléatoires

Nombre d'observations				
70				
Effet aléatoire	Estimation (variance, écart-type)			
Lot	0,0065, 0,081			
Contrôle	0,0009, 0,029			
Lot*Contrôle	0,0008, 0,028			
Lot*Système d'abreuvement	0,0004, 0,021			
Système d'abreuvement*Contrôle	0, 0,005			
Résiduel	0,0078, 0,088			
Effets fixes	DDL Num.	DDL den.	Valeur F	Pr > F
Système d'abreuvement	5	10,2	19,22	<0,0001
Nombre d'animaux	1	2,41	0,28	0,6403
Système d'abreuvement*Nombre d'animaux	5	40,9	3,11	0,0180

Annexe 3

Tableau 12 Résultats de l'ANOVA du gain moyen quotidien pour les variables Système d'abreuvement et Nombre d'animaux en fonction de différents effets aléatoires

Nombre d'observations				
79				
Effet aléatoire	Estimation (variance, écart-type)			
Lot	6x10 ⁻⁶ kg/jour ² , 0,0077 kg/jour			
Contrôle	0 kg/jour ² , 0 kg/jour			
Lot*Contrôle	0,0004 kg/jour ² , 0,02 kg/jour			
Lot*Système d'abreuvement	0,0002 kg/jour ² , 0,0133 kg/jour			
Système d'abreuvement*Contrôle	0 kg/jour ² , 0 kg/jour			
Résiduel	0,0015 kg/jour ² , 0,039 kg/jour			
Effets fixes	DDL Num.	DDL den.	Valeur F	Pr > F
Système d'abreuvement	5	7,11	0,56	0,7302
Nombre d'animaux	1	10,7	14,71	0,0029
Système d'abreuvement*Nombre d'animaux	5	41,5	0,49	0,7793

Annexe 4

Tableau 13 Résultats de l'ANOVA de l'indice de carcasse 115 pour la variable Système d'abreuvement en fonction du lot comme effet aléatoire

Nombre d'observations				
1239				
Effet aléatoire	Estimation (variance, écart-type)			
Lot	0,119, 0,34			
Lot*Système d'abreuvement	0, 0			
Effets fixes	DDL Num.	DDL den.	Valeur F	Pr > F
Système d'abreuvement	5	1233	0,89	0,4849

Annexe 5

Tableau 14 Résultats de l'ANOVA de la cote de propreté moyenne pour les variables Système d'abreuvement et Nombre d'animaux en fonction de différents effets aléatoires

Nombre d'observations				
320				
Effet aléatoire	Estimation (variance, écart-type)			
Date	0,238, 0,49			
Contrôle	0,015, 0,12			
Date*Contrôle	0,034, 0,18			
Système d'abreuvement*Date	0, 0			
Système d'abreuvement*Contrôle	0,049, 0,22			
Résiduel	0,226, 0,48			
Effets fixes	DDL Num.	DDL den.	Valeur F	Pr > F
Système d'abreuvement	5	15	1,45	0,2631
Nombre d'animaux	1	3	2,78	0,1939
Système d'abreuvement*Nombre d'animaux	5	15	3,99	0,0167

Annexe 6

Tableau 15 Résultats de l'ANOVA de la cote de propreté de la surface pleine pour les variables Système d'abreuvement et Nombre d'animaux en fonction de différents effets aléatoires

Nombre d'observations				
320				
Effet aléatoire	Estimation (variance, écart-type)			
Date	0,341, 0,58			
Contrôle	0,007, 0,08			
Date*Contrôle	0,031, 0,18			
Système d'abreuvement*Date	0, 0			
Système d'abreuvement*Contrôle	0,059, 0,25			
Résiduel	0,333, 0,58			
Effets fixes	DDL Num.	DDL den.	Valeur F	Pr > F
Système d'abreuvement	5	15,1	1,09	0,4032
Nombre d'animaux	1	3,01	5,80	0,0950
Système d'abreuvement*Nombre d'animaux	5	15,1	2,94	0,0476



Centre de développement du porc du Québec inc.

Place de la Cité, tour Belle Cour
2590, boulevard Laurier, bureau 450
Québec (Québec) G1V 4M6

☎ 418 650-2440 • 📠 418 650-1626

cdpq@cdpq.ca • www.cdpq.ca

 @cdpqinc

