

Évaluation du gaspillage d'eau de différents systèmes d'abreuvement et étude du comportement d'abreuvement des truies gestantes en groupe

Novembre 2019

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

Marie-Claude Gariépy, coordonnatrice aux opérations services et projets

Gabrielle Dumas, étudiante en agronomie

Geneviève Berthiaume,
responsable économie et gestion

©Centre de développement du porc du Québec inc.
Dépôt légal 2019
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
Bibliothèque et Archives Canada
ISBN 978-2-924413-65-4

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, CDPQ

Collaborateurs

Patrick Gagnon, Ph. D.,
responsable analyse et valorisation des données, CDPQ

Gabrielle Dumas, étudiante en agronomie, CDPQ

Marie-Claude Gariépy, M. Sc.,
coordonnatrice aux opérations services et projets, CDPQ

Éric Ouellette, conseiller technique, CDPQ

Raymond Deshaies, conseiller technique, CDPQ

Violette Caron Simard, M. Sc., agr., chargée de projets, CDPQ

Geneviève Berthiaume, responsable économie et gestion, CDPQ

Rédaction

Sébastien Turcotte, agr.,
responsable bâtiments et régie d'élevage, CDPQ

Jean-Gabriel Turgeon, chargé de projets, CDPQ

Patrick Gagnon, Ph. D.,
responsable analyse et valorisation des données, CDPQ

Gabrielle Dumas, étudiante en agronomie, CDPQ

Marie-Claude Gariépy, M. Sc.,
coordonnatrice aux opérations services et projets, CDPQ

Geneviève Berthiaume, responsable économie et gestion, 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 également à remercier Jyga Technologies et Ferme Saniben pour leur contribution à ce projet.



Résumé

Depuis le 1^{er} juillet 2014, toutes les maternités nouvellement construites, rénovées ou mises en usage pour la première fois doivent permettre le logement des cochettes et des truies gestantes en groupe. À partir du 1^{er} juillet 2024, ce sont toutes les cochettes et les truies gestantes, sans exception, qui devront être logées en groupe. Le choix des équipements d'abreuvement est une problématique récurrente, car souvent, les équipements utilisés ne sont pas optimaux et les truies semblent gaspiller une importante quantité d'eau.

Le projet a été réalisé à la Ferme Saniben, soit une maternité de 1200 truies située à Saint-François-de-la-Rivière-du-Sud. L'objectif général de cette étude était d'évaluer le gaspillage d'eau de différents systèmes d'abreuvement pour les truies logées en groupe ainsi que leur comportement d'abreuvement, et ce, dans le but d'optimiser la gestion de l'eau et l'aménagement des parcs. Six systèmes d'abreuvement différents ont donc été testés :

- Auge à eau surélevée;
- Bol à eau conventionnel;
- Bol à eau en fonte;
- Bol urinoir;
- Suce à bille;
- Suce conventionnelle.

Le système d'abreuvement a un impact significatif sur le gaspillage d'eau. Bien que les différences ne soient pas statistiquement significatives pour les trois équipements gaspillant le moins d'eau, soit les sucres à bille (10,1 %), les sucres conventionnelles (8,3 %) et les bols conventionnels (6,0 %), il existe une différence importante avec le bol à eau en fonte (21,3 %) et le bol urinoir (26,5 %). Les producteurs seraient vraisemblablement en mesure de réduire le gaspillage d'eau et donc la quantité d'eau utilisée en élevage en utilisant des bols conventionnels pour abreuver les truies gestantes en groupe, ou encore des sucres installées au milieu de deux panneaux (bat-flanc).

Plusieurs analyses ont été effectuées afin de déterminer les facteurs pouvant affecter le gaspillage de l'eau. L'impact du débit d'eau sur le gaspillage a été évalué pour chacun des systèmes d'abreuvement. Pour les bols conventionnels, les bols à eau en fonte et les sucres à bille, il n'y a pas d'augmentation des pertes d'eau lorsque les débits d'eau sont plus élevés. Cependant, pour les bols urinoirs, l'augmentation du débit se traduit par une augmentation du gaspillage. Pour les sucres conventionnelles, il semble y avoir un léger accroissement du gaspillage avec l'élévation du débit. Il y a un impact de la température moyenne extérieure sur le gaspillage pour le système de bol à eau en fonte uniquement.

La grande variabilité de la quantité d'eau utilisée quotidiennement par les truies indique qu'il y aurait plusieurs profils d'abreuvement différents au sein d'un même groupe de truies. En plus de la variabilité au sein d'un même groupe de truies, la parité a également un impact sur la quantité d'eau utilisée quotidiennement. L'ingestion moyenne journalière des truies augmente avec la parité de la truie. Les cochettes sont celles qui boivent le moins d'eau, suivies des truies de deuxième parité et des truies multipares par la suite. La parité a aussi une influence sur la durée de consommation d'eau. Les cochettes passent moins de temps total à boire au cours de la journée comparativement aux truies de 2^e parité ou multipares.

Durant ce projet, les truies étaient alimentées avec un DAC autobloquant. Dans tous les parcs, peu importe le système d'abreuvement en place, il y a un très grand achalandage dans les DAC autobloquants entre 2 h, soit peu après le début d'un nouveau cycle journalier d'alimentation, et 9 h. Le patron d'utilisation des stations d'alimentation est similaire pour tous les parcs étudiés, soit plus du deux tiers de l'aliment qui est consommé durant cette période. Pour ce qui est de la distribution intrajournalière de l'eau, celle-ci est légèrement décalée dans le temps par rapport à l'alimentation. Les résultats du projet confirment que les truies s'alimentent dans un premier temps, et vont s'abreuver par la suite. Une période de pointe d'abreuvement est également observée vers 9 h dans tous les systèmes d'abreuvement, et l'utilisation diminue rapidement dans un premier temps, et plus lentement par la suite.

La distribution intrajournalière de l'aliment et l'eau a également été évaluée selon la température moyenne extérieure enregistrée. Le comportement d'abreuvement des truies diffère lors des journées où la température moyenne extérieure est supérieure à 20 °C. Lors de ces journées, il y a une deuxième période de pointe d'abreuvement en fin d'après-midi. Cependant, ce comportement n'est pas observé avec le système de bol urinoir. Aussi, la quantité d'eau utilisée par truie par heure entre 5 et 20 h est toujours supérieure lors des journées chaudes, ce qui indique que les truies boivent plus lors de ces journées dans le but de se thermoréguler.

Pour mieux comprendre le lien entre le comportement d'abreuvement et d'alimentation des truies gestantes en groupe, le temps entre la fin du repas principal des truies (*i.e.* le plus grand repas de la journée) et l'abreuvement suivant a été analysé. Pour les truies de deuxième parité et les multipares, le délai médian entre la fin du repas et l'abreuvement était très légèrement sous la barre des 30 minutes. Chez les cochettes, le délai médian monte à près de 50 minutes.

Pour évaluer si les truies gestantes avaient des préférences pour s'abreuver à un emplacement plutôt qu'à un autre dans le parc, le pourcentage d'eau utilisée à chacun des systèmes d'abreuvement des parcs a été analysé. Pour le bol en fonte et la suce conventionnelle, les truies semblent préférer les abreuvoirs situés les plus près des stations d'alimentation (DAC autobloquants). Cependant, ce n'est pas ce qui a été observé pour les bols conventionnels et les bols urinoirs. Le débit semble être, dans certains cas, un facteur affectant le choix d'utilisation du système d'abreuvement.

Dans le cadre du projet, les analyses environnementales et économiques ont été effectuées. Le scénario de référence est un élevage de 1 200 truies situé dans la région de Montmagny, dans lequel des bols conventionnels sont utilisés. L'impact environnemental de ce scénario a été comparé à des scénarios alternatifs utilisant soit des bols (urinoir ou en fonte) ou des sucres (à bille ou conventionnelles). Le volume de lisier produit varie considérablement selon les différents systèmes, ce qui influence les coûts d'épandage. Par rapport au scénario de référence, les sucres conventionnelles augmentent les coûts d'épandage de l'ordre de 144 \$/année, les sucres à bille de 272 \$/année, les bols en fonte de 1 158 \$/année tandis que les bols urinoirs augmenteraient les coûts d'environ 1 653 \$/année.

En conclusion, les analyses statistiques ont démontré que le système d'abreuvement a un impact sur la quantité d'eau gaspillée par les truies en groupe. La quantité de lisier à épandre annuellement étant directement influencée, cela engendre des répercussions environnementales et économiques. En complément aux analyses réalisées, les observations faites durant le projet et les informations recueillies auprès de différents producteurs et intervenants sont présentées et permettent d'avoir un portrait complet pour chacun des systèmes évalués.

Table des matières

Liste des tableaux	vi
Liste des figures	vi
1 Mise en contexte	1
2 Revue de littérature	2
2.1 Besoins physiologiques des porcs	2
2.2 Comportement d'abreuvement	3
2.2.1 Cinétique d'abreuvement et d'alimentation	3
2.2.2 Quantité d'eau utilisée quotidiennement par les truies gestantes	4
2.2.3 Profils d'abreuvement	4
2.2.4 Comportement de gaspillage	5
2.3 Systèmes d'abreuvement	5
3 Objectifs	7
3.1 Objectif général	7
3.2 Objectifs spécifiques	7
4 Matériel et méthodes	8
4.1 Bâtiment et installations d'élevage	8
4.2 Description des systèmes de mesure d'abreuvement et de gaspillage	10
4.2.1 Types d'équipements d'abreuvement étudiés	11
4.2.2 Hauteur des systèmes d'abreuvement	12
4.2.3 Ajustement des débits d'eau	12
4.3 Équipements de mesure	13
4.3.1 Identification des truies par lecture de transpondeurs RFID	13
4.3.2 Volume d'eau utilisée	14
4.3.3 Volume d'eau gaspillée	15

4.3.4	Conditions d'ambiance.....	17
4.3.5	Données d'alimentation des truies	18
4.3.6	Informations sur les truies	18
4.4	Vérification de la qualité des données	18
4.4.1	Tests de mesure de volume d'eau	18
4.4.2	Tests de mesure de gaspillage	19
4.4.3	Tests de vidange.....	20
4.4.4	Validation des valeurs journalières.....	21
5	Observations sur l'abreuvement des truies selon les systèmes	22
5.1	Observations de l'abreuvement des truies avec les sucs conventionnelles	22
5.2	Observations de l'abreuvement des truies avec les sucs à bille	24
5.3	Observations de l'abreuvement des truies avec les bols en fonte.....	25
5.4	Observations de l'abreuvement des truies avec les bols urinoirs.....	27
5.5	Observations de l'abreuvement des truies avec les bols conventionnels.....	27
5.6	Observations de l'abreuvement des truies aux auges surélevées	28
6	Résultats	30
6.1	Gaspillage d'eau.....	30
6.1.1	Gaspillage d'eau selon le système d'abreuvement.....	30
6.1.2	Effet de la température sur le gaspillage d'eau.....	31
6.1.3	Effet du débit d'eau sur le gaspillage selon le système d'abreuvement	32
6.2	Profil d'abreuvement individuel des truies.....	33
6.2.1	Relation entre l'ingestion et le gaspillage individuels des truies.....	34
6.2.2	Profils individuels d'ingestion moyenne journalière	37
6.3	Comportement d'abreuvement	39
6.3.1	Effet de l'emplacement du système d'abreuvement dans le parc sur l'utilisation par les truies	39
6.3.2	Distribution intrajournalière d'aliment et d'eau	43

6.4	Analyse environnementale	47
6.4.1	Scénario de référence.....	47
6.4.2	Évaluation des volumes de lisier	47
6.5	Analyse économique	48
7	Conclusion	49
8	Bibliographie.....	50

Liste des tableaux

Tableau 1	Dispositif expérimental de chacun des parcs	9
Tableau 2	Hauteur des différents systèmes d'abreuvement	12
Tableau 3	Ajustement du débit des différents systèmes d'abreuvement	12
Tableau 4	Résultats des tests de mesure des compteurs d'eau	19
Tableau 5	Résultats des tests de mesure du gaspillage	20
Tableau 6	Gaspillage moyen des différents systèmes d'abreuvement selon la température moyenne extérieure	32
Tableau 7	Comportement d'abreuvement des truies selon le rang de portée et le système d'abreuvement.....	39
Tableau 8	Estimation du volume annuel de lisier (m ³) pour le bâtiment de gestation d'une maternité de 1 200 truies.....	48
Tableau 9	Coût d'épandage annuel du lisier pour les cinq scénarios	48

Liste des figures

Figure 1	Vues extérieures de la ferme Saniben	8
Figure 2	Schéma détaillant l'aménagement des parcs où s'est déroulé le projet	8
Figure 3	Photo de l'aménagement du parc 2 (a) et du parc 6 (b)	9
Figure 4	Illustration des composantes des systèmes de mesure d'abreuvement et de gaspillage	10
Figure 5	Dispositif pour le nettoyage des systèmes d'abreuvement et des réservoirs.....	10
Figure 6	Auge à eau (a), bol en fonte (b), suce à bille (c), suce conventionnelle (d), bol à eau conventionnel (e) et bol urinoir (f).....	11
Figure 7	Membrane à vide utilisée pour maintenir le niveau d'eau constant dans les auges surélevées	13
Figure 8	Antennes pour des systèmes de mesure d'abreuvement et de gaspillage équipés de sucres (a) et de bols (b).....	13
Figure 9	Compteur d'eau du système de mesure d'abreuvement et de gaspillage	14
Figure 10	Photo d'un compteur d'eau installé pour mesurer le volume utilisé à une auge	14

Figure 11	Bouchon et cylindre pneumatique à la base du réservoir.....	15
Figure 12	Tube d'air du système de capteur à bulles fixé sous le niveau d'eau minimal au fond du réservoir.....	15
Figure 13	Boîtier de contrôle des systèmes de capteur à bulles	16
Figure 14	Boîtier de contrôle assemblé sur deux niveaux, le convertisseur analogue-digital (a) et le circuit pneumatique (b)	16
Figure 15	Caisson pour réduire le bruit (a) et compresseur (b).....	17
Figure 16	Sonde mesurant la pression d'air sur la ligne principale	17
Figure 17	HOBO UX100-003 (source : https://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/ux100-003).....	18
Figure 18	DAC autobloquant de Jyga Technologies.....	18
Figure 19	Identification du test de mesure avec le système RFID.....	19
Figure 20	Récupération de la totalité de l'eau qui s'écoule par la tétine.....	19
Figure 21	Photos de la plaque d'aluminium boulonnée aux façades des structures (a) et ajout d'un volume d'eau connu à l'aide d'un cylindre gradué (b)	20
Figure 22	Image illustrant le graphique du test de vidange du système 53 en date du 26 juillet 2018	21
Figure 23	Exemples de données cumulatives journalières d'utilisation et de gaspillage d'eau	21
Figure 24	Suce à bille installée à l'extrémité d'un muret	22
Figure 25	Position d'abreuvement des truies aux sucres conventionnelles	23
Figure 26	Positionnement « idéal » de la truie lors de l'abreuvement dans le système de mesure d'abreuvement et de gaspillage grâce aux panneaux des deux côtés (a) et positionnement de la truie en diagonale par rapport à la suce et hauteur trop faible favorisant le gaspillage de l'eau (b)	23
Figure 27	Observation de gaspillage d'eau lors d'abreuvement à une suce.....	24
Figure 28	Observation de l'abreuvement à une suce à bille chez une truie	25
Figure 29	Débordement d'eau lorsque les truies s'abreuvent aux bols en fonte	26
Figure 30	Stéréotypie de mordillage de bols observée chez les truies s'abreuvent avec le bol urinoir et le bol en fonte.....	26
Figure 31	Posture d'abreuvement des truies avec tête positionnée latéralement.....	27

Figure 32	Niveau de propreté des bols conventionnels	28
Figure 33	Auges surélevées	28
Figure 34	Truie mordillant le rebord d'une auge surélevée	29
Figure 35	Niveau de propreté d'une auge surélevée	29
Figure 36	Gaspillage moyen (en % de l'eau utilisée) des différents équipements d'abreuvement.....	30
Figure 37	Effet du jour sur le gaspillage selon le système d'abreuvement et la température moyenne extérieure.....	31
Figure 38	Effet du débit d'eau sur le gaspillage selon le système d'abreuvement.....	33
Figure 39	Ingestion individuelle moyenne et gaspillage individuel moyen des cochettes abreuvées avec des sucres conventionnelles et des bols urinoirs	35
Figure 40	Ingestion moyenne individuelle et gaspillage moyenne individuelle des truies de deuxième parité.....	36
Figure 41	Ingestion individuelle moyenne et gaspillage individuel moyen des truies multipares abreuvées avec des bols conventionnels et des bols en fonte	37
Figure 42	Répartition de l'ingestion moyenne journalière selon la parité et le système d'abreuvement.....	38
Figure 43	Pourcentage d'eau utilisée à chacun des points d'eau selon le système d'abreuvement.....	40
Figure 44	Pourcentage d'eau utilisée de chacun des abreuvoirs d'un parc selon le débit d'eau du système d'abreuvement	41
Figure 45	Pourcentage d'eau utilisée à chacun des points d'eau selon le système d'abreuvement et selon la température moyenne extérieure	42
Figure 46	Distribution intrajournalière de l'utilisation des DAC autobloquant et des systèmes d'abreuvement pour chaque équipement testé	44
Figure 47	Distribution intrajournalière d'aliment et d'eau selon le système d'abreuvement et la température moyenne extérieure	45
Figure 48	Diagrammes en boîte pour le temps entre la fin du repas principal et l'abreuvement suivant selon le système d'abreuvement et la parité.....	46

1 Mise en contexte

Depuis le 1^{er} juillet 2014, toutes les maternités nouvellement construites, rénovées ou mises en usage pour la première fois doivent permettre le logement des cochettes et des truies gestantes en groupe. À compter du 1^{er} juillet 2024, ce sont toutes les cochettes et les truies gestantes sans exception qui devront être logées en groupe. Celles-ci peuvent également être logées dans des enclos individuels ou dans des cages, à la condition d'avoir la possibilité de se retourner, de faire périodiquement de l'exercice, ou d'avoir accès à des conditions qui lui permettent d'avoir plus de liberté de mouvement (CNSAE, 2014). Lors du suivi des fermes ayant déjà effectué la transition vers les truies en groupe, le choix des équipements d'abreuvement est une problématique récurrente, car les truies semblent gaspiller une quantité d'eau substantielle avec les équipements en place. Pourtant, cet élément a un impact environnemental important, dont l'augmentation des quantités de lisier à épandre dans les champs (Brault, 2006; Ramonet *et al.*, 2017). Sur le marché québécois, il existe plusieurs types de systèmes d'abreuvement, mais leur efficacité est inconnue lorsqu'ils sont utilisés avec des truies en groupe, notamment, en ce qui concerne le gaspillage d'eau. De plus, puisque la gestion des truies en groupe est relativement nouvelle, le comportement d'abreuvement et l'emplacement optimal des points d'eau dans les parcs ne sont pas connus dans le contexte québécois.

2 Revue de littérature

2.1 Besoins physiologiques des porcs

L'eau est un nutriment essentiel (Whittington et Gonyou, 2007) et celui-ci intervient dans de nombreuses fonctions physiologiques et biochimiques, ainsi que dans le maintien de la composition tissulaire (Ramonet *et al.*, 2017). L'eau provient principalement de trois sources, soit les aliments, le métabolisme et les abreuvoirs (Whittington et Gonyou, 2007). L'eau d'abreuvement représente la majeure partie de l'utilisation d'eau totale dans un élevage porcin, variant entre 80 % et 94 % selon les études (Froese et Small, 2001; Whittington et Gonyou, 2007; Massabie *et al.*, 2014).

Une forte variation de l'eau ingérée, que ce soit en insuffisance ou en excès, peut avoir des conséquences sur les performances zootechniques ainsi que sur la santé des porcs (Brault, 2006; Ramonet *et al.*, 2017; Rousselière *et al.*, 2017). Par exemple, une réduction de l'eau ingérée peut être associée à une diminution des performances de croissance, de reproduction ou d'allaitement (Tillon et Madec, 1985, cité par Ramonet *et al.*, 2017), alors qu'une augmentation de celle-ci peut correspondre à des besoins accrus de thermorégulation ou à un syndrome de frustration comportementale (Klopfenstein *et al.*, 1996; Patience, 2012, cité par Ramonet *et al.*, 2017).

Puisque le corps perd de l'eau en permanence, seul l'accès permanent à de l'eau potable permet à l'animal de couvrir ses besoins physiologiques. Le rationnement de l'eau génère une sensation prolongée de soif chez l'animal et cela peut affecter son bien-être. Chez des porcs en bonne santé et rationnés, l'abreuvement contribue à les rassasier à court terme, le manque d'eau peut donc mener à de la frustration. La gravité des conséquences de la réduction de l'eau ingérée pour l'animal dépend de son état de santé et des conditions environnementales, notamment de la température ambiante (Ramonet *et al.*, 2017).

Plusieurs facteurs internes et externes peuvent modifier le besoin et l'ingestion d'eau chez les porcs. Par exemple, les besoins en eau s'accroîtront chez une truie allaitante, lorsque la température ambiante est élevée, si l'animal a la diarrhée ou s'il est soumis à une restriction alimentaire. À l'inverse, la maladie, une qualité de l'eau non optimale et un débit d'eau insuffisant sont des facteurs susceptibles de réduire l'ingestion d'eau et de limiter la satisfaction des besoins des animaux (adapté de Ramonet *et al.*, 2017).

De tous les facteurs pouvant affecter les besoins en eau chez le porc, la température ambiante est majeure. Quelle que soit la température extérieure, l'animal doit évacuer une partie de la chaleur produite par son métabolisme. Ce phénomène est évidemment amplifié en période de grande chaleur. Pour y arriver, le porc peut, entre autres, augmenter son rythme respiratoire ou se mouiller, s'il en a la possibilité. Cela peut expliquer pourquoi, lorsqu'il fait très chaud, le porc fait couler de l'eau sur lui ou qu'il crée une zone humide contenant de l'eau d'abreuvement et/ou de l'urine et des fèces (Ramonet *et al.*, 2017).

2.2 Comportement d'abreuvement

Lors de la transition vers le logement en groupe, certains changements concernant la régie d'élevage sont observés, notamment en ce qui concerne le comportement d'abreuvement des truies.

2.2.1 Cinétique d'abreuvement et d'alimentation

Que ce soit en maternité, pouponnière ou en engraissement, pour des animaux nourris avec une alimentation sèche, des pics d'utilisation d'eau sont enregistrés au cours de la journée, soit entre 8 et 11 h le matin et entre 16 et 18 h l'après-midi (Massabie *et al.*, 2014). En ce qui concerne les truies gestantes, 80 % de leur abreuvement s'effectuerait entre 8 et 20 h (Anderson et Pederson, 2014; Jensen *et al.*, 2016).

La cinétique d'abreuvement des porcs suivrait un cycle nycthéral, ce qui correspond à une hausse de l'utilisation de l'eau liée au lever du jour et une baisse avec l'apparition de l'obscurité en soirée (Massabie *et al.*, 2014). Ce cycle s'applique également aux truies gestantes où l'utilisation d'eau s'effectue principalement pendant la journée alors que celle-ci est très faible la nuit (Kruse *et al.*, 2011a). Deux pics d'abreuvement sont également répertoriés au cours de la journée; les truies boiraient plus le matin que l'après-midi. En effet, l'abreuvement est très important en matinée et il diminue tout au long de la journée jusqu'à 18-21 heures, avec une légère pointe vers 16 h (Massabie *et al.*, 2014). À l'inverse, Junge *et al.* (2012) et Van der Peet-Schwering *et al.* (1997) ont noté un abreuvement plus important en après-midi qu'en matinée dans leur étude respective. En plus d'être affecté par le rythme quotidien, l'abreuvement est fortement influencé par la prise alimentaire (Van der Peet-Schwering *et al.*, 1997; Kruse *et al.*, 2011b; Junge *et al.*, 2012), ce qui signifie que les truies vont s'abreuver généralement après un repas. À l'opposé, Ramonet (2015) a quant à lui observé que certaines truies logées en groupe avec un système de distributeur automatique de concentrés (DAC) ne s'abreuvaient pas après le repas.

Tel que mentionné précédemment, l'abreuvement est fortement influencé par la prise alimentaire. Selon les résultats d'une étude de Kruse *et al.* (2011a), où la période d'alimentation s'échelonnait de 6 à 22 h, les truies gestantes logées en groupe s'alimentaient dès l'ouverture des stations d'alimentation. La période la plus achalandée aux systèmes d'alimentation était entre 6 et 8 h, puis l'achalandage diminuait de façon constante au cours de la journée, et ce, jusqu'à la fermeture des stations à 22 h. Cela signifie donc qu'au cours de cette période d'achalandage, plusieurs truies attendaient près des stations d'alimentation pour se nourrir. L'utilisation de l'eau était pratiquement nulle la nuit, mais celle-ci augmentait en matinée pour atteindre un maximum vers 8 h. L'utilisation de l'eau diminuait ensuite progressivement au cours de la journée. La quantité maximale d'eau utilisée par visite à l'abreuvoir se situait aux environs de 7 h, soit une heure après l'ouverture des stations d'alimentation, ce qui indique que les truies vont s'alimenter puis s'abreuvent par la suite (Kruse *et al.*, 2011a).

2.2.2 Quantité d'eau utilisée quotidiennement par les truies gestantes

Il est difficile de statuer sur les quantités d'eau utilisée quotidiennement chez une truie gestante en bonne santé. En effet, selon plusieurs études, l'utilisation d'eau des truies gestantes varie de manière importante et certains éléments peuvent l'influencer, dont le système d'abreuvement, le système d'alimentation, le débit d'eau et la variation individuelle (Brumm *et al.*, 2000, Massabie et Lebas, 2011, cité par Rousselière *et al.*, 2017).

Selon une étude de Massabie *et al.* (2014), les truies gestantes ayant accès à de l'eau à volonté utiliseraient environ 24 +/- 5 litres d'eau par jour. Lorsque celles-ci sont rationnées, l'utilisation journalière se situerait entre 16 et 19 litres. Des études ont démontré que cette tendance à boire davantage d'eau apaiserait la sensation de faim des truies compte tenu qu'elles sont rationnées pendant la période de gestation et que, dans la plupart des cas, un seul repas par jour leur est servi. Selon Whittington et Gonyou (2007), l'eau utilisée varierait entre 7 et 17 litres par jour pour une truie gestante. La variation de l'eau utilisée est également importante d'après l'étude de Van der Peet-Schwering *et al.* (1997), où un écart entre les truies de 3,8 à 26,7 litres par jour a été noté, avec une moyenne de 8,0 litres par jour. L'utilisation moyenne de cette étude est similaire aux résultats obtenus par Rousselière *et al.* (2017). En effet, la quantité d'eau utilisée chez des truies gestantes alimentées au DAC et abreuvées avec des bols serait de 8,2 litres par jour, soit 1,6 litre lors du repas et 6,6 litres à l'abreuvoir. Toutefois, les variabilités inter-individuelle (entre les moyennes des différentes truies) et intra-individuelle (d'un jour à l'autre pour une même truie) sont importantes, soit respectivement de 50 % et 38 %. Bien que certaines études aient noté la possibilité d'utiliser la variation de l'utilisation de l'eau comme signe précoce de détection des maladies, ces écarts importants rendent difficile la détermination un critère d'alerte pour la détection des maladies à partir de l'utilisation moyenne du troupeau (Marcon et Courboulay, 2017).

Au cours d'une journée, les truies se présentent à plusieurs reprises aux systèmes d'abreuvement. Le volume d'eau utilisée lors d'une visite peut alors varier de quelques millilitres à plus d'un litre. Cependant, 56 % du volume par visite est inférieur à 200 ml (Junge *et al.*, 2012). Malgré cette grande variabilité répertoriée en ce qui concerne l'utilisation quotidienne d'eau, celle-ci est relativement stable au cours de la gestation; une légère augmentation en fin de gestation est toutefois notée (Kruse *et al.*, 2011b). Selon Van der Peet-Schwering *et al.* (1997), la quantité totale d'eau utilisée pendant la gestation n'aurait pas d'influence sur la taille de portée à la naissance, le poids à la naissance des porcelets ni le gain de poids de la truie pendant la gestation. Toutefois, la parité a un impact significatif ($P < 0,05$) sur la quantité d'eau utilisée. En effet, celle-ci serait plus faible chez les cochettes comparativement aux truies multipares. Ces dernières utiliseraient davantage d'eau pour apaiser la sensation de faim (Kruse *et al.*, 2011b). Les cochettes passent également moins de temps total à boire au cours de la journée comparativement aux truies de 2^e parité ou multipares (Kruse *et al.*, 2011a).

2.2.3 Profils d'abreuvement

La grande variabilité de la quantité d'eau utilisée quotidiennement par les truies indique qu'il y aurait plusieurs profils d'abreuvement différents au sein d'un même groupe. Rousselière *et al.* (2017) ont d'ailleurs défini cinq profils d'abreuvement, allant de la truie la plus gaspilleuse à la plus économe. Le 1^{er} profil comprend les truies gaspilleuses, soit celles utilisant en moyenne 69,2 ml/kg de poids vif (PV) ou environ 16,6 litres d'eau par jour. Les fortes consommatrices (2^e profil) utilisent en moyenne 48,7 ml/kg PV, soit 7,7 litres par jour. Les 3^e et 4^e profils (moyennes consommatrices) comprennent plus de 70 % des truies, avec une utilisation moyenne de 25,8 ml/kg PV, ce qui représente 6,3 litres d'eau par jour. Le 5^e profil correspond aux truies

économiques, avec une utilisation d'eau moyenne de 8,1 ml/kg PV, ce qui correspond à 2,4 litres; dans cette étude, une seule truie a été répertoriée dans ce profil d'abreuvement (Rousselière *et al.*, 2017). Il existe donc, selon cette étude, plusieurs profils d'abreuvement, élément pouvant expliquer la variabilité d'eau utilisée quotidiennement par les truies gestantes.

2.2.4 Comportement de gaspillage

D'après Froese et Small (2001), la quantité d'eau gaspillée en moyenne chez les truies gestantes pourrait représenter 15,0 litres par jour avec une valeur minimale et maximale de 12,2 et 20,7 litres par jour, respectivement. D'après Massabie *et al.* (2014), les truies gestantes utilisent environ 19 litres par jour avec des automates lorsque l'eau est rationnée. L'utilisation de l'eau avoisinerait les 24 litres par jour lorsque l'eau est distribuée à volonté. Cet excédent peut se révéler être du gaspillage (eau non ingérée par l'animal) ou une surconsommation liée au rationnement alimentaire des truies; l'eau sert alors à apaiser la sensation de faim. Toutefois, pour des truies alimentées avec le système de DAC, l'eau utilisée quotidiennement se situe entre 10 et 15 litres, et ce, même si l'eau est accessible en permanence.

Lorsque son environnement n'est pas enrichi, un porc peut utiliser de l'eau de façon excessive. En effet, les éléments du parc, notamment les abreuvoirs, sont très attrayants pour les animaux (Magowan *et al.*, 2007, cité par Ramonet *et al.*, 2017). Il a été observé que les porcs jouaient avec les abreuvoirs (Gotkovsky, 1982 cité par Ramonet *et al.*, 2017), c'est-à-dire qu'ils les manipulaient avec leur groin et leur gueule, ce qui peut entraîner du gaspillage d'eau. Chez les truies, les abreuvoirs peuvent être le support de stéréotypies telles que le mordillage et/ou la succion des bols (Terlouw *et al.*, 1991, cité par Ramonet *et al.*, 2017). Ce comportement fait en sorte que l'eau écoulee n'est pas nécessairement ingérée par l'animal (Vermeer *et al.*, 2009, cité par Ramonet *et al.*, 2017). En plus de gaspiller de l'eau, ce comportement peut rendre les planchers glissants, ce qui peut favoriser l'apparition de troubles locomoteurs, en particulier chez la truie (Ramonet *et al.*, 2017). Par ailleurs, pendant certaines semaines de leur étude, Junge *et al.* (2012) ont noté davantage de comportements de mordillage/succion de bols que de comportements normaux d'abreuvement.

2.3 Systèmes d'abreuvement

Le système d'abreuvement peut engendrer un sous-approvisionnement en eau, mais également un sur-approvisionnement. Une mauvaise conception du système, un débit insuffisant ou excessif, une hauteur inadaptée à la taille des animaux, un emplacement inadéquat ou un nombre insuffisant d'abreuvoirs ou de bols sont tous des facteurs pouvant influencer la quantité d'eau utilisée par les porcs. La plupart des systèmes d'abreuvement utilisés en production porcine sont des suces ou des bols. Le comportement naturel des porcs est de boire en lapant; le bol permet donc d'exprimer davantage ce comportement, comparativement à la suce (Ramonet *et al.*, 2017).

Afin de limiter le gaspillage, il est nécessaire de s'assurer que le type, la forme et le débit des abreuvoirs soient adaptés aux animaux à abreuver. Par exemple, les suces génèrent un gaspillage plus important comparativement à d'autres systèmes d'abreuvement tels que les bols (Massabie *et al.*, 2014, Ramonet *et al.*, 2017). Chez les truies, la quantité d'eau gaspillée avec les suces peut varier entre 23 et 80 % de l'eau utilisée selon le débit (Phillips *et al.*, 1990, Brooks, 1994, cité par Ramonet *et al.*, 2017) alors qu'Anderson *et al.* (2014, cité par Ramonet *et al.*, 2017) estime cette perte à 35 %. De son côté, Larsson (1997, cité par Ramonet *et al.*, 2017) estime le gaspillage relié à la conception de la suce et à un mauvais ajustement de débit entre 24 et 32 %. D'après ces auteurs, cette perte d'eau serait attribuable à la difficulté qu'ont les animaux à faire

fonctionner les suces, mais aussi aux différentes manières qu'ont les porcs de boire à ce système d'abreuvement.

En revanche, l'utilisation de bols réduirait la quantité d'eau gaspillée de 30 % par rapport aux suces (Pederson, 1999, cité par Froese et Small, 2001). Cependant, ceux-ci doivent être bien positionnés dans le parc afin d'éviter qu'ils soient souillés (Patience, 2012, cité par Ramonet *et al.*, 2017). Certains équipementiers proposent maintenant des bols dont la forme limite encore plus le gaspillage (Massabie *et al.*, 2014).

L'utilisation de débits optimaux, peu importe le système d'abreuvement, permet une consommation d'eau adéquate, et ce, en limitant les pertes reliées au gaspillage. Les débits varient considérablement entre les systèmes d'abreuvement et il est important de suivre les recommandations du fabricant en ce sens. La pression de l'eau peut également affecter le débit (Schulte *et al.*, 1990 cité par Ramonet *et al.*, 2017). Des débits supérieurs aux valeurs recommandées entraînent une perte d'eau considérable, mais également une ingestion d'eau plus élevée par rapport à des débits inférieurs (Ramonet *et al.*, 2017).

3 Objectifs

3.1 Objectif général

L'objectif général de cette étude était d'évaluer le gaspillage d'eau de différents systèmes d'abreuvement pour les truies logées en groupe ainsi que leur comportement d'abreuvement, et ce, dans le but d'optimiser la gestion de l'eau et l'aménagement des parcs.

3.2 Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques du projet étaient de :

- Concevoir et fabriquer un système de mesure du gaspillage d'eau;
- Mesurer le gaspillage d'eau par les truies pour cinq systèmes d'abreuvement selon les conditions ambiantes;
- Analyser le comportement d'abreuvement des truies logées en groupe (à l'aide de lecteur RFID) :
 - o Identifier les systèmes d'abreuvement les plus utilisés par les truies et étudier la relation entre l'achalandage à un point d'eau et l'aménagement du parc;
 - o Identifier le moment d'abreuvement par rapport au moment d'alimentation;
 - o Déterminer le nombre de visites pour chacun des systèmes d'abreuvement, la quantité d'eau utilisée (ingérée + gaspillée) et la durée de l'abreuvement en fonction des conditions d'ambiance;
- Effectuer une analyse économique de la réduction du gaspillage.

4 Matériel et méthodes

4.1 Bâtiment et installations d'élevage

Le projet a été réalisé à la ferme Saniben inc. (Figure 1), soit une maternité de 1 200 truies située à Saint-François-de-la-Rivière-du-Sud. Cette ferme est conduite en bande aux quatre semaines et les cochettes et les truies gestantes sont logées en groupe.



Figure 1 Vues extérieures de la ferme Saniben

La section où les essais ont été réalisés était ventilée de façon hybride, c'est-à-dire que pendant la saison estivale, le bâtiment était ventilé avec un système de ventilation naturelle. L'ouverture des entrées d'air de chaque côté du bâtiment était régulée par des rideaux de type ballon. En hiver, les rideaux restent complètement fermés et l'entrée d'air se fait via certaines cheminées ayant un ventilateur diffuseur et la sortie d'air se fait via d'autres cheminées qui ont des ventilateurs d'extraction. Les six parcs utilisés dans le cadre du projet sont de mêmes dimensions et aménagés de manière identique. Ils peuvent loger un maximum de 60 truies, disposent de 3 ou 4 systèmes de DAC autobloquants pour alimenter les truies et de 4 ou 5 points d'eau pour les abreuver (Figure 2). L'eau est exclusivement distribuée au niveau des systèmes d'abreuvement, de la moulée sèche étant distribuée dans les DAC autobloquants.

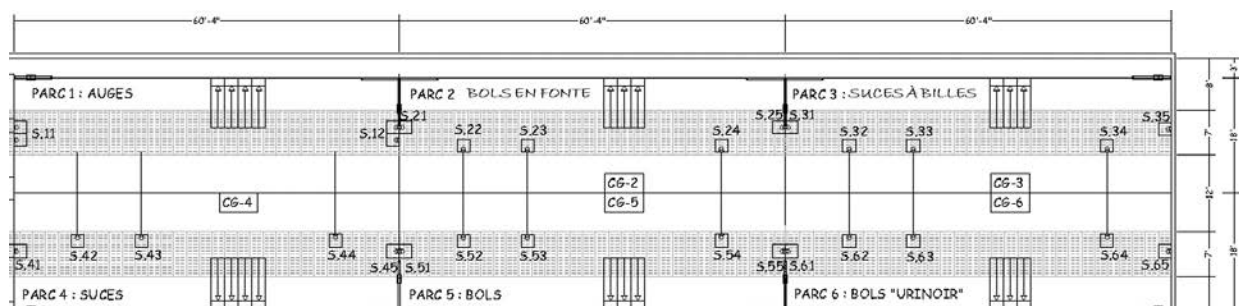


Figure 2 Schéma détaillant l'aménagement des parcs où s'est déroulé le projet

Dans chacun des parcs, les équipements d'abreuvement ont été remplacés par l'un des systèmes d'abreuvement testés. Un seul type de système d'abreuvement était installé dans chacun des parcs. Le Tableau 1 décrit le dispositif expérimental de chacun des parcs et la Figure 3 montre des exemples d'aménagement des parcs.

Tableau 1 Dispositif expérimental de chacun des parcs

Numéro du parc	Nombre de DAC autobloquants	Type de système d'abreuvement	Nombre d'espaces d'abreuvement	Nombre de places pour les truies
1	4	Auge à eau	4	60
2	3	Bol en fonte	5	60
3	3	Suce à bille	5	60
4	4	Suce conventionnelle	5	60
5	3	Bol conventionnel	5	60
6	3	Bol urinoir	5	60

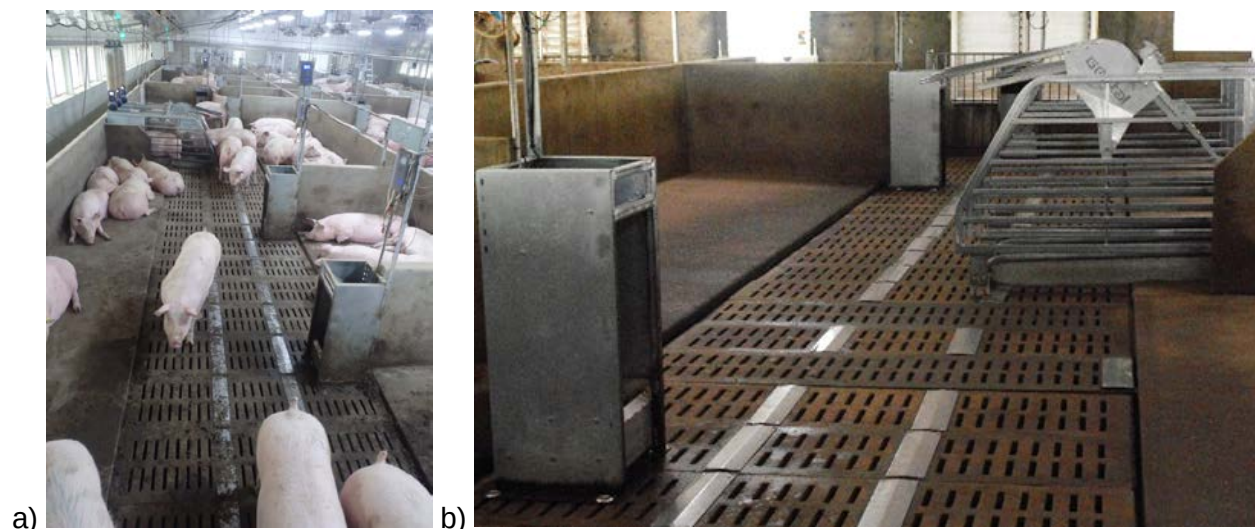


Figure 3 Photo de l'aménagement du parc 2 (a) et du parc 6 (b)

4.2 Description des systèmes de mesure d'abreuvement et de gaspillage

Les systèmes de mesure d'abreuvement et de gaspillage étaient composés d'un système d'abreuvement, d'une antenne RFID permettant d'identifier la truie, d'un compteur d'eau pour mesurer le volume d'eau demandé et d'un réservoir permettant de recueillir l'eau gaspillée par la truie. Une structure rigide en acier galvanisé, dont les côtés sont fermés et espacés de 50 cm, supporte les différents équipements et permet de limiter le champ de lecture du système RFID (Figure 4).

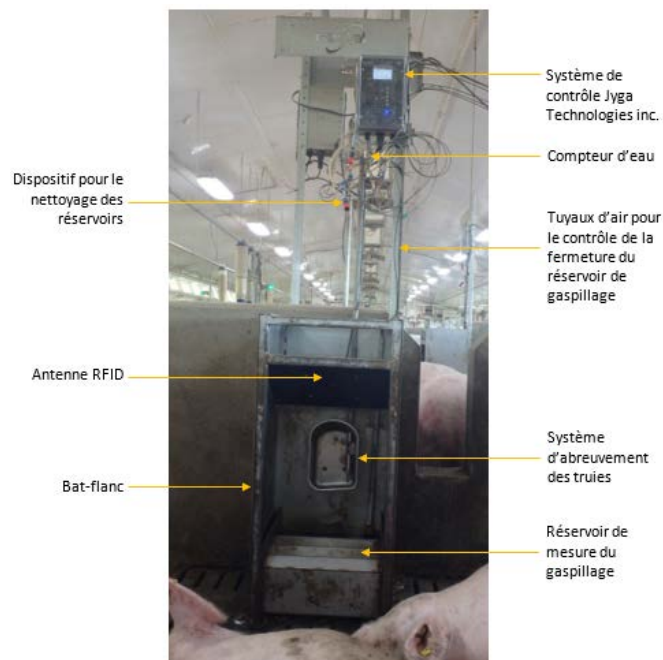


Figure 4 Illustration des composantes des systèmes de mesure d'abreuvement et de gaspillage

Tel qu'illustré à la Figure 5, une prise d'eau était ajoutée à la ligne d'eau principale en amont du compteur d'eau afin d'avoir un accès à l'eau pour l'entretien des systèmes et éviter que l'eau d'entretien ne soit comptée par le compteur d'eau. Un coupleur de type attache rapide permettait le branchement d'un boyau d'arrosage pour l'entretien des systèmes d'abreuvement et des réservoirs.



Figure 5 Dispositif pour le nettoyage des systèmes d'abreuvement et des réservoirs

4.2.1 Types d'équipements d'abreuvement étudiés

Le but de ce projet était d'évaluer le gaspillage d'eau de différents systèmes d'abreuvement ainsi que d'évaluer le comportement d'abreuvement des truies gestantes en groupe. Un système d'abreuvement différent a été installé dans chacun des parcs, soit les équipements suivants :

- Auge à eau surélevée (Figure 6, a);
- Bol en fonte (Figure 6, b);
- Suce à bille (Figure 6, c);
- Suce conventionnelle (Figure 6, d);
- Bol à eau conventionnel (Figure 6, e);
- Bol urinoir (Figure 6, f).



Figure 6 Auge à eau (a), bol en fonte (b), suce à bille (c), suce conventionnelle (d), bol conventionnel (e) et bol urinoir (f)

Pour les auges à eau du parc 1, seuls des compteurs d'eau ont été installés, car il n'était initialement pas prévu d'étudier ce système. Comme aucune antenne RFID n'a été installée, il n'est pas possible d'étudier le comportement d'abreuvement individuel des truies pour ce système.

4.2.2 Hauteur des systèmes d'abreuvement

Les hauteurs recommandées pour les suces varient entre 70 (Massabie, 2001) et 90 cm (Suevia, 2016). La hauteur recommandée pour le bol en fonte était de 30 cm (Suevia, 2016). Pour les équipements de type bol, Massabie (2001) proposait également 30 cm. Pour les bols de type urinoir, la recommandation est plutôt de 35 cm (Schippers, s.d.). Le Tableau 2 résume les hauteurs utilisées pour chacun des systèmes d'abreuvement au cours de ce projet.

Tableau 2 Hauteur des différents systèmes d'abreuvement

Système d'abreuvement	Hauteur (cm)
Auges à eau	28,5*
Bol en fonte	30
Suce à bille	80
Suce conventionnelle	80
Bol conventionnel	30
Bol urinoir	35

* La hauteur identifiée pour les auges est la hauteur de la surface de l'eau.

4.2.3 Ajustement des débits d'eau

Les débits ont été ajustés aux valeurs maximales recommandées. Ainsi, Massabie (2001) propose des débits de 1,5 L/min pour les suces et de 3 L/min pour les bols. Pour les bols en fonte, la recommandation est de 1,2 à 1,8 L/min (Suevia, 2016). Le Tableau 3 présente les plages de débit pour chacun des systèmes d'abreuvement.

Tableau 3 Ajustement du débit des différents systèmes d'abreuvement

Système d'abreuvement	Ajustement du débit (L/min)
Bol en fonte	1,91 – 2,29
Suce à bille	1,03 – 1,87
Suce conventionnelle	1,02 – 1,71
Bol conventionnel	2,47 – 4,09
Bol urinoir	1,88 – 3,41

Pour les auges à eau, le débit n'est pas caractérisé, car le niveau d'eau était maintenu constant dans l'auge avec une membrane à vide de marque Rotecna (Figure 7).



Figure 7 Membrane à vide utilisée pour maintenir le niveau d'eau constant dans les auges surélevées

4.3 Équipements de mesure

4.3.1 Identification des truies par lecture de transpondeurs RFID

Lors de leur présence aux systèmes de mesure d'abreuvement et de gaspillage, les truies étaient identifiées par l'antenne RFID qui effectuait la lecture de la puce électronique bouclée à l'oreille de la truie. La hauteur de l'antenne était ajustée selon le type d'équipement d'abreuvement (Figure 8).



Figure 8 Antennes pour des systèmes de mesure d'abreuvement et de gaspillage équipés de sucres (a) et de bols (b)

4.3.2 Volume d'eau utilisée

Pour tous les équipements d'abreuvement testés, un compteur d'eau compatible avec le système de Jyga Technologies permettait de mesurer le volume d'eau utilisée par les truies lors de leur présence dans le système de mesure d'abreuvement et de gaspillage (Figure 9). Le logiciel liait automatiquement le volume d'eau utilisée par la truie à une visite à l'abreuvoir avec son numéro d'identification de la puce électronique. Les volumes d'eau utilisée étaient donc compilés par le système de Jyga Technologies.

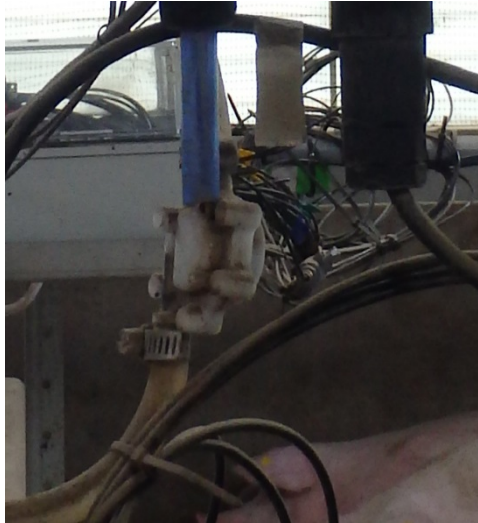


Figure 9 Compteur d'eau du système de mesure d'abreuvement et de gaspillage

Dans le parc 1 (auge à eau surélevée), le niveau d'eau était contrôlé avec une valve Rotecna et le volume d'eau utilisée était mesuré avec un compteur d'eau RCDL 25 (Badger Meter, Inc.) muni d'un pulseur PFT-2E (Badger Meter Inc.), tel que montré à la Figure 10.



Figure 10 Photo d'un compteur d'eau installé pour mesurer le volume utilisé à une auge

4.3.3 Volume d'eau gaspillée

Le réservoir

Un réservoir était installé sous les équipements d'abreuvement afin d'en recueillir l'eau qui n'était pas ingérée par les truies. Un trou à la base du réservoir était obstrué par un bouchon pouvant être relevé par l'actionnement d'un cylindre pneumatique double action. Le réservoir pouvait ainsi être périodiquement vidangé (Figure 11).



Figure 11 Bouchon et cylindre pneumatique à la base du réservoir

Le niveau d'eau dans le réservoir était mesuré avec un système de capteur à bulles. Une bague, soudée vis-à-vis du trou au fond du réservoir, permettait de s'assurer que le tube d'air soit constamment submergé, même après la vidange du réservoir (Figure 12).



Figure 12 Tube d'air du système de capteur à bulles fixé sous le niveau d'eau minimal au fond du réservoir

Le boîtier de contrôle

Un boîtier de contrôle permettait de gérer les circuits pneumatiques et l'acquisition de données de cinq systèmes de mesure de gaspillage d'eau (Figure 13). À partir du boîtier de contrôle, trois tuyaux d'air allaient à chacun des réservoirs. Deux tuyaux étaient utilisés pour l'actionnement du cylindre pneumatique alors que le troisième servait pour le circuit d'air du capteur à bulles pour la mesure du niveau d'eau dans le réservoir.



Figure 13 Boîtier de contrôle des systèmes de capteur à bulles

Le boîtier est assemblé sur deux niveaux. Le premier sert principalement pour le circuit électrique pour l'acquisition de données et le contrôle (Figure 14, a). Le niveau supérieur est composé des circuits pneumatiques des cylindres et des systèmes de capteurs à bulles (Figure 14, b).

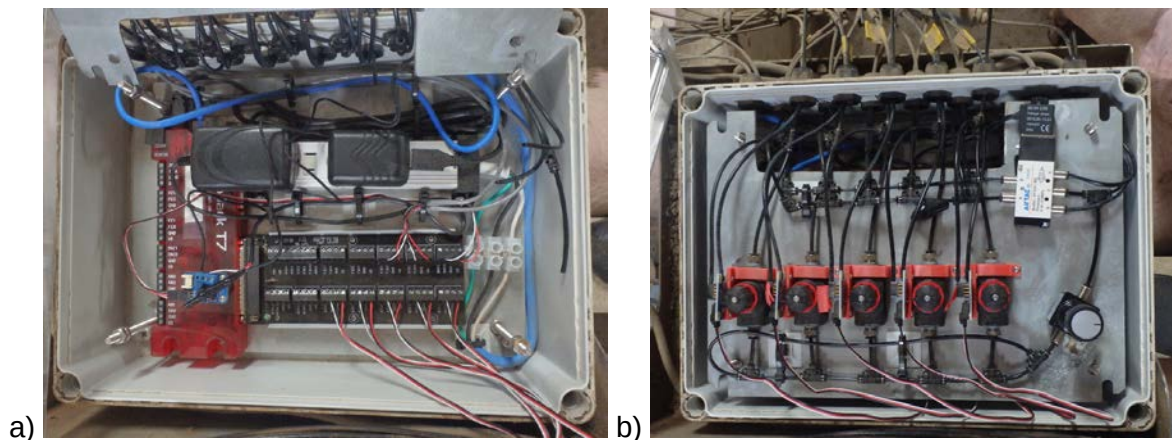


Figure 14 Boîtier de contrôle assemblé sur deux niveaux, le convertisseur analogue-digital (a) et le circuit pneumatique (b)

L'alimentation en air comprimé

Comme le compresseur était dans la salle d'élevage, un caisson fut construit pour atténuer le bruit (Figure 15). De cette façon, les répercussions négatives des sons engendrés par les équipements ont été limitées.

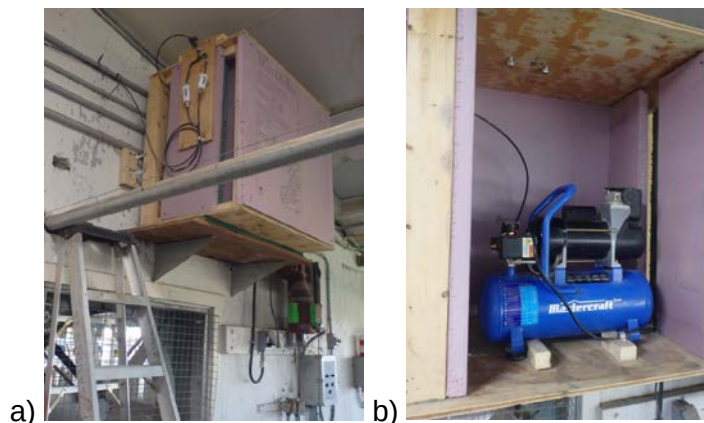


Figure 15 Caisson pour réduire le bruit (a) et compresseur (b)

Les vidanges des réservoirs étaient démarrées en séquence pour prévenir les chutes de pression sur la ligne d'air principale (Figure 16). Ainsi, une sonde de pression modèle P51 (MediaSensor, SSI Technologies inc.) fut ajoutée à la ligne principale, permettant d'identifier les périodes où il y avait une insuffisance du compresseur et de faciliter la détection des défaillances du système.



Figure 16 Sonde mesurant la pression d'air sur la ligne principale

4.3.4 Conditions d'ambiance

Des sondes de température et d'humidité de type HOBO (modèle UX100-003, HOBO data loggers, Figure 17) ont été installées afin d'obtenir les données d'ambiance dans les salles d'élevage. Neuf sondes étaient installées à la ferme, soit quatre dans la gestation principale où se trouvaient les systèmes d'abreuvement, deux dans une gestation secondaire ainsi que trois dans les salles de mise bas. L'acquisition des données se faisait aux 15 minutes. Les mesures de températures journalières (moyenne, minimum et maximum) de la station Saint-Michel (station 7057567, 46°52'N, 70°53'O), située à proximité de la ferme, ont également été utilisées.



Figure 17 HOBO UX100-003 (source : <https://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/ux100-003>)

4.3.5 Données d'alimentation des truies

Les données d'alimentation étaient fournies par le système de DAC autobloquants de Jyga Technologies (Figure 18). Il était ainsi possible de connaître le nombre de visites des truies aux stations d'alimentation, la quantité d'aliments reçue ainsi que le moment de chacune des visites.



Figure 18 DAC autobloquant de Jyga Technologies

4.3.6 Informations sur les truies

Les performances zootechniques des truies, ainsi que la parité, étaient saisies par l'éleveur dans le logiciel de régie d'élevage *PigKnows*^{MC}. Les informations de parité sont utilisées pour expliquer le volume d'eau ingérée et utilisée par les truies.

4.4 Vérification de la qualité des données

4.4.1 Tests de mesure de volume d'eau

Les tests de compteurs d'eau se composaient de trois échantillonnages distincts d'environ un litre. La procédure de simulation d'utilisation d'eau consistait tout d'abord à s'assurer qu'aucune eau n'était accumulée dans la réserve de l'équipement d'abreuvement. Ensuite, un transpondeur spécifiquement identifié pour les tests de mesures était déposé sur l'antenne RFID, débutant ainsi une visite (Figure 19).

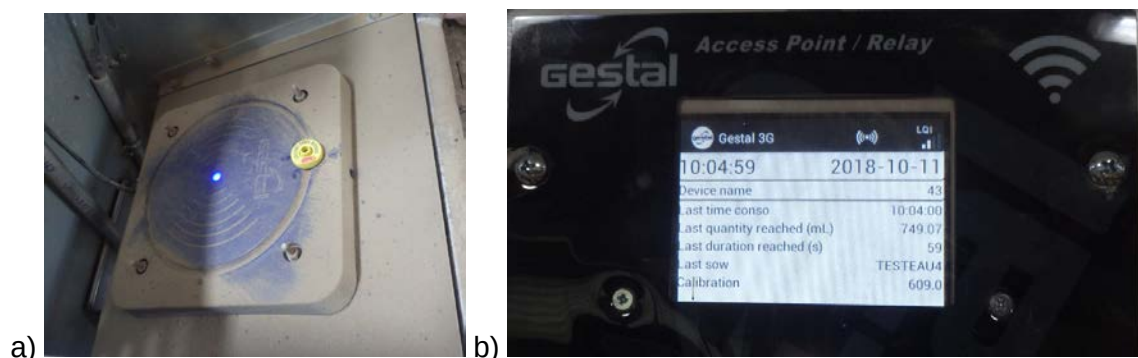


Figure 19 Identification du test de mesure avec le système RFID

Il s'agissait ensuite de récupérer la totalité de l'eau s'écoulant de la suce et de la peser, tel qu'illustré à la Figure 20.

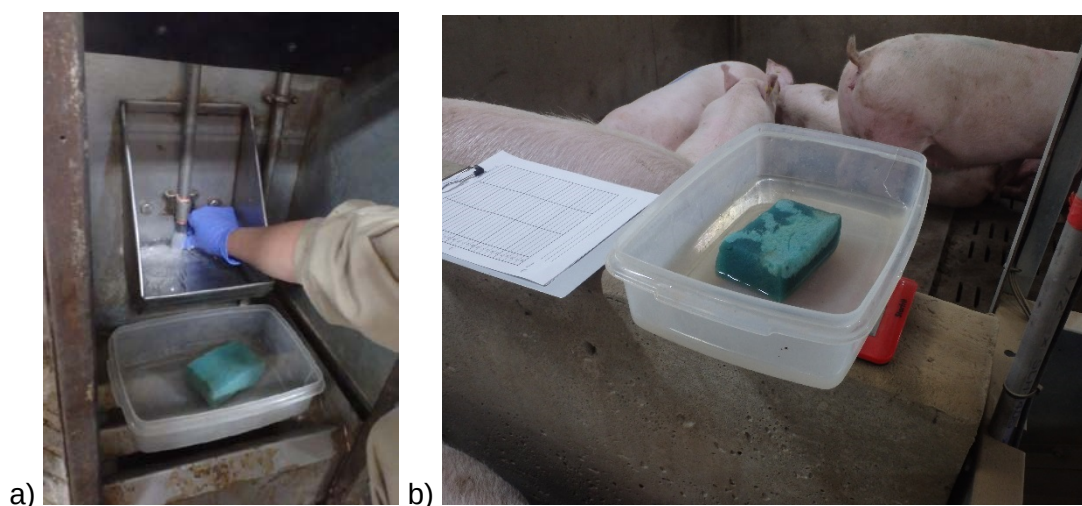


Figure 20 Récupération de la totalité de l'eau qui s'écoule par la tétine

Le Tableau 4 présente le nombre de systèmes présentant une erreur de mesure de volume d'eau moyenne inférieure ou supérieure à 5 %.

Tableau 4 Résultats des tests de mesure des compteurs d'eau

Date des tests de mesures	31 mai 2018		11 octobre 2018	
Taux d'erreur	≤ 5 %	> 5 %	≤ 5 %	> 5 %
Nombre de systèmes	18	2	18	6

4.4.2 Tests de mesure de gaspillage

Pour effectuer les tests de mesures du système de gaspillage, tous les systèmes d'un même parc étaient temporairement bloqués (Figure 21, a), de sorte qu'aucune truie ne pouvait accéder à l'abreuvoir. Ceci permettait de mesurer la totalité de l'eau ajoutée au réservoir et ainsi comparer

les mesures effectuées avec un cylindre gradué (Figure 21, b) et les mesures de niveau faites avec le système de capteur à bulles. Les tests de mesure de gaspillage étaient d'une durée d'environ une heure pour vérifier que l'eau était bien retenue dans le réservoir et ainsi confirmer que le bouchon à la base du cylindre pneumatique était bien étanche.

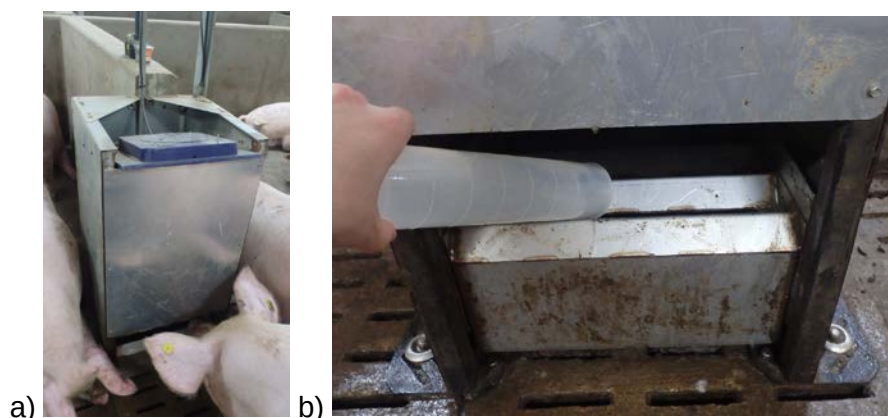


Figure 21 Photos de la plaque d'aluminium boulonnée aux façades des structures (a) et ajout d'un volume d'eau connu à l'aide d'un cylindre gradué (b)

Le Tableau 5 présente le nombre de systèmes présentant une erreur de mesure de gaspillage moyenne inférieure ou supérieure à 5 %.

Tableau 5 Résultats des tests de mesure du gaspillage

Date des tests de mesures	17 mai 2018		2 août 2018	
Taux d'erreur	$\leq 5 \%$	$> 5 \%$	$\leq 5 \%$	$> 5 \%$
Nombre de systèmes	19	5	22	3

4.4.3 Tests de vidange

Une fois par semaine, un test de vidange était effectué sur chacun des systèmes de gaspillage. Ce test permettait de valider l'étanchéité du bouchon, de détecter la défektivité du cylindre pneumatique et de réviser les ajustements des systèmes de capteurs à bulles.

Le test consistait à refermer tous les bouchons des réservoirs, permettant aux utilisateurs de remplir les réservoirs. Par la suite, le script était activé, procédant à une prise de mesures précédant et suivant la vidange des réservoirs. La vidange était d'une durée de deux minutes. Les résultats étaient ensuite affichés sous forme de graphique, facilitant l'identification des problèmes. Un exemple de résultat graphique de test de vidange est présenté à la Figure 22 ci-dessous.

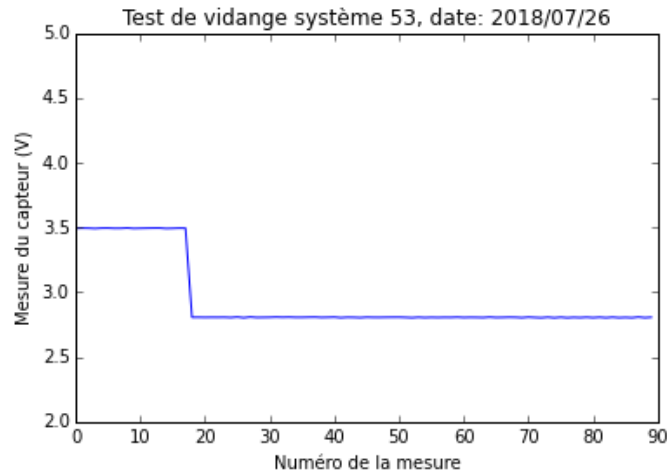


Figure 22 Image illustrant le graphique du test de vidange du système 53 en date du 26 juillet 2018

4.4.4 Validation des valeurs journalières

Pour chaque abreuvoir, les données cumulatives journalières de gaspillage étaient examinées visuellement et conjointement avec les données d'utilisation d'eau (Figure 23). Cette étape était nécessaire afin de voir certains problèmes, par exemple, des oscillations causées par de l'air dans la ligne d'eau et des valeurs importantes de gaspillage sans qu'il y ait utilisation de l'eau, possiblement causées par des déjections. Un total de 458 jours-abreuvoirs ont été retenus du 22 juin au 2 octobre 2018.

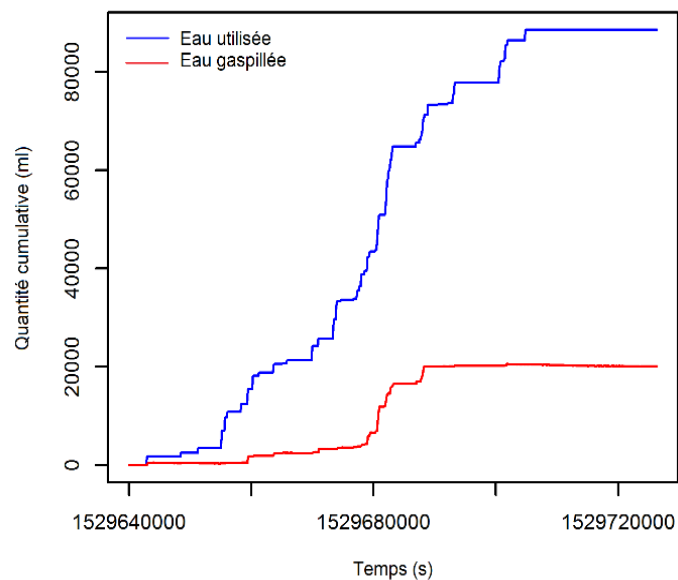


Figure 23 Exemples de données cumulatives journalières d'utilisation et de gaspillage d'eau

5 Observations sur l'abreuvement des truies selon les systèmes

En complément aux analyses sur les données récoltées (Section 6, Résultats), quelques observations qualitatives ont été faites à la ferme lors de l'essai pour chacun des systèmes d'abreuvement étudiés. Des observations faites par d'autres producteurs québécois sont également rapportées.

5.1 Observations de l'abreuvement des truies avec les suces conventionnelles

La hauteur d'installation des suces est importante afin de s'assurer que toutes les truies puissent s'abreuver adéquatement ainsi que pour limiter le gaspillage de l'eau. Si le système est positionné trop bas, le cou de l'animal ne sera pas suffisamment étiré, augmentant le gaspillage de l'eau. À l'inverse, si la suce est installée trop haute, les plus petites truies ou les cochettes auront de la difficulté à s'abreuver. Ainsi, la hauteur de la suce est un facteur important à analyser afin de limiter le gaspillage de l'eau, au même titre que l'ajustement du débit (Ramonet *et al.*, 2017).

La localisation des suces dans le parc doit aussi être considérée. Lorsqu'elles sont installées au bout des divisions d'enclos servant de couchette pour les truies gestantes en groupe (Figure 24), elles peuvent parfois occasionner des blessures lors des bagarres pour l'établissement de la hiérarchie. Des cas de blessures graves ont été rapportés par des producteurs québécois. Aussi, le positionnement à cet endroit peut déranger les truies qui sont couchées à l'intérieur des couchettes, notamment lorsque de l'eau tombe sur le plancher.



Figure 24 Suce à bille installée à l'extrémité d'un muret

Dans l'interprétation des résultats du projet, il est important d'observer que le dispositif expérimental testé (suce située au milieu de deux panneaux d'environ 50 cm) obligeait les truies à se positionner dans le même axe que la suce, avec le cou légèrement étiré vers le haut, pour être en mesure de boire. Cette posture est idéale pour diminuer le gaspillage d'eau (Figure 25, Figure 26, a).

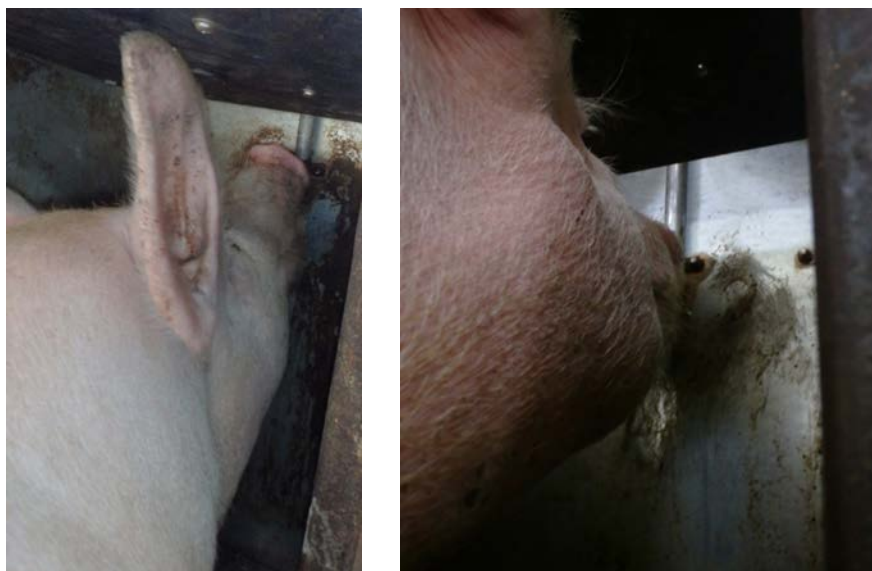


Figure 25 Position d'abreuvement des truies aux sucses conventionnelles

Dans les élevages où les sucses sont positionnées sur un muret et accessibles de tous les côtés, il est plutôt rare de voir des truies parfaitement alignées avec la suce (Figure 26, b). Elles ont plutôt tendance à se positionner de manière oblique ou même perpendiculaire à la suce, ce qui fait en sorte qu'elles gaspillent une plus grande quantité d'eau lors de leur abreuvement. Ces observations ont également été notées par Ramonet *et al.* (2017), et aussi observées à la ferme Saniben dans les parcs qui n'étaient pas en traitement et qui possédaient des sucses pour abreuver les truies. Il faut donc considérer que le gaspillage estimé avec les sucses conventionnelles dans le cadre du projet peut être sous-estimé.

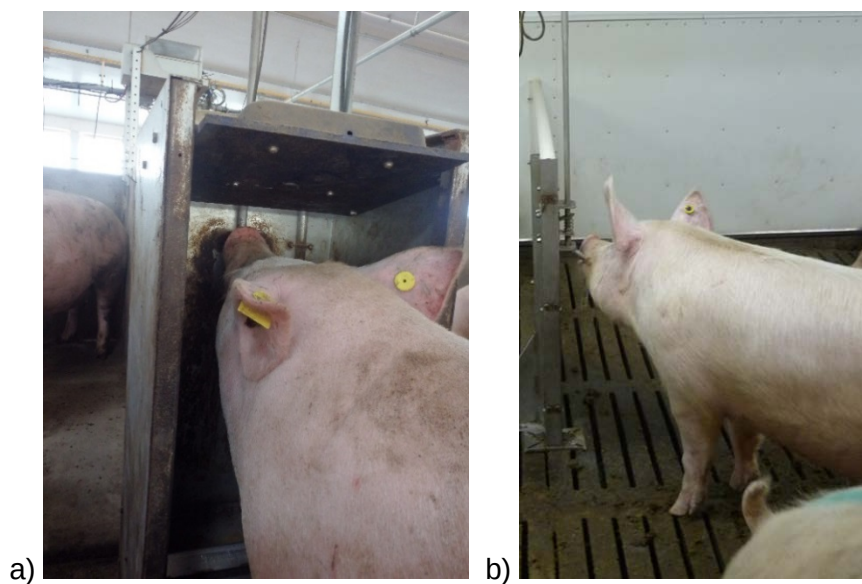


Figure 26 Positionnement « idéal » de la truie lors de l'abreuvement dans le système de mesure d'abreuvement et de gaspillage grâce aux panneaux des deux côtés (a) et positionnement de la truie en diagonale par rapport à la suce et hauteur trop faible favorisant le gaspillage de l'eau (b)

Lorsque du gaspillage fut observé, l'eau ressortait par le coin de la gueule de la truie et était recueillie par le réservoir sous-jacent (Figure 27).



Figure 27 Observation de gaspillage d'eau lors d'abreuvement à une suce

De plus, le bat-flanc (panneaux de chaque côté de la suce) empêche les truies d'accrocher la suce accidentellement lors de leurs déplacements à l'intérieur du parc et de faire couler de l'eau au sol. Aussi, le bat-flanc de chaque côté de la suce diminue grandement les risques de blessures des truies lors des bagarres, offrant une certaine flexibilité sur l'aménagement du parc.

Un avantage des sucres est que l'eau de consommation est toujours propre (non stagnante), sans nécessiter d'entretien de la part de l'éleveur. Avec les équipements de type bol, des résidus de moulée peuvent se retrouver dans les systèmes et des truies défèquent parfois directement dans les équipements. Ainsi, l'eau se trouve souillée et il est nécessaire de retirer manuellement les débris.

5.2 Observations de l'abreuvement des truies avec les sucres à bille

Tout d'abord, toutes les informations mentionnées au sujet des sucres de type « conventionnelles » s'appliquent également aux sucres à bille. Il existe sur le marché de nombreux modèles de suce à bille ayant des grosseurs, des mécanismes, des débits, des qualités et des prix différents. Des producteurs québécois ont rapporté des problèmes avec ces équipements. Dans certains cas, ils ont remarqué que le mécanisme de la bille se coince et que l'eau s'écoule alors en continu.

Des sucres à bille étaient installées avec différentes configurations (hauteurs et angles) dans les autres parcs de la ferme, non utilisés dans le cadre de ce projet. Ainsi, certaines observations ont pu être effectuées. Les sucres avec un angle de 90° installées trop basses faisaient en sorte que les truies gaspillaient beaucoup d'eau. Des sucres avec un angle de 45°, installées à la même hauteur, engendraient encore plus de gaspillage.

Dans le cadre du projet, les suces furent installées à une hauteur de 80 cm, à un angle de 90 °, comme les suces conventionnelles (Figure 28). Toutefois, alors qu'aucun problème n'a été soulevé avec les suces conventionnelles, il a été observé que certaines cochettes avaient de la difficulté à utiliser les suces à bille. Celles-ci ne comprenaient pas qu'il était nécessaire d'empoigner la bille au complet avec leur gueule pour que l'eau s'écoule. Certaines cochettes saisissaient seulement le bout de la suce (sans la bille), donc l'eau ne s'écoulait pas. Cette situation a mené à de la frustration, car ces cochettes ne pouvaient pas combler leurs besoins d'abreuvement. Une suce à bille installée avec un léger angle (environ 22,5°) à 80 cm du sol faciliterait probablement leur utilisation par les plus petites cochettes. Cependant, d'autres études seraient nécessaires pour tester et valider les configurations idéales.



Figure 28 Observation de l'abreuvement à une suce à bille chez une truie

5.3 Observations de l'abreuvement des truies avec les bols en fonte

Les truies semblaient avoir de la facilité à s'abreuver avec les bols en fonte. Un point positif de cet équipement est qu'il est facile d'ajuster le débit d'eau. En effet, une vis d'ajustement permet d'ajuster le débit d'eau, sans avoir besoin de démonter l'équipement.

Cependant, la réserve d'eau sous la tétine est de petite dimension. Lorsqu'une truie s'abreuve, son groin occupe pratiquement tout l'espace disponible, ainsi, l'eau déborde rapidement du bol (Figure 29).



Figure 29 Débordement d'eau lorsque les truies s'abreuvent aux bols en fonte

Du mordillage de bol (*biting in bowl* en anglais), a été observé chez certaines truies s'abreuvent aux bols en fonte et aux bols urinoirs (Figure 30). Si souvent les truies semblaient tenter de boire de l'eau, il est possible qu'elles mordillaient le bol non pas dans le but de boire de l'eau, mais plutôt pour jouer. De plus, l'incidence de ce comportement semblait plus importante lorsque la température est élevée. Selon Ramonet *et al.* (2017), une température plus élevée incite les porcs à vouloir se rafraîchir davantage. Lors de ces journées, il a été observé que les truies jouaient davantage avec l'eau et tentaient de se rafraîchir en éclaboussant l'eau sur elles-mêmes et sur le plancher du parc. Il est cependant difficile de conclure, à la suite des observations réalisées en ferme, s'il s'agit réellement d'une stéréotypie ou s'il s'agit d'une mauvaise posture d'abreuvement adoptée par les truies. Davantage d'études comportementales seraient nécessaires afin de déterminer quels sont les impacts sur le gaspillage et quelles seraient les solutions pouvant être mises en place pour limiter le mordillage.



Figure 30 Stéréotypie de mordillage de bols observée chez les truies s'abreuvent avec le bol urinoir et le bol en fonte

5.4 Observations de l'abreuvement des truies avec les bols urinoirs

Le bol urinoir est le système où les truies semblaient avoir le plus de difficulté à s'abreuver. Bien que ce bol soit parfois utilisé en ferme, cet équipement n'est pas ergonomique pour les truies et il fut jugé nécessaire de remplacer la tétine par un modèle plus robuste. Dans ce système, la réserve d'eau sous la tétine est quasi inexistante. Pour être en mesure de boire, les truies doivent faire couler l'eau en appuyant sur la tétine et, du même coup, tenter d'aspirer l'eau qui coule dans la minuscule réserve. De plus, la tétine de petit format par rapport au groin de la truie complique l'écoulement de l'eau. Ainsi, il a été remarqué que plusieurs truies buvaient la tête penchée latéralement, ce qui n'était pas ergonomique comme posture d'abreuvement. Elles tentaient de boire dans la petite réserve du côté gauche du bol tout en pressant sur la tétine avec le dessus de leur groin (Figure 31).



Figure 31 *Posture d'abreuvement des truies avec tête positionnée latéralement*

Lors des visites en ferme, il fut également observé que les truies de ce parc passaient beaucoup plus de temps près des abreuvoirs qu'avec les autres systèmes. Souvent, pour une même période donnée, alors que les truies s'abreuvant avec les cinq autres systèmes étaient toutes couchées, celles du parc avec les bols de type urinoir étaient continuellement actives et présentes devant les bols.

5.5 Observations de l'abreuvement des truies avec les bols conventionnels

Les truies semblaient avoir de la facilité à s'abreuver avec les bols conventionnels. Elles peuvent soit s'abreuver avec l'eau contenue dans la réserve du bol ou bien boire directement auprès de la tétine dans le bol. Les bols permettent de diminuer le gaspillage, car les seuls moyens de gaspiller sont de soit faire déborder le bol ou bien de faire éclabousser l'eau en agitant la tête. Cette deuxième façon a surtout été observée par temps chaud, alors que les truies tentaient de se rafraîchir.

La propreté de certains bols pouvait laisser à désirer (Figure 32). Un entretien régulier doit être effectué, car il est possible d'y retrouver des résidus de moulée ou des excréments. Il semble que le bol le plus utilisé est celui qui demeure le plus propre, tandis que d'autres bols du même parc semblent servir de toilettes.



Figure 32 Niveau de propreté des bols conventionnels

5.6 Observations de l'abreuvement des truies aux auges surélevées

Les auges surélevées ne devaient pas, a priori, faire partie de l'étude. Cependant, ce nouveau système est arrivé sur le marché récemment (Figure 33). Puisque sa configuration est complètement différente des autres systèmes (plus d'une truie pouvant boire en même temps dans la même auge), il n'a pas été possible de mesurer le comportement d'abreuvement individuel des truies ainsi que le gaspillage d'eau de cet équipement. Même par temps chaud, il n'y a pas de truies qui ont été vues à jouer dans l'eau, seul du mordillage du rebord de l'auge fut observé (Figure 34). Les animaux semblaient avoir de la facilité à s'abreuver, tout comme avec les bols à eau. Dans le cadre du projet, il fut observé qu'une seule auge a été utilisée pendant plusieurs semaines. Toutefois, comme pour tous les types de systèmes, il est recommandé d'avoir plus d'un emplacement d'abreuvement dans le parc pour réduire le risque qu'une truie plus dominante ne gêne l'accès à l'eau.

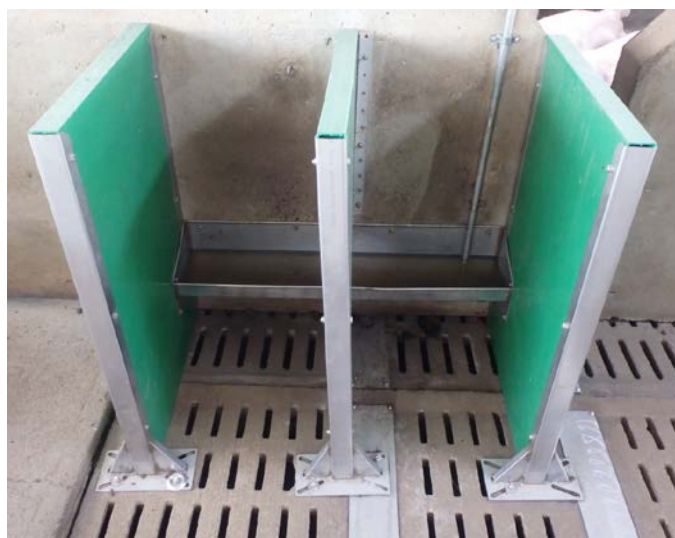


Figure 33 Auges surélevées



Figure 34 *Truie mordillant le rebord d'une auge surélevée*

Bien que les panneaux de plastique diminuent les risques que les truies fassent leurs besoins dans l'auge, il est arrivé d'observer que la propreté des auges soit douteuse (Figure 35). Une cause probable du souillage de ce système est que les truies arrivent à l'auge avec le groin sale et, lors de l'abreuvement, cette saleté est transférée dans l'auge. Un entretien régulier est donc nécessaire. Comme le bouchon à la base de l'auge est en plastique, il a été choisi au cours du projet d'effectuer l'entretien des auges en écopant l'eau avec un pot en plastique et de frotter les surfaces avec une éponge. Cela permettait d'éviter d'utiliser une clé et prévenait le bris des filets de plastique, ce qui aurait compromis l'étanchéité des auges.



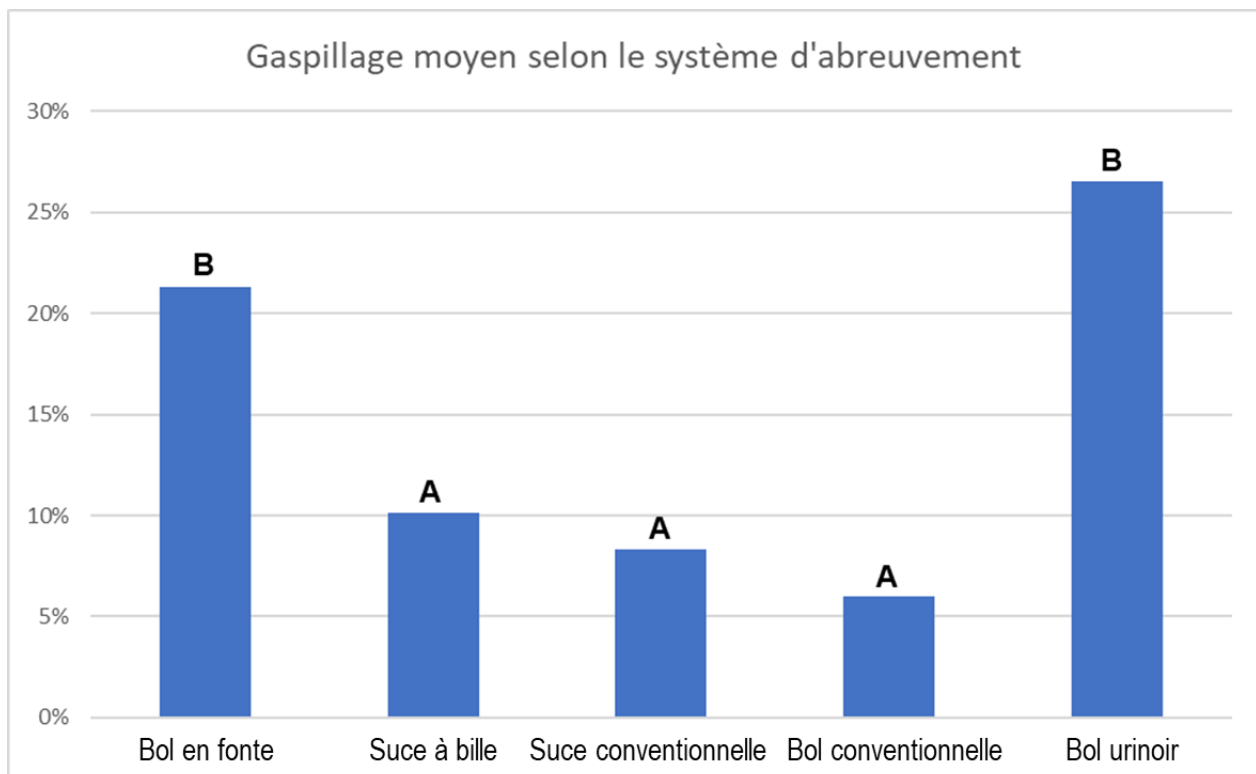
Figure 35 *Niveau de propreté d'une auge surélevée*

6 Résultats

6.1 Gaspillage d'eau

6.1.1 Gaspillage d'eau selon le système d'abreuvement

Lors de l'estimation du gaspillage, différentes conditions d'ambiance et différents stades d'avancement de gestation des truies ont été couverts. Les analyses statistiques sur l'impact du système d'abreuvement sur le gaspillage ont été faites en considérant comme variable réponse le gaspillage, exprimé en pourcentage de l'eau utilisée, à chaque abreuvoir pour chaque jour retenu. Outre l'effet du système de gaspillage (traitement), les effets de l'abreuvoir (aléatoire), du jour (aléatoire; indicateur de la température ambiante) et de l'interaction jour-système d'abreuvement ont été considérés dans l'analyse réalisée par la procédure PROC MIXED de la version 9.4 du logiciel SAS® (SAS Institute Inc., Cary, NC, États-Unis).



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

Figure 36 Gaspillage moyen (en % de l'eau utilisée) des différents équipements d'abreuvement

Le système d'abreuvement a un impact significatif sur le gaspillage d'eau. En effet, un gaspillage moyen de 8,1 % a été mesuré pour les trois équipements qui gaspillent le moins d'eau, soit les sucres à bille (10,1 %), les sucres conventionnelles (8,3 %) et les bols conventionnels (6,0 %). Les différences sont non statistiquement significatives entre ces trois équipements d'abreuvement.

Pour les deux systèmes d'abreuvement où le gaspillage était plus élevé, le gaspillage d'eau moyen a été de 21,3 % pour le bol en fonte et de 26,5 % pour le bol urinoir. Les différences sont

non significatives entre ces deux équipements, mais statistiquement significatives ($P < 0,05$) avec les systèmes d'abreuvement qui gaspillent moins d'eau (sucres à bille, sucres conventionnelles et bols conventionnels).

Dans les gestations en groupe, l'utilisation des sucres conventionnelles et des sucres à bille est largement répandue et les observations faites par les producteurs et intervenants laissaient sous-entendre que les truies gaspillaient énormément d'eau avec l'utilisation de ces équipements. Comme il fut expliqué à la section 5.1 la structure du dispositif expérimental obligeait les truies à se positionner dans le même axe que la suce pour être en mesure de boire, ce qui a pu limiter le gaspillage.

6.1.2 Effet de la température sur le gaspillage d'eau

La Figure 37, montrant l'impact de la température sur le gaspillage d'eau par les truies, permet d'observer que l'effet du jour sur le gaspillage était corrélé avec la température moyenne extérieure pour le système de bol en fonte uniquement. La ligne « 0 » indique un gaspillage moyen pour chacun des systèmes d'abreuvement et la ligne en noir indique la température moyenne quotidienne. Donc, lorsque les points se rapprochent de la ligne « 0 », comme c'est le cas pour la grande majorité des points, cela signifie que le gaspillage pour le système d'abreuvement est normal. Cependant, pour le bol en fonte, le pourcentage de gaspillage suit de très près la courbe de température moyenne extérieure. En effet, plus celle-ci est élevée, plus le gaspillage est grand et, à l'inverse, des températures moyennes plus basses comme celles enregistrées vers la fin du mois de septembre et le début du mois d'octobre ont entraîné un gaspillage plus faible.

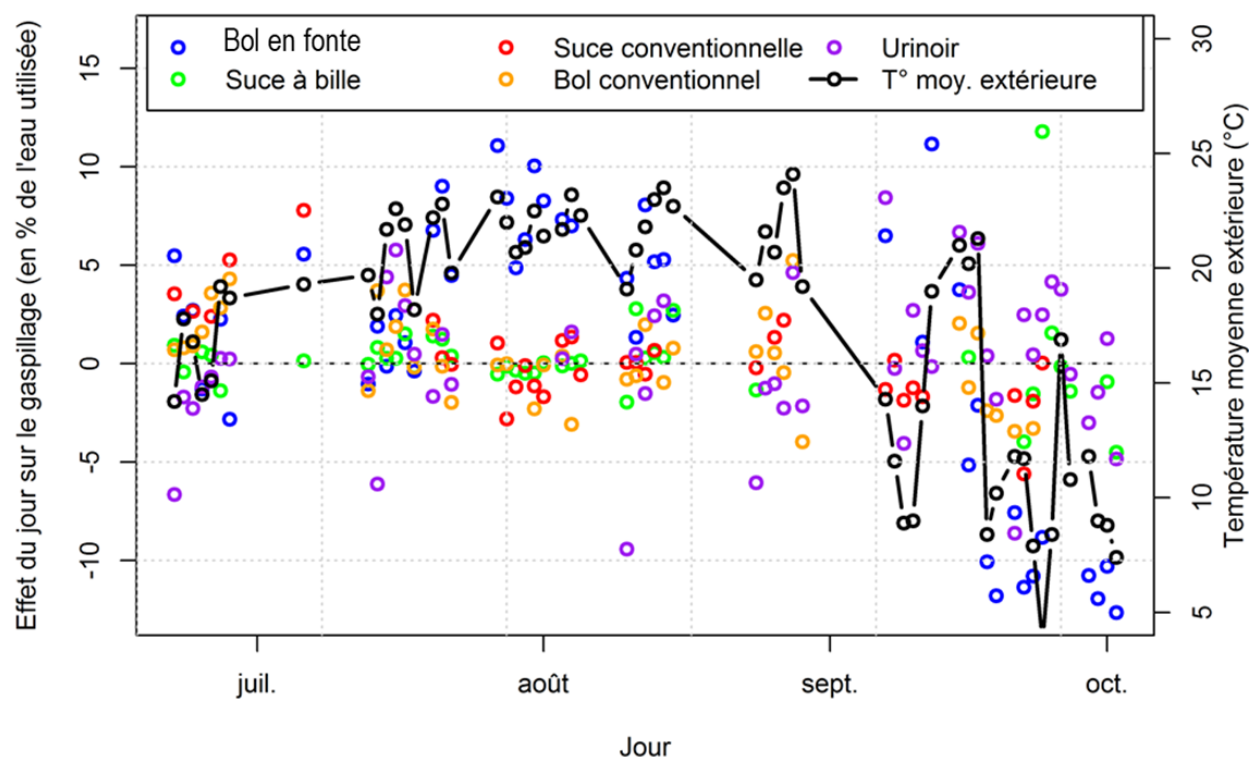


Figure 37 Effet du jour sur le gaspillage selon le système d'abreuvement et la température moyenne extérieure

Le Tableau 6 montre le gaspillage moyen de chacun des systèmes d'abreuvement selon si la température moyenne extérieure est inférieure ou supérieure à 20°C. Encore une fois, c'est seulement dans le cas du bol en fonte où la corrélation entre la température et le gaspillage est très grande (64 %). Il est possible de voir que pour les autres systèmes d'abreuvement, le gaspillage n'est pas ou peu influencé par la température.

Tableau 6 Gaspillage moyen des différents systèmes d'abreuvement selon la température moyenne extérieure

Système d'abreuvement	Gaspillage moyen	Gaspillage moyen lorsque la température moyenne est inférieure à 20°C	Gaspillage moyen lorsque la température moyenne est supérieure à 20°C	Corrélation entre le gaspillage et la température moyenne
Bol en fonte	21,3 %	17,6 %	24,8 %	64,0 %
Suce à bille	10,1 %	10,2 %	10,0 %	-27,1 %
Suce conventionnelle	8,3 %	8,3 %	8,3 %	26,6 %
Bol conventionnel	6,0 %	5,3 %	6,7 %	30,5 %
Bol urinoir	26,5 %	25,0 %	28,9 %	9,6 %

6.1.3 Effet du débit d'eau sur le gaspillage selon le système d'abreuvement

L'impact du débit sur le gaspillage d'eau a été évalué pour chacun des systèmes d'abreuvement (Figure 38). Pour les systèmes bols conventionnels, de bols en fonte et de sucres à bille, il n'y a pas d'augmentation du gaspillage lorsque les débits d'eau sont plus élevés. Cependant, pour le bol urinoir, l'augmentation du débit se traduit par un accroissement du gaspillage. Pour la suce conventionnelle, il semble y avoir une légère augmentation du gaspillage avec l'élévation du débit. Ceci a aussi été remarqué par Massabie *et al.* (2014) et s'explique par le fait que la truie a une certaine capacité à ingérer l'eau et lorsque le débit dépasse la capacité d'ingestion de la truie, le gaspillage d'eau est alors inévitable. Pour le bol urinoir, outre l'effet visible du débit, il y a une grande variabilité entre les abreuvoirs (14 % d'écart entre deux abreuvoirs ayant des débits comparables); il n'y a rien d'apparent qui explique cette variabilité. C'est plus stable pour les autres systèmes (Figure 38).

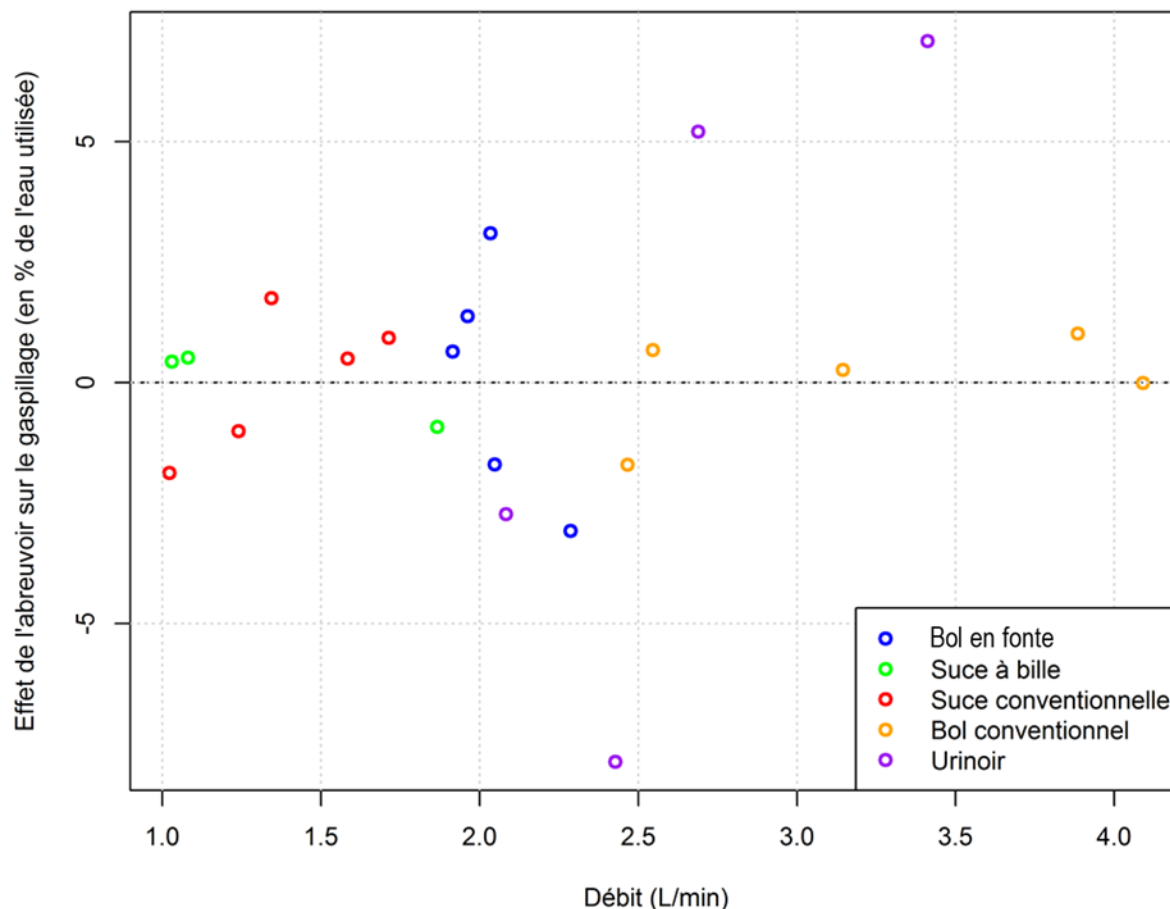


Figure 38 Effet du débit d'eau sur le gaspillage selon le système d'abreuvement

6.2 Profil d'abreuvement individuel des truies

La grande variabilité de la quantité d'eau utilisée quotidiennement par les truies indique qu'il y aurait plusieurs profils d'abreuvement différents au sein d'un même groupe de truies. Rousselière *et al.* (2017) ont d'ailleurs défini cinq profils d'abreuvement, allant de la truie la plus gaspilleuse à la plus économe.

En plus de la variabilité au sein d'un même groupe de truies, la parité a également un impact sur la quantité d'eau utilisée quotidiennement. En effet, les cochettes passent moins de temps total à boire au cours de la journée comparativement aux truies de 2^e parité ou multipares, tel que stipulé par Kruse *et al.* (2011a).

L'analyse des données individuelles a été réalisée uniquement sur les truies présentes sur l'ensemble de la période d'étude et exclut les données du parc 3 (suce à bille), car il y avait régulièrement des problématiques, souvent en alternance, avec deux des systèmes de mesure d'abreuvement et de gaspillage.

6.2.1 Relation entre l'ingestion et le gaspillage individuels des truies

À la ferme Saniben, où l'étude a été réalisée, la conduite d'élevage aux quatre semaines faisait en sorte que chacune des bandes de truies était composée d'environ 240 truies. Lors de la formation des groupes de truies, il était donc facile pour l'éleveur de rassembler dans un même parc les truies de même gabarit, dans le but de diminuer la compétition à l'intérieur du groupe. De ce fait, la composition des groupes de truies se faisait la plupart du temps par parité. On retrouvait donc des parcs de cochettes, des parcs de truies de deuxième parité et des parcs de truies multipares (3^e parité et plus).

Des analyses ont été faites pour évaluer la variabilité de la quantité d'eau utilisée quotidiennement par les animaux. Cette analyse a été effectuée par parité (cochettes, deuxième parité et truies multipares) ainsi que par système d'abreuvement.

La Figure 39 montre des profils d'abreuvement individuels de cochettes selon deux systèmes d'abreuvement (sucres conventionnelles et bols urinoirs; seuls parcs ayant logé des cochettes durant l'étude). Il y a de très grands écarts individuels entre les cochettes et ce, tant au niveau de l'ingestion moyenne que du gaspillage moyen. En effet, certaines cochettes ingèrent en moyenne aussi peu que deux litres d'eau par jour, et à l'opposé, il y a une cochette qui ingérait en moyenne plus de 14 L/j. Au niveau du gaspillage, il y a une cochette qui ne gaspillait pas d'eau et deux autres qui gaspillaient plus de 50 % de l'eau qu'elles utilisaient. Les différences individuelles pour le gaspillage d'eau sont beaucoup plus grandes pour le système où les truies gaspillaient le plus. Puisque le gaspillage moyen de la suce conventionnelle est beaucoup plus faible que celui du bol urinoir (8,3 % vs 26,5 %), la Figure 39 montre bien qu'une très grande proportion des cochettes s'abreuvent avec des sucres ont des gaspillages moyens sous les 10 % tandis que pour les bols urinoirs, le gaspillage moyen de la majorité des cochettes se situe entre 10 et 40 %. En outre, la corrélation entre le pourcentage de gaspillage individuel moyen et l'ingestion individuelle moyenne est assez élevée pour les deux parcs de cochettes. Elle est de 49 % pour le bol urinoir et de 40 % pour la suce conventionnelle. Ce résultat suggère que les animaux qui buvaient le plus d'eau sont également ceux qui en gaspillaient le plus.

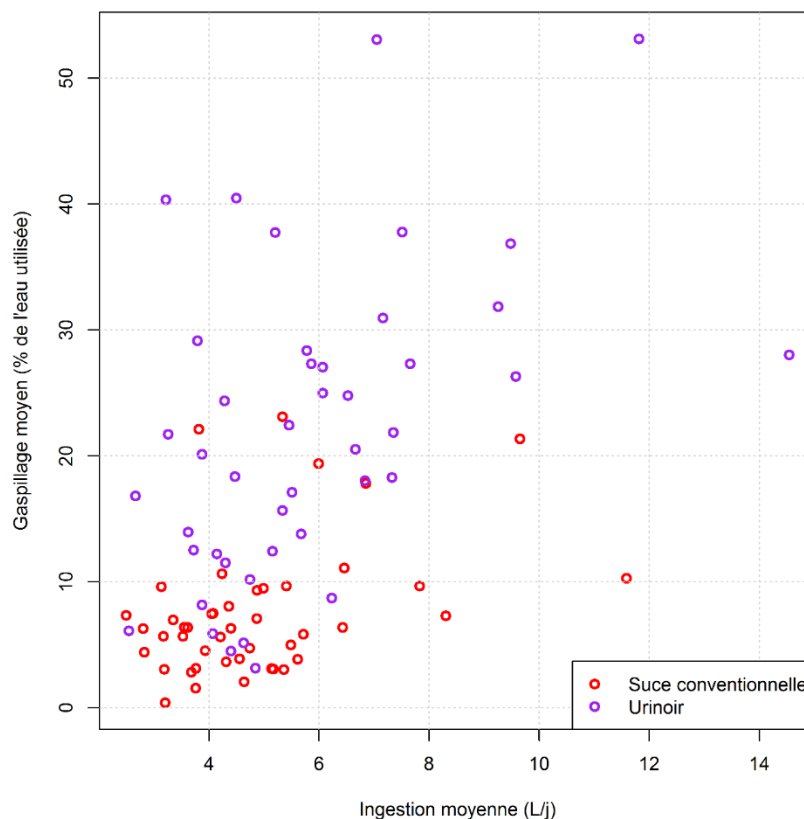


Figure 39 Ingestion individuelle moyenne et gaspillage individuel moyen des cochettes abreuvées avec des sucres conventionnelles et des bols urinoirs

Les truies de deuxième parité (Figure 40) ont toutes été logées dans le parc ayant les bols conventionnels. Encore une fois, il y a de grands écarts individuels entre les truies au niveau de l'ingestion moyenne (d'environ 4 L/j à plus de 11 L/j) et au niveau du gaspillage moyen (de 0 à 25 %). Cependant, puisque le gaspillage moyen des truies s'abreuvant dans ce système est faible (6,0 %), on voit que la majorité des truies ont gaspillé moins de 5 % de l'eau utilisée lorsqu'elles buvaient dans les bols. Une seule truie pouvait être considérée comme une grande gaspilleuse, car jour après jour, elle gaspillait en moyenne plus de 25 % de l'eau qu'elle utilisait.

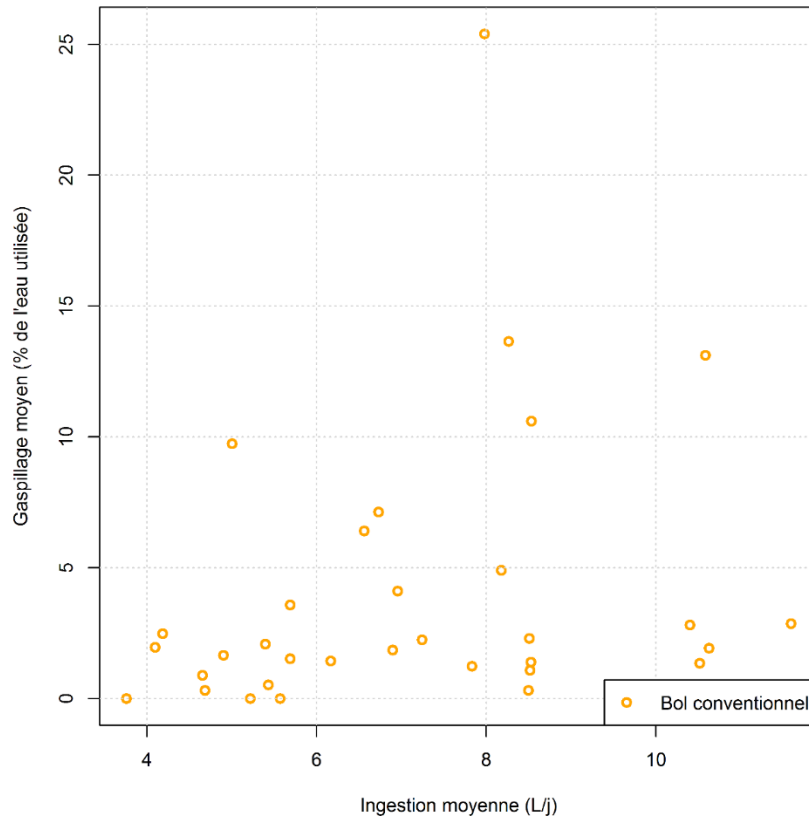


Figure 40 Ingestion moyenne individuelle et gaspillage moyen individuelle des truies de deuxième parité

Finalement, les truies multipares ont été logées dans les parcs équipés des bols en fonte et des bols conventionnels. De très grands écarts individuels entre les truies au niveau de l'ingestion moyenne (d'environ 4 L/j à plus de 18 L/j) et au niveau du gaspillage moyen (de 0 à 60 %) ont été observés (Figure 41). La variabilité du gaspillage individuel moyen pour les truies s'abreuvant avec les bols en fonte (4 à 60 %) est beaucoup plus grande que celle pour les truies utilisant les bols conventionnels (0 à 18 %). Avec les bols en fonte, il y avait beaucoup de truies qui gaspillaient plus de 20 % de l'eau qu'elles utilisaient tous les jours, dont une à 60 %. Pour le bol conventionnel, toutes les truies ont gaspillé moins de 18 % de l'eau qu'elles utilisaient.

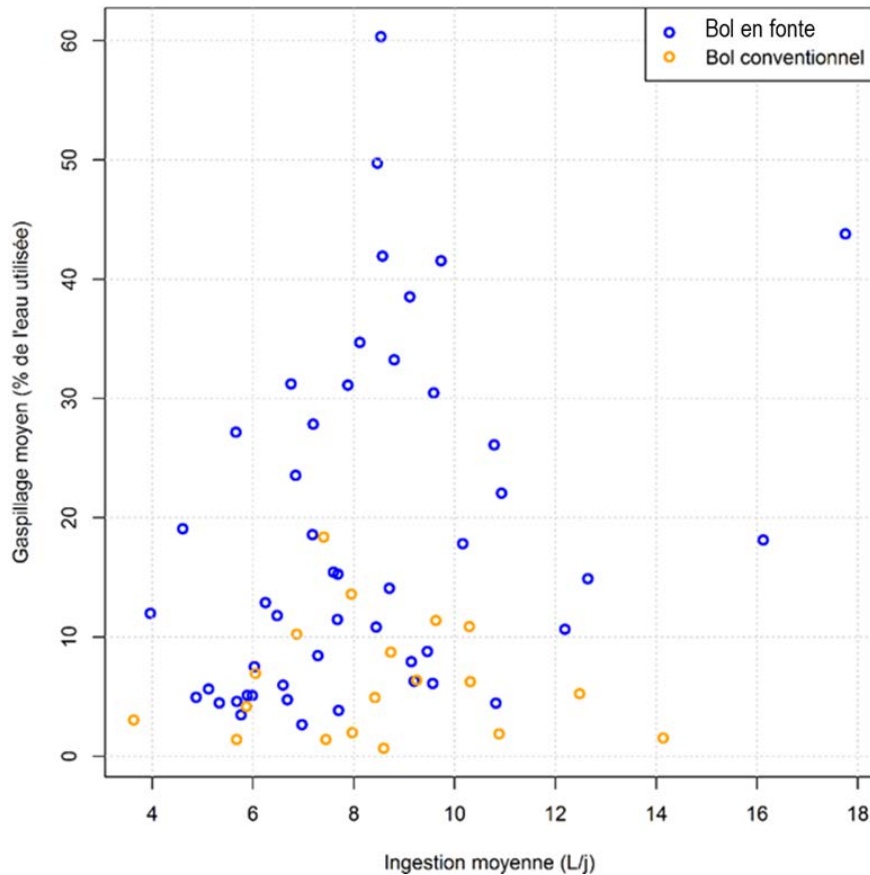


Figure 41 Ingestion individuelle moyenne et gaspillage individuel moyen des truies multipares abreuvées avec des bols conventionnels et des bols en fonte

6.2.2 Profils individuels d'ingestion moyenne journalière

Il a été possible de comparer les profils individuels d'ingestion moyenne journalière selon la parité des truies et le système d'abreuvement. La Figure 42 montre que l'ingestion moyenne journalière des truies augmente avec la parité de la truie. Les cochettes sont celles qui boivent le moins d'eau, suivies des truies de deuxième parité et des truies multipares par la suite; ces observations vont dans le même sens que l'étude de Kruse *et al.* (2011 b). La variabilité inter-individuelle d'ingestion moyenne journalière est très grande et ce, pour toutes les parités et tous les systèmes d'abreuvement confondus. Chez les multipares les ingestions individuelles moyennes varient entre 4 et 18 L/j. Chez les cochettes, des ingestions moyennes inférieures à 3 L/j ont été observées.

Pour les cochettes, près de la moitié de celles-ci ingèrent en moyenne entre quatre et six litres d'eau par jour, et ce, pour les deux systèmes d'abreuvement confondus (sucres conventionnelles et bols urinoirs). Le test statistique de Wilcoxon-Mann-Whitney, l'équivalent non-paramétrique du test de Student pour deux échantillons indépendants et réalisés avec la procédure NPAR1WAY de la version 9.4 du logiciel SAS®, a montré que l'ingestion médiane avec le bol urinoir (5,4 L/j) était significativement plus grande que celle avec la suce conventionnelle (4,4 L/j; $P = 0,02$).

Pour les truies de deuxième parité, uniquement présentes dans le parc avec les bols conventionnels, les ingestions individuelles moyenne et médiane se situent autour de 7 L/j; les deux tiers des ingestions individuelles se situant entre 5 et 9 L/j. Chez les multipares, l'ingestion moyenne est légèrement supérieure à 8 L/j et un peu plus de 60 % des truies ont une ingestion moyenne entre 6 et 10 L/j pour les deux systèmes d'abreuvement confondus (bols conventionnels et bol en fonte). Le test statistique de Wilcoxon-Mann-Whitney n'a pas montré de différence significative entre l'ingestion médiane avec le bol en fonte (7,7 L/j) et celle avec le bol conventionnel (8,4 L/j; $P = 0,40$).

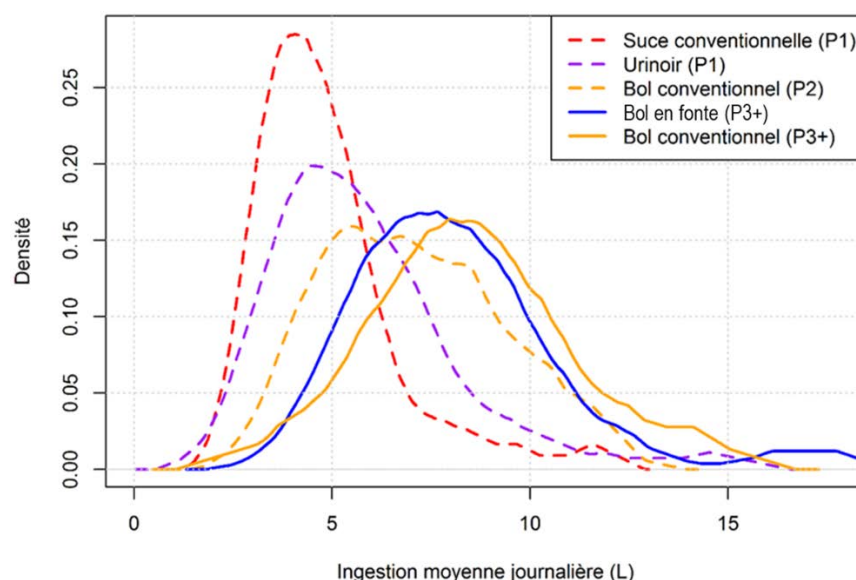


Figure 42 Répartition de l'ingestion moyenne journalière selon la parité et le système d'abreuvement

Le Tableau 7 synthétise les données individuelles journalières d'abreuvement selon la parité de la truie et le système d'abreuvement. Tel que mentionné précédemment et corroboré par Kruse *et al.* (2011a), la parité a un impact sur la quantité d'eau utilisée quotidiennement. Il est donc difficile de comparer les différents systèmes d'abreuvement entre eux lorsqu'il n'y a pas de truies de même parité qui y ont séjourné, mais certaines tendances ont pu être observées. Par exemple, pour le bol conventionnel, le nombre de visites par truie par jour à l'abreuvoir est le plus faible de tous les systèmes évalués, mais le volume d'eau ingérée par la truie à chacune de ses visites est le plus élevé de tous. De plus, le temps passé par les truies à s'abreuver aux bols conventionnels est plus faible qu'avec les autres systèmes. Ceci pourrait donc démontrer la facilité qu'ont les truies à s'abreuver avec ce système.

Tableau 7 Comportement d'abreuvement des truies selon le rang de portée et le système d'abreuvement

Rang de portée	Parc (Nombre de truies)	Nb visites	Durée (s)	Durée (s)/visite	Eau utilisée (L)	Eau ingérée (L)	Gaspillage (%)	Eau utilisée (L)/visite	Eau ingérée (L)/visite
1	Suce conventionnelle (45)	13,6	524	38	5,3	4,9	8,8 %	0,39	0,36
1	Bol uFrinoir (44)	15,5	711	46	7,9	5,8	26,8 %	0,51	0,37
2	Bol conventionnel (33)	8,6	368	43	7,4	7,1	4,7 %	0,87	0,82
3+	Bol en fonte (48)	11,0	673	61	10,6	8,2	22,8 %	0,97	0,75
3+	Bol conventionnel (19)	9,3	485	52	9,1	8,5	6,4 %	0,98	0,92

Pour les cochettes qui s'étaient abreuvées avec les sucres conventionnelles ou les bols urinoirs, les résultats montrent qu'elles avaient tendance à aller boire plus souvent (moyenne de 14,5 fois/jour) et qu'elles ingéraient environ deux fois moins d'eau par visite que les truies de rang de portée supérieur.

6.3 Comportement d'abreuvement

6.3.1 Effet de l'emplacement du système d'abreuvement dans le parc sur l'utilisation par les truies

Pour évaluer si les truies gestantes avaient des préférences à s'abreuver à un emplacement plutôt qu'à un autre dans le parc, le pourcentage d'eau utilisée à chacun des systèmes d'abreuvement de chacun des parcs a été analysé. Les analyses excluent le système de suce à bille pour les raisons évoquées précédemment.

Au niveau de l'aménagement des parcs, les systèmes d'abreuvement les plus près des stations d'alimentation sont les abreuvoirs 2, 3 et 4, et les systèmes d'abreuvement les plus éloignés sont les abreuvoirs 1 et 5 (Figure 2).

Avec le système de DAC autobloquants, il n'y a pas d'eau qui est distribuée aux truies pendant qu'elles s'alimentent. Donc pour une grande majorité de truies, elles ont tendance à aller s'abreuver dès qu'elles sortent de la station d'alimentation. Pour le bol en fonte et la suce conventionnelle, les truies semblent préférer les abreuvoirs le plus près des DAC autobloquants, soit les abreuvoirs 2, 3 et 4 (Figure 43).

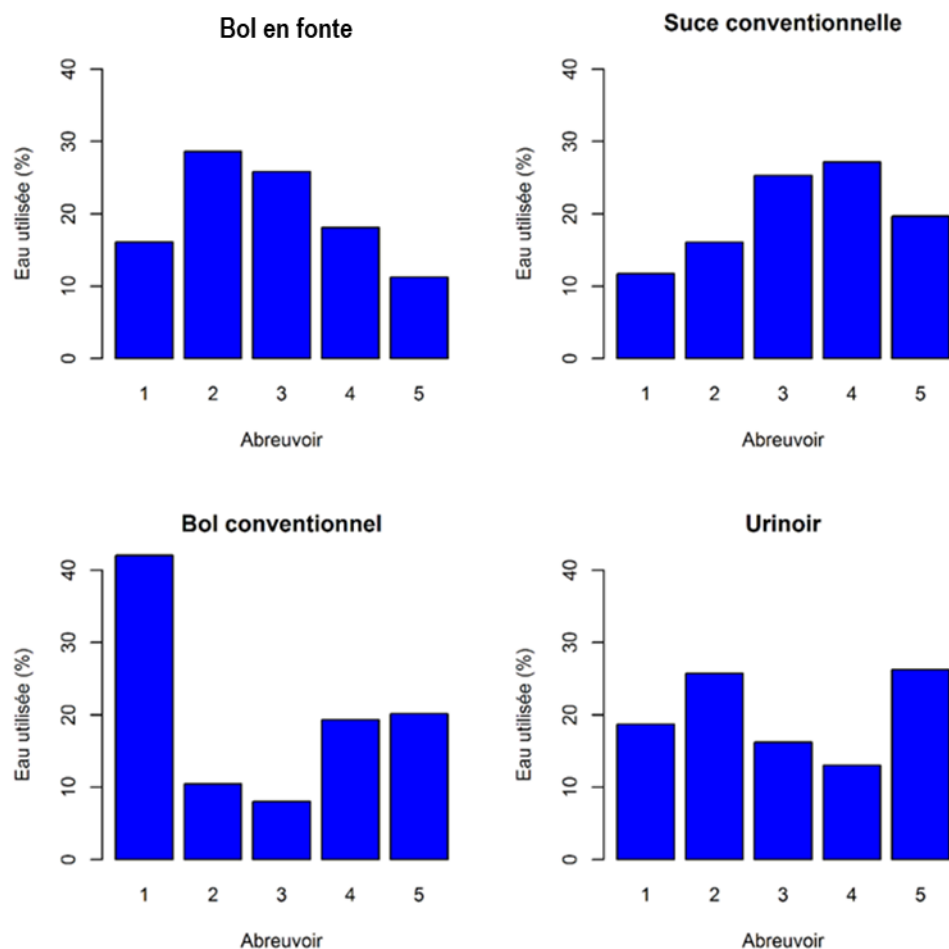


Figure 43 Pourcentage d'eau utilisée à chacun des points d'eau selon le système d'abreuvement

Cependant, ce n'est pas ce qui a été observé pour les bols conventionnels et les bols urinoirs (Figure 43). Avec les bols conventionnels, très peu de truies allaient s'abreuver à l'emplacement 2 et 3 et ces deux bols étaient constamment souillés. Les bols sales étaient toujours situés aux mêmes endroits dans le parc, et ce, pour tous les groupes de truies ayant séjourné dans ce parc. Il est possible que les truies évitent de s'abreuver à certains emplacements, car elles considèrent cet emplacement moins attrayant (endroit passant, zone de circulation, bol situé près de la zone de déjections, etc.). Il serait également intéressant de valider si le ratio optimum de 10 à 15 truies par point d'eau peut être réévalué avec l'utilisation de bols conventionnels lorsque l'aliment est distribué avec des DAC autobloquants, dans le but de réduire le besoin d'entretien des abreuvoirs. Des travaux supplémentaires seraient toutefois nécessaires pour valider cette hypothèse. Par ailleurs, les deux emplacements qui étaient peu utilisés avaient clairement un débit moindre que les autres bols. En effet, le débit moyen de ces bols était de 2,51 L/min, comparativement à celui des emplacements 1, 4 et 5 qui étaient les plus utilisés où le débit moyen était de 3,71 L/min (Figure 43). La Figure 44 montre clairement ce résultat pour le bol conventionnel. En effet, les deux bols ayant le moins de débit ont distribué moins de 20 % de l'eau utilisée dans le parc.

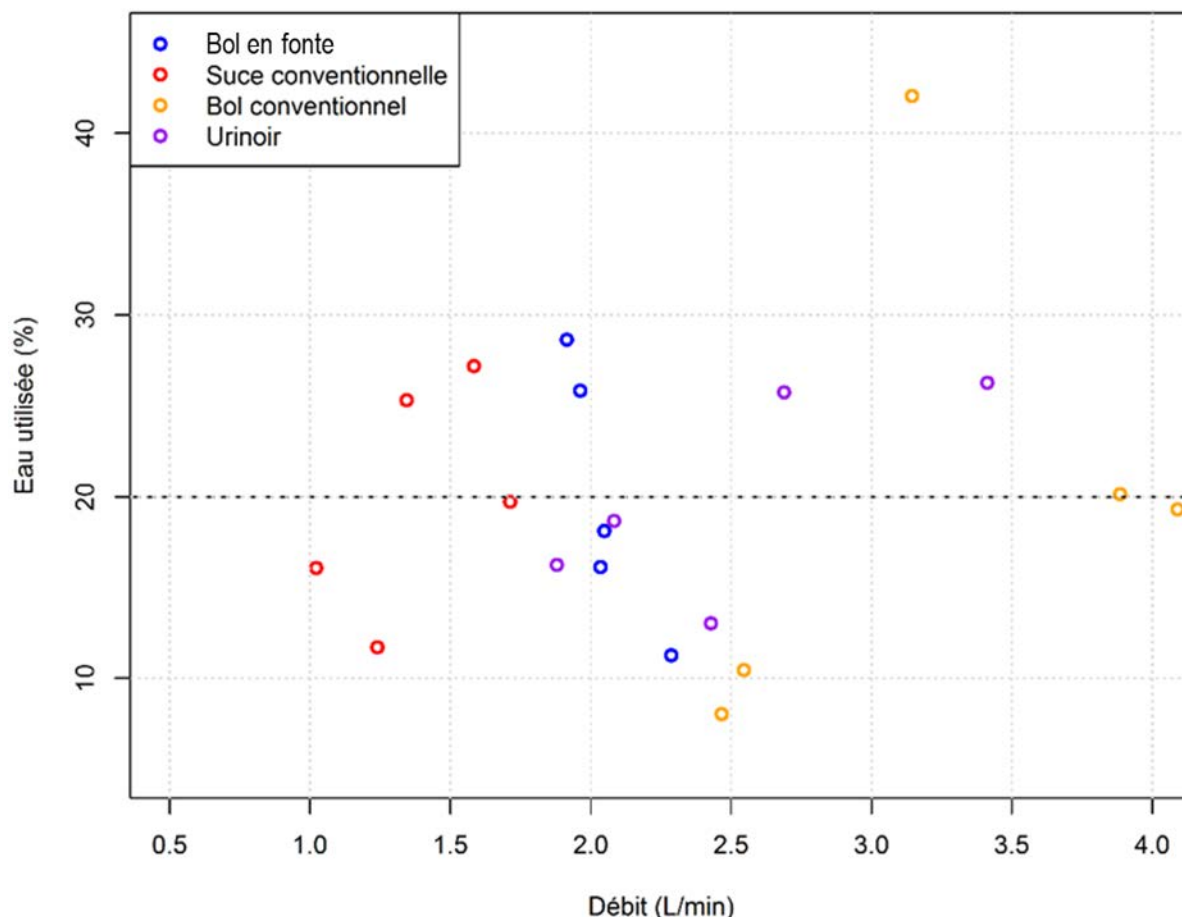


Figure 44 Pourcentage d'eau utilisée de chacun des abreuvoirs d'un parc selon le débit d'eau du système d'abreuvement

Pour le bol urinoir, les deux emplacements les plus utilisés par les truies étaient également ceux avec le débit le plus élevé (Figure 43 et Figure 44). Le débit des bols urinoirs des emplacements les plus utilisés, soit le 2 et le 5, était de 2,69 et 3,41 L/min, respectivement, comparativement à un débit moyen de 2,13 L/min pour les trois autres emplacements. Aussi, les deux bols ayant les plus grands débits ont distribué un peu plus de 50 % de l'eau utilisée dans le parc.

L'impact de la température moyenne extérieure sur le pourcentage d'eau utilisée pour chacun des systèmes d'abreuvement à l'intérieur d'un même parc a également été évalué (Figure 45). Lors des journées plus chaudes, où la température moyenne extérieure était plus grande que 20 °C, le patron d'utilisation des abreuvoirs pour un même système d'abreuvement est très semblable à celui des journées plus fraîches. Cependant, pour le système de bols urinoirs, l'abreuvement est réparti de manière plus homogène entre les abreuvoirs pour les journées plus chaudes.

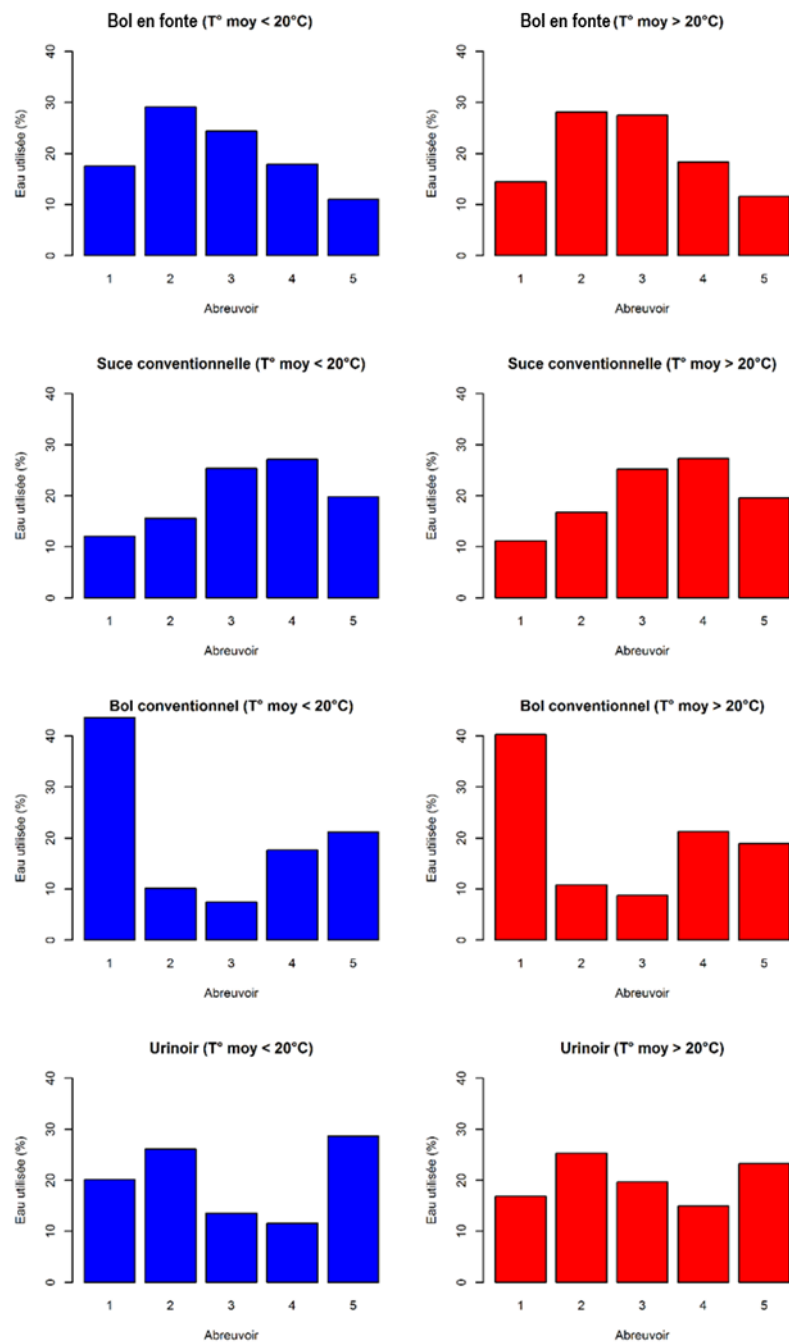


Figure 45 Pourcentage d'eau utilisée à chacun des points d'eau selon le système d'abreuvement et selon la température moyenne extérieure

6.3.2 Distribution intrajournalière d'aliment et d'eau

Avec le système de DAC autobloquant, il est recommandé de démarrer la nouvelle journée de distribution d'aliment dans une période où l'activité normale des truies est plus faible. De cette manière, il y a moins de compétition pour l'accès aux stations d'alimentation et cette méthode de travail permet à l'éleveur de voir en début d'après-midi quelles truies n'ont pas consommé leur ration (Ulrich Hansen, 2012). À la ferme Saniben, la nouvelle journée commençait à 2 h du matin, ce qui veut dire que les truies pouvaient consommer leur ration d'aliment quotidienne à partir de ce moment.

Dans tous les parcs, peu importe le système d'abreuvement en place, il y a un très grand achalandage dans les DAC autobloquants entre 2 et 9 h et le patron d'utilisation des stations d'alimentation est similaire pour les quatre parcs étudiés (Figure 46). En effet, plus du deux tiers de l'aliment est consommé durant cette période.

Pour ce qui est de la distribution intrajournalière de l'eau, celle-ci est légèrement décalée dans le temps par rapport à l'alimentation. Les résultats du projet confirment que les truies s'alimentent dans un premier temps et vont s'abreuver par la suite, tel qu'observé par Kruse *et al.* (2011 b) et Junge *et al.* (2012). Une période de pointe d'abreuvement est également observée vers 9 h dans tous les systèmes d'abreuvement, l'utilisation diminuant rapidement dans un premier temps, et plus lentement par la suite.

Pour le bol en fonte, la suce conventionnelle et le bol conventionnel, il semble y avoir une petite pointe d'achalandage entre 14 et 17 h, ce qui n'est pas observé pour le bol urinoir. Le bol conventionnel est le système d'abreuvement où l'achalandage est le mieux réparti dans le temps, ce qui diminue la compétition des truies pour s'abreuver.

La quantité d'eau utilisée par truie par heure est plus élevée pour le bol urinoir et le bol en fonte lors de la période de pointe (environ 1 L/h pour ces deux systèmes, 0,7 L/h pour le bol conventionnel et 0,6 L/h pour la suce conventionnelle), l'eau ingérée est également supérieure aux autres systèmes d'abreuvement lors de ce moment. La différence entre l'eau utilisée et l'eau ingérée est l'eau qui est gaspillée. Rappelons que ce sont ces deux systèmes qui gaspillent le plus d'eau. La valeur d'utilisation en période de pointe pour le bol urinoir est particulièrement élevée, considérant que le parc contenait majoritairement des cochettes.

La distribution intrajournalière de l'aliment et l'eau a également été évaluée selon la température moyenne extérieure enregistrée (Figure 47). Lors des journées plus chaudes, les truies ont tendance à s'alimenter plus tôt dans la journée, comparativement aux journées plus fraîches. En effet, lorsqu'il fait chaud, une plus grande quantité d'aliments est consommée avant 10 h. Cependant, ce n'est pas le cas pour le traitement où les truies sont abreuvées avec les bols conventionnels. Il ne semble pas y avoir d'effet de la température sur le patron de distribution de l'alimentation des truies avec ce système.

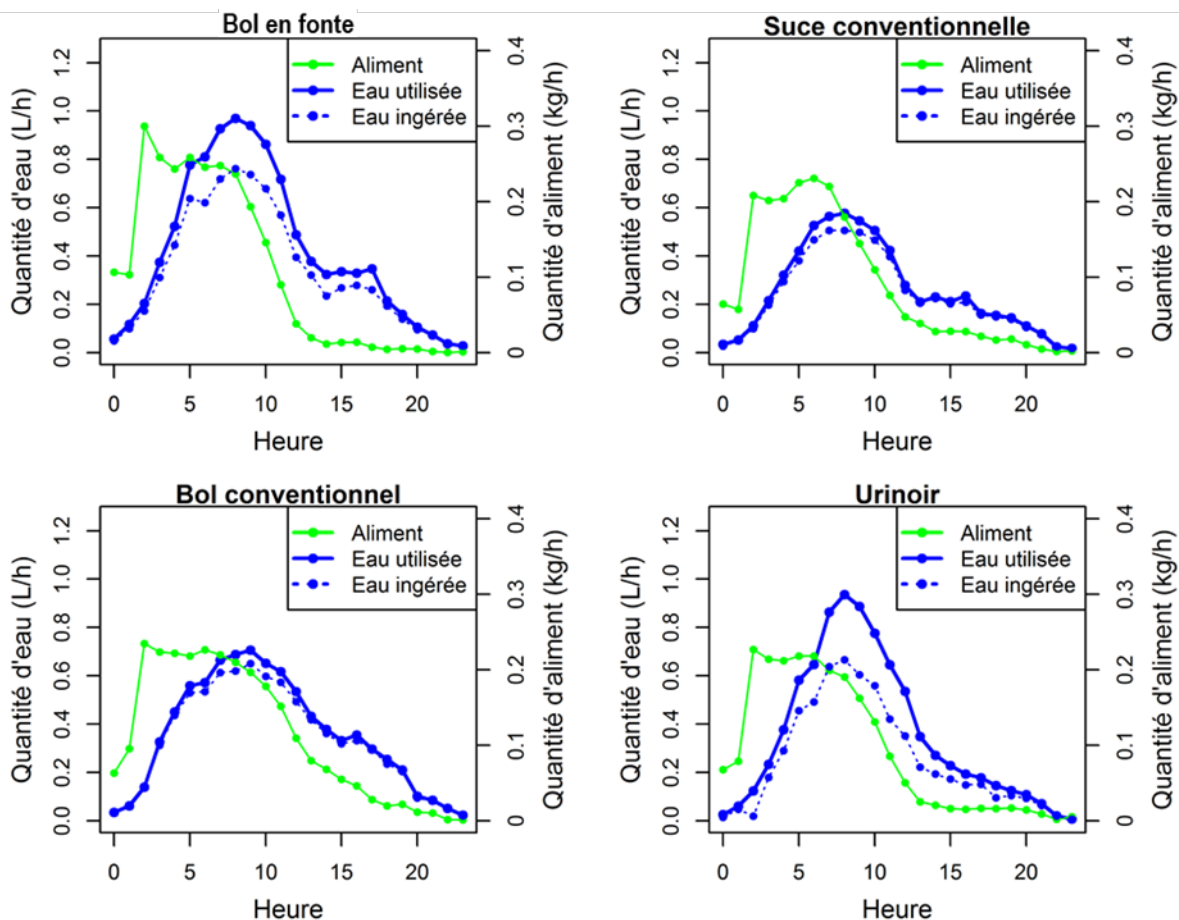


Figure 46 Distribution intrajournalière de l'utilisation des DAC autobloquant et des systèmes d'abreuvement pour chaque équipement testé

Pour ce qui est de la distribution intrajournalière d'eau, le comportement d'abreuvement des truies diffère lors des journées où la température moyenne extérieure est supérieure à 20 °C. Lors de ces journées, il y a clairement une deuxième période de pointe d'abreuvement en fin d'après-midi. Cependant, ce comportement n'est pas observé avec le système de bol urinoir. Aussi, la quantité d'eau utilisée par truie par heure entre 5 et 20 h est toujours supérieure lors des journées chaudes, ce qui indique que les truies boivent plus lors de ces journées dans le but de se thermoréguler.

On peut aussi observer une utilisation de l'eau plus élevée (L/h) lors des périodes de pointes pour le bol en fonte et le bol conventionnel et une période de pointe plus longue pour les sucs conventionnelles lorsqu'il fait chaud. Seules les truies s'abreuvent avec des bols urinoirs ne semblent pas avoir changé de comportement d'abreuvement lors des journées plus chaudes.

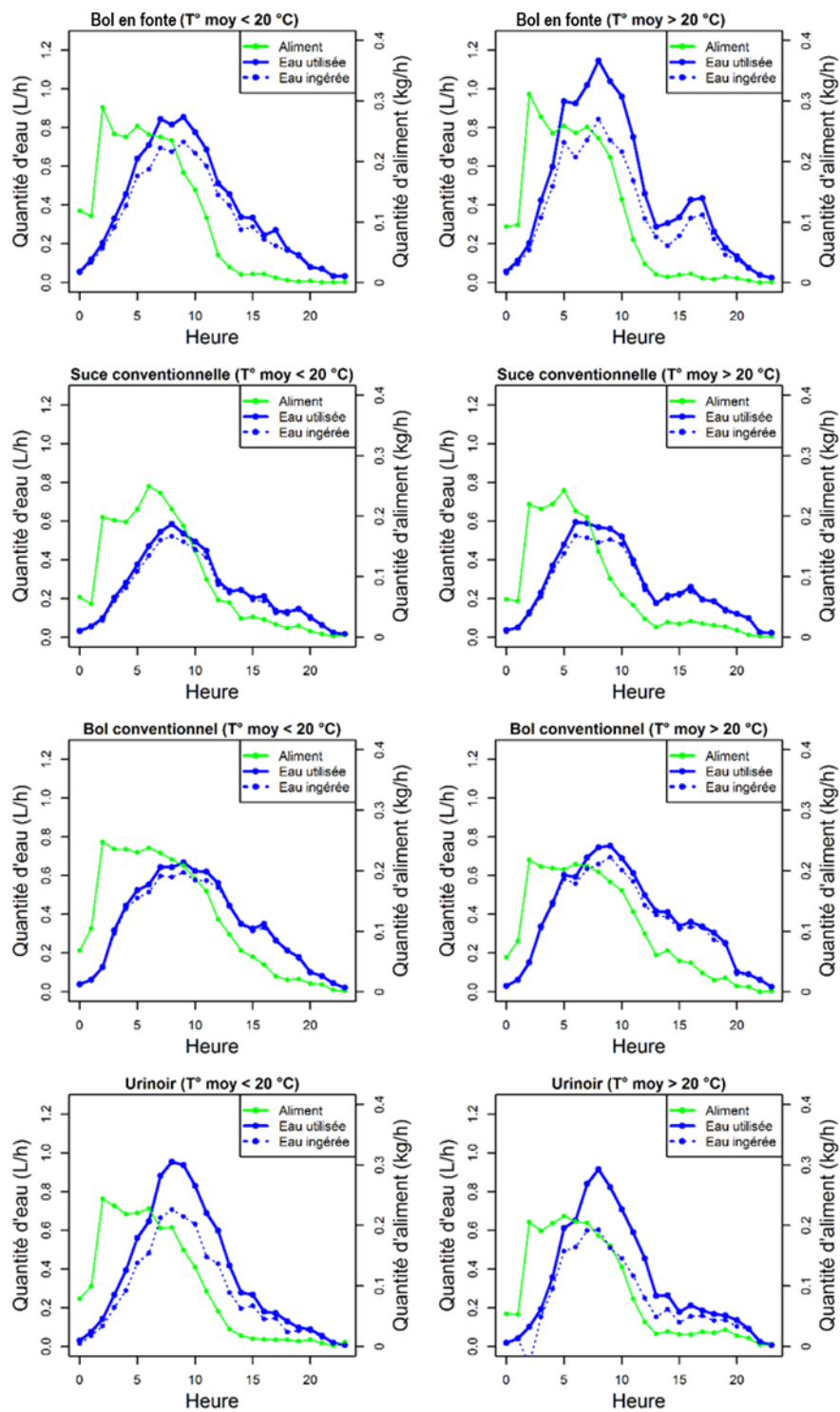


Figure 47 Distribution intrajournalière d'aliment et d'eau selon le système d'abreuvement et la température moyenne extérieure

Pour mieux comprendre le lien entre le comportement d'abreuvement et d'alimentation des truies gestantes en groupe, le temps entre la fin du repas principal des truies (*i.e.* plus grand repas de la journée) et l'abreuvement suivant a été analysé (Figure 48).

Rappelons qu'avec le système d'alimentation de DAC autobloquant, il n'y a pas d'eau qui est distribuée pendant le repas et donc les truies consommaient un repas entièrement constitué de moulée sèche cubée. L'intervalle entre la fin du repas et le début de l'abreuvement est exprimé en minutes, et présenté par système d'abreuvement et par parité. Pour chaque parc, les journées avec plus de 5 % d'abreuvements non identifiés à une truie ont été rejetées. Pour l'alimentation, il n'y avait pas ou très peu de consommation non-identifiée. La ligne noire dans chacune des boîtes de couleurs représente la médiane, le bas et le haut des boîtes représentent les 25^e et 75^e centiles. Le bas des boîtes de tous les scénarios est très près de 0, ce qui indique qu'il y a certaines truies dans tous les systèmes qui vont s'abreuver immédiatement après s'être alimentées. Les différences sont plus marquées entre les parités qu'entre les systèmes. Pour les truies de deuxième parité et les multipares, le délai médian entre la fin du repas et l'abreuvement était très légèrement sous la barre des 30 minutes. Chez les cochettes, le délai médian monte à près de 50 minutes. Il est à noter que dans 7 % des cas, tous systèmes confondus, aucune visite à l'abreuvoir n'était enregistrée entre le repas principal de la truie et la fin de la journée. Une partie de ces cas est vraisemblablement causée par des abreuvements non identifiés.

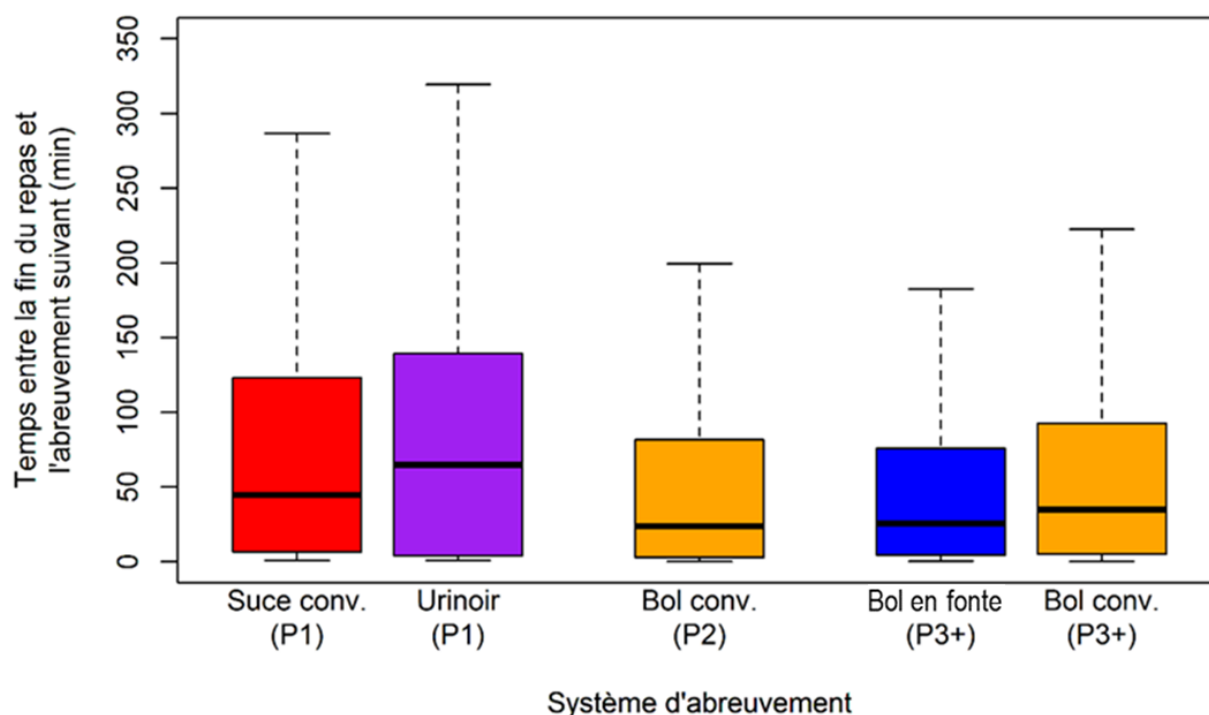


Figure 48 Diagrammes en boîte pour le temps entre la fin du repas principal et l'abreuvement suivant selon le système d'abreuvement et la parité

6.4 Analyse environnementale

6.4.1 Scénario de référence

Le scénario de référence est un élevage de 1 200 truies où trois bandes de 240 truies sont logées en groupe dans un bâtiment distinct du bloc sailli et de la mise bas (253 440 jours-tête) situé dans la région de Montmagny, dans lequel des bols conventionnels sont utilisés. L'impact environnemental de ce scénario a été comparé à des scénarios alternatifs utilisant soit des bols (urinoirs ou en fonte) ou des suces (à bille ou conventionnelles) pour l'abreuvement.

Il a été démontré précédemment que les bols conventionnels occasionnent 6,0 % de gaspillage sur la base de l'eau utilisée, alors que les autres systèmes d'abreuvement, soit les bols urinoirs, les bols en fonte, les suces à bille et les suces conventionnelles occasionnent 26,5 %, 21,3 %, 10,1 % et 8,3 % de gaspillage en moyenne, respectivement.

La réduction du volume d'eau gaspillée aura un impact sur le niveau de dilution du lisier et par conséquent, sur le volume de lisier à épandre.

6.4.2 Évaluation des volumes de lisier

Le volume de lisier calculé pour chaque scénario (Tableau 8) 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'une truie ingère en moyenne sept litres d'eau par jour. Le pourcentage de gaspillage a été appliqué sur le volume total d'eau utilisée. Ainsi, le volume d'eau gaspillée oscille entre $0,45 \text{ L j}^{-1} \text{ tête}^{-1}$ pour le scénario de référence (bol conventionnel) et $2,52 \text{ L j}^{-1} \text{ tête}^{-1}$ pour le scénario avec bols urinoir. Les volumes présentés au Tableau 8 sont obtenus en multipliant ces volumes en $\text{L j}^{-1} \text{ tête}^{-1}$ par 253 440 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 truies en groupe, incluant l'eau de lavage et l'eau d'abreuvement, est de $12,6 \text{ L j}^{-1} \text{ tête}^{-1}$ 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 de référence, le volume d'eau de lavage est de $12,15 \text{ L j}^{-1} \text{ tête}^{-1}$.

Le volume de déjections moyen a été calculé pour les truies en gestation à partir de la fiche technique sur les volumes de déjections (Brassard *et al.*, 2012) et correspond à $5,23 \text{ L j}^{-1} \text{ tête}^{-1}$.

Le volume de précipitations a été calculé pour une fosse d'un diamètre de 37 m. Le volume de précipitations ($829,2 \text{ m}^3$) a été calculé en multipliant l'aire de la fosse par la hauteur de précipitation qui a été évaluée à 789 mm pour la région de Montmagny, pour la période 2016-2044 et une période de récurrence de 25 ans (Godbout *et al.*, 2014).

Tableau 8 Estimation du volume annuel de lisier (m³) pour le bâtiment de gestation d'une maternité de 1 200 truies

	Bol conventionnel (référence)	Suces conventionnelles	Suces à bille	Bols en fonte	Bols urinoirs
Eau gaspillée (m³)	114,0	159,7	200,2	481,5	638,7
Eau de lavage (m³)	3 079,3	3 079,3	3 079,3	3 079,3	3 079,3
Eaux de précipitations (m³)	829,2	829,2	829,2	829,2	829,2
Déjections (m³)	1 325,5	1 325,5	1 325,5	1 325,5	1 325,5
Volume de lisier (m³)	5 348,0	5 393,7	5 434,2	5 715,5	5 872,7

6.5 Analyse économique

En faisant l'hypothèse que le système d'abreuvement n'a pas d'impact 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 et peut se traduire par des économies.

Le volume annuel de lisier à épandre selon chaque scénario pour la gestation en groupe d'une maternité de 1 200 truies est présenté au Tableau 9. Le coût d'épandage du lisier moyen de l'ordre de 3,15 \$/m³ (CRAAQ, 2018 – AGDEX 740/825) est calculé pour l'usage d'une citerne avec aéroaspersion basse et servodirection (Tableau 9).

Tableau 9 Coût d'épandage annuel du lisier pour les cinq scénarios

	Référence	Suces conventionnelles	Suces à bille	Bols en fonte	Bols urinoirs
Volume de lisier total (m³)	5 348,0	5 393,7	5 434,2	5 715,5	5 872,7
Coût d'épandage total (\$)	16 846,20	16 990,16	17 117,73	18 003,83	18 499,01
Différence avec le scénario de référence (\$)	-	143,95	271,53	1157,63	1652,81

Parmi les différents systèmes d'abreuvement utilisés, les bols urinoirs se démarquent par l'augmentation significative du gaspillage d'eau qu'ils engendrent. Dans un élevage de 1 200 truies en groupe, l'utilisation de bols urinoirs augmenterait les coûts d'épandage d'environ 1 653 \$ par année, comparativement au scénario de référence. Ceci représente un coût additionnel de l'ordre de 1,38 \$ par truie, comparativement au scénario de référence, qui utilise des bols conventionnels comme système d'abreuvement. Quant aux autres systèmes évalués, les suces conventionnelles et les suces à bille augmentent les coûts d'épandage de l'ordre de 144 et 272 \$/année, alors que les bols en fonte font grimper ces coûts à plus de 1 158 \$/année.

7 Conclusion

Le choix du système d'abreuvement utilisé pour les truies logées en groupe et son installation en ferme peuvent avoir une influence significative sur le gaspillage d'eau des animaux. Dans le contexte du projet, et considérant la structure des systèmes semblable à un bat-flanc, le gaspillage d'eau des suces à bille (10,1 %) et des suces conventionnelles (8,3 %) n'était pas significativement différent de celui des bols à eau conventionnels (6,0 %). Aussi, l'eau distribuée par les suces est, généralement, propre et fraîche sans nécessiter d'entretien de la part de l'éleveur. D'un autre côté, le bol à eau permet aux truies de boire en lapant, ce qui est un comportement d'abreuvement plus naturel pour ces animaux. Il fut également observé que les deux systèmes d'abreuvement où le gaspillage était plus élevé furent le bol en fonte (21,3 %) et le bol de type urinoir (26,5 %). Pour ces bols, un comportement de mordillage de la base des bols fut également observé.

Dans le cadre du projet, une analyse environnementale et une analyse économique ont été effectuées. Le scénario de référence est le bâtiment de gestation d'un élevage de 1 200 truies, situé dans la région de Montmagny, dans lequel des bols conventionnels sont utilisés. L'impact environnemental de ce scénario a été comparé à des scénarios alternatifs utilisant soit des bols (urinoir ou en fonte) ou des suces (à bille ou conventionnelles). Le volume de lisier produit varie considérablement selon les différents systèmes, ce qui influence les coûts d'épandage. Par rapport au scénario de référence, les suces conventionnelles augmentent les coûts d'épandage de l'ordre de 144 \$/année, les suces à bille de 272 \$/année, les bols en fonte de 1 158 \$/année, tandis que les bols urinoirs augmenteraient les coûts d'environ 1 653 \$/année.

8 Bibliographie

Andersen, H.M.L. et L.J. Pedersen. 2014. Drinking behaviour in sows kept outdoors during the winter months. *Applied Animal Behaviour Science*, 161, 34-41.

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

Brault, D. 2006. Le déficit en eau. *La Source*. Bulletin d'information en production porcine, no 5.

Conseil national pour les soins aux animaux d'élevage (CNSAE). 2014. Code de pratiques pour le soin et la manipulation des porcs. [En ligne]. http://www.nfacc.ca/pdfs/codes/porcs_code_de_pratiques.pdf

CRAAQ. 2018. Références économiques. Machinerie - Coûts d'utilisation et taux à forfait suggérés. AGDEX 740/825. 25 p.

Froese, C. et D. Small. 2001. Water consumption and waste production during different production stages in hog operations. Presented to: Manitoba Livestock Manure Management Initiative Inc. Manitoba : DGH Engineering Ltd.

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.

Jensen, M.B., Schild, S.L., Theil, P.K., Andersen, H.M. et L.J. Pedersen. 2016. The effect of varying duration of water restriction on drinking behaviour, welfare and production of lactating sows. *Animal*, 10(6), 961-969.

Junge, J., Herd, D., Jezierny, D., Gallmann, E. et T. Jungbluth. 2012. Water intake and drinking behavior of pregnant sows. IX International Livestock Environment Symposium. July 8-12, Spain.

Kruse, S., Stamer, E., Traulsen, I et J. Krieter. 2011a. Temporal pattern of feeding and drinking behaviour of gestating sows. *Archiv Tierzucht*, 54(5) : 490-503.

Kruse, S., Stamer, E., Traulsen, I et J. Krieter. 2011 b. Relationship between feed, water intake, and body weight in gestating sows. *Livestock Science*, 137 : 37-41.

Marcon, M. et V. Courboulay. 2017. Suivi individuel des truies gestantes pour améliorer leur bien-être et leurs performances. Fiche 13. Bilan d'activité. IFIP-Institut du porc, p. 41.

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

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

Ramonet, Y., Chiron, J., Etoire, F., Fabre, A., Laval, A., Nielsen, B., Pol, F., Prunier, A. et M.C. Meunier-Salaün. 2017. Abreuvement des porcs : état des connaissances et conséquences sur le bien-être des animaux et la gestion des effluents chez des porcs alimentés en soupe. Journées Recherche Porcine, 49 : 139-150.

Ramonet, Y. 2015. Truies en groupe au DAC : aménagement du bâtiment, conduite du troupeau et comportement des animaux. Formation sur les truies en groupe. Atelier sur les truies en groupe. Cahier des conférences, 25-26 février. Québec : CDPQ.

Rousselière, Y., Melot, G. et M. Marcon. 2017. Actualisation des données sur la consommation d'eau individuelle et journalière des truies gestantes. Journées Recherche Porcine, 49 : 173-174.

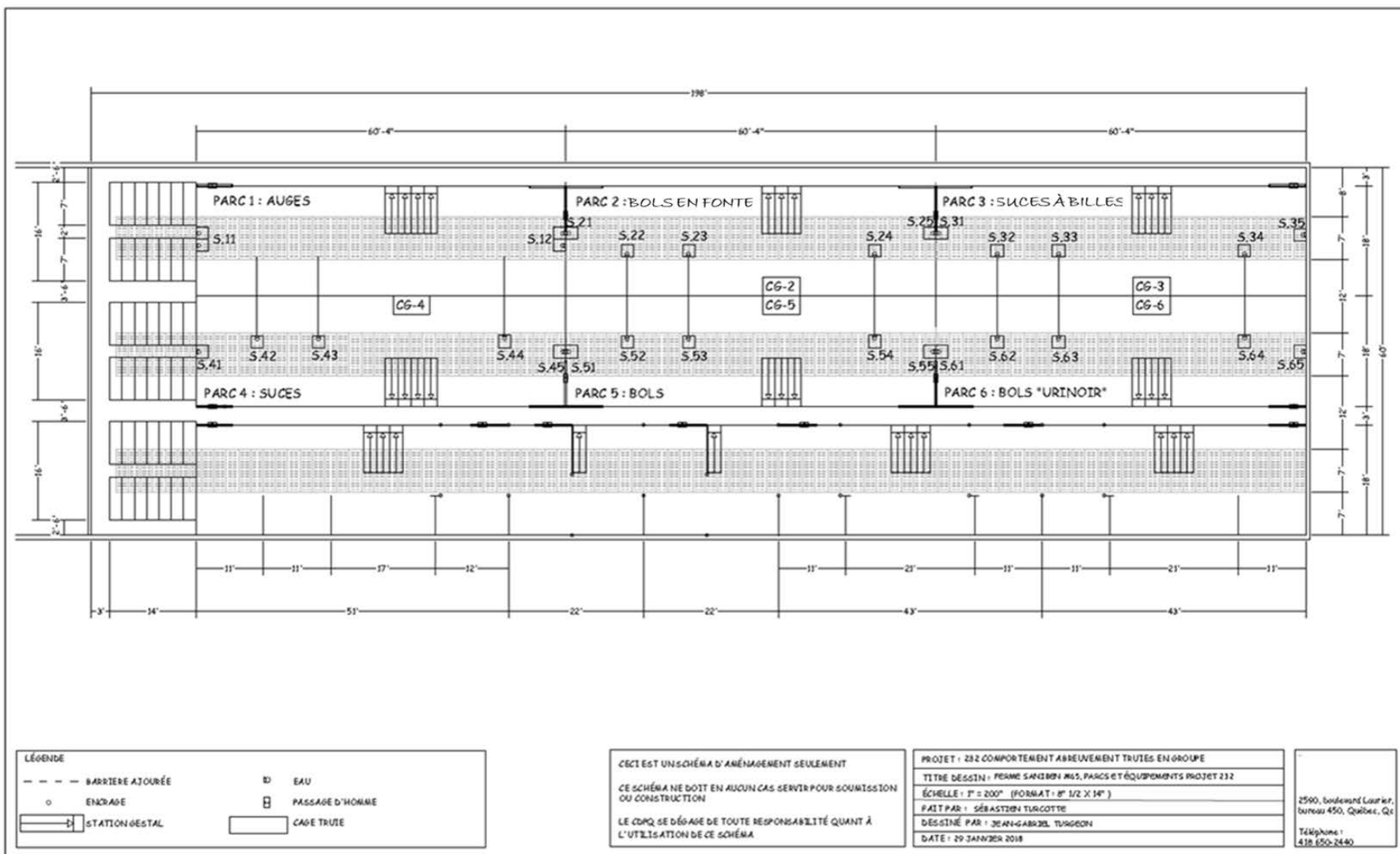
Ulrich Hansen, L. 2012. Danish experiences with group-housed sows. Denmark : Pig Research Centre, ppt, 62p.

Schippers. S.d. Drik-O-Mat standard, porcs engrais. [En ligne]. <https://www.schippers.fr/drik-o-mat-M1509970.html>

Suevia, 2016. Catalogue 2016-2017. Porcs. [En ligne]. <https://wallux.com/marque/catalogue/lecteur.php?cat=449>

Van der Peet-Schwering, C.M.C., Vermeer, H.M. et M.P. Voermans. 1997. Voluntary and Restricted Water Intake of Pregnant Sows. Livestock Environment V, Vol. 2 : 959-964.

Whittington, D.L. et H. Gonyou. 2007. Water : production, performance and behaviour considerations. American Association Of Swine Veterinarians : 5-9.





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

