

Février 2023

Rapport final



Déterminer les facteurs favorisant une utilisation durable de l'eau et mesurer l'utilisation de l'eau à l'échelle des fermes porcines du Québec

Auteurs

Sébastien Turcotte, agr., Responsable - Bâtiments et régie d'élevage

Gabrielle Dumas, agr., Chargée de projets

Marie-Aude Ricard, ing., Chargée de projets

Collaborateurs

Richard Maillot, Conseiller technique

Patrick Gagnon, Ph. D., Responsable - Analyse et valorisation des données

Alexandra Carrier, cand. au Ph. D., Chargée de projets

Gabrielle Thibault, étudiante en agronomie



Centre de développement
du porc du Québec inc.

©Centre de développement du porc du Québec inc.
Dépôt légal 2023
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
Bibliothèque et Archives Canada
ISBN 978-2-924413-98-2

Équipe de réalisation

Répondant	Sébastien Turcotte, agr., Responsable - Bâtiments et régie d'élevage, CDPQ
Direction scientifique	Patrick Gagnon, Ph. D., Responsable - Analyse et valorisation des données, CDPQ
Chargée de projets	Marie-Aude Ricard, ing., Chargée de projets, CDPQ
Collaborateurs	Richard Maillot, Conseiller technique, CDPQ Patrick Gagnon, Ph. D., Responsable - Analyse et valorisation des données, CDPQ Gabrielle Thibault, étudiante en agronomie, CDPQ Raphaël Mbombo Mwendela, Responsable - Économie et gestion, CDPQ
Rédaction	Sébastien Turcotte, agr., Responsable - Bâtiments et régie d'élevage, CDPQ Gabrielle Dumas, agr., Chargée de projets, CDPQ Marie-Aude Ricard, ing., Chargée de projets, CDPQ Alexandra Carrier, cand. au Ph. D., Chargée de projets, CDPQ

Remerciements



Ce projet a été financé par l'entremise du Programme de développement sectoriel, en vertu du Partenariat canadien pour l'agriculture, entente conclue entre les gouvernements du Canada et du Québec.

Les auteurs tiennent aussi à remercier les **Éleveurs de porcs du Québec pour leur contribution au projet ainsi que les producteurs pour leur précieuse collaboration dans le cadre de ce projet.**

Résumé

L'eau est une ressource critique en production porcine et il est facile de tenir pour acquis l'accès à cette ressource en raison de sa disponibilité. Les facteurs influençant son utilisation à la ferme sont souvent méconnus des producteurs et peu de recherches ont été réalisées à ce sujet. La répartition de son usage entre les différents postes d'utilisation est également mal connue. À ce jour, il n'existait pas de données de référence québécoises sur la consommation totale d'eau par type de production (maternité, pouponnière, engraissement et sevrage-vente).

Un projet mené par l'équipe du CDPQ a permis de déterminer les facteurs qui influencent la consommation d'eau et de mesurer l'utilisation de l'eau effectuée à l'échelle des fermes porcines du Québec afin de disposer de données de référence qui permettront aux producteurs de se comparer. Une évaluation technico-économique et environnementale de l'utilisation durable de l'eau a également été effectuée en considérant deux scénarios, en maternité et en engraissement.

Une revue de littérature détaillée sur les différents facteurs pouvant influencer l'utilisation de l'eau en élevage porcin a été effectuée. Plusieurs thèmes ont été ciblés dans le but de valider leur lien avec la consommation d'eau ou la valorisation des données de consommation en temps réel.

Afin d'obtenir des données de référence selon le type d'élevage et certaines caractéristiques de la ferme, les données d'utilisation de l'eau de 236 fermes ont été compilées et analysées (11 bâtiments de maternité, 56 pouponnières, 131 engraissements et 38 sevrage-vente).

Des audits ont été effectués dans 62 fermes afin de caractériser les différents équipements de distribution d'eau et d'aliments utilisés, les systèmes de ventilation et de refroidissement, ainsi que les équipements de lavage. Ils ont également permis de documenter le fonctionnement des entreprises (ex. : régie d'élevage, protocole de lavage, etc.).

Les données analysées ont permis d'obtenir des moyennes d'utilisation de l'eau par type d'élevage, ainsi que la quantité d'eau utilisée pour le lavage.

En moyenne, en excluant l'eau utilisée pour le lavage, 23,0 L/truie productive/j sont utilisés en maternité, 2,0 L/j/place en pouponnière, 6,3 L/j/place en engraissement et 4,3 L/j/place en sevrage-vente. Une variation importante de l'utilisation de l'eau en maternité a été observée entre les fermes. L'utilisation minimum mesurée était de 8,0 L/truie productive/j et l'utilisation maximum de 46,9 L/truie productive/j.

Concernant l'eau utilisée pour le lavage, la moyenne est de 156,7 L/cage/lavage en maternité, 9,3 L/place/lavage en pouponnière et 37,6 L/place/lavage en combinant les engraissements et le sevrage-vente. Une grande variation a été observée entre les bâtiments de maternité pour l'utilisation de l'eau au lavage, soit une quantité minimum mesurée de 77,1 L/cage/lavage et un maximum de 382,9L/cage/lavage (presque 5 fois plus).

Dans le but de mieux évaluer les avantages économiques d'une optimisation de l'utilisation de l'eau, des scénarios de référence et d'amélioration de l'utilisation de l'eau ont été établis : un en maternité et un second en engraissement.

Le scénario en maternité est un élevage de 1 200 truies, conduit en bandes aux quatre semaines, dont les truies gestantes sont logées en groupe. Dans cette ferme, en mise bas, les suces qui étaient localisées à côté de la trémie ont été réinstallées dans la trémie (ce qui a permis une économie d'eau de 43,3 %). En gestation en groupe, les bols urinoirs ont été changés pour des bols conventionnels (réduction de 20,5 % du gaspillage d'eau) et les auges à niveau constant dans le bloc saillie ont été laissés tel quel. Le lavage, qui était fait à l'eau froide, sans savon ni détrempeage préalable, a été modifié pour être fait à l'eau chaude avec utilisation d'un savon et précédé d'un détrempeage de la salle (économie de 45,9 % d'eau).

La réduction et l'optimisation de l'utilisation de l'eau a un impact sur le niveau de dilution du lisier et par conséquent, sur le volume de lisier à épandre. Les modifications réalisées permettent une réduction du volume de lisier à épandre de 1 796,3 m³/an. Avec un coût d'épandage du lisier de 3,89 \$/m³ (CRAAQ, 2018), indexé selon l'indice des prix des entrées dans l'agriculture au Québec (Statistique Canada, 2022), l'optimisation de l'utilisation de l'eau dans un élevage de 1 200 truies permettrait d'économiser 6 988 \$ par année, ce qui représente une économie annuelle de 5,82 \$ par truie productive. De plus, les émissions de GES seraient inférieures de 1 975,1 kg CO₂e/an.

Le scénario en engraissement est un élevage de 1 500 places, conduit en tout plein-tout vide. Dans cet engraissement, les suces ont été changées pour des bols conventionnels (diminution de 22 % du gaspillage d'eau). Le lavage, qui était fait à l'eau froide sans détrempeage préalable, est maintenant fait à l'eau chaude et précédé d'un détrempeage (économie de 45,9 % d'eau). De plus, des ventilateurs de recirculation ainsi qu'un système d'aspersion pour le refroidissement des porcs ont été installés. L'utilisation du système de refroidissement a permis d'améliorer le gain moyen quotidien (GMQ) de 50 g/j pour le lot estival et de diminuer la mortalité de 1%.

Pour l'engraissement, les modifications ont permis une réduction du volume de lisier de 1 045,5 m³/an. L'optimisation de l'utilisation de l'eau dans un engraissement de 1 500 places permettrait d'économiser 4 067 \$ par année pour l'épandage de lisier, soit une économie annuelle de 2,71 \$ par place. De plus, les émissions de GES seraient diminuées de 1 149,6 kg CO₂e/an.

Basé sur l'hypothèse que l'utilisation du système de refroidissement améliore les conditions d'ambiance et permet de diminuer la mortalité de 1 % et d'améliorer le GMQ de 50 g/j, la valeur économique de ces améliorations a pu être calculée avec l'outil \$imule-lot (outil développé par le CDPQ). L'amélioration du GMQ s'est traduite par une marge supérieure de 0,54 \$/porc vendu. Pour ce qui est de la diminution de la mortalité, elle permet de vendre 15 porcs supplémentaires à l'abattoir. Finalement, l'avantage économique associé à l'utilisation des systèmes de refroidissement est de 2 072 \$/an, soit l'équivalent de 1,38 \$/place. En combinant les économies d'épandage et les revenus supplémentaires du scénario optimisé, l'impact économique est donc un gain de 6 139\$/an, ce qui représente 4,09 \$/place.

La mise en application de meilleures pratiques d'élevage et l'utilisation d'équipements bien adaptés diminuant le gaspillage d'eau permettra d'en optimiser l'utilisation, ce qui se traduit également par une amélioration des performances environnementales et économiques des producteurs. À cet effet, la réduction du gaspillage d'eau génère de plus petits volumes de lisier à épandre, une diminution de la compaction des sols, ainsi qu'une réduction des gaz à effet de serre car il y aura moins de transport de lisier par tracteurs. Cette diminution du volume de lisier a donc un impact économique important favorisant la santé financière des producteurs.

Table des matières

Liste des tableaux.....	ix
Liste des figures.....	x
1 Mise en contexte et objectifs.....	1
2 Revue de littérature : consommation et utilisation de l'eau.....	2
2.1 Besoin en eau des porcs.....	2
2.2 Répartition de l'utilisation à la ferme.....	3
2.3 Facteurs influençant l'utilisation de l'eau.....	6
2.3.1 Eau d'abreuvement.....	6
2.3.2 Équipements d'abreuvement.....	7
2.3.3 Alimentation.....	14
2.3.4 Conduite d'élevage.....	16
2.3.5 Conditions ambiantes.....	21
2.3.6 Santé.....	23
2.3.7 Qualité de l'eau pour l'abreuvement.....	24
2.3.8 Eau de lavage.....	28
2.3.9 Protocole de lavage et opérateur.....	30
2.3.10 Pré-trempage.....	30
2.3.11 Agents nettoyants (savons et détergents).....	31
2.3.12 Qualité de l'eau pour le lavage.....	32
2.3.13 Température de l'eau de lavage.....	32
2.3.14 Équipements de lavage.....	33
2.3.15 Conception des bâtiments et matériaux.....	34
2.3.16 Eau de refroidissement.....	35
2.3.17 Eau domestique.....	38
3 Matériel et méthode.....	39
3.1 Description des fermes ayant participé au projet.....	40

3.1.1	Maternités	40
3.1.2	Pouponnières.....	42
3.1.3	Engraissements.....	44
3.1.4	Sevrage-vente	45
4	Analyses.....	46
5	Résultats.....	47
5.1	Utilisation de l'eau.....	47
5.1.1	Maternité.....	47
5.1.2	Pouponnière	49
	Engraissement	51
5.1.3	Lavage	53
5.1.3.1	Maternité.....	54
5.1.3.2	Pouponnière	54
5.1.3.3	Engraissement et sevrage-vente.....	55
6	Évaluation technico-économique et environnementale de l'utilisation durable de l'eau	56
6.1	Scénario en maternité	56
6.1.1	Évaluation des volumes d'eau en moins se retrouvant dans le lisier du scénario optimisé.....	57
6.1.2	Impact économique de l'optimisation de l'utilisation de l'eau en maternité.....	58
6.1.3	Impact environnementale de l'optimisation de l'utilisation de l'eau en maternité	59
6.2	Scénario en engraissement	60
6.2.1	Évaluation des volumes d'eau en moins se retrouvant dans le lisier du scénario optimisé.....	61
6.2.2	Impacts économiques de l'optimisation de l'utilisation de l'eau en engraissement.....	61
6.2.3	Impact environnemental de l'optimisation de l'utilisation de l'eau en engraissement	63
7	Importance du monitoring de l'eau en continu et en temps réel : l'opinion des vétérinaires.....	65
7.1	Monitoring de l'eau	65
7.2	Traitement dans l'eau.....	65
7.3	Qualité de l'eau	66

8	Moyens de réduction de la consommation et utilisation efficace de l'eau.....	67
8.1	Eau d'abreuvement	67
8.1.1	Équipements d'abreuvement	67
8.1.2	Alimentation	67
8.1.3	Conduite d'élevage	67
8.1.4	Ambiance	68
8.1.5	Santé	68
8.1.6	Qualité de l'eau.....	68
8.2	Eau de lavage.....	68
8.2.1	Procédure	68
8.2.2	Bâtiments et équipements	69
8.3	Eau de refroidissement.....	69
8.4	Eau domestique.....	69
8.5	Général	70
9	Références.....	71
10	Description des répercussions et des retombées anticipées du projet	80
11	Nombre de producteurs mesurant leur utilisation d'eau	80
12	Nombre d'événements où les résultats seront présentés	81

Liste des tableaux

Tableau 1 Principaux facteurs affectant l'utilisation de l'eau	6
Tableau 2 Eau totale utilisée, ingérée et gaspillée par des porcs en pouponnière pour différents systèmes d'abreuvement	8
Tableau 3 Utilisation totale de l'eau, taux de dilution et production de lisier pour la suce conventionnelle comparativement à la suce suspendue	9
Tableau 4 Utilisation totale d'eau, conversion hydrique et taux de dilution pour différents bols en engraissement	10
Tableau 5 Quantités d'eau utilisées pour le lavage des bâtiments porcins, en litres/place-porc/lavage	29
Tableau 6 Temps moyen requis pour le lavage en fonction de la température de l'eau et de différents protocoles	33
Tableau 7 Utilisation d'eau totale, d'eau d'abreuvement et d'eau de refroidissement pour différents systèmes en engraissement	36
Tableau 8 Détails des fermes participantes	40
Tableau 9 Utilisation d'eau quotidienne moyenne selon le type d'élevage*	47
Tableau 10 Moyenne d'eau utilisée pour le lavage en maternité	54
Tableau 11 Moyenne d'eau utilisée pour le lavage en pouponnière	54
Tableau 12 Moyenne d'eau utilisée pour le lavage en engraissement et sevrage-vente	55
Tableau 13 Comparaison de l'utilisation de l'eau en maternité d'un scénario de référence et d'un scénario optimisé	57
Tableau 14 Volume annuel d'eau en moins à épandre dans le scénario optimisé d'une maternité de 1200 truies	58
Tableau 15 Émissions de GES évitées par la diminution du volume de lisier à épandre	59
Tableau 16 Comparaison de l'utilisation de l'eau en engraissement d'un scénario de référence et d'un scénario optimisé	60
Tableau 17 Volume annuel d'eau en moins à épandre dans le scénario optimisé d'un engraissement de 1 500 porcs	61
Tableau 18 Paramètres utilisés dans l'outil Şimule-lot	62
Tableau 19 Émissions de GES évitées par la diminution du volume de lisier à épandre	64

Liste des figures

Figure 1 Répartition de l'utilisation de l'eau en production porcine (adapté de Froese et Small, 2001).....	4
Figure 2 Répartition de l'utilisation de l'eau à la ferme entre les stades de production (adapté de Froese et Small, 2001).....	5
Figure 3 Conduite d'élevage des maternités	41
Figure 4 Pression utilisée lors des lavages en maternité.....	41
Figure 5 Débits utilisés lors des lavages en maternité.....	42
Figure 6 Pression utilisée lors des lavages en pouponnière	43
Figure 7 Débits utilisés lors des lavages en pouponnière.....	43
Figure 8 Types de plancher retrouvés en engraissement.....	44
Figure 9 pourcentage des différents débits d'eau des laveuses à pression	45
Figure 10 Portrait de l'utilisation d'eau moyenne par tête par jour en maternité selon la période de l'année	48
Figure 11 Portrait de l'utilisation d'eau moyenne par tête par jour en pouponnière selon la période de l'année	49
Figure 12 Utilisation d'eau moyenne par tête par jour en pouponnière selon le nombre d'animaux par point d'eau	50
Figure 13 Utilisation d'eau moyenne par tête par jour en engraissement selon la période de l'année	51
Figure 14 Utilisation d'eau moyenne par tête par jour de différents lots en engraissement	52
Figure 15 Utilisation d'eau moyenne par tête par jour en engraissement selon le nombre d'animaux par point d'eau	53

1 Mise en contexte et objectifs

L'eau est une ressource critique en production porcine. Elle est souvent prise pour acquis en raison de sa disponibilité en quantité illimitée au Québec, et ce, à un coût négligeable (Predicala et Alvarado, 2013). Dans certains élevages, l'approvisionnement en eau potable de bonne qualité est toutefois préoccupant. Les facteurs influençant l'utilisation de l'eau sont souvent méconnus des producteurs. Avant la réalisation de ce projet, il n'existait pas de données de référence québécoises sur la consommation totale d'eau par type de production (maternité, pouponnière et engraissement). La répartition de son usage entre les différents postes d'utilisation est également mal cernée. Il est important de déterminer l'utilisation de l'eau d'un élevage, car celle-ci influence les besoins pour les réservoirs et les puits, mais également la taille des systèmes d'entreposage du lisier (Froese, 2003).

Une utilisation plus efficace de l'eau est essentielle à la fois pour des considérations économiques et environnementales (Predicala *et al.*, 2011). L'utilisation excessive d'eau peut entraîner des conséquences négatives sur l'environnement et causer une dégradation des ressources hydriques (Jin *et al.*, 2011). Une concentration élevée en eau dans le lisier augmente les coûts d'entreposage et d'épandage (Mroz *et al.*, 1995) en plus de diminuer la concentration en nutriments (Muhlbauer *et al.*, 2010). En optimisant l'utilisation de l'eau, il est possible de limiter les passages au champ lors de l'épandage en réduisant les volumes à épandre, donc d'abaisser les risques de compaction des sols et la quantité de diesel utilisée par la machinerie (Turcotte *et al.*, 2018).

La mise en application des meilleures pratiques d'élevage et d'équipements permettant de diminuer le gaspillage permettra d'optimiser l'utilisation de l'eau, ce qui se traduira par une amélioration des performances environnementales et économiques des éleveurs. En effet, une amélioration collective de l'utilisation de l'eau génèrera de plus petits volumes de lisier à épandre, ainsi qu'une diminution de la compaction des sols et une réduction des émissions de gaz à effet de serre, car il y aura moins de transport par tracteurs. Cette diminution du volume de lisier aura un impact économique significatif et améliorera la santé financière des éleveurs. Enfin, la réduction du volume de lisier à épandre améliorera aussi l'acceptabilité sociale et la cohabitation, car l'épandage est associé à la production d'odeurs.

Peu de recherche est effectuée afin de mieux comprendre comment l'eau est utilisée et comment son usage peut être optimisé (Nyachoti et Kiarie, 2010). De nombreux facteurs peuvent influencer l'emploi de l'eau dans les élevages, il est donc primordial d'évaluer son utilisation à la ferme afin de trouver des astuces de consommation favorisant la production durable. La compilation et l'analyse des données d'utilisation d'eau à la ferme pourraient être valorisées pour effectuer une consommation plus efficace, mais également pour améliorer le suivi des performances et de la santé des animaux (Comité RDT, 2019).

Les résultats de ce projet permettront aux producteurs de connaître les facteurs qui influencent l'utilisation de l'eau. De plus, les données de référence sur l'utilisation de l'eau à la ferme leur permettront de se comparer à la moyenne des producteurs québécois et de valider si leur propre utilisation de l'eau est correcte ou trop élevée.

Dans un contexte de développement durable, l'objectif principal du projet était de favoriser l'utilisation efficace de l'eau à la ferme dans le but d'améliorer le bilan environnemental de la production porcine québécoise. Pour ce faire, les objectifs secondaires suivants ont été réalisés :

- Mesurer la consommation d'eau à l'échelle des fermes porcines du Québec pour disposer de données de référence qui permettront aux éleveurs de se comparer;
- Déterminer les facteurs qui influencent la consommation d'eau et leur importance relative;
- Quantifier les gains financiers et environnementaux découlant du suivi de la consommation d'eau;
- Sensibiliser les éleveurs sur l'importance de connaître leur consommation d'eau afin d'en faire une gestion optimale, ainsi que les éléments à considérer pour y parvenir.

Considérant la volonté de déterminer des pratiques d'utilisation durable de l'eau à la ferme, les astuces proposées et les facteurs affectant la consommation d'eau ont été axés sur l'utilisation directe dans les bâtiments porcins.

2 Revue de littérature : consommation et utilisation de l'eau

Une revue de littérature détaillée sur les différents facteurs qui peuvent influencer la consommation et l'utilisation de l'eau en élevage porcin a été effectuée. Plusieurs thèmes ont été évalués dans le but de valider leur lien avec la consommation d'eau ou la valorisation des données de consommations en temps réel. Les résultats de cette revue de littérature sont présentés dans les sections suivantes.

2.1 Besoin en eau des porcs

L'eau est un nutriment essentiel requis en très grande quantité pour la croissance et la survie de l'animal (Jin *et al.*, 2011). Celle-ci intervient dans de nombreuses fonctions physiologiques et biochimiques. Elle est, entre autres, nécessaire pour les besoins tissulaires, la structure des cellules, la régulation de la température, l'homéostasie des minéraux, l'excrétion des produits métaboliques, la filtration et le retrait des toxines, la lubrification des articulations et des organes, la protection du système nerveux, la croissance, la reproduction et la lactation (Muhlbauer *et al.*, 2010; Jin *et al.*, 2011; NRC, 2012; Dawson, 2020).

Les animaux sont composés en majeure partie d'eau, soit 82 % du poids des jeunes animaux et 55 % du poids des animaux adultes (Kober, 1993, cité par Altech, 2020). La teneur en eau du corps diminue avec l'âge et le poids des animaux, en raison d'une diminution de la teneur en tissus maigres et une augmentation des tissus gras (Patience, 2012). Les tissus maigres contiennent 75 % à 80 % d'eau, tandis que les tissus adipeux n'en contiennent que 9 % à 12 % par rapport à leur poids (Whittemore et Elsey, 1977, cité par Gill, 1989). Comme la quantité d'eau dans le corps du porc est relativement stable à un âge donné, les porcs doivent consommer une source suffisante d'eau sur une base régulière pour balancer les pertes. Toute source connue pour en augmenter l'excrétion accroît nécessairement les besoins d'ingestion d'eau (NRC, 2012).

Les porcs obtiennent leur eau à partir de trois sources, soit l'eau contenue dans les aliments, l'eau métabolique et l'eau d'abreuvement (Nyachoti et Kiarie, 2010). Une forte variation de l'eau ingérée, que ce soit en insuffisance ou en excès, peut entraîner des conséquences sur les performances zootechniques ainsi que sur la santé des porcs (Ramonet *et al.*, 2017; Rousselière *et al.*, 2017a). Il est possible de calculer l'eau provenant des aliments en multipliant la teneur en eau par la quantité quotidienne d'aliment consommée. La plupart des aliments communément utilisés en production porcine contiennent 10 % à 12 % d'eau (NRC, 1998). En ce qui concerne l'eau métabolique, celle-ci est un coproduit du catabolisme

oxydatif de l'alimentation (Gill, 1989). L'eau d'abreuvement représente la majeure source d'intrant pour les porcs. De nombreux facteurs peuvent affecter la quantité consommée par l'animal.

Les porcs perdent principalement de l'eau via l'urine, les fèces, la respiration et la peau (Gill, 1989). L'eau retrouvée dans le lisier provient surtout de l'urine et est en lien direct avec l'eau d'abreuvement (Mroz *et al.*, 1995). Les pertes via les fèces dépendent principalement de l'état de santé de l'animal. Par exemple, les pertes en eau sont plus importantes si l'animal a la diarrhée (Thulin et Brumm, 1991, cité par Olkowski, 2009). Le processus normal de respiration entraîne une sortie continue d'eau par les voies respiratoires (Olkowski, 2009). Les pertes par évaporation liées à la respiration sont une source potentielle de sortie dans les environnements à faible humidité (Gill, 1989). Celles-ci augmentent drastiquement en période de stress thermique (Roger, 2015). Comme les porcs ne peuvent transpirer, il n'y a pas de pertes de chaleur par évaporation via la sueur. Il y a toutefois une perte d'eau par diffusion passive par la peau (Gill, 1989), mais celle-ci ne constitue toutefois pas une source très importante de perte d'eau (Olkowski, 2009).

La définition du besoin en eau pour le porc est difficile à faire, comme la consommation est affectée à la fois par des facteurs métaboliques, physiologiques et comportementaux (Patience, 2012). Le besoin minimal en eau est la quantité nécessaire pour balancer les pertes, la production de lait et la formation de nouveaux tissus durant la croissance ou la gestation. Cependant, les besoins réels des porcs sont généralement surestimés en raison du gaspillage (NRC, 2012). De plus, les signes cliniques d'un manque d'eau sont difficiles à déterminer, sauf si le manque est extrême. Les besoins et la demande sont donc très difficiles à déterminer (Patience, 2012) et les facteurs externes à l'animal influençant sa consommation sont multiples.

2.2 Répartition de l'utilisation à la ferme

L'empreinte aquatique de l'agriculture représente une partie significative de l'eau consommée dans le monde (Mekonnen et Hoekstra, 2012). Avec l'augmentation des productions animales, l'élevage intensif se fait sur des superficies de plus en plus restreintes. La surveillance de l'utilisation de l'eau en élevage est donc importante (Chimainski *et al.*, 2019). La majorité de l'eau en production porcine est utilisée pour irriguer au champ les aliments destinés aux animaux, soit 89 % de l'eau totale (Figure 1). Seulement 11 % de l'empreinte aquatique est utilisée pour l'élevage directement à la ferme (Boles, 2013).

À la ferme, l'eau est principalement utilisée pour l'abreuvement des animaux, le lavage des bâtiments, le refroidissement et les tâches domestiques (consommation humaine, douches, espaces communs, lavage des vêtements, ménage, etc.) (Figure 1). L'eau d'abreuvement représente la majeure partie de la consommation totale à la ferme, soit environ 80%. Le lavage représente 5 % à 10 % de l'utilisation, le refroidissement 10 % à 15 %, tandis que l'eau domestique ne représente que 1 % de l'utilisation totale de la ferme (Froese et Small, 2001).

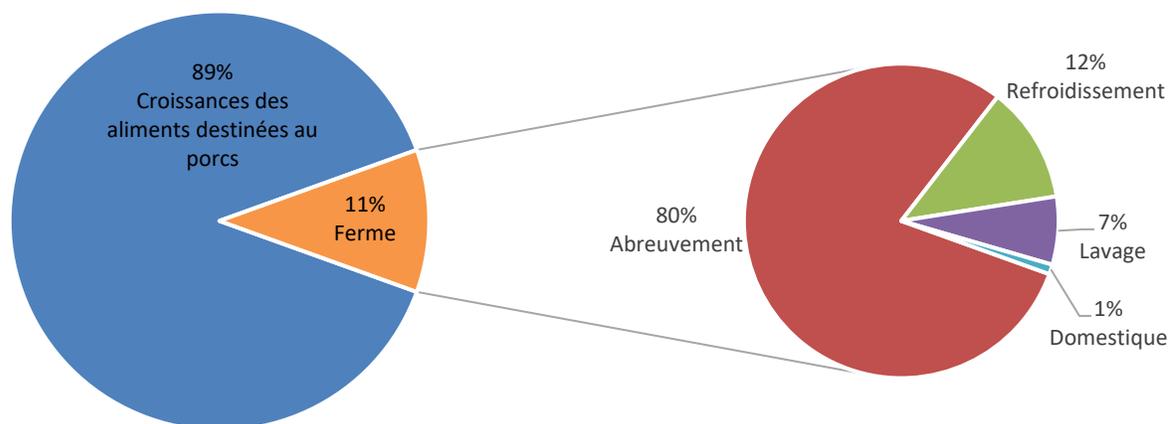


Figure 1 Répartition de l'utilisation de l'eau en production porcine (adapté de Froese et Small, 2001).

L'abreuvement et le lavage représentent les deux secteurs d'activités où les économies pourraient être potentielles et significatives (Predicala et Alvarado, 2013). Toutefois, le lavage ne représente qu'une faible part de la quantité d'eau utilisée en élevage porcin. Des réductions sont possibles au niveau de l'eau utilisée pour le lavage, mais l'impact est nettement inférieur à celui obtenu via des ajustements touchant l'eau d'abreuvement (Massabie, 2012). En ce qui concerne les systèmes de refroidissement, l'utilisation est faible et n'intervient qu'une partie de l'année, dépendamment du climat. De plus, l'eau utilisée directement par les systèmes de refroidissement est compensée par une baisse dans la consommation de l'eau d'abreuvement (Massabie, 2012).

Froese et Small (2001) ont évalué l'utilisation de l'eau par stade de production lorsque le nombre d'animaux en inventaire est considéré. L'engraissement nécessite le plus d'eau, avec 64% de l'utilisation totale, suivi de la gestation (16%) et de la pouponnière (11%). La mise bas consomme 9% de l'eau à la ferme (Figure 2). L'empreinte aquatique plus élevée en engraissement peut être attribuée à une période d'élevage plus longue et un gain de poids plus important comparativement à la pouponnière (Peer, 1991). L'engraissement est le stade de production offrant le plus grand potentiel pour des économies significatives et immédiates, à la fois sur la consommation d'eau et la production de lisier (Froese, 2003).

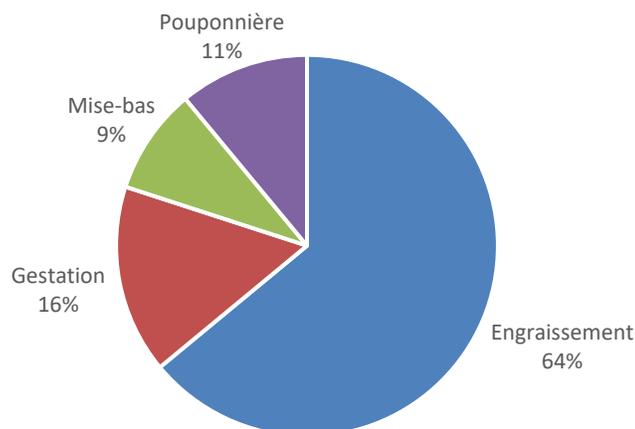


Figure 2 Répartition de l'utilisation de l'eau à la ferme entre les stades de production (adapté de Froese et Small, 2001).

Il est nécessaire de différencier l'eau utilisée, l'eau gaspillée et l'eau ingérée. L'eau utilisée représente toute l'eau consommée sur l'élevage, qu'elle soit directement utilisée ou non par l'animal. Celle-ci est, par exemple, mesurée à l'aide d'un compteur d'eau sur les lignes d'approvisionnement. L'eau gaspillée représente l'eau écoulee, mais non consommée par les animaux. Cette eau non désirable se retrouve directement dans le lisier et augmente les quantités à épandre. Dans une optique d'utilisation durable de l'eau, il est nécessaire de limiter le gaspillage. L'eau ingérée représente la différence entre l'eau utilisée et l'eau gaspillée. Celle-ci est consommée directement par les animaux dans le but de combler leurs besoins physiologiques ou comportementaux. Il peut s'agir des besoins de thermorégulation liés à la faim ou à l'exploration du milieu (Ramonet *et al.*, 2017).

Selon un sondage réalisé auprès de producteurs en Saskatchewan, beaucoup d'éleveurs porcins n'ont aucune idée de leur consommation d'eau. La quantité utilisée subie également une variation importante entre les fermes. Par exemple, pour des élevages naisseurs-finisseeurs, l'utilisation totale de l'eau varie de 250 à 7 650 L/porc vendu (Predicala et Alvarado, 2013). Comme de nombreux facteurs influencent l'utilisation de l'eau, il n'est pas facile de statuer sur un besoin unique pour une espèce ou un individu (Gill, 1989). Les facteurs peuvent être intrinsèques à l'animal (ex. : stade de production, âge, poids vif, cycle sexuel, statut de santé, etc.) ou extrinsèques (ex. : type de logement, équipements d'abreuvement, saison, conditions ambiantes, etc.). Le Tableau 1 présente les principaux facteurs affectant l'utilisation de l'eau dans un élevage porcin. Les différents points sont détaillés dans les sections qui suivent.

Tableau 1 Principaux facteurs affectant l'utilisation de l'eau

Eau d'abreuvement	Eau de lavage	Eau de refroidissement	Eau domestique
<ul style="list-style-type: none"> - Statut de santé - Traitements médicaux - Stade de production - Variation individuelle - Âge, parité, poids vif - Cycle sexuel, sexe - Stress, ennui - Densité d'élevage - Mode de logement - Hiérarchie, dominance - Fuites, bris - Taille de la ferme - Conception du bâtiment - Équipements d'abreuvement - Température de l'eau - Saison - Conditions ambiantes - Composition de la ration - Type d'alimentation - Qualité de l'eau 	<ul style="list-style-type: none"> - Âge du bâtiment - Conduite d'élevage - Type de plancher - Matériaux - Opérateur - Pré-trempage - Température de l'eau - Type d'équipement - Agent nettoyant utilisé - Pression de l'eau, débit - Qualité de l'eau 	<ul style="list-style-type: none"> - Fuites, bris - Température ambiante - Stade de production - Type de système - Saison 	<ul style="list-style-type: none"> - Taille de la ferme - Nombre d'employés - Consignes de biosécurité

2.3 Facteurs influençant l'utilisation de l'eau

2.3.1 Eau d'abreuvement

L'abreuvement est défini comme une ingestion orale volontaire de liquide (Hurnik *et al.*, 1995, cité par Jackson, 2007). L'eau pour l'abreuvement représente à elle seule entre 80 % et 93 % de l'utilisation des ressources hydriques d'un élevage, dépendamment des études (Froese et Small, 2001; Massabie *et al.*, 2014). Si l'eau n'est pas correctement disponible pour les animaux, cela diminue leurs performances et dans le cas d'une restriction sévère, cela dégrade la digestibilité de l'aliment (Mroz *et al.*, 1995). Il est important que les porcs ne soient pas restreints en eau afin d'éviter une réduction de la prise alimentaire et du stress inutile lié à un manque d'eau ou à des comportements agressifs causés par une diminution de cette ressource (Guimont *et al.*, 2005). Un sous-abreuvement peut être à l'origine d'une baisse de la consommation alimentaire, de cannibalisme, de problèmes de santé (constipation, troubles urinaires, etc.), d'atteinte au bien-être ou de baisse des performances de croissance, de reproduction ou d'allaitement (Rousselière, 2016). Un sur-abreuvement peut mener à du gaspillage, donc à des coûts plus élevés pour l'épandage. Cela augmente aussi les coûts reliés aux traitements médicaux administrés dans

l'eau (Chiba, 2013). La quantité d'eau d'abreuvement varie selon de nombreux facteurs, notamment la conception et l'emplacement des équipements d'abreuvement, la consommation alimentaire, la composition de la ration, l'âge, le stade de production, la densité d'élevage, le système de logement, les conditions environnementales, le statut physiologique des animaux et la qualité de l'eau (5m Editor, 2011).

2.3.2 Équipements d'abreuvement

Le facteur le plus important pour une utilisation durable de l'eau en production porcine est la gestion des abreuvoirs (Massabie *et al.*, 2014). 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 (Ramonet *et al.*, 2017). Les facteurs importants à considérer sont donc le positionnement de l'équipement d'abreuvement dans le parc, le type (suce, bol, trémie humide, etc.), le ratio animaux/équipement d'abreuvement, le débit et la hauteur.

Type d'équipement d'abreuvement

Le type et la forme de l'équipement d'abreuvement sont des facteurs primordiaux à prendre en compte pour l'utilisation durable de l'eau d'abreuvement, puisqu'ils affectent significativement la disparition de l'eau ainsi que l'utilisation de l'eau totale dans un élevage (Muhlbauer *et al.*, 2010). La forme de l'abreuvoir doit permettre de limiter le gaspillage. Le type d'abreuvoir, comme la suce, le bol ou la trémie humide, influence directement l'ingestion par les animaux et le gaspillage (Massabie *et al.*, 2014). La suce est le système d'abreuvement le plus utilisé en production porcine en Amérique du Nord (Patience, 2012). Selon un sondage effectué auprès de producteurs en Saskatchewan, seulement 10 % des producteurs utilisent des bols et 34 % des auges à niveau constant (Li *et al.*, 2005).

La consommation d'aliment à partir d'une trémie sèche nécessite l'ajout d'un point d'eau, soit une suce, un bol ou une auge à niveau constant. Selon une étude de Torrey *et al.* (2008) il existe des différences importantes entre les différents systèmes d'abreuvement en ce qui a trait à l'eau consommée, gaspillée et ingérée. Les auteurs ont comparé trois systèmes d'abreuvement en pouponnière, soit un bol à niveau constant, une suce à bille ainsi qu'un bol urinoir (Tableau 2).

Tableau 2 Eau totale utilisée, ingérée et gaspillée par des porcs en pouponnière pour différents systèmes d'abreuvement

	Niveau constant	Suce à bille	Bol urinoir
Eau utilisée (ml/porc/jour)	770 ^a	1984 ^b	960 ^c
Eau ingérée (ml/porc/jour)	475 ^a	870 ^b	774 ^b
Eau gaspillée (ml/porc/jour)	295 ^a	1114 ^b	186 ^c
Eau gaspillée (%)	38.8 ^a	56.1 ^b	19.3 ^c

Note : une lettre a-c dans une ligne montre une différence significative (P<0.001).

Adapté de Torrey *et al.* (2008).

Les sucres permettent de fournir une eau fraîche en continue, mais il s'agit également du système causant le plus de gaspillage. En raison de sa conception, beaucoup d'eau est gaspillée au moment de l'abreuvement. Les porcs peuvent également faire couler de l'eau par mégarde, par exemple s'ils s'appuient par accident sur la suce. Avec le vieillissement des équipements, les fuites sont accentuées (Muhlbauer *et al.*, 2010). Chez les truies, Phillips *et al.*, (1990) ont estimé que la quantité d'eau gaspillée avec les sucres peut varier entre 23 % et 80 % de l'eau utilisée selon le débit, alors qu'Anderson *et al.* (2014) estiment cette perte à 35 %. D'après ces auteurs, cette perte d'eau serait attribuable à la difficulté des animaux à faire fonctionner les sucres, mais aussi aux différentes manières qu'ont les porcs de boire avec ce système d'abreuvement. Il existe différents modèles de suce, comme la suce conventionnelle, la suce à bille ou les sucres suspendues.

Les sucres à bille peuvent permettre de réduire l'utilisation de l'eau comparativement aux sucres conventionnelles car l'animal doit enfoncer le dispositif d'abreuvement dans sa gueule avant que l'eau ne s'en écoule, réduisant ainsi le gaspillage (Muhlbauer *et al.*, 2010). Par exemple, le gaspillage d'eau mesuré dans le cadre d'un projet réalisé par le CDPQ avec des porcs en engraissement était de 27,1 % pour les sucres conventionnelles et de 14,5 % pour les sucres à bille (Turcotte *et al.*, 2018). D'autres auteurs ont également noté une réduction de l'utilisation totale de l'eau de 8 % à 22 % pour les sucres à bille, comparativement aux sucres conventionnelles, selon le stade physiologique (Muhlbauer *et al.*, 2010). Selon un sondage réalisé auprès de producteurs en Saskatchewan, seulement 14 % utilisent des sucres à bille (Jin *et al.*, 2011).

Les sucres suspendues peuvent également permettre de diminuer l'utilisation de l'eau par les porcs. En pouponnière et en engraissement, les sucres suspendues peuvent facilement être ajustées en hauteur lors de la croissance des animaux. Elles peuvent également limiter les risques de pertes accidentelles d'eau, car les porcs ne peuvent s'appuyer dessus par mégarde et faire couler de l'eau. Brumm *et al.* (2000) ont montré que les sucres suspendues permettent de réduire l'utilisation de l'eau de 11 % comparativement aux sucres conventionnelles accrochées au muret (Tableau 3).

Tableau 3 Utilisation totale de l'eau, taux de dilution et production de lisier pour la suce conventionnelle comparativement à la suce suspendue

	Suce suspendue	Suce conventionnelle	Valeur de P
Utilisation de l'eau (L/jour/porc)	4.90	5.50	0.058
Taux de dilution (kg eau/kg aliment)	2.34	2.64	0.003
Production de lisier (L/jour/porc)	3.96	4.59	0.018

Adapté de Brumm *et al.* (2000).

L'utilisation de bols, particulièrement les bols économiseurs d'eau, peut être une solution avantageuse par rapport à l'utilisation d'un système d'abreuvement à suce (Plourde et Berthiaume, 2018). Comparativement à la suce, le bol permet une réduction de l'utilisation de l'eau de 20 % à 31,2 % dans les phases de post-sevrage et de finition (Muhlbauer *et al.*, 2010). Selon Pedersen (1999), cité par Froese et Small (2001), l'utilisation de bols diminue de 30 % le gaspillage d'eau comparativement aux sucres. Quant à eux, Torrey *et al.* (2008) ont remarqué que le gaspillage d'eau chez les porcelets sevrés était de 56 % avec l'utilisation de sucres comparativement à 19 % avec un bol économiseur d'eau.

L'utilisation du bol permet de limiter le gaspillage, puisque l'excès d'eau est récupéré lors de l'abreuvement des animaux (Boles, 2013) et rendu à nouveau disponible pour consommation (Muhlbauer *et al.*, 2010). De faibles quantités d'eau sont tout de même perdues par évaporation ou sont éclaboussées lorsque les porcs boivent et jouent dans l'eau (Boles, 2013). Les porcs sont également moins susceptibles d'accrocher les bols par inadvertance, comparativement aux sucres (Muhlbauer *et al.*, 2010). Cependant, il faut éviter que l'eau ne soit constamment stagnante (Torrey *et al.*, 2008) et les bols doivent être positionnés adéquatement dans le parc afin d'éviter les souillures (Patience, 2012).

Les porcs ont une préférence pour les bols (Jackson, 2007), sauf si celui-ci est souillé par des aliments ou des déjections (Phillips et Fraser, 1991). Le comportement naturel du porc est de boire en lapant, donc le bol correspond davantage à l'instinct naturel que de téter à partir d'une suce (Ramonet *et al.*, 2017). Le type de bol influence également l'utilisation (Turcotte *et al.*, 2019). Les bols avec une réserve d'eau importante peuvent limiter le gaspillage, tandis que la conception des bols favorisant la manipulation peut

augmenter les stéréotypies. Pour réduire le gaspillage, la conception doit minimiser la contamination de l'eau et assurer une consommation adéquate (Torrey *et al.*, 2008). Elle doit aussi être adaptée au stade de production. Par exemple, un projet de recherche du CDPQ, réalisé avec des truies gestantes logées en groupe, a montré que le gaspillage d'eau était de 6,0 % avec l'utilisation de bols conventionnels, de 21,3 % pour les bols en fonte et de 26,5 % pour les bols urinoirs. Les différences importantes notées entre les équipements peuvent en partie être attribuées à leur conception non adaptée pour les truies (Turcotte *et al.*, 2019).

Un autre projet du CDPQ a permis de comparer l'utilisation de l'eau entre différents types de bols en engraissement. Le type de bol a une influence significative sur l'utilisation quotidienne d'eau par les porcs. Les bols avec couvercle ont permis une économie d'eau d'environ 13 % par rapport à la moyenne d'utilisation d'eau notée avec les autres abreuvoirs (Tableau 4). La conversion hydrique ainsi que le ratio eau/aliment (taux de dilution) sont également affectés par le type de bol. Les données ont été comparées avec la trémie humide (Guimont *et al.*, 2005).

Tableau 4 Utilisation totale d'eau, conversion hydrique et taux de dilution pour différents bols en engraissement

	Trémie humide	Bol urinoir	Bol avec couvercle	Bol à niveau constant	Valeur de P
Utilisation totale d'eau (L/jour)	5.9 ^a	5.8 ^a	5.1 ^b	5.9 ^a	P = 0.002
Conversion hydrique (L eau/kg gain de poids)	5.5 ^a	5.6 ^a	5.0 ^b	5.7 ^a	P = 0.003
Taux de dilution (L eau/kg moulée)	2.64 ^{ab}	2.78 ^a	2.45 ^b	2.82 ^a	P = 0.009

Note : une lettre a-b dans une ligne montre une différence significative.

Adapté de Guimont *et al.* (2005).

Dans les jours suivant le sevrage, une perte de poids est souvent notée chez les porcelets, laquelle est associée à divers facteurs tels que l'aliment solide, les stress environnementaux et le délaissement du lait maternel. Durant cette période, les porcelets boivent de façon excessive et peuvent développer des comportements oraux anormaux, tel que le massage du ventre des congénères. L'abreuvement excessif peut servir à satisfaire la faim compte tenu que les animaux consomment moins d'aliment dans les jours suivant le sevrage. Le remplissage du système digestif avec de l'eau peut affecter l'établissement du comportement alimentaire. L'utilisation du bol, comparativement à la suce conventionnelle, peut donc aider les porcs en post-sevrage à effectuer la transition et éviter le développement de comportements anormaux tels que l'abreuvement excessif (Torrey *et al.*, 2008).

Quant à elle, l'auge à niveau constant permet un accès constant à de l'eau fraîche et nécessite peu d'adaptation pour les animaux. Ce système permet également de réduire le gaspillage. Il peut être très

utile pour les animaux en cage, par exemple les truies en gestation, sinon l'eau peut rapidement devenir souillée par des aliments ou des déjections (Rousselière, 2016). L'utilisation de bat-flancs peut limiter la contamination. L'utilisation de système d'abreuvement à niveau constant avec bat-flancs permet une réduction de l'utilisation de l'eau de 60 % par rapport à la suce, sans effet sur les performances (Engele, 2018).

L'utilisation de bat-flancs peut considérablement influencer l'utilisation de l'eau chez les animaux. Cet équipement les incite à avoir une posture d'abreuvement adéquate limitant le gaspillage. De plus, il empêche les animaux d'accrocher les équipements d'abreuvement et de faire s'écouler l'eau accidentellement. Au cours d'un projet de recherche du CDPQ réalisé avec des truies en gestation en groupe, le gaspillage d'eau fût de seulement 10,1 % pour la suce à bille entre deux panneaux de type bat-flancs et de 8,3 % pour la suce conventionnelle entre deux panneaux de type bat-flancs, soit une différence non significative entre les deux modèles de sucés. La quantité d'eau gaspillée avec les sucés était même inférieure ou similaire au gaspillage noté avec les bols, soit de 6,0 % avec le bol conventionnel, de 21,3 % avec le bol en fonte et 26,5 % avec le bol urinoir (Turcotte *et al.*, 2019). Le bat-flanc a donc un effet considérable sur l'utilisation de l'eau.

Pour la suce, les bols ou l'auge à niveau constant, l'impact du type de système d'abreuvement sur les performances de croissance est faible. En général, le type d'abreuvoir n'a pas d'effet significatif sur les taux de croissance, comme le gain moyen quotidien des animaux en pouponnière et en engraissement (Guimont *et al.*, 2005; Torrey *et al.*, 2008; Muhlbauer *et al.*, 2010; Plourde et Berthiaume, 2018; Turcotte *et al.*, 2018).

Les porcs peuvent également être alimentés avec une trémie humide, permettant une distribution de l'eau à même l'alimentation. Cela permet une réduction de la consommation d'eau par jour, principalement lors des stades de croissance et de finition. Comme pour le bol, la présence de l'eau dans un récipient permet d'améliorer l'efficacité d'utilisation par rapport à la suce. Il y a toutefois une possibilité de contamination de l'eau. Certains porcs peuvent trouver l'aliment moins appétent une fois que celui-ci est saturé en eau, donc cela peut affecter leur consommation (Boles, 2013). La réduction de l'utilisation d'eau des trémies humides par rapport aux sucés conventionnelles est de 10 % à 34 % (Muhlbauer *et al.*, 2010). Les porcs utilisant la trémie humide ont un taux de croissance significativement plus élevé et une meilleure consommation alimentaire quotidienne que les porcs utilisant une trémie sèche et une suce (Brumm *et al.*, 2000). Il est possible d'avoir un point d'eau supplémentaire ou non. Selon un sondage réalisé en Saskatchewan en 2011, 59 % des fermes utilisent une trémie humide pour l'alimentation des animaux (Jin *et al.*, 2011). Au Québec, selon une étude réalisée en 2003 (Pigeon *et al.*, 2003), 53,7 % des porcs en engraissement seraient alimentés et abreuvés avec des trémies humides. Les trémies humides permettent de réduire le gaspillage de 35 % comparativement aux sucés (Chiba, 2013).

Localisation et ratio d'abreuvement

La demande en eau d'abreuvement peut aussi être affectée par le nombre d'équipements d'abreuvement (Laitat *et al.*, 1999). Une ingestion d'eau insuffisante peut être le résultat d'un nombre insuffisant d'équipements d'abreuvement dans les enclos, rendant l'accès à l'eau difficile (Ramonet *et al.*, 2017).

Le nombre d'animaux par abreuvoir est également un facteur important à considérer. Si le ratio animaux/équipement est trop élevé, cela peut occasionner de la compétition à l'abreuvoir lors des pics de chaleur, causer du cannibalisme ou des troubles de santé. Si le ratio est trop faible, les animaux peuvent consommer l'eau d'un seul abreuvoir et souiller le deuxième, favorisant alors la contamination croisée

(Rousselière, 2016). La contamination fécale des équipements d'abreuvement peut mener à une diminution de la consommation d'eau et à une réduction des performances animales (Chiba, 2013). Selon Jackson (2007), une restriction du nombre d'abreuvoirs peut limiter l'accès à l'eau, particulièrement chez les porcs dominés. Ce chercheur a évalué l'effet de l'utilisation d'un bol (25 animaux/bol), de deux bols (12 animaux/bol) ou de trois bols (8 animaux/bol) sur les interactions agressives et le nombre de visites à l'abreuvoir. Chez les porcs sevrés, la présence de plus d'un espace pour boire augmente le nombre de visites et tend à accroître le gain moyen quotidien. Les porcs ayant accès à seulement un bol ont eu plus d'interactions agressives et la durée des agressions a été plus longue que dans les parcs avec plus d'un espace d'abreuvement. Dans le cas des sucs, il est recommandé d'avoir deux sucs fonctionnelles s'il y a plus de dix porcelets en pouponnière ou s'il y a plus de 15 porcs en engraissement. Les sucs peuvent être bouchées par des sédiments, des minéraux ou de la rouille, donc il est nécessaire de vérifier leur fonctionnement quotidiennement (South Dakota State University, 2014).

Une localisation non adaptée des abreuvoirs pour les animaux peut résulter en une ingestion d'eau insuffisante ou excessive (Ramonet *et al.*, 2017). Un abreuvoir mal positionné devient rapidement souillé par les animaux et donc n'est plus utilisé ou devient une source de contamination possible par des bactéries (Rousselière, 2016). La conception et l'aménagement du parc doivent permettre trois zones, soit une zone de déjection, une zone de ressource (eau et alimentaire) et une zone de circulation/repos (Rousselière, 2016).

Débit

Le débit est un facteur très important à considérer pour une utilisation durable de l'eau d'abreuvement en production porcine (Massabie *et al.*, 2014). L'utilisation de débits optimaux, peu importe le système d'abreuvement, permet une consommation d'eau adéquate tout en limitant les pertes reliées au gaspillage (Ramonet *et al.*, 2017). Un débit trop faible ou trop élevé augmente les quantités d'eau gaspillées (Phillips *et al.*, 1990). Pour une utilisation adéquate sans perte le débit devrait donc être ajusté selon les recommandations établies pour le stade de production visé (Ramonet *et al.*, 2017). Les débits varient considérablement entre les systèmes d'abreuvement, il est donc important de suivre les recommandations du manufacturier (Ramonet *et al.*, 2017).

Selon des audits réalisés auprès de 24 producteurs canadiens, environ les 2/3 des sucs en engraissement n'ont pas un débit adéquat pour les porcs, dont 11 % ayant un débit très élevé (Berthiaume et Engele, 2018a). Généralement, les éleveurs font une meilleure gestion du débit pour les truies en gestation en groupe et les porcelets en pouponnière, où 60% des sucs mesurées avaient un débit adéquat (Berthiaume et Engele, 2018a). Le débit a une influence importante sur les volumes de lisier à épandre. Par exemple, pour un engraissement de 6 000 têtes, si l'ajustement des sucs est adéquat pour seulement 1/3 des équipements, la disparition de l'eau quotidienne augmente de 70 %. Le coût direct associé à l'épandage du gaspillage d'eau est de 41 500 \$/an ou 119 \$/jour (Berthiaume et Engele, 2018a).

Des débits supérieurs aux valeurs recommandées génèrent une perte en eau accrue, mais aussi une prise d'eau plus élevée par rapport à des débits inférieurs (Li *et al.*, 2005; Torrey *et al.*, 2008). Une surconsommation d'eau peut survenir, sans justification physiologique (Massabie *et al.*, 2013). Un débit trop élevé pourrait aussi créer des éclaboussures pouvant apeurer certains porcs (Pochon, 1997), ce qui diminue la quantité d'eau ingérée et augmente le gaspillage.

En pouponnière ou en engraissement, tout débit supérieur à la recommandation de 1 L/min conduit à une augmentation du gaspillage d'eau, sans amélioration des performances ou du confort des animaux

(Massabie *et al.*, 2014). Massabie *et al.* (2013) ont testé l'effet de deux écoulements d'eau en pouponnière, soit de 1 L/min et 2 L/min. Pour un débit élevé, l'utilisation totale de l'eau est augmentée dans une proportion variant de 60 % à 73 % (Massabie *et al.*, 2013). En engraissement, l'élévation du débit a augmenté l'ingestion d'eau de 16 % et le gaspillage de 60 % (Torrey *et al.*, 2008). En ce qui concerne les truies, elles ont une certaine capacité à ingérer l'eau. Lorsque le débit dépasse la capacité d'ingestion, alors le gaspillage est inévitable (Turcotte *et al.*, 2019).

Un débit trop faible peut accroître la compétition à l'abreuvoir et conduire à l'augmentation de la fréquentation des équipements d'abreuvement (Pochon, 1997). Quand le débit est restreint, les animaux peuvent augmenter le temps passé à boire pour satisfaire leurs besoins (Leibbrandt *et al.*, 2001). Cela peut aussi mener à des problèmes de santé chez les animaux (Carlton, 2003, cité par Jackson, 2007). En été, une restriction de l'eau peut drastiquement réduire la consommation alimentaire et l'ingestion de nutriments (Leibbrandt *et al.*, 2001). Les répercussions sont importantes sur les animaux, notamment sur les truies où la restriction alimentaire peut influencer l'intervalle sevrage-œstrus ainsi que le pourcentage de truies retournant en chaleur (Johnston *et al.*, 1989). Chez les truies en lactation, un débit d'eau restreint cause une diminution significative de la consommation alimentaire et une augmentation de la perte de poids. Il n'y a cependant pas d'effet sur la taille ou le poids de la portée (Leibbrandt *et al.*, 2001).

La tuyauterie devrait également être adaptée pour ne pas être restrictive et fournir un débit adéquat aux animaux. Comme la consommation d'eau des animaux est majoritairement regroupée autour des repas, un flux d'eau d'abreuvement important traverse les canalisations à ce moment. Cela peut engendrer une diminution de la pression. Pour régler correctement les débits à l'abreuvoir, il est important de maîtriser la pression dans la tuyauterie (Rousselière, 2016).

Hauteur et installation des équipements d'abreuvement

La hauteur des abreuvoirs doit être adaptée à la taille des animaux pour minimiser le gaspillage d'eau et faciliter l'accès (Ramonet *et al.*, 2017). Les pertes en eau indésirables augmentent quand la hauteur des installations ne se trouve pas à la valeur recommandée (Li *et al.*, 2005). Si l'équipement d'abreuvement est situé trop haut, cela restreint l'accès à l'eau, spécialement pour les plus petits porcelets (Jackson, 2007). S'il est situé trop bas, il y a une augmentation du gaspillage car la position d'abreuvement des porcelets n'est pas adéquate (Jackson, 2007; OMAFRA, 2022). L'animal se met alors de côté pour boire et une quantité importante d'eau coule le long de la bouche et est gaspillée (Gadd, 1988, cité par 5m Editor, 2011). L'effet de la hauteur est également additif avec le débit. Si la hauteur et le débit des équipements d'abreuvement sont tous les deux inadéquats, alors le gaspillage est maximal (Li *et al.*, 2005). Dans le cas des sucres, l'angle est aussi très important car lorsque inadéquat, les porcs peuvent développer des problèmes de distorsion faciale (Carlton, 2003, cité par Jackson, 2007). Ils augmentent aussi leur temps passé à l'abreuvoir, ce qui diminue la durée de vie des équipements (Jackson, 2007).

Les abreuvoirs devraient être ajustés en fonction de la hauteur du plus petit animal dans le parc (Smith, 2012) et idéalement être ajustés pendant la croissance des animaux (Patience, 2012). La gestion de la hauteur des équipements d'abreuvement en fonction de la taille des animaux peut réduire considérablement les pertes en eau (Li *et al.*, 2005; Muhlbauer *et al.*, 2010) et donc contribuer à une utilisation durable de l'eau. Toutefois, selon un sondage réalisé auprès de producteurs porcins en Saskatchewan, seuls 41 % d'entre eux effectuent un ajustement de la hauteur des abreuvoirs pendant la croissance des animaux (Jin *et al.*, 2011). Dans le cas des sucres, en ajustant la hauteur et le débit adéquatement selon les besoins des animaux, le gaspillage peut être diminué de 15 %. Ces changements

ne modifient la quantité d'eau ingérée quotidiennement par les porcs (Li *et al.*, 2005; Muhlbauer *et al.*, 2010).

Même si cela reste une pratique rare, certains élevages disposent, dans un même parc, plusieurs abreuvoirs à différentes hauteurs. Cela permet aux animaux de choisir celui qui leur convient en fonction de leur taille et de leur croissance (Ramonet *et al.*, 2017).

Température de l'eau d'abreuvement

La température de l'eau affecte la consommation par les animaux. Les porcs ont une préférence pour l'eau froide et ils ne semblent pas aimer boire une eau dont la température est au-dessus de 20 °C (Hoeck et Büscher, 2013; Dawson, 2020). La présence d'eau chaude est plus susceptible de survenir dans des conditions ambiantes chaudes (Dawson, 2020). Jeon *et al.* (2006) ont évalué l'effet de trois températures de l'eau, soit 10 °C, 15°C ou 22 °C chez des truies en lactation gardées à une température ambiante de 25 °C. Les truies ayant reçu de l'eau fraîche (10 ou 15 °C) ont consommé significativement plus d'aliment et d'eau que les truies ayant une eau à 22 °C. Leur température rectale et leur taux de respiration étaient également plus faibles. Quant aux porcelets, le poids au sevrage et le GMQ des portées dont les truies buvaient de l'eau refroidie étaient également plus élevés (Jeon *et al.*, 2006). Hoeck et Büscher (2013) ont évalué l'effet de trois températures de l'eau sur l'utilisation par les porcelets sevrés. La température de l'eau d'abreuvement était soit refroidie de 10 °C en-dessous de la température ambiante, soit conservée à température ambiante, ou alors réchauffée de 10 °C au-dessus de la température ambiante. Dans 70 % des cas, les porcelets ont préféré utiliser de l'eau froide, 23 % une eau à température ambiante et seulement 7 % l'eau chaude. Il semble qu'à thermorégulation, les porcs boivent l'eau froide, ils boivent et jouent avec le point d'eau à température ambiante et ils jouent avec le point d'eau chaude (Hoeck et Büscher, 2013). De l'énergie est cependant requise pour réchauffer les liquides consommés à une température plus faible que celle du corps (NRC, 2012). Ainsi, lorsqu'il y a un seul point d'eau dans le parc, il est nécessaire de s'assurer que la température soit adéquate, sinon l'utilisation par les animaux en sera affectée.

2.3.3 Alimentation

La consommation alimentaire ainsi que le type de ration influencent la consommation d'eau des animaux. Pour toutes les classes de porcs, l'ingestion d'aliment explique entre 53 % et 83 % de la variation de l'utilisation de l'eau (Gill, 1989). De manière générale, une augmentation de la consommation d'aliment engendre une élévation de la consommation d'eau d'abreuvement (Patience, 2012; Massabie *et al.*, 2014). Il est donc possible d'utiliser le ratio d'eau consommée par quantité d'aliment, sauf pour les porcelets nouvellement sevrés, qui ont un patron erratique d'utilisation de l'eau après le sevrage (McLeese *et al.*, 1992). Plusieurs facteurs alimentaires affectent la consommation d'eau, notamment l'accès (distribution restreinte ou à volonté), le type d'aliment (sec, humide, soupe) et la composition (protéines, fibres, sels, ingrédients) de la ration. Cependant, les stratégies alimentaires pour réguler l'utilisation de l'eau n'ont qu'un effet limité sur celle-ci (NRC, 2012).

L'accès à la ration, soit une distribution à volonté ou restreinte, affecte l'utilisation de l'eau. La faim augmente la consommation d'eau (Chiba, 2013). Si les quantités d'aliment sont limitées, les porcs ont tendance à consommer de l'eau en quantités excessives et variables (Yang *et al.*, 1981, cité par Olkowski, 2009). Ainsi, les animaux restreints en aliment ont généralement une consommation d'eau supérieure

aux animaux alimentés à volonté (Massabie *et al.*, 2014). Les animaux restreints en nourriture souffrent de polydipsie en lien avec la faim (NRC, 2012). L'eau pourrait servir à apaiser la sensation de faim (Massabie *et al.*, 2014). Par exemple, chez les porcs en croissance, la consommation d'eau est d'environ 2,5 kg d'eau/kg d'aliment lorsque l'aliment est servi à volonté (NRC, 2012). Cependant, lorsque les animaux ont une alimentation restreinte, ceux-ci consomment généralement 3,7 kg d'eau/kg d'aliment (Cumby, 1986, cité par NRC, 2012).

Le type d'alimentation, soit une trémie sèche, humide ou soupe, influence la consommation d'eau des animaux. L'utilisation en eau pour les porcs avec trémie humide est réduite de 1,5 L/jour/porc comparativement à la trémie sèche (Nitikanjana *et al.*, 2012). Froese et Yaceniuk (1990), cité par Froese et Small (2001), ont mentionné que l'utilisation d'une suce en plus de la trémie humide entraîne une augmentation de 40 % de la consommation de l'eau, sans amélioration des performances. Les porcs alimentés avec trémie humide devraient avoir une source d'eau additionnelle pour s'assurer qu'ils en feront une consommation adéquate s'il y a des changements soudains dans la température ambiante, ou des changements dans la composition de la ration (ex. : teneur élevée en sel ou teneur élevée en protéines) (NRC, 2012). Pour l'alimentation de type soupe ou liquide, l'eau est directement mélangée avec l'aliment. En théorie, les animaux ingèrent donc l'eau d'abreuvement au moment des repas en quantité suffisante pour combler leurs besoins physiologiques. Le taux de dilution est variable (Ramonet *et al.*, 2017).

La teneur en protéines de la ration affecte l'utilisation de l'eau d'abreuvement. La diminution du taux de protéines alimentaires a un effet limité sur la consommation d'eau, mais une teneur excessive en protéines peut l'augmenter (Shaw *et al.*, 2006). Une ration avec un excès de protéines tend à augmenter la consommation quotidienne d'eau et l'excrétion urinaire et élève le ratio eau/aliment (Shaw *et al.*, 2006). Lorsque la teneur en protéines excède les besoins pour la maintenance, la croissance ou la production, le surplus doit être excrété en urée dans l'urine. Il est alors nécessaire d'avoir une quantité plus importante d'eau pour l'excrétion (NRC, 1998). La quantité d'urine produite est ainsi plus importante (Shaw *et al.*, 2006), augmentant les quantités de lisier à épandre. La désamination d'une protéine de faible qualité peut aussi augmenter la demande en eau par les reins pour l'excrétion de l'urée (Gill, 1989). Des rations plus faibles en protéines, formulées selon les besoins en acides aminés essentiels, peuvent diminuer l'excrétion d'azote de 40 %. La diminution de la consommation d'eau associée peut diminuer d'environ 30 % le volume de lisier produit (Smith et Crabtree, 2005, cité par Nyachoti et Kiarie, 2010). Les protéines utilisées doivent aussi être de bonne qualité. Cependant, la relation entre le niveau de protéines et la consommation d'eau n'est pas linéaire (Shaw *et al.*, 2006). Les excès en protéines doivent être évités afin de limiter une consommation excessive d'eau, mais la diminution de la protéine alimentaire dans le but de réduire l'utilisation de l'eau n'est pas une pratique efficace (Shaw *et al.*, 2006).

La teneur en sels et minéraux de la ration affecte la consommation d'eau d'abreuvement des porcs. Une ingestion élevée de sels entraîne une augmentation de la consommation d'eau, donc une hausse des excréments urinaires (Olkowski, 2009). L'augmentation du contenu de la ration en NaCl de 1 g/kg d'aliment résulte en une augmentation de la consommation d'eau de 0,52 L à 1,0 L chez les porcs sevrés, de 0,10 L chez les truies non gestantes, de 0,86 L chez les truies gestantes, de 0,40 L chez les cochettes en lactation et de 0,13 L chez les truies en lactation (Friend et Wolynetz, 1981). Les teneurs en azote (N) et en potassium (K) sont significativement corrélées avec la consommation volontaire d'eau (Shaw *et al.*, 2006). Par exemple, le potassium alimentaire augmente l'utilisation de l'eau chez les porcs en croissance de 1 L/jour pour chaque 1 % d'augmentation du potassium alimentaire, entre 7 et 15 g/kg d'aliment, sans effet sur les performances (Gill, 1989).

Les aliments ayant des propriétés laxatives contribuent aussi à augmenter les pertes d'eau et ont un impact significatif sur les besoins en eau. En effet, ils provoquent des diarrhées et l'excrétion de l'eau doit alors être compensée par une consommation d'eau plus importante par l'animal (Thulin et Brumm, 1991). Une ration riche en fibres peut aussi augmenter les pertes en eau et affecter l'utilisation de l'eau d'abreuvement (Cooper et Tyler, 1959, cité par Olkowski, 2009).

2.3.4 Conduite d'élevage

Variation individuelle

La quantité d'eau consommée pour l'abreuvement subit une très grande variation entre les individus, mais également pour un même individu d'une journée à l'autre (Rousselière *et al.*, 2016). Selon une étude réalisée par Rousselière *et al.* (2017a) chez des truies gestantes logées en groupe et alimentées avec un distributeur automatique de concentrés (DAC), la variabilité entre les individus serait de 50 % tandis que la variabilité intra-individuelle serait de 37,9 %. Au cours d'un projet réalisé par le CDPQ avec des truies gestantes logées en groupe et alimentées avec un DAC autobloquant, la quantité d'eau ingérée variait de 2 à 14 L/jour chez les cochettes, de 4 à 11 L/jour chez les truies de 2^e parité et de 4 à 18 L/jour chez les truies multipares (Turcotte *et al.*, 2019). Une variation individuelle importante a également été notée en ce qui a trait à la quantité d'eau gaspillée. Par exemple, une cochette ne gaspillait pas d'eau du tout lors de l'abreuvement, tandis que d'autres cochettes gaspillaient plus de 50 % de l'eau utilisée. Le gaspillage d'eau mesuré pour les truies de 2^e parité et les truies multipares variait de 0 % à 25 % et de 0 % à 60 %, respectivement (Turcotte *et al.*, 2019). La grande variabilité individuelle de la quantité d'eau utilisée quotidiennement par les truies indique qu'il y aurait plusieurs profils d'abreuvement au sein d'un groupe de truies (Turcotte *et al.*, 2019).

Chez les porcelets sevrés, la consommation d'eau des animaux peut varier de 38 % à 54 % (Rousselière *et al.*, 2016). Selon l'étude de Rousselière *et al.* (2017b), la consommation d'eau des porcelets sevrés représente en moyenne 10,7 % du poids vif (PV). Le coefficient de variation inter-individuel est toutefois de 33,6 % tandis que le coefficient de variation intra-individuel est de 31,5 % (Rousselière *et al.*, 2017b). Il y a donc plusieurs variations inter et intra-individuelles dans les parcs en pouponnière (Rousselière *et al.*, 2016), ce qui peut influencer grandement la quantité d'eau d'abreuvement utilisée dans l'élevage.

Stade de production

L'âge et le stade de production affectent la quantité d'eau nécessaire pour l'abreuvement sur une base quotidienne (Jackson, 2007). À mesure que le porc grandit, son besoin quotidien en eau augmente (Chiba, 2013).

Chez les truies gestantes, un ratio eau/aliment de 2,8 :1 est généralement suffisant (Van der Peet *et al.*, 1997) et la consommation en eau augmente rapidement durant les deux à trois semaines après la conception (Gill, 1989). Le besoin en eau est augmenté pour la croissance des fœtus et des enveloppes (Ramonet *et al.*, 2017). L'ingestion d'eau diminue vers la fin de la gestation, probablement en lien avec une réduction des fluides utérins (Friend, 1971). La consommation d'eau des truies gestantes est aussi en lien avec la matière sèche consommée (NRC, 1998). Des truies restreintes en aliment peuvent augmenter leur consommation d'eau pour combler le manque d'aliment (NRC, 1998). Au cours de la gestation,

certaines truies ont des stéréotypies augmentant l'utilisation de l'eau, particulièrement si elles sont logées en cage individuelle (Cronin, 1985, cité par Gill, 1989).

La consommation d'eau chez les verrats est peu étudiée et leur faible nombre dans l'élevage comparativement aux femelles exerce une influence moindre (Gill, 1989). D'ailleurs, dans l'analyse du cycle de vie des élevages, certains auteurs ne considèrent même pas l'influence des verrats sur les ressources hydriques (Boles, 2013).

Chez les truies, l'utilisation de l'eau augmente de manière significative et linéaire la semaine avant la mise bas (Gill, 1989). À l'approche de la mise bas, les truies diminuent leur abreuvement (Massabie, 2012). La quantité d'eau consommée augmente par la suite quotidiennement au cours de la lactation, autant pour les truies que les porcelets (Massabie *et al.*, 2014). Chez la truie en lactation, la demande en eau est élevée afin de combler les pertes liées à la production laitière. Le lait contient environ 80 % d'eau. La consommation d'eau est particulièrement importante chez les truies dans les cinq jours suivant la mise bas. On observe une réduction de la consommation alimentaire, une perte d'état de chair et une diminution de la production laitière chez les truies dont la consommation d'eau est insuffisante (Dawson, 2020). Les porcelets des truies ayant une faible ingestion d'eau d'abreuvement ont de faibles gains de poids moyens tandis que ceux des truies ayant une consommation élevée d'eau ont des gains de poids importants (Fraser et Phillips, 1989). Chez les porcelets, la quantité d'eau consommée augmente quasi linéairement au cours de la période de lactation, passant de 36 ml/jour au premier jour, jusqu'à 403 ml/jour pour un sevrage à 28 jours (Nagai *et al.*, 1994). Les porcelets commencent à boire de l'eau 3 à 5 heures après leur naissance (Nagai *et al.*, 1994). Les porcelets nouveau-nés apprennent à boire par imitation (Phillips et Fraser, 1990). Ils trouvent la source d'eau plus rapidement si c'est un bol plutôt qu'une suce (Phillips et Fraser, 1991). La production de lait par la truie, l'environnement et l'ingestion d'aliment à la dérobée influencent la quantité d'eau d'abreuvement consommée par les porcelets non sevrés (Chiba, 2013).

Le patron d'utilisation de l'eau chez les porcelets sevrés suit deux phases :

1) 0 à 5 jours après le sevrage

La consommation d'eau ne semble pas être reliée à des besoins physiologiques (McLeese *et al.*, 1992) et les porcs sevrés montrent un patron de consommation d'eau perturbé durant la première semaine post-sevrage (Gill, 1989). Par exemple, certains auteurs ont noté qu'une utilisation excessive de l'eau serait reliée à une sensation de faim, compte tenu que la consommation alimentaire diminue drastiquement au sevrage et qu'il y a présence de nombreux stress environnementaux (McLeese *et al.*, 1992). L'utilisation variable de l'eau directement après le sevrage montre que les porcelets ont de la difficulté à s'habituer à leur nouvel environnement. Le sevrage peut également avoir un effet négatif sur la régulation de l'eau corporelle et la balance en minéraux (Gill, 1989). Il y a également un risque de déshydratation chez les porcelets nouvellement sevrés en raison de l'adaptation à une ration solide et au délaissement du lait (Carlson, 2002). La consommation d'eau dans les jours suivant le sevrage pourrait être un des facteurs limitant la croissance (Chiba, 2013).

2) Cinq jours et + après le sevrage

La consommation serait davantage reliée à la consommation alimentaire et au gain de poids (McLeese *et al.*, 1992). Pour les animaux en croissance, l'abreuvement augmente avec l'élévation du poids vif, jusqu'à un plafonnement autour de 10 L/jour (Massabie, 2012). Le ratio eau/aliment est généralement de 2,5 kg d'eau/kg d'aliment pour des porcs en engraissement alimentés à volonté (NRC, 1998). La consommation d'eau pour le gain de 1 kg de poids vif est d'environ 8,4 L, avec une variation de 6 à 11,9 L (Massabie *et al.*, 2014). Les porcs ont notamment besoin d'eau pour la croissance des tissus maigres (Seddon *et al.*, 2011). Une consommation d'eau réduite ou restreinte peut réduire le taux de croissance des animaux (Shannon, S.d.). Dans un environnement identique, les porcs qui déposent une plus grande proportion de gras utilisent moins d'eau que ceux qui déposent du tissu maigre. Ces animaux ont aussi une augmentation du ratio de conversion alimentaire. La relation négative entre le ratio de conversion alimentaire et l'utilisation de l'eau d'abreuvement pourrait être un indicateur de gaspillage ou de la déposition différente de tissus dans le corps des animaux (Seddon *et al.*, 2011).

Parité

La parité influence la consommation d'eau chez les truies. La quantité d'eau moyenne ingérée par jour augmente avec la parité. Les cochettes sont celles qui boivent le moins d'eau comparativement aux 2^e parité et aux multipares. Selon un projet réalisé par le CDPQ dans une maternité avec des truies logées en groupes et alimentées avec des DAC autobloquants, les cochettes ingèrent en moyenne 4 à 6 L d'eau/jour. Les truies de 2^e parité ingèrent en moyenne 7 L/jour tandis que les multipares ingèrent un peu plus de 8 L/jour (Turcotte *et al.*, 2019). Lorsque la consommation d'eau d'abreuvement est exprimée en fonction du poids vif, celle-ci est plus élevée chez les jeunes truies tandis qu'elle diminue avec l'âge. Selon une étude réalisée par Rousselière *et al.* (2017b), les primipares consomment en moyenne 49,2 ml/kg PV tandis que les truies plus âgées (parité 7 et plus) consomment 18,9 ml/kg PV (Rousselière *et al.*, 2017b).

Le comportement d'abreuvement est aussi différent en fonction de la parité. Les cochettes passent moins de temps à boire au cours de la journée comparativement aux truies de 2^e parité ou aux multipares (Turcotte *et al.*, 2019). Cela peut être expliqué par la plus faible consommation d'eau durant la gestation des truies plus jeunes (Kruse *et al.*, 2011). Les cochettes ont aussi tendance à aller boire plus fréquemment et à ingérer environ deux fois moins d'eau par visite que les truies de rang de portée supérieur (Turcotte *et al.*, 2019).

Sexe et cycle de reproduction

Le sexe influence la consommation d'eau. Une étude réalisée en engraissement par le CDPQ a montré qu'il y a une différence significative de la consommation d'eau d'abreuvement entre des femelles, des mâles castrés, des mâles entiers et des mâles immunocastrés. Les castrats sont les plus grands consommateurs d'eau pour les trois phases d'engraissement (phase 1 : 25 à 50 kg, phase 2 : 50 à 75 kg, phase 3 : 75 à 100 kg). La consommation d'eau pour les femelles, les mâles entiers et les mâles immunocastrés est comparable pour les phases 1 et 2. Pour la 3^e phase, la consommation d'eau des mâles immunocastrés augmente grandement, pour atteindre celui des mâles castrés. Cela coïncide avec la 2^e injection du produit d'immunocastration (Gagnon *et al.*, 2018).

Un autre modèle prédictif de l'utilisation de l'eau d'abreuvement a montré que l'élevage de mâles entiers permet de diminuer significativement la consommation d'eau de 2,29 %. Cela serait principalement lié à

une amélioration du GMQ et donc, une réduction du nombre de jours requis pour l'élevage de ces animaux. L'immunocastration cause une diminution significative de 2,96 % de l'utilisation de l'eau, également en lien avec une amélioration du GMQ. En effet, le mécanisme de castration survient plus tard au cours de l'élevage, donc le patron de consommation d'eau et les performances des animaux sont davantage comparables à ceux des animaux entiers comparativement aux mâles castrés chirurgicalement (Bandeekar *et al.*, 2019).

Le cycle sexuel de la femelle influence la consommation d'eau d'abreuvement. La consommation alimentaire et la consommation d'eau diminuent durant l'œstrus (Friend, 1973). Un excitements sexuel peut réduire les activités d'abreuvement durant l'œstrus (Gillr, 1989). Les hormones sexuelles peuvent aussi avoir un effet direct sur le métabolisme de l'eau (Payne, 1977, cité par Gill, 1989), donc l'œstrus vient modifier le mécanisme de la soif.

Type de logement

Différents facteurs reliés au logement, tels que le type de logement (individuel ou en groupe), la taille des groupes, la présence de matériaux d'enrichissement ou la densité d'élevage influencent l'utilisation d'eau d'abreuvement. Le type de logement et l'ennui peuvent affecter le gaspillage chez les porcs (Nyachoti et Kiarie, 2010). L'ennui associé au logement individuel peut jouer un rôle dans l'utilisation de l'eau (Fraser *et al.*, 1990, cité par Shaw *et al.*, 2006). Il est commun pour des porcs qui s'ennuient de jouer avec les équipements d'abreuvement (Patience, 2012). La gestation en groupe plutôt qu'en cage chez les truies peut limiter l'ennui, donc diminuer la consommation d'eau excessive liée aux stéréotypies (Nyachoti et Kiarie, 2010; 5m Editor, 2011). La taille des groupes influence la quantité d'eau d'abreuvement des animaux, même si le ratio d'animaux par abreuvoir est maintenu. L'utilisation totale de l'eau ainsi que le taux d'agressions sont significativement plus élevés dans les grands groupes que dans les petits, tandis que le temps passé à boire est diminué (Turner *et al.*, 1999).

Un surpeuplement, soit une mauvaise densité d'élevage, affecte la température ressentie par l'animal (Nyachoti et Kiarie, 2010). Les animaux produisent de la chaleur, donc une superficie inadéquate par animal contribue à une production de chaleur très importante. Les effets sont exacerbés durant les périodes de canicule (5m Editor, 2011). Les besoins liés à l'eau de refroidissement et à l'eau d'abreuvement sont donc augmentés significativement (Nyachoti et Kiarie, 2010; Boles, 2013). La réduction de la quantité d'espace disponible mène à une réduction de la consommation d'aliment en pouponnière et en engraissement (Kornegay et Notter, 1984, et Brumm, 2006, cité par Boles, 2013). Comme les besoins en eau sont significativement associés à l'aliment, la réduction de la consommation alimentaire contribue également à réduire la quantité d'eau consommée (Boles, 2013).

La quantité d'eau utilisée par les porcs peut aussi être influencée par la présence d'objets d'enrichissement dans l'environnement des animaux. Lorsque le niveau de stimulation est faible, les porcs peuvent être tentés de jouer avec le système d'abreuvement pour se distraire, ce qui augmente la quantité gaspillée (Magowan *et al.*, 2007).

Stress

Le stress peut influencer la consommation d'eau chez les animaux. La manipulation des animaux causerait un stress qui augmenterait la consommation d'eau chez les porcs (Predicala, S.d.). La présence de tensions parasites peut aussi influencer l'utilisation de l'eau par les porcs. Par exemple, Robert *et al.* (1993) ont mesuré l'utilisation de l'eau chez des porcs en engraissement soumis à 0, 2, 5 ou 8 volts de manière continue ou intermittente. Leurs résultats ont montré que la fréquence d'activité à l'abreuvoir, la durée

moyenne de prise d'eau et le temps total passé à l'abreuvoir étaient significativement plus faibles chez les porcs soumis à 5 ou 8 volts comparativement à 0 ou 2 volts. La fréquence de mordillage de l'abreuvoir était aussi nettement plus élevée à 5 et 8 volts en comparaison aux groupes témoins. Il y a aussi eu une diminution de la consommation d'eau d'environ 5 % chez les porcs soumis à des tensions de 5 et 8 volts comparativement aux animaux témoins. Les tensions parasites peuvent donc affecter l'utilisation de l'eau.

Hiérarchie

La hiérarchie et la dominance peuvent causer des problèmes au niveau de l'accessibilité aux ressources hydriques, ainsi que du gaspillage lors des bagarres. Les porcs peuvent par exemple accrocher les sucres durant une bataille, générant alors une quantité d'eau qui est directement gaspillée (Li *et al.*, 2005). La compétition pour l'accès à l'eau génère des bagarres qui favorisent une perte d'eau aux abreuvoirs, perte pouvant aller de 25 % à 36 % de l'eau prélevée (Li *et al.*, 2005; Andersen *et al.*, 2014).

La consommation d'eau diminue généralement dans les 24 h qui suivent le mélange avec des animaux non familiers dans le parc. La diminution de la consommation pourrait être liée aux agressions qui surviennent après le mélange, lesquelles diminuent la possibilité de consommer de l'eau (Predicala, S.d.).

En cours d'élevage, la hiérarchie qui s'établit au sein du troupeau et les interactions sociales peuvent limiter l'accès à l'eau potable pour certains porcs (CNSAE, 2014). Lorsqu'il y a une restriction pour l'eau et l'aliment, par exemple lorsqu'il y a un seul espace de ressource, on note une tendance à la hausse de la fréquence de consommation d'eau et d'aliment par les porcs dominants comparativement aux porcs subordonnés (Hansen *et al.*, 1982). Ainsi, en situation de compétition, les animaux dominants sont susceptibles de prélever de l'eau en excès pour garder un accès privilégié à une ressource limitée. Les animaux dominés se trouvent alors en déficit, car ils n'accèdent que très difficilement aux équipements d'abreuvement (Turner *et al.*, 1999).

D'autres études ont toutefois montré que les porcs dominés sont capables de s'adapter. McDonald *et al.* (1996, cité par Andersen *et al.*, 2014) et Turner *et al.* (1999) ont trouvé qu'une augmentation de la compétition autour du système d'abreuvement cause une réduction du nombre de visites et du temps passé à boire par jour, mais qu'il n'y a pas de différence au niveau de la quantité totale bue, malgré une diminution du temps total à boire. Les porcs semblent donc être en mesure d'adapter leur temps de consommation et leur comportement en fonction du niveau de compétition. Ils peuvent par exemple boire plus vite lorsque le niveau de compétition est élevé dans le parc (Andersen *et al.*, 2014).

Fuites et bris

Les fuites et les bris dans les équipements ainsi que sur les lignes d'approvisionnement augmentent significativement les quantités d'eau gaspillées (Ramonet *et al.*, 2017). Par exemple, si 25 % des équipements d'abreuvement d'un engraissement d'une capacité de 1 000 porcs ont une fuite d'une goutte par seconde, alors cela cause un gaspillage de 165 800 L supplémentaire annuellement, soit environ 166 m³ (Muhlbauer *et al.*, 2010). Avec un coût d'épandage moyen du lisier de 3,15 \$/m³ (CRAAQ, 2018), les coûts supplémentaires seront d'environ 523 \$/an seulement pour manipuler les pertes liées aux fuites d'eau. En plus de limiter les répercussions environnementales négatives, il serait donc beaucoup plus rentable pour les producteurs de réparer les fuites à la source.

Les lignes d'eau devraient être inspectées de manière routinière pour s'assurer ne de pas avoir de fuites (Nyachoti et Kiarie, 2010). Selon un sondage réalisé auprès de producteurs en Saskatchewan, environ 69 %

des éleveurs regardent régulièrement les lignes d'eau et les équipements pour déceler les fuites. Le reste des producteurs sondés règle les fuites seulement lorsqu'elles surviennent (Jin *et al.*, 2011).

2.3.5 Conditions ambiantes

Les conditions ambiantes ont un effet important sur l'utilisation de l'eau d'abreuvement par les porcs. La conception du bâtiment (isolation, exposition, volume d'air), la présence ou non d'un système de refroidissement, la région, les conditions climatiques, la température de l'air, l'humidité relative, la saison et la température de l'eau d'abreuvement ont tous un impact sur l'utilisation d'eau d'abreuvement (Jackson, 2007; Massabie *et al.*, 2014). La zone de thermoneutralité varie selon l'âge, la taille et le statut nutritionnel de l'animal (Jackson, 2007). Les équipements d'abreuvement doivent être conçus pour répondre à la demande élevée en eau lors des périodes chaudes (Dawson, 2020).

Saisons

Dans les élevages, il existe des écarts de température reliés aux saisons (Massabie *et al.*, 2014). Les saisons influencent l'utilisation d'eau d'abreuvement chez les animaux, principalement en modifiant la température ambiante. Par exemple, au cours d'une étude menée par le CDPQ avec des porcs en engraissement, l'utilisation de l'eau, pour le lot de porcs élevés en période estivale, était 13,5 % supérieure à l'utilisation de l'eau pour le lot d'hiver et 13,8 % supérieure à celle du lot du printemps (Turcotte *et al.*, 2018). Une autre étude a aussi prouvé que l'utilisation de l'eau a été 14,0 % plus élevée durant la saison chaude comparé à la saison froide, soit une différence significative (Tavares *et al.*, 2014).

Température et humidité relative

La température ambiante est un facteur majeur de variation de la quantité d'eau prélevée par les animaux (Ramonet *et al.*, 2017). L'augmentation de la température ambiante peut provoquer une respiration et un essoufflement plus importants chez les porcs, entraînant une hausse de leurs pertes en eau via la vapeur d'eau expirée par les poumons (Olkowski, 2009; Nyachoti et Kiarie, 2010; 5m Editor, 2011). La respiration est un moyen majeur de refroidissement par les porcs, car ils ne peuvent pas suer comme d'autres animaux (Nyachoti et Kiarie, 2010). Une élévation de la température ambiante résulte en un accroissement de l'utilisation de l'eau (Seddon *et al.*, 2011; Boles, 2013; Australian Pork, 2016). Il y a aussi une interaction significative entre le débit et la température ambiante. L'utilisation de l'eau augmente avec l'élévation du débit. L'augmentation est encore plus drastique lorsque la température ambiante est élevée (Neinaber et Hahn, 1999).

Chez les porcs en croissance, le ratio de consommation d'eau varie de 2,1 à 2,7 L/kg d'aliment ingéré lorsqu'ils se trouvent à thermoneutralité (Li *et al.*, 2005; Shaw *et al.*, 2006). Ce ratio est doublé dans les situations de stress thermique sévère (Huynh *et al.*, 2005). Chez le porc en croissance-finition, ce sont principalement les températures supérieures à 30 °C qui ont un effet notable sur la consommation d'eau (Gill, 1989). Il y a une augmentation de 25 % à 50 % de l'utilisation de l'eau d'abreuvement lorsque les animaux se trouvent dans un environnement ayant une température supérieure à 30 °C (Mount *et al.*, 1971).

Le comportement d'abreuvement des animaux est également modifié lors de la saison chaude (Australian Pork, 2016; Turcotte *et al.*, 2019). Selon les travaux de Turcotte *et al.* (2019), lors des journées où la température moyenne extérieure est supérieure à 20 °C, les truies gestantes modifient leur

comportement d'abreuvement. Dans cette même étude, au cours des journées plus fraîches, un seul pic d'abreuvement a été noté autour de 9 h, puis la quantité d'eau consommée par heure a diminuée au cours de la journée. Pendant les journées où la température était plus chaude, une deuxième période d'abreuvement en fin d'après-midi a aussi été notée pour certains types d'équipements. La quantité d'eau utilisée par truie par heure entre 5 h et 20 h était toujours supérieure lors des journées chaudes, indiquant que les truies gestantes boivent davantage afin de se thermoréguler. Lorsque la température ambiante dans le bâtiment change au cours de la journée, l'utilisation d'eau suit le changement de température, alors que normalement l'utilisation d'eau suit la prise alimentaire (Massabie, 2001).

Le gaspillage est aussi grandement influencé par la température ambiante. Dans un environnement chaud et humide, les porcs ont tendance à gaspiller plus d'eau pour se rafraîchir (Turcotte *et al.*, 2018). Il est commun pour des porcs soumis à un stress thermique de jouer avec les équipements d'abreuvement afin de se mouiller (Patience, 2012; Chiba, 2013). Certains porcs font volontairement couler de l'eau dans le parc afin de créer une zone humide lorsque la température ambiante est élevée (Close *et al.*, 1971).

Les températures froides peuvent aussi avoir un effet sur la consommation d'eau d'abreuvement. Lorsque la température est diminuée en deçà de la zone de thermorégulation des animaux, la consommation alimentaire des animaux est augmentée afin d'élever la production de chaleur par le métabolisme. Comme il y a un lien direct entre la consommation alimentaire et la consommation d'eau d'abreuvement, les températures froides peuvent faire augmenter cette dernière (Seddon *et al.*, 2011).

Il existe peu de littérature sur l'effet de l'humidité sur l'utilisation de l'eau d'abreuvement. Le ratio eau/aliment est doublé à 80 % d'humidité relative comparativement à 50 % d'humidité relative (Huynh *et al.*, 2005). L'effet de l'humidité est surtout présent en combinaison avec une température ambiante élevée, car elle exacerbe les effets négatifs. Plus il y a d'humidité dans l'air, moins le processus d'évaporation des animaux pour se refroidir est efficace. L'évaporation est moins efficace, car la capacité de l'air à absorber de l'eau est moins importante (Nyachoti et Kiarie, 2010). À 30 °C, une augmentation de 18 % d'humidité relative est équivalente à une élévation de la température de l'air de 1 °C (Huynh *et al.*, 2005).

Température de l'eau et ambiance

Les animaux réagissent différemment en fonction de la température de l'eau d'abreuvement et de la température ambiante de l'environnement (Hoeck et Büscher, 2013). À des températures ambiantes élevées, les porcs vont consommer presque le double de la quantité d'eau fraîche (10 °C) comparé à l'eau chaude (26 °C) (Eadie, 2018). À une température ambiante supérieure à 28 °C, des porcelets sevrés ont bu significativement plus d'eau froide et une quantité infime d'eau chaude, ce qui pourrait être un mécanisme naturel afin de se refroidir lorsque la température ambiante est plus élevée. À une température ambiante inférieure à 25 °C, les porcelets ont bu significativement plus d'eau chaude et la consommation d'eau froide a diminuée. Les animaux semblent donc être en mesure de se thermoréguler en choisissant la température de l'eau d'abreuvement (Hoeck et Büscher, 2015). Un moyen efficace de rafraîchir les truies en lactation est de diminuer la température de l'eau d'abreuvement de 22 °C à 15 °C. En période de forte chaleur, cela permet une amélioration de 42 % de l'ingestion d'aliment et une augmentation de la production de lait de 22 % (Polette, 2014).

2.3.6 Santé

Plusieurs aspects reliés à la santé, tels que le statut de santé, la prévalence de maladies ou l'administration de traitements médicaux peuvent influencer l'utilisation de l'eau d'abreuvement. Les liens entre la maladie et les besoins en eau sont très complexes (Ramonet *et al.*, 2017). L'état de santé, selon la nature ou l'intensité des troubles rencontrés, peut soit augmenter ou réduire la motivation des animaux à boire (Madec, 1985). Les porcs malades nécessitent plus d'eau que les porcs en santé du même âge et du même poids corporel (Eadie, 2018). Cependant, un état d'abattement physique intense peut diminuer fortement les quantités d'eau et d'aliment consommés (Pijpers *et al.*, 1991). Par exemple, en cas de diarrhée, une augmentation de la consommation d'eau est notée afin de compenser les pertes en eau durant la phase de maladie (Ramonet *et al.*, 2017), mais il y aurait une diminution de la consommation d'eau la semaine avant la diarrhée (Seddon *et al.*, 2011). La fièvre peut causer une augmentation ou une diminution de l'utilisation de l'eau. Elle accroît les pertes en eau, ce qui augmente les besoins des animaux (Ramonet *et al.*, 2017). Cependant, la fièvre induit également une diminution ou une perte de l'appétit, ce qui réduit la motivation des porcs à boire (Martineau et Morvan, 2010). Un animal avec une boiterie est aussi susceptible de modifier son comportement d'abreuvement (nombre de visites, heure des visites, quantité d'eau bue par visite) (Rousselière *et al.*, 2016).

Le comportement d'abreuvement et la consommation d'eau des porcs sont des indicateurs intéressants pour comprendre le statut de santé d'un animal (Rousselière *et al.*, 2017b). Une forte variation de la consommation d'eau est généralement associée à des problèmes de santé (Seddon *et al.*, 2011). Une variation de l'utilisation de l'eau pour un minimum de trois jours ou une diminution de plus de 30 % d'un jour à l'autre, sans autre explication visible, peut potentiellement indiquer un problème de santé (Brumm, 2006). Plusieurs études ont montré que l'animal peut modifier son comportement alimentaire ou d'abreuvement durant les phases de maladie (Pijpers *et al.*, 1991; Andersen *et al.*, 2014). Ces modifications surviennent au stade subclinique de l'infection, soit avant l'apparition des premiers signes de la maladie observables par l'humain (Madsen et Kristensen, 2005). Certaines études ont noté une différence au niveau de la quantité d'eau ingérée environ une semaine avant l'apparition des signes cliniques chez les porcs (Seddon *et al.*, 2011). La quantité d'eau moyenne consommée par porc par jour a différé en relation avec la sévérité de la diarrhée observée la semaine suivante et la consommation moyenne quotidienne d'eau a été réduite dans les parcs où les animaux souffrent de diarrhée (Seddon *et al.*, 2011). Cela pourrait être lié à une augmentation temporaire des cytokines inflammatoires chez les porcs (Dantzer, 2004). Il y a une augmentation de la consommation en eau 24 h avant un épisode de diarrhée (Madsen et Kristensen, 2005).

La présence de diurétique ou d'antidiurétique dans la ration, ainsi que d'antibiotique peut affecter la demande en eau par les porcs (Brooks et Carpenter, 1990, cité par Schiavon et Emmans, 2000). Les antibiotiques peuvent affecter directement certains processus métaboliques, comme l'excrétion de l'eau ou de l'azote (Braude et Johnson, 1953). Certaines études montrent une augmentation de la consommation d'eau d'abreuvement, tandis que d'autres ont rapporté une diminution (NRC, 2012). L'effet des antibiotiques sur la demande d'eau dépend de l'efficacité relative de l'antibiotique à contrôler la perte d'eau reliée à la diarrhée ainsi que de la demande en eau reliée à la nécessité des reins d'excréter les antibiotiques ou les résidus (Brooks et Carpenter, 1993, cité par NRC, 2012). Par exemple, l'ajout de 20 mg d'oxytétracycline par kg d'aliment augmente la demande en eau quotidienne de 13 % sans augmentation correspondante de la consommation alimentaire (Pieterse, 1963). Braude et Johnson (1953) ont aussi observé une augmentation de la consommation en eau de porcs en croissance consommant une ration médicamentée contenant 20 g/tonne d'auréomycine.

L'utilisation d'antibiotiques comme facteur de croissance ou en prévention sont des pratiques courantes en production porcine. Selon un modèle prédictif de l'utilisation de l'eau d'abreuvement, la production sans antibiotiques comme facteur de croissance cause une diminution du gain moyen quotidien et une augmentation de la consommation alimentaire. Il y a aussi une augmentation de l'utilisation de l'eau de 1,04 %, mais celle-ci n'est pas significative (Bandeekar *et al.*, 2019). La production sans antibiotiques en prévention, en plus de ne pas en utiliser comme facteur de croissance, a un impact important sur l'utilisation de l'eau d'abreuvement. Cela cause une diminution du GMQ, une augmentation de la consommation alimentaire et une augmentation du taux de mortalité. L'utilisation de l'eau est augmentée de manière significative de 15,58% (Bandeekar *et al.*, 2019). La production sans ractopamine influence aussi la quantité d'eau utilisée. Cela cause une augmentation significative de 7,52 % de l'utilisation de l'eau, en lien avec une réduction des performances des animaux. Le GMQ est réduit et la consommation alimentaire est augmentée. De plus, cela nécessite plus de temps afin d'atteindre le poids d'abattage (Bandeekar *et al.*, 2019).

La médication par l'eau peut être donnée facilement à un grand nombre d'animaux, et ce, à un stade précoce de la maladie pour une intervention immédiate. La connaissance du patron de consommation d'eau ainsi que des différents facteurs affectant l'utilisation est essentielle lors de l'administration de médicaments dans l'eau. Il y a un risque que la quantité d'eau consommée par les porcs varie, donc qu'ils ne reçoivent pas une dose adéquate de vaccin ou d'antibiotiques (Jackson, 2007). Par exemple, l'utilisation de bols comparativement à des sucs suspendues a résulté en une réduction de l'utilisation de l'eau de 24,8 % et une diminution des dépenses liées au médicament de 50 % lors de l'administration d'un traitement de sulfadiméthoxine (Brumm et Heemstra, 1999). En période estivale, les doses administrées doivent également être ajustées, puisque la consommation d'eau est plus importante durant cette période (Nagai *et al.*, 1994). Plusieurs facteurs relatifs à la santé des porcs sont donc interreliés avec l'utilisation de l'eau.

2.3.7 Qualité de l'eau pour l'abreuvement

La qualité de l'eau peut être évaluée selon trois critères, soit la qualité physique, chimique et microbiologique (Patience, 2012). Les qualités physico-chimiques et microbiologiques peuvent être une cause d'ingestion inadéquate de l'eau (Massabie, 2001). Étant donné que l'eau est un nutriment consommé en grande quantité, si elle est de mauvaise qualité, le risque que les contaminants qu'elle contient atteignent un niveau nocif pour les animaux est augmenté (Olkowski, 2009). Comme les effets indésirables sont souvent liés à la quantité consommée, c'est souvent par temps chaud que les répercussions nocives les plus importantes sont observées. Les problèmes de qualité de l'eau sont caractérisés par une forte concentration de minéraux, de sulfates, de nitrates/nitrites, une contamination par des bactéries ou une contamination chimique liée aux activités agricoles ou industrielles (Olkowski, 2009).

La qualité de l'eau peut avoir des répercussions importantes sur la production et la santé d'un animal, donc l'eau destinée au bétail doit faire l'objet d'analyses régulières (Olkowski, 2009). La mortalité, la consommation alimentaire, les performances de croissance, l'efficacité alimentaire et la rentabilité sont affectés par la qualité de l'eau (Stull *et al.*, 1999, cité par Altech, 2020). Elle peut aussi causer de la diarrhée, des ulcères gastriques ou des agressions (AHDB, 2019). Les performances sont alors affectées puisque l'énergie n'est pas utilisée seulement pour la croissance (Mroz *et al.*, 1995). Une eau de mauvaise

qualité peut mener à une consommation réduite ou en excès (Olkowski, 2009; Nyachoti et Kiarie, 2010; 5m Editor, 2011).

En Amérique du Nord, l'eau destinée à la production porcine provient principalement de trois sources : l'eau souterraine (puits), l'eau de surface et l'eau publique. La qualité des eaux de surface et des eaux souterraines destinées aux animaux varie selon le cycle de l'eau et la nature de l'aquifère d'où provient cette eau (Peer, 1991). Elle est aussi dépendante des matériaux retrouvés dans la nappe phréatique et dans le ruissellement causé par la pluie (Peer, 1991). Les eaux de surface sont facilement contaminées par des bactéries, des minéraux, des produits chimiques, des métaux lourds et des algues d'origines diverses (Peer, 1991). Son contenu est aussi plus susceptible de varier en raison du ruissellement et de l'évaporation (Nyachoti et Kiarie, 2010).

Selon le Code de pratique pour le soin et la manipulation des porcs, une exigence est que « Des analyses d'eau doivent être effectuées au moins chaque année afin de s'assurer qu'elle convient aux animaux, et des mesures correctives doivent être prises au besoin » (CNSAE, 2014). Selon le Conseil canadien du porc, les fermes dont l'approvisionnement ne provient pas d'une municipalité doivent faire une analyse d'eau. Afin que l'eau puisse être utilisée par les animaux, elle ne doit pas dépasser un taux de nitrates de 300 mg/L ou un taux de coliformes totaux de 10 UFC/100 ml (CCP, 2018). Il est recommandé d'effectuer une analyse d'eau au moins une fois par an, idéalement deux fois par année (Hemonic, 2017). Une analyse peut être effectuée à date fixe, récurrente à chaque année. La seconde pourrait être faite durant une période à risque, par exemple lors d'une sécheresse, d'une période de fortes précipitations ou durant un épisode sanitaire particulier dans l'élevage (Hemonic, 2017). L'analyse d'eau pourrait aussi être faite en cas de situation inhabituelle, comme une modification de l'odeur ou de la clarté de l'eau, ou lorsqu'une baisse de rendement des animaux est notée (Olkowski, 2009). Il est nécessaire de prélever l'eau à l'intérieur des salles d'élevage et par secteur d'élevage si cela est applicable (ex. : maternité, pouponnière et engraissement) (Hemonic, 2017). La prise d'eau devrait se faire au début et à la fin des lignes d'approvisionnement, afin d'évaluer la potabilité et de s'assurer de l'absence de contaminants dans la source d'eau ainsi que dans les conduits d'eau du bâtiment (FPPQ, 2011).

La qualité de l'eau est principalement déterminée selon le compte total de bactéries, le pH, la dureté, les solides dissous totaux et les nitrites/nitrates (Altech, 2020). La qualité physique, soit la couleur, la turbidité et l'odeur, ont une considération minimale en production porcine (Patience, 2012). Les porcs sont habituellement tolérants aux couleurs et goûts inhabituels (OMAFRA, 2020), donc cela a peu de répercussions sur la quantité utilisée. La contamination chimique semble être la plus problématique pour les éleveurs. L'eau peut contenir une variété de contaminants minéraux, allant du calcium et du magnésium aux métaux lourds (Patience, 2012). Les effets des contaminants pris individuellement ne constituent pas des problèmes à eux seuls dans la majorité des cas. Ils doivent être considérés dans un contexte d'interactions complexes avec d'autres facteurs liés à l'alimentation et à l'environnement (Olkowski, 2009). Les contaminants contenus dans l'eau peuvent nuire à la consommation d'eau et d'aliment. Les réactions peuvent cependant varier selon les fonctions métaboliques spécifiques de chaque animal (Olkowski, 2009). Les contaminants minéraux de l'eau peuvent avoir un impact sur l'état physiologique de l'équilibre acido-basique des porcs, ce qui peut entraîner des répercussions sur leur métabolisme nutritif (Olkowski, 2009). Ils peuvent aussi influencer le pH de l'eau, ayant donc un impact considérable sur les réactions chimiques se produisant dans le cadre du traitement de l'eau (Olkowski, 2009).

Compte total de bactéries

L'eau peut contenir une variété de microorganismes, incluant à la fois des bactéries et des virus (NRC, 2012). *Salmonella*, *Leptospira* et *Escherichia coli* (*E. coli*) sont les plus souvent rencontrés, mais l'eau peut également contenir des protozoaires pathogènes, ainsi que des œufs ou des spores de verres intestinaux (Fraser *et al.*, 1993, cité par NRC, 2012). Les microorganismes peuvent être responsables de l'éclosion de maladies (OMAFRA, 2020) donc influencer la consommation d'eau d'abreuvement. Dans un contexte de diminution d'usage des antibiotiques, il est important de garantir une qualité d'eau optimale (Leblanc-Maridor *et al.*, 2017).

La qualité microbiologique de l'eau peut être estimée par le nombre de coliformes (Patience, 2012). Les coliformes totaux sont retrouvés dans la végétation, les fèces d'animaux, les égouts et dans le sol. Le décompte des bactéries permet de déterminer la contamination microbiologique de l'eau (CCP, 2018). Les coliformes fécaux sont un sous-groupe des coliformes totaux retrouvés dans les intestins des animaux à sang chaud (CCP, 2018). Les coliformes fécaux ne survivent pas longtemps à l'extérieur du corps, donc leur présence indique un problème récent de contamination (Peer, 1991). *Escherichia coli* est le plus commun et peut être utilisé comme indicateur de contamination fécale. La présence de *E. coli* augmente les risques de gastro-entérite d'origine hydrique (CCP, 2018). Cela peut causer des diarrhées chez les porcelets, donc affecter la consommation d'eau d'abreuvement. Il est recommandé que le taux de coliformes fécaux soit maintenu à <1 UFC/100 ml (CCP, 2018).

pH

Le pH de l'eau devrait se situer entre 6,5 et 8,5 (OMAFRA, 2020). Un pH inadéquat peut causer des troubles digestifs, des diarrhées, une mauvaise valorisation des aliments ou une modification de la consommation de l'eau et de la nourriture (Olkowski, 2009). Si l'eau est trop acide, cela peut créer de la corrosion et endommager les tuyaux (Altech, 2020). Si l'eau est trop basique, il peut y avoir des dépôts calcaires causant une eau poisseuse (Altech, 2020). La présence de dépôts calcaires peut affecter le débit aux abreuvoirs. Un pH élevé peut aussi réduire l'efficacité du traitement de chloration (Chiba, 2013). L'utilisation de vaccins solubles n'est pas efficace quand le pH est trop élevé ou trop faible (van Heugten, 2000), ce qui peut causer la précipitation. Une étude a montré qu'un pH non optimal affecte significativement l'état de 15 médicaments communément distribués dans l'eau d'abreuvement des porcs. Cela peut engendrer une administration sous-optimale de médicament, le colmatage des médicamenteurs et des lignes d'eau, ainsi que des résidus persistants dans les lignes d'eau, pouvant provoquer des résidus dans la viande (Dorr *et al.*, 2009).

Une saine gestion du pH est donc primordiale. L'ajout d'additifs qui réduisent le pH, à une valeur souhaitée et contrôlée, induisent une augmentation de la consommation d'eau d'abreuvement (Houben *et al.*, 2015). Une eau acidifiée réduit aussi la survie des agents pathogènes et active les enzymes digestives des animaux (CCP, 2018). L'inhibition des bactéries pathogènes peut diminuer l'incidence des diarrhées, donc influencer l'utilisation de l'eau d'abreuvement. En milieu porcin, l'acidification permet d'améliorer la digestion, soutenir la diversité et l'équilibre microbien et maintenir la santé et l'intégrité intestinale des porcs (CCP, 2018).

Matières dissoutes totales

Les matières dissoutes totales (MDT) correspondent à la présence de bicarbonate, de chlorure et de sels de sodium, de calcium et de magnésium (OMAFRA, 2020). Elles peuvent causer des diarrhées,

particulièrement chez les jeunes animaux. Une augmentation du taux de MDT cause une élévation du risque de diarrhée (Chiba, 2013). Le taux de MDT est l'un des principaux indicateurs de la qualité et de la dureté de l'eau. Un taux inférieur à 1 000 mg MDT/L est optimal pour la production porcine (CCP, 2018). De 1000 à 5000 mg MDT/L, il est possible d'avoir des refus d'eau et des diarrhées passagères (Kober, 1993, cité par Nyachoti et Kiarie, 2010; NRC, 1998). Un taux supérieur à 7 000 mg MDT/L peut entraîner un refus total de s'abreuver ou des problèmes de santé sérieux tels que de la diarrhée ou de la déshydratation (CCP, 2018) et ne devrait pas être servie aux porcs (Nyachoti et Kiarie, 2010).

Dureté

La dureté est la mesure de la teneur en cations multivalents dans l'eau, particulièrement le calcium et le magnésium. Elle est habituellement exprimée en équivalent CaCO_3 . La dureté n'a pas d'effet connu sur la santé ou sur les performances des porcs (Jackson, 2007; OMAFRA, 2020). Elle peut toutefois contribuer à la formation de dépôts calcaires (Altech, 2020; OMAFRA, 2020), ce qui peut diminuer la disponibilité pour les animaux, particulièrement en réduisant les débits à l'abreuvoir. Une eau dure peut aussi entraîner la précipitation ou l'inactivation des médicaments fournis par le médicamenteur (CCP, 2018). Une eau est considérée comme douce si elle contient moins de 60 ppm de CaCO_3 (Nyachoti et Kiarie, 2010). Une eau provenant d'un aquifère situé dans une roche mère calcaire risque d'avoir des teneurs élevées en calcium et en magnésium (Peer, 1991).

Fer

Le taux de fer dans l'eau d'abreuvement est important, car il affecte la croissance de certaines bactéries et cause la précipitation des composés ferriques (Jackson, 2007). La présence de fer en quantité excessive peut modifier le goût de l'eau, la rendre moins appétente et donc réduire sa consommation par les animaux (Madsen et Kristensen, 2005). En effet, le fer dans l'eau peut favoriser la prolifération des ferrobactéries, ce qui peut dégager des odeurs désagréables. Cela peut aussi réduire le débit dans les lignes d'approvisionnement, en raison de l'accumulation de bactéries (OMAFRA, 2020). Une concentration de 2 à 3 ppm peut bloquer le débit d'eau à partir des sucs (Jackson, 2007). Une concentration supérieure à 10 ppm diminue grandement la consommation d'eau et peut causer des refus (van Heugten, 2000). La présence de fer peut aussi causer des problèmes dans le traitement de l'eau (OMAFRA 2020).

Nitrites/nitrates

Les nitrites (NO_2) et les nitrates (NO_3) peuvent être problématiques si la source d'eau est exposée à des niveaux élevés d'azote, tels que l'épandage de fumier ou de lisier, les fertilisants azotés ou des matériaux organiques en décomposition (Altech, 2020). La contamination des sources souterraines par des nitrites et nitrates survient principalement lorsqu'il y a lessivage du sol ou du ruissellement de la surface (Nyachoti et Kiarie, 2010).

Pour les monogastriques, les nitrites sont 10 fois plus toxiques que les nitrates (Emerick, 1974, cité par Altech, 2020). La susceptibilité est plus élevée chez les jeunes animaux (Patience, 2012). L'eau destinée aux porcs devrait contenir un maximum de 100 mg/L pour les nitrates et les nitrites combinés, et un maximum de 10 mg/L de nitrites. En raison de la toxicité des nitrites et des nitrates, une eau contenant un taux supérieur à 300 mg/L peut réduire le GMQ des porcs en croissance (CCP, 2018) et produire des niveaux toxiques (van Heugten, 2000). De la mortalité peut survenir quand les porcs ont accès à une eau contenant 290 à 490 ppm de nitrate (Winks *et al.*, 1950, cité par NRC, 2012). Les nitrites altèrent la

capacité de transport d'oxygène du sang en réduisant l'hémoglobine en méthémoglobine (NRC, 2012). Les signes cliniques d'un empoisonnement sont une respiration rapide, une augmentation de la prévalence de la diarrhée, une réduction de la consommation alimentaire, une faible croissance, des avortements et une réduction de l'utilisation de la vitamine A (Thacker, 2001, cité par Nyachoti et Kiarie, 2010).

Sulfates

Les sulfates se trouvent naturellement dans la plupart des eaux souterraines (OMAFRA, 2020). Ils sont la cause première de problèmes de qualité de l'eau en production porcine en Amérique du Nord (NRC, 1998). Selon une enquête réalisée en Saskatchewan, 25 % des concentrations de sulfates des puits sont au-dessus des niveaux recommandés pour le bétail au Canada (McLeese *et al.*, 1991).

Les sulfates ne sont pas bien tolérés dans les intestins des porcs (NRC, 2012). Des niveaux élevés de sulfates peuvent causer un effet laxatif, donc de la diarrhée (Veenhuizen *et al.*, 1992, cité par NRC, 2012). De faibles concentrations n'ont pas d'effet négatif sur les performances de croissance (Veenhuizen *et al.*, 1992, cité par NRC, 2012; Maenz *et al.*, 1994; Patience *et al.*, 2004). Une concentration élevée de sulfates de sodium et un excès de magnésium peuvent occasionner une diarrhée qui va modifier le niveau d'ingestion d'eau (Madsen et Kristensen, 2005). Pour des porcelets sevrés abreuvés avec de l'eau fortement concentrée en matières totales dissoutes et en sulfates, il est possible de constater une augmentation réelle de la consommation d'eau (Maenz *et al.* 1994).

L'âge du porc, la présence ou non de facteurs de stress et le type de sulfates présents sont tous des éléments influençant l'impact des sulfates sur les porcs (Peer, 1991). Les sulfates dans l'eau d'abreuvement vont mener à de la diarrhée chez la plupart des classes de porcs (Veenhuizen *et al.*, 1992, cité par NRC, 2012). Les porcs peuvent s'adapter aux sulfates en ayant une exposition répétée sur plusieurs semaines (NRC, 2012). Les jeunes animaux, tels que les porcelets sevrés, sont donc plus susceptibles aux sulfates, puisqu'ils consomment peu d'eau avant le sevrage et ne sont pas habitués (NRC, 2012). La diarrhée causée par la présence de sulfates est transitoire (Chiba, 2013).

2.3.8 Eau de lavage

Afin de mieux contrôler et de diminuer la transmission de maladies dans les troupeaux, une bonne hygiène des bâtiments d'élevage est essentielle (Blondel *et al.*, 2018). Le nettoyage et la désinfection permettent de réduire l'incidence des maladies causées par des micro-organismes en réduisant la pression d'infection exercée sur les animaux par les bactéries, les virus, les moisissures et les parasites. La santé et les performances des animaux sont donc améliorées (Broes, 1999; Hurnik, 2005). Le but du lavage n'est pas de stériliser l'environnement, mais plutôt de diminuer significativement la charge de pathogènes à un point où la transmission ne peut plus survenir, comme la plupart des maladies sont dose-dépendantes (Hurnik, 2005; Ramirez, 2009).

Les équipements de lavage comptent pour environ 5 % à 10 % de la consommation d'eau totale d'un élevage porcin (Muhlbauer *et al.*, 2010). Selon Massabie *et al.* (2013), le lavage représente en moyenne une utilisation d'eau de 2300 L/truie/an dans un élevage naisseur-finisser, soit 1 L/kg carcasse. Il y a cependant des différences importantes entre les élevages par rapport à la quantité d'eau utilisée. Le

Tableau 5 présente l'utilisation d'eau en litres par place-porc par lavage pour différents stades de production selon différentes études.

Tableau 5 Quantités d'eau utilisées pour le lavage des bâtiments porcins, en litres/place-porc/lavage

	Maternité	Pouponnière	Engraissement
Massabie <i>et al.</i> (2014)	310 ± 50	16,2 ± 4,8	44,3 ± 8
May (S.d.)	165	3,18	14,76
Reid (2018)	155 (91-257)	6,06	4,47 (1,40-9,16)
VIDO (1998) et Muhlbauer <i>et al.</i> (2010) adapté par Boles (2013)	136 (85-318)	12 (6-26)	Croissance : 28 (16-38) Finition : 80 (21-242)

Note : les valeurs exprimées en gallons dans les études ont été ramenées en litres pour comparaison. Le signe « ± » montre un écart-type, tandis que les chiffres entre parenthèses indiquent un intervalle de consommation.

Il existe donc une grande variabilité entre les études par rapport à l'utilisation de l'eau pour le lavage des bâtiments porcins. Davantage de travail pourrait être fait pour optimiser la procédure de lavage et effectuer une utilisation plus durable (Jin *et al.*, 2011). Selon un sondage réalisé par Les Éleveurs de porcs du Québec (Reid, 2018), il y a beaucoup de variabilité dans la quantité d'eau utilisée pour le lavage par les producteurs porcins québécois, tant en engraissement qu'en maternité. Il est possible de former trois classes de consommateurs d'eau, soit les faibles consommateurs, les consommateurs moyens et les grands consommateurs.

Le pré-trempeage, l'utilisation de savons et le type d'équipement de lavage peuvent tous avoir un impact significatif sur la quantité d'eau utilisée, pouvant résulter en une différence de 2 à 4 fois l'utilisation de l'eau pour le lavage (Froese et Small, 2001). À titre d'exemple, un lavage à l'eau chaude avec pré-trempeage et l'utilisation de savon permet une économie de temps de 45,9 % comparativement à un lavage à l'eau froide sans savon et sans pré-trempeage (Hurnik, 2005). De nombreux facteurs peuvent affecter le temps de lavage et l'utilisation de l'eau, soit le protocole de lavage, le pré-trempeage, les agents nettoyants utilisés, la température de l'eau, le type de bâtiment, la pression et le débit de l'eau, l'opérateur et la qualité de l'eau (Boles, 2013; Massabie *et al.*, 2014; OMAFRA, 2020).

2.3.9 Protocole de lavage et opérateur

L'art du nettoyage et de la désinfection doit suivre des règles précises pour être efficace et limiter l'utilisation de l'eau. Il ne suffit pas d'utiliser aléatoirement des produits nettoyants, mais plutôt d'associer de manière judicieuse des molécules chimiques dans une succession d'étapes clés et d'actions mécaniques. Les paramètres environnementaux doivent aussi être considérés au moment du lavage (Blondel *et al.*, 2018).

Le protocole de nettoyage et désinfection des bâtiments porcins comprend quatre étapes clés : la préparation, le lavage, la désinfection et le séchage (Ramirez, 2009). La préparation consiste à gratter les matières organiques accumulées durant le lot d'élevage avant de procéder au lavage à l'eau. Le temps passé à effectuer la préparation diminue le temps total de lavage et la quantité d'eau utilisée (Stokes, 2012). Il est donc nécessaire, au cours de la préparation, d'enlever le plus de déjections possibles. Par exemple, les gros résidus de lisier peuvent être enlevés à la pelle et les trémies peuvent être vidées, soit une préparation à sec (Broes, 1999; Muhlbauer *et al.*, 2010). Le lavage est l'étape la plus importante et celle qui nécessite le plus de temps. Il doit permettre d'éliminer le maximum de matières organiques (lisier, aliment, etc.) accumulées pendant l'élevage (Broes, 1999). Afin que la désinfection soit efficace, les surfaces doivent être complètement propres, soit sans matière organique. Le désinfectant utilisé doit être adapté aux microorganismes présents dans l'élevage ainsi qu'à la qualité de l'eau (Ramirez, 2009). Les accumulations d'eau doivent également être évitées. En plus d'effectuer une utilisation inefficace des ressources hydriques, la concentration du désinfectant est diminuée (FPPQ, 2011). Un séchage rapide et complet des salles d'élevage avant l'entrée des animaux permet de briser le cycle de maladies (Ramirez, 2009; FPPQ, 2011). Les étapes appliquées lors du protocole de lavage ont un effet sur le temps requis et la quantité d'eau utilisée.

L'opérateur qui effectue le nettoyage et la désinfection des bâtiments a également un effet sur la quantité d'eau utilisée. Pour un même bâtiment d'élevage, un lavage réalisé par deux personnes différentes ne demande pas la même quantité d'eau (Massabie *et al.*, 2014). Cela peut être en lien avec l'habileté du travailleur, son niveau d'expérience, sa capacité de travail, sa minutie ou sa rigueur.

2.3.10 Pré-trempage

L'utilisation du pré-trempage affecte la quantité d'eau utilisée ainsi que le temps requis pour le lavage. Dans certaines situations, principalement affecté par le type de plancher, le pré-trempage permet de réaliser un gain de temps considérable, une économie d'eau importante et d'améliorer l'efficacité lors du lavage. (Broes, 1999; Ramirez, 2009). Le pré-trempage nécessite plus d'eau mais permet des économies de temps et d'eau au moment du lavage (Predicala *et al.*, 2011). Le but du pré-trempage est de saturer en eau la matière organique durcie afin qu'elle soit plus facile à nettoyer par la suite (Muhlbauer *et al.*, 2010). L'utilisation du pré-trempage suivi du lavage avec une machine à pression aide à réduire la quantité d'eau totale utilisée pour le lavage (5m Editor, 2011). Le pré-trempage permet de réduire le temps de lavage jusqu'à 40 % (Hurnik, 2005). Pour être efficace, le pré-trempage doit s'effectuer rapidement après la sortie des animaux afin d'éviter l'assèchement des matières organiques (Broes, 1999). Selon des sondages réalisés auprès de producteurs canadiens, environ 75 % à 80 % des éleveurs porcins effectuent un pré-trempage (Jin *et al.*, 2011; Predicala et Alvarado, 2013; Berthiaume et Engele, 2018b).

Le type de plancher et le matériel ont un effet sur l'efficacité du pré-trempe et sur l'utilisation de l'eau. Le pré-trempe sur des planchers complètement lattés ne permet pas de réduire le temps requis pour le lavage. Ainsi, le lavage à haute pression peut être fait sans détrempe pour ce type de planchers (Predicala et Alvarado, 2011; Predicala et Alvarado, 2013; Berthiaume et Engele, 2018b). Cependant, pour les planchers partiellement lattés, l'utilisation du pré-trempe permet de réduire significativement le temps de lavage et la quantité d'eau nécessaire (Predicala et Alvarado, 2013).

Il est nécessaire de détremper les surfaces pendant au moins 4 h (Broes, 1999). Deux types de pré-trempe sont retrouvés, soit le pré-trempe continu et intermittent. L'utilisation d'un pré-trempe intermittent permet de réduire la consommation d'eau de lavage de moitié (Muhlbauer *et al.*, 2010; Stokes, 2012). Selon Muhlbauer *et al.* (2010), la quantité d'eau totale utilisée pour le lavage lorsqu'un pré-trempe intermittent est utilisé est de 34 à 49 L/place-porc/an, tandis qu'elle augmente à 76 à 99 L/place-porc/an lorsqu'il s'agit de pré-trempe continu. L'utilisation du pré-trempe intermittent ne réduit pas l'efficacité, car il est nécessaire de laisser du temps pour que l'eau puisse s'infiltrer dans la matière organique. Un pré-trempe à un taux plus rapide que ce que le lisier est capable d'absorber résulte en du ruissellement (Muhlbauer *et al.*, 2010), donc du gaspillage d'eau. L'utilisation d'un système d'arrosage automatisé pour le trempage économise de l'eau et du temps. Avec un système automatisé intermittent, il est possible d'asperger pendant 5 minutes à toutes les 15 à 30 minutes, pour un volume initial d'environ 1 L/m² de surface (sol, paroi, plafond). Par la suite, 0,25 L/m² peuvent être arrosés pour entretenir les conditions d'humidité (FPPQ, 2011).

Des temps de trempage longs ne sont pas toujours compatibles avec les contraintes de rotation des salles d'élevage et l'organisation du travail. Afin de réduire le temps nécessaire ou améliorer son efficacité, il est possible d'ajouter un agent mouillant à l'eau de trempage. Cela favorise la pénétration de l'eau dans les souillures, qui sont donc ramollies plus rapidement et restent humides plus longtemps. Pour un temps de trempage équivalent, l'ajout d'un agent mouillant à l'eau de trempage permet de réduire le temps de travail, la consommation d'eau, les coûts ainsi que la pénibilité pour l'opérateur. Un trempage avec agent mouillant durant deux heures produit les mêmes effets qu'un pré-trempe d'une durée de quatre heures sans agent mouillant. Toutefois, lorsque la durée de pré-trempe est réduite à 1 h, même si la consommation d'eau durant le pré-trempe est réduite, celle-ci est grandement augmentée durant le lavage, tout comme le temps requis. Le coût relié à l'agent mouillant étant faible, les économies d'eau de trempage et la réduction du temps requis pour le lavage compensent généralement les dépenses. Lorsqu'un agent mouillant est utilisé, un pré-trempe de deux heures est donc possible afin de réduire la quantité d'eau utilisée pour le lavage et le temps requis (Corrégé et Theil, 2008).

2.3.11 Agents nettoyants (savons et détergents)

L'utilisation des agents nettoyants affecte la quantité d'eau utilisée (Hurnik, 2005; Ramirez, 2009). Hurnik (2005) a évalué l'effet de l'utilisation de savons et de détergent lors du lavage d'enclos de pouponnière complètement lattés. Il a trouvé que l'utilisation du savon diminue le temps de lavage d'environ 12 %, à l'exception des enclos lavés à l'eau chaude avec pré-trempe. Le savon favorise la pénétration de l'eau à l'intérieur des matières organiques (pouvoir mouillant) et l'émulsion des graisses incrustées dans les pores des matériaux (pouvoir dégraissant) (Broes, 1999). Les agents nettoyants réduisent la surface de tension, rendent les particules en suspension et ramollissent les souillures, ce qui facilite le lavage (Ramirez, 2009). Les agents nettoyants peuvent être acides, ce qui facilite le retrait des protéines, être alcalins, ce qui facilite le retrait des gras, ou contenir les deux (Ramirez, 2009).

L'utilisation d'un agent nettoyant est bénéfique afin de réduire le compte total de bactéries. Un lavage avec du savon permet de diminuer la concentration de bactéries d'un facteur de 10 à 1 000 par rapport à un lavage à l'eau claire (Hurnik, 2005; Blondel *et al.*, 2018). Les agents nettoyants permettent également de briser les biofilms et les résidus cireux, lesquels ne peuvent être retirés par l'eau seule (Hurnik, 2005). Les biofilms peuvent protéger les bactéries et les virus du nettoyage et de la désinfection. Ils peuvent donc être difficiles à enlever, à l'exception de l'utilisation d'un savon, qui permet de les dissoudre (Hurnik, 2005). Les bactéries sont entre 2 à 10 fois plus résistantes à un traitement de lavage agressif lorsqu'elles sont retrouvées en biofilms comparativement à une répartition sur une surface (Maris, 2001).

L'utilisation du savon et d'un désinfectant peuvent également avoir un effet positif sur les performances des animaux (Hurnik, 2005). L'utilisation d'un désinfectant ou d'un savon seul permet de diminuer le nombre de jours afin d'atteindre le poids d'abattage, soit une diminution d'environ trois jours. La différence est encore plus importante dans le cas où un savon et un désinfectant sont combinés, soit une diminution d'environ cinq jours pour atteindre le poids d'abattage (Hurnik, 2005).

Selon un sondage réalisé auprès de producteurs porcins en Saskatchewan, seulement 31 % utilisent du savon lors du protocole de nettoyage et désinfection des bâtiments (Jin *et al.*, 2011; Predicala et Alvarado, 2013). Les avantages sont pourtant nombreux, tant au niveau de l'économie de temps pour le lavage, la réduction de la consommation d'eau, la limitation de la présence de micro-organismes et l'amélioration des performances des animaux.

2.3.12 Qualité de l'eau pour le lavage

Un problème de qualité de l'eau peut affecter l'efficacité du nettoyage. Par exemple, un problème de dureté de l'eau peut compromettre l'efficacité des produits de nettoyage et de désinfection (CCP, 2018). Il est alors nécessaire d'utiliser une plus grande quantité de savons et de détergents lors des opérations de lavage (Chiba, 2013; OMAFRA, 2020). Les recommandations quant au choix du détergent varient donc selon la dureté de l'eau de lavage. Si l'eau est dure, il est recommandé d'effectuer une rotation du type de détergents entre les lots pour améliorer l'efficacité (Blondel *et al.*, 2018). Un problème de dureté de l'eau peut également causer des accumulations calcaires dans la tuyauterie (Jackson, 2007), ce qui peut réduire le débit d'eau acheminé pour le lavage. Ainsi, la qualité de l'eau affecte l'utilisation de l'eau pour le lavage, principalement en réduisant l'efficacité des agents nettoyants.

2.3.13 Température de l'eau de lavage

La température de l'eau de lavage a un impact sur le temps requis ainsi que sur l'utilisation de l'eau. Hurnik (2005) a évalué l'effet de la température de l'eau sur l'utilisation de l'eau lors du lavage d'un enclos en pouponnière totalement latté. L'utilisation de l'eau chaude a diminué le temps de lavage d'environ 22 %, excepté pour les enclos où il y avait eu un pré-trempeage (Tableau 6). Dans ces cas, il n'y avait pas de différence sur le temps de lavage comparativement au lavage à l'eau froide. L'utilisation de l'eau chaude pour le lavage n'a pas d'effet sur les performances de croissance des animaux. Selon un sondage réalisé par les Éleveurs de porcs du Québec, 16,7 % des producteurs utilisent de l'eau chaude, 75 % de l'eau froide et 8,3 % une alternance d'eau chaude et froide (Reid, 2018).

Tableau 6 Temps moyen requis pour le lavage en fonction de la température de l'eau et de différents protocoles

	Eau froide (minutes)	Eau chaude (minutes)	Différence (minutes)	Différence (%)
Sans savon et sans pré-trempage	68,03	52,61	15,42	22,67
Avec savon mais sans pré-trempage	59,80	46,24	13,56	22,68
Sans savon mais avec pré-trempage	41,39	32,01	9,38	22,66
Avec savon + pré-trempage	36,38	36,81	- 0,43	- 1,18

Adapté de Hurnik (2005).

Lorsqu'elle est disponible, l'eau chaude peut permettre de diminuer le temps requis pour le lavage, donc de réduire la quantité d'eau nécessaire (Hurnik, 2005; Ramirez, 2009; Blondel *et al.*, 2018). Sa température ne doit toutefois pas dépasser 60°C (Blondel *et al.*, 2018). Il n'est pas possible d'avoir une élévation suffisante pour tuer les bactéries ou les virus, car la chaleur pourrait causer des brûlures (Ramirez, 2009). L'eau chaude agit plutôt sur la matière organique en la rendant plus facile à déloger. L'utilisation de l'eau chaude est également plus agréable pour l'opérateur (Blondel *et al.*, 2018). Il peut cependant y avoir formation de brouillard, limitant la visibilité, particulièrement en hiver (Ramirez, 2009; Blondel *et al.*, 2018). Il est donc nécessaire de trouver un équilibre entre la température adéquate pour le lavage, la visibilité, la facilité de travail et la sécurité des employés (Ramirez, 2009). Les coûts nécessaires pour chauffer l'eau sont généralement contrebalancés par des frais réduits en main-d'œuvre (Ramirez, 2009).

2.3.14 Équipements de lavage

Le type d'équipement de lavage utilisé, comme le type de machine ou la buse, influencent le temps requis pour le lavage ainsi que la quantité d'eau utilisée. Le temps de lavage et la quantité d'eau utilisée sont étroitement reliés (Ramirez, 2009).

Les machines à haute pression permettent d'utiliser 20 % moins d'eau que les boyaux d'eau normaux (Eadie, 2018). Elles permettent également un lavage plus rapide (Nyachoti et Kiarie, 2010). Il y a deux éléments importants à regarder lors de la comparaison des équipements de lavage, soit la pression (psi) et le débit (gal/min) (Ramirez, 2009). L'utilisation d'une pression supérieure à 3 000 psi peut endommager les surfaces ou causer des déplacements rapides de la matière organique lors du lavage, ce qui est

dangereux pour l'opérateur (Ramirez, 2009). Une pression supérieure à 2 000 psi est généralement suffisante pour le lavage des bâtiments agricoles (Ramirez, 2009). Les machines à pression utilisent entre 4 et 8 gal/min (Eadie, 2018). Plus le débit est élevé, plus l'efficacité du lavage est élevée en termes de facilité et de temps (Broes, 1999). Par exemple, une machine à pression de 4 gal/min va, en théorie, déloger le lisier deux fois plus rapidement qu'une machine à pression de 2 gal/min (Ramirez, 2009). Selon un sondage réalisé auprès de producteurs québécois, 66,6 % utilisent un jet d'eau à haute pression (Reid, 2018).

Selon des audits réalisés chez des producteurs canadiens, 37 % utilisent une buse rotative, 53 % une buse conventionnelle et 11 % une autre buse (Berthiaume et Engele, 2018b). Au Québec, 37,5 % utilisent une buse rotative, 37,5 % une buse conventionnelle et 25 % une autre buse (Reid, 2018). Le meilleur choix par rapport à la conservation de l'eau semble être la buse conventionnelle. Celle-ci permet une réduction de l'utilisation de l'eau ainsi que du temps nécessaire pour le lavage des chambres avec planchers de béton partiellement lattés ou entièrement lattés (Predicala et Alvarado, 2013; Berthiaume et Engele, 2018b). Afin que la matière organique soit délogée plus facilement, le flux d'eau doit être dans un angle de 45° par rapport à la surface à nettoyer (Blondel *et al.*, 2018).

2.3.15 Conception des bâtiments et matériaux

L'âge des bâtiments a un effet sur la quantité d'eau utilisée lors du lavage. Il y a un effet à la fois du type de matériaux et/ou de l'usure des matériaux. Des matériaux plus récents pourraient permettre de diminuer la quantité d'eau nécessaire au lavage, ce qui pourrait représenter une économie d'eau de 500 L/place, soit 130 L/truie présente dans le cas d'un élevage naisseur-finisser (Massabie *et al.*, 2014).

Le type de matériaux a aussi un effet sur la quantité d'eau utilisée. L'analyse des matériaux avant et après le lavage démontre que le nettoyage diminue considérablement les populations de bactéries qui y sont retrouvées. Les analyses bactériologiques montrent que la population totale de bactéries avant le nettoyage est plus importante sur les bétons. Cependant, selon De Foy (2005), les bactéries ne sont pas totalement éliminées sur certains matériaux. Ce dernier a évalué la contamination bactérienne de différents matériaux de finition intérieure des bâtiments porcins. Le nettoyage des matériaux comme l'acier galvanisé, le polyéthylène haute densité (HDPE), le HDPE sur panneau de bois, le plastisol et le béton recouvert d'une pellicule d'époxy lisse a permis d'enlever complètement la colonisation bactérienne. Cependant, les surfaces de béton 30 MPa, le béton 60 MPa, le béton vibré pressé, la fonte, le PVC, le contreplaqué et le béton recouvert d'une pellicule rugueuse d'époxy n'ont pas éliminé le risque de contamination. Le béton 30 MPa est le pire, autant pour la contamination de base que pour les bactéries restantes après le lavage. Le type de mur n'a pas d'effet sur les performances des porcs (Neinaber et Hahn, 1999). La colonisation par les bactéries semble reliée à la porosité, l'absorption d'eau et la rugosité de surface des matériaux (De Foy, 2005; Marquis *et al.*, 2006). La consommation d'eau pour le lavage peut donc être affectée par les matériaux retrouvés dans les bâtiments, en fonction de leur texture, leur niveau de souillure initial et leur facilité de nettoyage. Les cloisons pleines ou les barreaux peuvent aussi affecter la demande en eau (Massabie *et al.*, 2014). Sur une autre échelle, un mauvais retrait des bactéries présentes peut engendrer une éclosion de maladie, donc affecter la consommation d'eau d'abreuvement par la suite.

Le type de régie d'élevage peut aussi affecter la quantité d'eau utilisée. Le lavage est beaucoup plus efficace dans le cas d'un élevage en tout plein-tout vide (TPTV) où tout le bâtiment peut être nettoyé

entre les lots, plutôt que de laver les espaces individuellement dans un élevage en continu (Boles, 2013). Il n'est cependant pas toujours possible d'effectuer une gestion d'élevage en tout plein-tout vide.

2.3.16 Eau de refroidissement

Les porcs sont très sensibles à la chaleur et à l'humidité, ce qui peut entraîner des répercussions importantes sur leurs performances, leur santé et leur confort (Roger, 2015). Les saisons estivales étant de plus en plus chaudes au Québec (Marquis, 2002), l'utilisation de systèmes de refroidissement des animaux peut être nécessaire. Les performances zootechniques des élevages sont sérieusement ralenties durant l'été, tant dans les engraissements que dans les maternités québécoises (Marquis, 2002). Quand les températures sont au-dessus de la limite critique, les porcs sont moins actifs et leur consommation alimentaire diminue (Roger, 2015). En engraissement, la chaleur intense estivale réduit de façon importante la prise alimentaire et le GMQ. En maternité, la consommation alimentaire, la reproduction et la fertilité peuvent être affectées (Marquis, 2002; Massabie *et al.*, 2014). Les porcs deviennent de plus en plus sensibles aux températures élevées au cours de leur croissance (Pouliot, 2002).

Les porcs utilisent le transfert d'énergie par évaporation à partir de la respiration comme mécanisme de refroidissement (Boles, 2013). En raison de sa chaleur de vaporisation, l'eau joue un rôle essentiel dans la dissipation de l'énergie à partir du corps, via l'évaporation à partir des poumons (Chiba, 2013). Cependant, lorsque l'humidité relative ou la température ambiante sont trop élevées, ce mécanisme n'est pas assez efficace. Comme le porc n'a pas de glandes sudoripares fonctionnelles (Ingram, 1967, cité par Ramonet *et al.*, 2017), il est nécessaire de le mouiller pour augmenter les pertes de chaleur (Ramonet *et al.*, 2017). Il peut être nécessaire de refroidir les animaux en mise bas, en gestation et en engraissement. En pouponnière, l'utilisation de systèmes de refroidissement est moins fréquente, comme les porcelets sevrés peuvent tolérer des températures jusqu'à 32 °C (Boles, 2013).

Plusieurs systèmes de refroidissement sont disponibles pour les animaux, soit en augmentant la vitesse de l'air, en refroidissant l'air ou en mouillant les porcs directement. Il est possible de retrouver le goutte-à-goutte, la brumisation, l'aspersion et les murs de refroidissement. La consommation d'eau pour le refroidissement est minime par rapport à l'abreuvement (Pouliot *et al.*, 2012). La moyenne de consommation du système de refroidissement est de 1,1 à 2 L/animal/jour (Massabie *et al.*, 2014). Peu importe le type d'équipement utilisé, il est nécessaire d'avoir un écoulement d'air au niveau des animaux pour maximiser l'effet du refroidissement (Stokes, 2012; Boles, 2013). Les systèmes de refroidissement ne devraient toutefois pas remplacer une superficie adéquate par animal, une ventilation adaptée ou une ration formulée selon les besoins des animaux (Nyachoti et Kiarie, 2010). La chaleur provenant des porcs en croissance peut significativement augmenter la température ambiante (Boles, 2013). En ayant une densité d'élevage élevée, cet effet est exacerbé.

La consommation d'eau d'abreuvement et de refroidissement est influencée par le type et la conception du bâtiment (isolation, exposition, volume d'air), la région, les conditions climatiques, le type de système de refroidissement, la taille de la ferme, les pratiques d'élevage et le stade de production des animaux lors du refroidissement (Stokes, 2012; Massabie *et al.*, 2014;). Selon un sondage réalisé auprès de producteurs porcins en Saskatchewan, 10 % utilisent un système de goutte-à-goutte et 45 % un système de brumisation (Jin *et al.*, 2011; Predicala et Alvarado, 2013). La température extérieure, qui varie selon la région, la saison et les conditions climatiques, influence directement les besoins en eau de refroidissement. Les climats chauds nécessitent davantage d'eau de refroidissement pour maintenir les

animaux dans leur zone de thermorégulation que les climats tempérés ou froids. De plus, le stade de production des animaux affecte la température nécessaire dans la salle d'élevage, celle-ci étant variable en fonction du stade de production des animaux.

Les systèmes de refroidissement n'augmentent pas ou très peu la quantité d'eau totale utilisée, puisqu'ils ne sont en fonction que deux à trois mois par année (Massabie *et al.*, 2014). Le refroidissement des animaux provoque généralement une diminution de l'abreuvement dans une proportion équivalente ou supérieure à celle utilisée par le système (Massabie *et al.*, 2013; Massabie *et al.*, 2014). L'utilisation de l'eau pour le système de refroidissement est donc généralement compensée par une baisse d'utilisation de l'eau d'abreuvement (Massabie *et al.*, 2014). Ainsi, la répartition entre l'eau d'abreuvement et l'eau de refroidissement est modifiée. La consommation d'eau par système de refroidissement varie. Le CDPQ a effectué un projet sur la ventilation à débit minimum en période estivale en maternité et en engraissement. En engraissement, la salle témoin sans système de refroidissement a été comparée au système de brumisation et à l'aspersion (Tableau 7). L'installation d'un système de brumisation en engraissement a permis de réduire la consommation d'eau d'abreuvement de 28 % par rapport à la salle témoin (Pouliot *et al.*, 2012).

Tableau 7 Utilisation d'eau totale, d'eau d'abreuvement et d'eau de refroidissement pour différents systèmes en engraissement

	Témoin	Brumisation	Aspersion
Utilisation d'eau totale (L/jour/porc)	11,49	8,77	9,95
Utilisation d'eau totale (L/salle)	276 889	201 212	227 467
Eau d'abreuvement (L/salle)	276 889	198 212	218 067
Eau de refroidissement (L/salle)	0	3000	9400

Adapté de Pouliot *et al.* (2012).

Concernant les performances zootechniques, la combinaison d'un système de refroidissement (aspersion ou brumisation) avec un système de recirculation d'air permet d'augmenter le GMQ de 75 % comparativement à un système qui n'utilise que la recirculation de l'air (45 vs 26 g) (Pouliot *et al.* 2012).

Goutte-à-goutte

Le système de goutte-à-goutte permet de rafraîchir les animaux en les mouillant directement. Ce système ne peut être utilisé qu'en mise bas ou en gestation en cage, soit lorsque les animaux sont contentionnés. Il n'est efficace que pour des températures supérieures à 29 °C (Nelssen *et al.*, 1984, cité par Marquis, 2002). Le refroidissement des truies en lactation se fait via une buse qui laisse écouler de l'eau sur le dos ou les épaules de la truie (Froese et Small, 2001; May, S.d.). L'objectif du système de goutte-à-goutte n'est pas d'abaisser la température ambiante dans la salle d'élevage, mais de mouiller les animaux pour les rafraîchir (Pouliot *et al.*, 2012). La chaleur est dissipée lorsque l'évaporation se produit (Boles, 2013). Il est aussi possible d'utiliser des ventilateurs de recirculation afin d'augmenter la vitesse d'air sur les animaux et ainsi améliorer l'efficacité du système de goutte-à-goutte. L'effet combiné de l'évaporation de l'eau sur leur peau et du courant d'air créé par les ventilateurs de recirculation fait considérablement diminuer la température ressentie par les porcs (Pouliot *et al.*, 2012). Cependant, lorsque ce système est utilisé en mise bas, il mouille parfois les porcelets et non seulement la truie (Marquis, 2002), ce qui n'est pas idéal, ceux-ci ayant une température optimale beaucoup plus élevée que la truie (Boles, 2013).

L'utilisation d'eau est d'environ 0,5 L/truie/jour pour le système de goutte-à-goutte (Pouliot *et al.*, 2012). Par exemple, pour un troupeau de 600 truies en inventaire, son utilisation représente de 50-150 m³ d'eau/an pour une saison estivale typique au Québec. Cela peut hypothéquer l'approvisionnement en eau de la ferme, dans les cas où l'eau est restreinte. De plus, le goutte-à-goutte nécessite beaucoup de travaux d'entretien de la tuyauterie pour éviter les fuites d'eau et le blocage des buses (Marquis, 2002). Cependant, en période de canicule, il permet un très bon contrôle de la température chez les truies (Pouliot *et al.*, 2012).

Aspersion

Il est aussi possible d'utiliser un système d'eau à basse pression pour refroidir les animaux en été. Il s'agit du même principe de fonctionnement que le goutte-à-goutte, mais celui-ci peut être utilisé pour un groupe d'animaux. À titre d'exemple, un système d'eau habituellement utilisé pour détremper les salles avant de les laver a été utilisé dans le cadre du projet de Pouliot *et al.*, 2012. Il est aussi possible d'utiliser un boyau d'arrosage non permanent en cas de canicule, mais l'ajustement doit toutefois être adéquat pour éviter de mouiller les équipements et les trémies.

Brumisation

La brumisation est un système de refroidissement de l'air qui consiste à pulvériser de l'eau préalablement filtrée à haute pression à travers des buses fixées à proximité des entrées d'air. Les buses sont souvent localisées près des entrées d'air de façon à ce que les fines gouttelettes d'eau soient absorbées par l'air entrant dans le bâtiment. La température de l'air ambiant est ainsi diminuée. Ce système consomme peu d'eau et ne mouille pas directement les animaux, ni les équipements ou les porcelets (si situé en mise bas) lorsque les buses sont situées près des entrées d'air (Marquis, 2002). Ce système consomme 0,5 L/animal/jour (Pouliot *et al.*, 2012). Dans la majorité des cas, selon la température ambiante, il est possible de faire fonctionner le système par intermittence. Le fonctionnement par intermittence permet de réduire la quantité d'eau utilisée pour le refroidissement (Marquis, 2002).

Il est aussi possible de placer les buses de brumisation sur les ventilateurs de recirculation plutôt que dans les entrées d'air. En combinant la recirculation de l'air et le refroidissement obtenu par la brumisation, la sensation de fraîcheur pour les animaux est grandement augmentée (Pouliot *et al.*, 2012).

L'efficacité du système de brumisation est supérieure lorsque l'air ambiant est sec, soit une basse humidité relative (Pouliot *et al.*, 2012). Au cours d'une étude réalisée au Québec, le système de brumisation a permis de limiter de façon marquée la hausse du rythme respiratoire et de la température de truies gestantes durant une canicule (Pouliot *et al.*, 2012). Comparativement à une salle témoin (sans système de refroidissement des animaux), la salle avec brumisateurs est de 3,5 °C à 4 °C plus fraîche au cours de l'été (Marquis, 2002). La brumisation est cependant dispendieuse à l'achat et à l'entretien (Pouliot *et al.*, 2012).

Mur de refroidissement

Les murs de refroidissement utilisent la chaleur de l'air pour vaporiser l'eau, soit pour refroidir l'air ambiant (Midwest Plan Service, 1990). Durant le jour, la présence d'un mur de refroidissement permet de diminuer la température ambiante, mais l'humidité ambiante est augmentée (Midwest Plan Service, 1990; Wiegert *et al.*, 2018). Les murs de refroidissement sont conservés humides, donc la chaleur de l'air est dissipée lorsque que celle-ci est poussée par les ventilateurs. L'air ambiant est donc refroidi lors de son entrée, permettant de contrôler la température dans l'environnement des animaux (Boles, 2013). En diminuant la température ambiante, le confort des animaux est amélioré. Cela permet également de diminuer la quantité d'eau d'abreuvement nécessaire.

La quantité d'eau qui s'évapore du mur dépend des conditions ambiantes extérieures. Une augmentation de la température extérieure causera un accroissement de l'utilisation de l'eau. Une élévation de l'humidité relative extérieure causera une diminution de l'évaporation, comme la capacité d'absorption de l'air est plus faible. Les dimensions du mur de refroidissement (longueur, hauteur et largeur) ont aussi un effet sur la quantité d'eau consommée (Wiegert *et al.*, 2018).

2.3.17 Eau domestique

L'utilisation d'eau domestique compte pour seulement 1 % de l'utilisation totale de l'eau à la ferme. Celle-ci comprend l'eau pour la consommation humaine, le lavage des vêtements, les douches, l'entretien des espaces communs (cuisine, bureau, espaces communs, salles de bains etc.), le ménage des zones pour les employés, etc. (Froese et Small, 2001). L'eau domestique représente en moyenne 1,0 L/jour/truie, avec un intervalle entre 0,4-1.5 L/truie/jour (Froese, 2003). L'utilisation de l'eau domestique est directement reliée avec le ratio employés/animaux. L'utilisation de l'eau est plus faible pour les fermes de grande taille et plus élevée pour les fermes de petite dimension (Froese et Small, 2001). Les consignes de biosécurité à la ferme peuvent aussi affecter la quantité d'eau domestique utilisée. La présence de douches à l'entrée augmente la quantité d'eau par employé. Cependant, en ce qui concerne une utilisation durable de l'eau, l'eau domestique a peu d'impact par rapport aux autres types de consommation sur la ferme.

3 Matériel et méthode

Dans le but d'obtenir des données de référence sur l'utilisation de l'eau dans les fermes porcines québécoises, des démarches et des prises de rendez-vous ont été effectuées auprès de 75 producteurs intéressés à participer au projet (audit et prise de données). Cependant, le contexte de l'urgence sanitaire dû à la Covid-19 du printemps 2020 a fait en sorte que quelques producteurs se sont désistés. Ainsi, 62 audits ont été effectués. Pour 39 d'entre eux il a été possible d'obtenir des données de consommation d'eau, utilisées afin de réaliser le portrait des producteurs, lequel nécessitait les données de consommation d'eau en plus des audits. La différence entre le nombre prévu d'audits et le nombre réellement effectué s'explique par de nombreux facteurs dont la vente ou la fermeture de certaines fermes, des rénovations majeures de bâtiments (conversion vers d'autres types d'élevage ou modifications majeures de l'inventaire), la pénurie et/ou le changement du personnel des fermes (perte de données) ou par des données de mauvaise qualité. Les audits réalisés ont permis de caractériser les différents équipements de distribution d'eau et d'aliments, les systèmes de ventilation et de refroidissement ainsi que les équipements de lavage. Ils ont également permis de documenter le fonctionnement des élevages (régie du troupeau, protocole de lavage, etc.).

À la suite de l'audit, des compteurs d'eau ont été installés lorsque nécessaire, pour monitorer la quantité d'eau utilisée pour l'abreuvement et le lavage. Durant la visite, il a été discuté avec les producteurs des informations à fournir tout au long du projet (nombre et poids des animaux, dates d'entrée et de sortie des porcs, dates de lavage, événements particuliers (bris, fuites, manque d'eau, maladie, changement de génétique, etc.). Par la suite, les données ont été compilées et analysées dans le but d'obtenir des données de référence selon le type d'élevage et certaines caractéristiques de la ferme.

Afin d'obtenir suffisamment de données pour toutes les saisons, la période de collecte de données s'est tenue sur plus de deux ans, soit de mai 2020 à décembre 2022.

Un important partenaire a accepté de nous partager les données de consommation d'eau pour ses bâtiments. Finalement, des données d'utilisation de l'eau provenant de 236 bâtiments (11 bâtiments de maternité, 56 pouponnières, 131 engraissements et 38 sevrage-vente) ont été compilées et analysées. Les détails concernant le nombre équivalent de lots ainsi que le nombre total d'animaux par type d'élevage sont présentés au Tableau 8. Le nombre équivalent de lots correspond à la durée totale du monitoring de l'eau, divisé par la durée d'un lot. Cette valeur a été utilisée car dans plusieurs cas les compteurs d'eau n'ont pas été installés au début des lots, mais plutôt en cours d'élevage.

Tableau 8 Détails des fermes participantes

Type de bâtiment	Nombre de bâtiments	Nombre équivalent de lots	Nombre d'animaux total
Maternité	11	---	7 100
Pouponnière	56	201	285 534
Engraissement	131	211	238 241
Sevrage-vente	38	57	71 541

3.1 Description des fermes ayant participé au projet

3.1.1 Maternités

Pour les maternités, 11 bâtiments totalisant 7 100 truies en inventaire ont participé. L'inventaire variait de 140 à 1300 truies, pour un inventaire moyen de 645 truies. De ces maternités, 36 % sont des fermes de type naisseur-finiisseur et 64 % de type naisseur seulement.

La majorité des maternités ont une conduite en bande aux 4 semaines (73 %), suivies par les maternités conduites en bande aux deux semaines (18 %) et enfin celles conduites en bande à la semaines (9 %) (Figure 3). Concernant le mode de logement, 91 % des fermes du projet logent leurs truies en groupe, ce qui représente 95 % des truies.

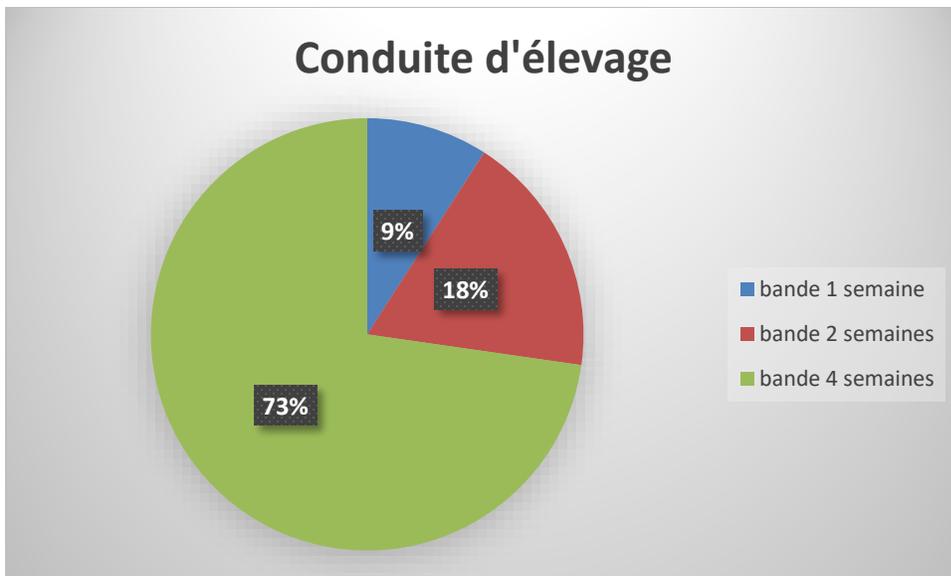


Figure 3 Conduite d'élevage des maternités

En ce qui a trait à l'eau et aux équipements s'y rattachant, 55 % des maternités ont des réserves d'eau. Pour les équipements d'abreuvement en mise bas, 91 % des maternités utilisent des sucres ou pousse-tubes dans la trémie. Dans le bloc saillie, 91 % des fermes utilisent des auges à niveau constant. En gestation en groupe, les deux tiers utilisent des sucres (tout type confondu) et le tiers utilise des bols (tout type confondu).

Concernant le lavage, seulement 19 % des maternités effectuent un lavage à l'eau chaude et la rotobuse est utilisée dans la totalité des maternités. Pour ce qui est de la laveuse à pression, 50 % des fermes utilisent une laveuse de 3 000 lbs/pi² et dans un peu plus de la moitié des fermes (53 %) le débit de la laveuse est de 4 gal/min (Figure 4 et Figure 5).

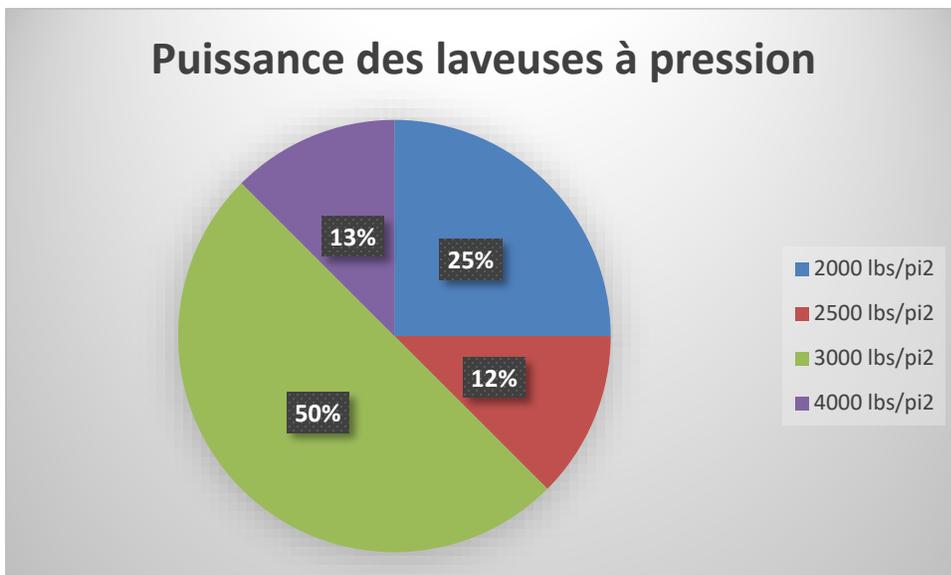


Figure 4 Pression utilisée lors des lavages en maternité

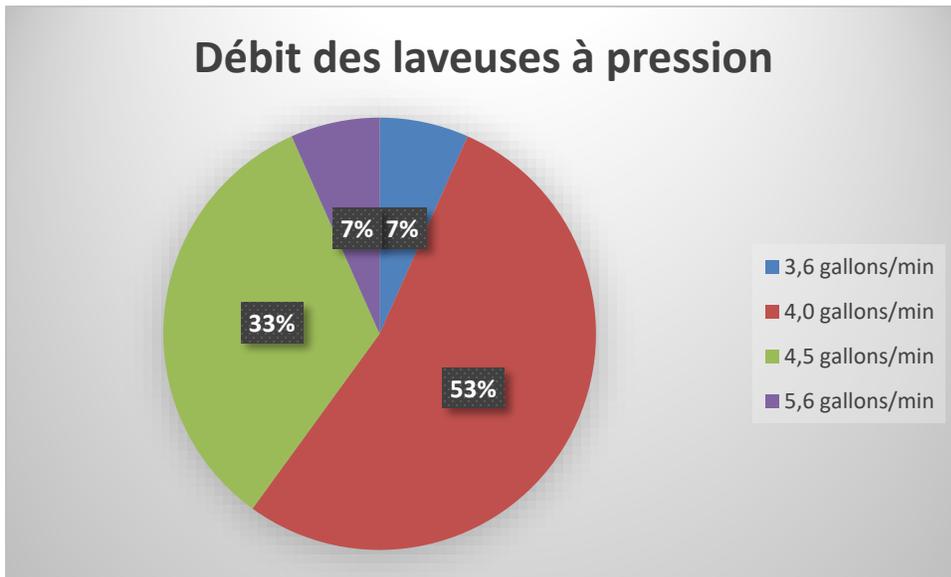


Figure 5 Débits utilisés lors des lavages en maternité

Pour ce qui est du protocole de lavage, 82 % des maternités auditées effectuent un détrempeage des salles avant de procéder au lavage. Les gicleurs sont utilisés dans 18 % des cas, autrement, la laveuse est utilisée pour mouiller les cages avant de procéder au lavage. Lors des lavages, la totalité des maternités utilise le savon : 36 % le font avant d’effectuer le lavage et 64 % le font après. Toutes les maternités procèdent à la désinfection : 55 % désinfectent sur des surfaces sèches, tandis que les autres précisent manquer de temps dû à l’entrée des truies. Ainsi, 36 % des producteurs entrent leurs truies dans des salles qui ne sont pas complètement séchées.

3.1.2 Pouponnières

Les données de 56 bâtiments de pouponnière (moyenne de 1460 places) ont été analysées. De ces fermes, 86 % ont une gestion d’élevage en TPTV.

Toutefois, seules 10 fermes ont été auditées, pour une moyenne de 1570 places. De ces fermes, 60 % ont une gestion d’élevage en TPTV. La totalité de ces fermes utilisent des médicamenteurs. Une proportion de 20 % procède à l’acidification de l’eau de façon courante. Concernant les équipements d’abreuvement, le bol urinoir est l’équipement le plus utilisé (80 %), souvent retrouvé en complémentarité avec un autre type d’équipement d’abreuvement (ex. : suce).

Pour ce qui est de la laveuse à pression, 50 % des fermes utilisent une laveuse de 3000 lbs/pi². Aussi, 50 % des fermes utilisent des laveuses avec un débit d’eau de 4,5 gal/min (Figure 6 et Figure 7).

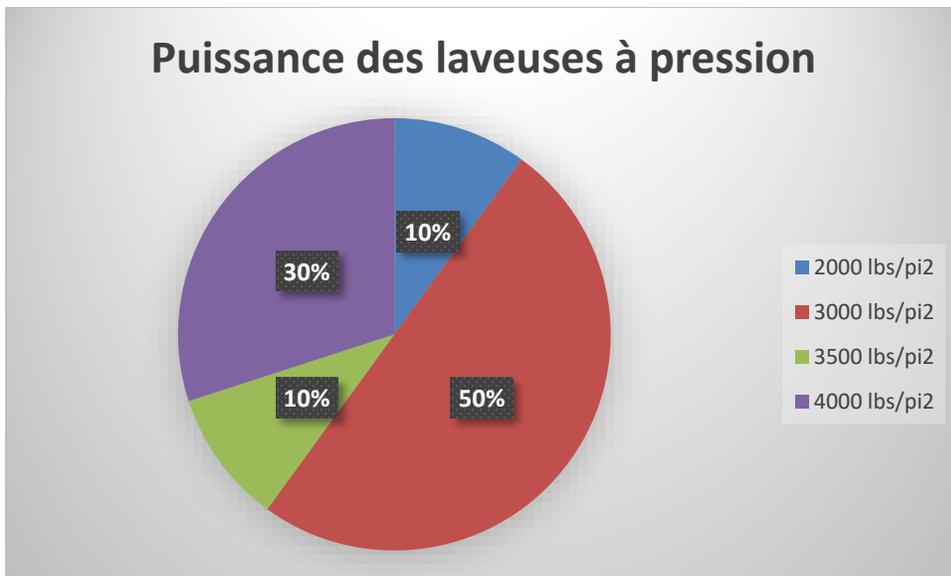


Figure 6 Pression utilisée lors des lavages en pouponnière

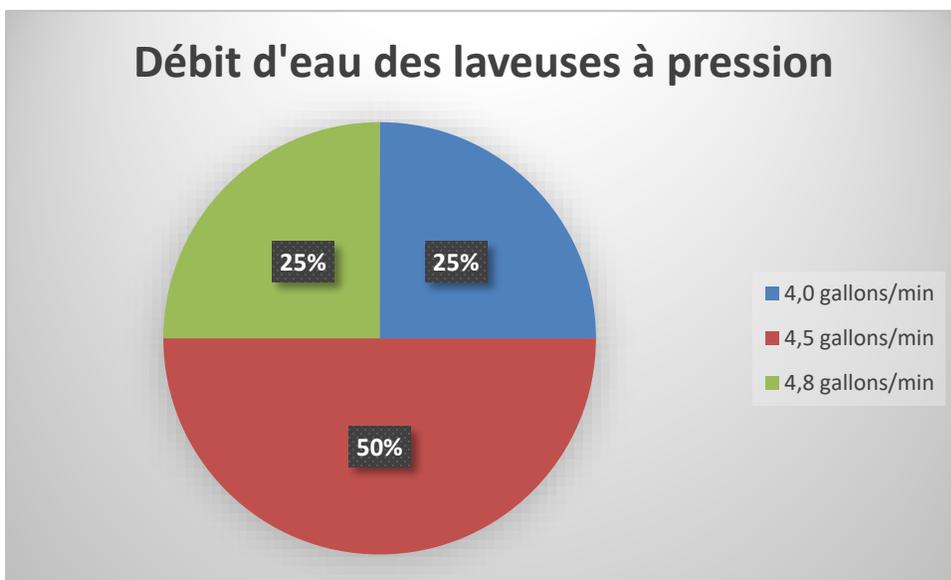


Figure 7 Débits utilisés lors des lavages en pouponnière

Concernant le protocole de lavage, 40 % des fermes auditées effectuent un détrempage; la moitié d'entre elles utilisent des gicleurs, tandis que l'autre moitié le fait manuellement. La totalité utilise du savon : 70 % le fond avant d'effectuer le lavage et 30 % après avoir lavé. Toutes les fermes effectuent un vide sanitaire d'une durée minimum de 24 à 48 heures avant la prochaine entrée de porcelets.

3.1.3 Engraissements

Les données en engraissement ont été récoltées dans 131 bâtiments, pour une moyenne de 1 290 places. De ces bâtiments, 95 % opèrent en gestion TPTV. Seuls 16 bâtiments ont été audités, pour une moyenne de 1 207 places. De ces fermes, 63 % étaient en gestion TPTV.

Pour ce qui est des équipements d'alimentation et d'abreuvement, 38 % des bâtiments offraient des trémies humides ou à plateau servant également de points d'eau. De plus, 50 % des producteurs ont ajouté des points d'eau supplémentaires dans les parcs pour les animaux. Plus de la moitié (56 %) de ceux-ci sont des bols (tout type confondu) et sont situés juste à côté de la trémie dans 67 % des cas.

Le type de plancher était variable d'un bâtiment à l'autre. La Figure 8 montre que 50 % des bâtiments ont des planchers 100 % lattés, 25 % ont des planchers 50 % lattés, 19 % ont un plancher latté au 2/3 de leur superficie et enfin 6 % ont des planchers lattés sur 1/3 de leur superficie.

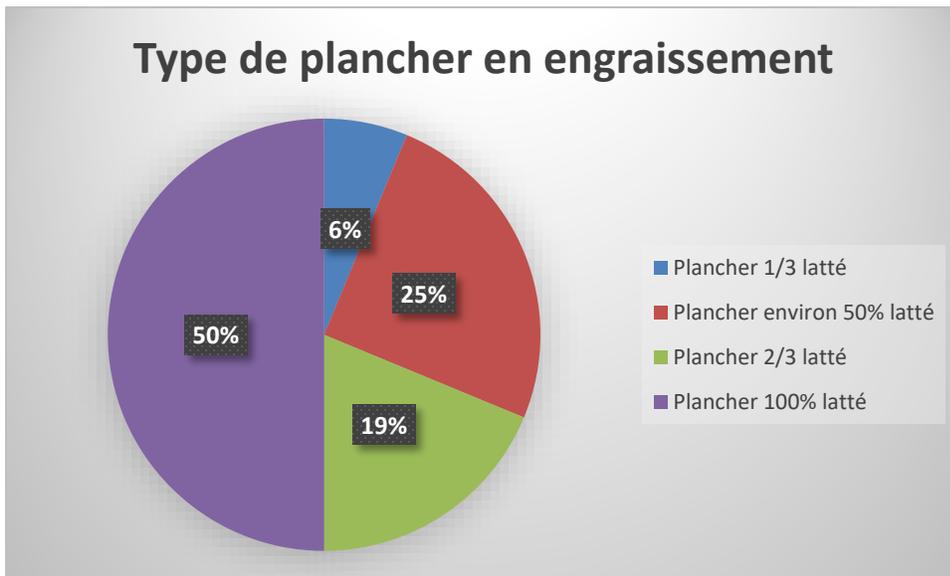


Figure 8 Types de plancher retrouvés en engraissement

Pour ce qui est des équipements de lavage, 11 % des fermes auditées utilisent des laveuses à pression de 2 000 psi, mais la majorité (89 %) utilisent des laveuses de 3000 psi. Pour ce qui est du débit d'eau des laveuses à pression utilisées, 50 % ont un débit de 4,5 gal/min et 7 % ont des débits de 5,2 et 5,6 gallons/min (Figure 9).

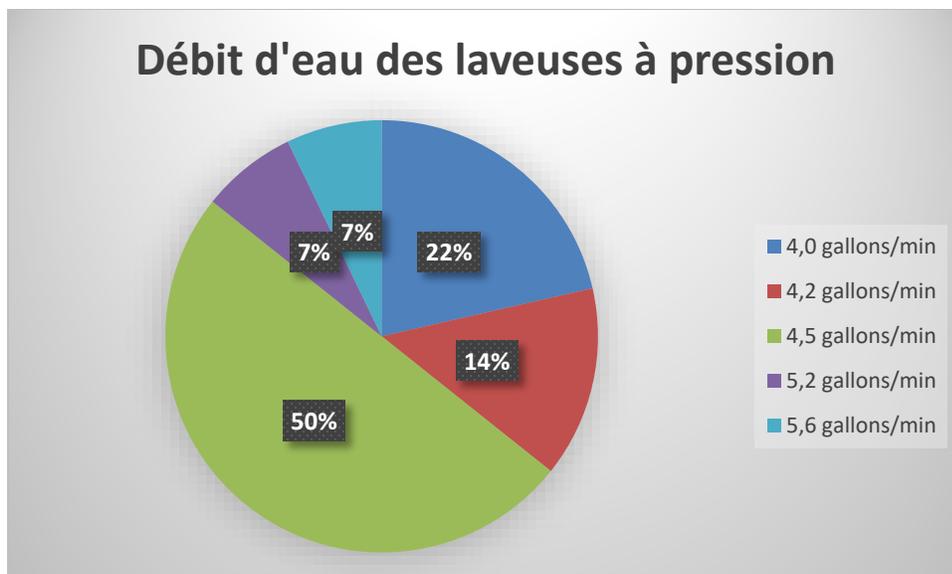


Figure 9 pourcentage des différents débits d'eau des laveuses à pression

Concernant le protocole de lavage, 63 % des producteurs effectuent un détrempe avant le lavage : 70 % utilisent des gicleurs et 30 % le font manuellement avec un tuyau d'arrosage à jardin. La totalité des fermes utilisent le savon et 6 % l'utilisent avant le lavage. Finalement, toutes les fermes effectuent un vide sanitaire d'une durée d'au moins 24 heures avant la prochaine entrée de porcs et 63 % font un vide sanitaire sur une période de 2 à 5 jours.

3.1.4 Sevrage-vente

Les données de 38 bâtiments en sevrage-vente (en moyenne 1548 places) ont été analysées. Tous sont en gestion TPTV. Par contre, seuls 2 de ces bâtiments ont été audités, pour une moyenne de 1 590 places.

Il est important de noter qu'en raison d'un trop faible nombre de fermes, le portrait de ce type d'élevage n'a pu être réalisé.

4 Analyses

Les données des compteurs d'eau des différents bâtiments ont été regroupées afin de faciliter les analyses. Pour chaque bâtiment, l'utilisation d'eau moyenne par jour par place a pu être calculée à partir des données des compteurs d'eau et du nombre de places tel que compilé dans les audits. Une moyenne d'utilisation d'eau par type d'élevage a ensuite été calculée, ainsi que l'écart-type, le minimum et le maximum.

Les données journalières d'une maternité, d'une pouponnière et d'un bâtiment d'engraissement ont été utilisées afin d'illustrer les variations d'utilisation d'eau à l'intérieure d'une même année pour chacun des types d'élevage. La librairie R *ggplot2* a été utilisée afin de produire les graphiques de type nuage de points.

Le même exercice a été fait à l'aide des données des lots d'engraissement. La moyenne d'utilisation d'eau quotidienne par animal ainsi que la date moyenne d'élevage de chacun des lots ont été calculées afin de produire un graphique de type nuage de points représentant ces 2 variables.

Un dernier graphique présentant l'utilisation d'eau moyenne quotidienne par animal, selon le nombre d'animaux par points d'eau, a été produit pour les élevages de type pouponnière et engraissement, seulement pour les bâtiments ayant des données d'audits.

5 Résultats

5.1 Utilisation de l'eau

Les utilisations d'eau moyennes obtenues pour les différents types d'élevage sont présentées au Tableau 9. En maternité, l'utilisation d'eau moyenne a été de 23,0 L/truie productive/jour. Toutefois, une variation importante est observée entre les élevages. En effet, la quantité minimale mesurée a été de 8,0 L/truie productive/jour et la quantité maximale de 46,9 L/truie productive/jour.

En pouponnière, l'utilisation d'eau moyenne a été de 2,0 L/j/place. En engraissement, elle a été de 6,3 L/j/place et finalement de 4,3 L/j/place en sevrage-vente.

Tableau 9 Utilisation d'eau quotidienne moyenne selon le type d'élevage*

Type d'élevage	Nb de bâtiments	Inventaire moyen (animaux)	Utilisation d'eau moyenne	Écart type utilisation d'eau (L/j/place)	Utilisation min. mesurée (L/j/place)	Utilisation max. mesurée (L/j/place)
Maternité	11	645	23,0 L/truie productive/j	11,9	8,0	46,9
Pouponnière	56	1 460	2,0 L/j/place	0,7	0,7	5,1
Engraissement	131	1 290	6,3 L/j/place	2,2	2,6	18,5
Sevrage-vente	38	1 548	4,3 L/j/place	1,2	2,6	7,5

* Ces résultats excluent l'eau utilisée pour le lavage.

5.1.1 Maternité

En maternité, l'utilisation d'eau moyenne a été de 23,0 L/truie productive/j. Plus précisément, la moyenne était de 31,4 L/truie/j en mise-bas et de 14,0 L/truie/j pour les truies en gestation en groupe et celles dans le bloc saillie.

La Figure 10 présente l'utilisation d'eau quotidienne moyenne par tête dans une des maternités auditées. Les données journalières de la maternité sont réparties sur une période d'environ deux ans et nous permettent d'observer une augmentation récurrente de l'utilisation d'eau survenant lors de la période estivale, aux alentours des mois de juillet et d'août.

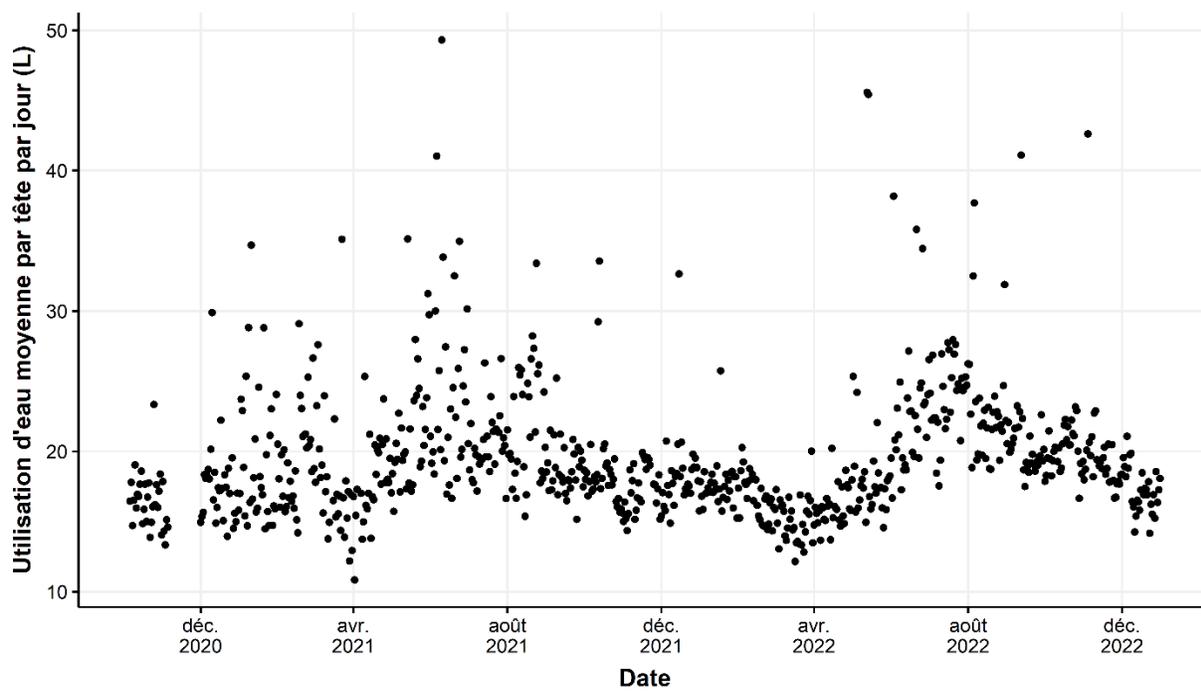


Figure 10 Portrait de l'utilisation d'eau moyenne par tête par jour en maternité selon la période de l'année

5.1.2 Pouponnière

La Figure 11 présente l'utilisation d'eau quotidienne moyenne par tête pour une seule pouponnière. Les données journalières de la pouponnière sont réparties sur une période d'environ sept ans et nous permettent d'observer la même augmentation récurrente de l'utilisation d'eau survenant lors des périodes plus chaudes de l'année.

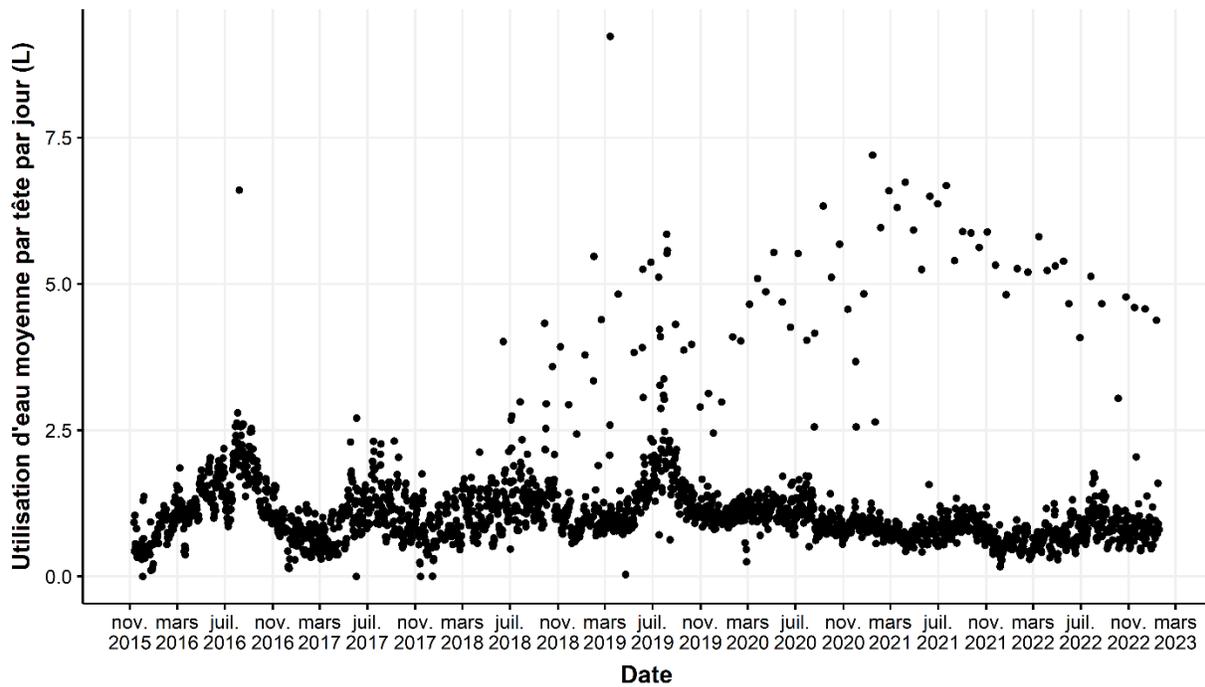


Figure 11 Portrait de l'utilisation d'eau moyenne par tête par jour en pouponnière selon la période de l'année

La Figure 12 présente l'utilisation d'eau quotidienne moyenne par tête en pouponnière selon le nombre d'animaux par point d'eau. Nous observons une plus grande utilisation de l'eau lorsque le nombre d'animaux par point d'eau est faible. L'absence de compétition entre les animaux pour atteindre le point d'eau pourrait expliquer en partie cette plus grande utilisation lorsque le ratio d'animaux/point d'eau est faible.

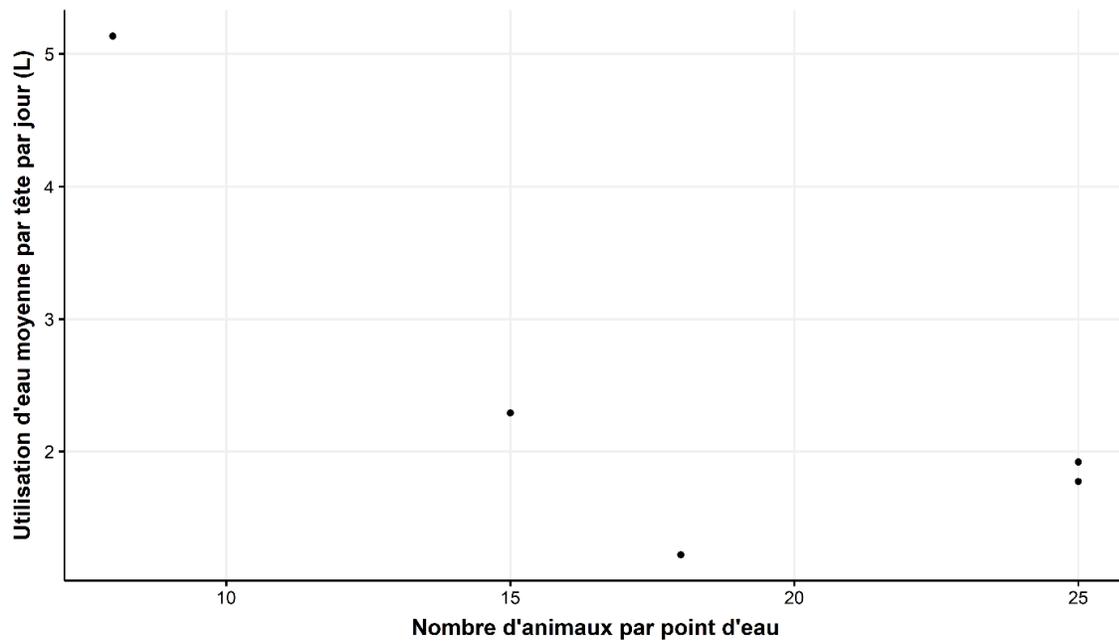


Figure 12 Utilisation d'eau moyenne par tête par jour en pouponnière selon le nombre d'animaux par point d'eau

Engraissement

La Figure 13 présente l'utilisation d'eau moyenne quotidienne par tête pour un seul bâtiment d'engraissement. Les données journalières du bâtiment sont réparties sur une période d'environ sept ans et nous permettent d'observer la même augmentation récurrente de l'utilisation d'eau survenant lors des périodes estivales.

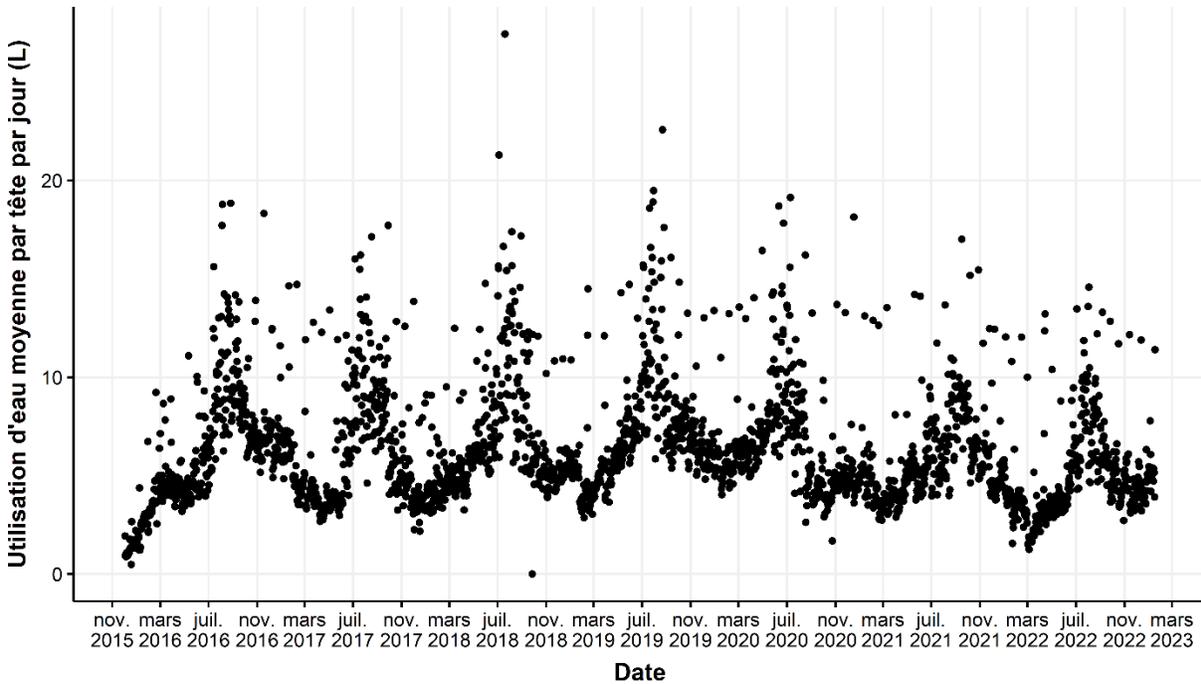


Figure 13 Utilisation d'eau moyenne par tête par jour en engraissement selon la période de l'année

La Figure 14 présente l'utilisation d'eau moyenne quotidienne par tête pour plusieurs lots en engraissement. Chaque point du graphique représente la moyenne d'utilisation d'eau par jour par tête pour un seul lot. Bien que les données journalières des lots soient ramenées en un seul point, nous observons la même tendance d'augmentation de l'utilisation d'eau dans les périodes estivales. Cette tendance est donc présente pour tous les lots d'engraissement.

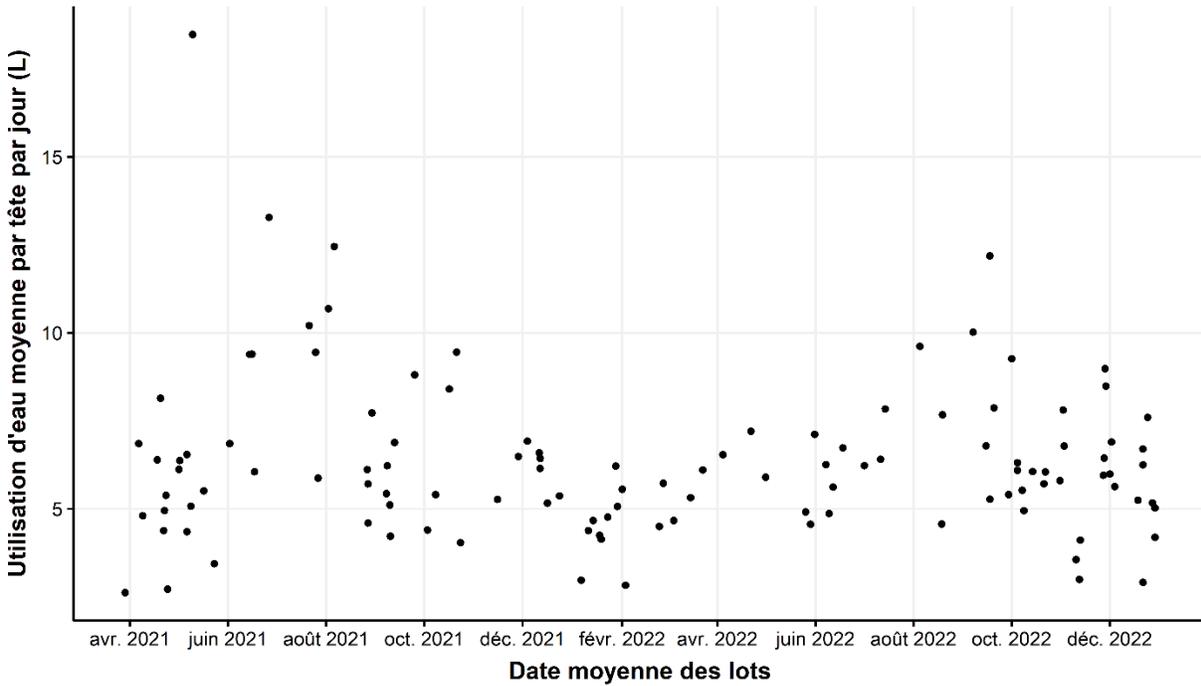


Figure 14 Utilisation d'eau moyenne par tête par jour de différents lots en engraissement

La Figure 15 présente l'utilisation d'eau moyenne quotidienne par tête en engraissement selon le nombre d'animaux par point d'eau. Tel que présenté en pouponnière, nous observons aussi une plus grande utilisation de l'eau lorsque le nombre d'animaux par point d'eau est faible.

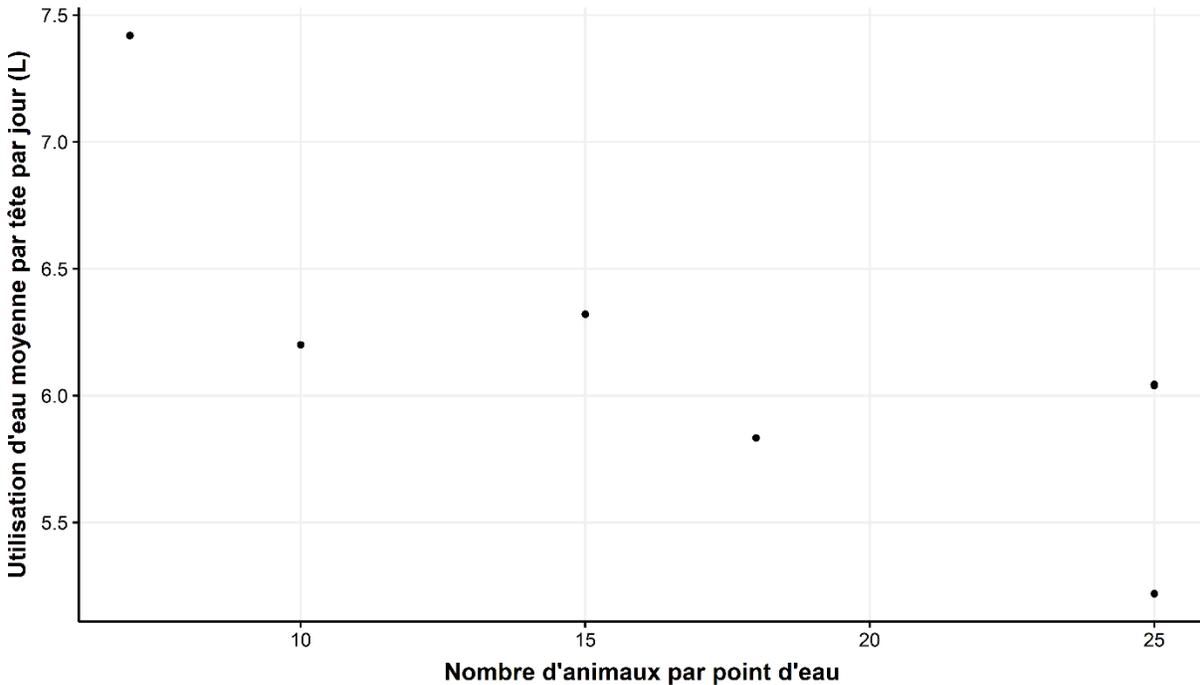


Figure 15 Utilisation d'eau moyenne par tête par jour en engraissement selon le nombre d'animaux par point d'eau

5.1.3 Lavage

Plusieurs facteurs influencent la quantité d'eau utilisée pour effectuer un bon lavage. Voici une liste non exhaustive de ces facteurs:

- Protocole de lavage et pré-trempage
- Agents nettoyants utilisés (savons et détergents)
- Température et qualité de l'eau
- Type de bâtiment (maternité, pouponnière, engraissement), matériaux et équipements utilisés
- Équipement de lavage : pression et débit de la laveuse à pression et type de buse utilisée
- Expérience de l'opérateur
- Qualité du lavage

Ainsi, il y a une grande variation entre les quantités d'eau utilisées par ferme pour le lavage. C'est pourquoi pour chaque type de bâtiment, les résultats sont présentés de cette manière : moyenne, écart-type, quantité minimum mesurée et quantité maximum mesurée.

De plus, il n'a pas été possible de faire des liens entre le protocole de lavage, les équipements de lavage et les équipements/matériaux en place, car l'expérience du laveur et sa minutie a un impact beaucoup plus important sur l'utilisation de l'eau.

5.1.3.1 Maternité

En maternité, puisque c'est la section des mise bas qui est lavée à intervalle régulier (13 fois par année pour un sevrage à 21 jours), la quantité d'eau utilisée est présentée en litre par cage de mise bas par lavage (L/cage/lavage) (Tableau 10).

La quantité d'eau moyenne utilisée par cage de mise bas était de 156,7 litres. Cependant, une grande variation a été observée entre les élevages. La quantité minimum mesurée a été de 77,1 litres par cage tandis que l'utilisation la plus élevée était de 382,9 litres, soit presque 5 fois plus élevée.

Tableau 10 Moyenne d'eau utilisée pour le lavage en maternité

Moyenne (L/cage/lavage)	Écart-type (L/cage/lavage)	Min (L/cage/lavage)	Max (L/cage/lavage)
156,7	95,7	77,1	382,9

5.1.3.2 Pouponnière

En pouponnière, la quantité d'eau utilisée en moyenne était de 9,3 L/place/lavage. La quantité minimum mesurée a été de 2,0 L/place/lavage, tandis que l'utilisation la plus élevée était de 24,7 L/place/lavage (Tableau 11).

Tableau 11 Moyenne d'eau utilisée pour le lavage en pouponnière

Moyenne (L/place/lavage)	Écart-type (L/place/lavage)	Min (L/place/lavage)	Max (L/place/lavage)
9,3	5,6	2,0	24,7

5.1.3.3 Engraissement et sevrage-vente

Puisque ce sont les mêmes bâtiments, les données des engraissements ont été combinées à celles des bâtiments en sevrage-vente. Une grande variation peut être observée dans les quantités d'eau utilisées pour le lavage. La quantité d'eau moyenne utilisée était de 37,6 L/place/lavage. La quantité minimum mesurée a été de 2,3 L/place/lavage, tandis que l'utilisation la plus élevée a été de 81,7 L/place/lavage (Tableau 12).

Tableau 12 Moyenne d'eau utilisée pour le lavage en engraissement et sevrage-vente

Moyenne (L/place/lavage)	Écart-type (L/place/lavage)	Min (L/place/lavage)	Max (L/place/lavage)
37,6	19,8	2,3	81,7

6 Évaluation technico-économique et environnementale de l'utilisation durable de l'eau

Dans le but de mieux évaluer les avantages économiques et environnementaux associés à l'optimisation de l'utilisation de l'eau, des scénarios de référence et d'amélioration de l'utilisation de l'eau ont été établis par le comité cohabitation et environnement des Éleveurs de porcs du Québec. Un scénario a été réalisé en maternité et un second en engraissement.

6.1 Scénario en maternité

Maternité de référence

La maternité de référence est un élevage de 1 200 truies situé dans la région de Montmagny. Trois bandes de 240 truies y sont logées en groupe, une bande de 240 truies est dans le bloc saillie et une bande de 240 truies est dans la mise bas. Les truies sont abreuvées avec des sucres localisées à côté de la trémie en mise bas, des bols urinoirs en gestation en groupe et des auges à niveau constant dans le bloc saillie. Le lavage est fait à l'eau froide, aucun savon n'est utilisé et aucun détrempage n'est effectué préalablement. Finalement, aucun système de refroidissement pour les truies n'est utilisé dans cette ferme (Tableau 13).

Scénario optimisé

Dans ce scénario, les truies de cette même maternité sont abreuvées avec des sucres situées dans la trémie en mise bas, des bols conventionnels en gestation en groupe et des auges à niveaux constants dans le bloc saillie. Le lavage est fait à l'eau chaude, est précédé d'un détrempage et du savon est utilisé. Finalement, une combinaison de ventilateurs de recirculation à l'aspersion (gicleurs) sont utilisés comme système de refroidissement pour les truies logées en groupe. En mise bas, des ventilateurs de recirculation combinés à un système de goutte-à-goutte sont utilisés (Tableau 13).

Tableau 13 Comparaison de l'utilisation de l'eau en maternité d'un scénario de référence et d'un scénario optimisé

Utilisation	Scénario de référence		Scénario optimisé			Source
	Équipement	Qté d'eau (L/truie/j)	Équipement	Réduction du gaspillage	Qté d'eau (L/truie/j)	
Mise bas (MB)	Suce à côté de la trémie	31,6	Suce dans la trémie	43,3 %	17,9	Peng <i>et al.</i> (2007)
Bloc saillie (BS)	Auge à niveau constant	8,6	Auge à niveau constant	-	8,6	Turcotte <i>et al.</i> (2019)
Gestation en groupe (GG)	Bols urinoirs ou en fonte ou suce sans bat-flancs	10,6	Bols conventionnels ou suce avec bat-flancs	20,5 %	8,5	Turcotte <i>et al.</i> (2019)
Lavage	Aucun détrempageE au froide	155 ^a	Détrempage Eau chaude	45,9 % ^b	83,9	^a Reid (2018) ^b Hurnik (2005)
Refroidissement	Aucun	Aucune	Système de recirculation + aspersion en GG, et système de goutte à goutte en BS et MB	Aucune ¹	Aucune	Pouliot <i>en al.</i> (2012)

¹ Effet nul sur l'utilisation d'eau. Le volume d'eau utilisé pour le refroidissement équivaut au volume d'eau d'abreuvement bu en moins par les truies

6.1.1 Évaluation des volumes d'eau en moins se retrouvant dans le lisier du scénario optimisé

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

Les calculs de la réduction du volume d'eau utilisé ont été réalisés selon les hypothèses présentées dans le Tableau 13. Le pourcentage de réduction a été appliqué sur le volume d'eau utilisé pour chaque type d'utilisation (mise bas, bloc saillie, gestation en groupe, lavage et refroidissement). De plus, le volume d'eau économisé a été ramené sur une base annuelle, en fonction du nombre de jours/présence/truie moyen par section.

Pour la mise bas, il a été considéré que les 240 cages étaient utilisées dans chacune des 13 bandes au courant de l'année et que le lavage prenait 2 jours entre chacune des bandes. Il y avait donc des truies dans cette section 339 jours par année. Pour le bloc saillie, puisque la ferme est en bande aux quatre semaines, il y a 2 bandes de truies dans cette section 50 % du temps et 1 bande de truies 50 % du temps. De plus, avec la gestion des cochettes (42 cochettes par bande) et un taux de fertilité de 85 % (282 truies saillies par bande), l'inventaire moyen est alors de 486 truies. Pour la gestation en groupe, 3 bandes de truies sont présentes 50 % du temps et le reste du temps il y a 2 bandes. L'inventaire moyen est alors de 600 truies

La réduction et l'optimisation de l'utilisation de l'eau a un impact sur le niveau de dilution du lisier et par conséquent, sur le volume de lisier à épandre. Les modifications réalisées permettent une réduction du volume de lisier à épandre de 1 796,3 m³/an (Tableau 14).

Tableau 14 Volume annuel d'eau en moins à épandre dans le scénario optimisé d'une maternité de 1 200 truies

Utilisation	Qté d'eau scénario référence	Qté d'eau scénario optimisé	Différence	Nombre moyen de jours/présence/truie		Qté m ³ /an
				nb de truies moyen	nb de jours	
Mise bas (L/j)	31,6	17,9	13,7	240	339	1 114,6
Bloc saillie (L/j)	10,6	10,6	0	486	365	0
Gestation en groupe (L/j)	10,6	8,5	2,1	600	365	459,9
Lavage (L/cage/lavage)	155	83,9	71,1	240	13	221,8
Refroidissement ¹	0	0	0	0	0	0
					Total	1 796,3

¹ Effet nul sur l'utilisation d'eau. Le volume d'eau utilisé pour le refroidissement équivaut au volume d'eau d'abreuvement bu en moins par les truies

6.1.2 Impact économique de l'optimisation de l'utilisation de l'eau en maternité

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, l'optimisation de

L'utilisation de l'eau 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. Avec un coût d'épandage moyen du lisier de 3,89 \$/m³ (CRAAQ, 2018), indexé selon l'indice des prix des entrées dans l'agriculture au Québec (Statistique Canada, 2022), l'optimisation de l'utilisation de l'eau dans un élevage de 1 200 truies logées en groupe permettrait d'économiser 6 988 \$ par année comparativement au scénario de référence, ce qui représente une économie annuelle de 5,82 \$ par truie productive.

6.1.3 Impact environnementale de l'optimisation de l'utilisation de l'eau en maternité

L'optimisation de l'utilisation de l'eau aura un impact sur le niveau de dilution du lisier et par conséquent, sur le volume de lisier à épandre. Ainsi, seules les émissions associées à l'épandage (pompage et épandage du lisier au champ) ont été calculées. Un facteur d'émission de 2 756 g CO₂e L⁻¹ est considéré pour la combustion du diesel par les tracteurs, incluant 18 g CO₂e L⁻¹ pour la fabrication (Snyder *et al.*, 2009) et 2 738 g CO₂e L⁻¹ pour la combustion (Baker *et al.*, 2015). Au niveau du bâtiment et de la fosse, les émissions de la gestion du lisier dépendent uniquement du volume de déjections à la queue et de l'excrétion de solides volatils. La réduction du gaspillage d'eau n'aura donc pas d'impact sur les émissions à ce niveau.

Le scénario d'épandage considère un épandeur d'un volume de 20,12 m³ et un taux d'épandage de 3 voyages à l'heure. La consommation de carburant pour l'épandage a été fixée à 18,73 L h⁻¹ (CRAAQ, 2018). Les émissions associées au pompage du lisier ont été calculées en considérant un pompage de 300 m³ h⁻¹ et une consommation de carburant de 26,6 L h⁻¹. La consommation totale de carburant et les émissions de GES associées à l'épandage (pompage et épandage au champ) pour le scénario de la maternité sont présentées au Tableau 15.

Tableau 15 Émissions de GES évitées par la diminution du volume de lisier à épandre

	Référence
Volume de lisier en moins à épandre (m3)	1 796,3
Nombre de voyage en moins (voyage)	89,3
Temps de tracteur en moins pour l'épandage (H)	29,8
Épandage	
Carburant (L)	557,4
Émissions (kg CO ₂ e)	1 536,2
Pompage	
Carburant (L)	159,3
Émissions (kg CO ₂ e)	439,0
Émissions totales	
kg CO ₂ e / an	1 975,1
kg CO ₂ e / truie productive / an	1,6

Au final, l'équivalent de près de 90 voyages en moins de lisier sont à pomper et épandre et les émissions de GES du scénario optimisé sont inférieures de 1 975,1 kg CO₂e/an ou de 1,6 kg CO₂e/truie productive/an.

6.2 Scénario en engraissement

Engraissement de référence

L'engraissement référence est un élevage de 1 500 places situé dans la région de la Beauce et conduit en tout plein-tout vide (TPTV). L'intervalle entre deux entrées de porcelets est de 18 semaines et le bâtiment est vide 7 jours pour procéder au lavage et à la désinfection. Dans ce scénario, les porcs sont abreuvés avec des sucres. Le lavage est fait à l'eau froide et aucun détrempeage préalable n'est effectué. Finalement, il n'y a aucun système de refroidissement pour les porcs dans cette ferme (Tableau 16).

Scénario optimisé

Dans ce scénario, les porcs de ce même engraissement sont abreuvés avec des bols conventionnels. Le lavage est fait à l'eau chaude avec un détrempeage préalable et il y a des ventilateurs de recirculation ainsi qu'un système d'aspersion pour le refroidissement des porcs (Tableau 16). L'utilisation du système de refroidissement a permis d'obtenir des performances estivales équivalente à celles des lots d'hiver. En effet, le système de refroidissement évite le ralentissement de croissance des porcs dû à la chaleur, et enrayer la diminution du gain moyen quotidien (GMQ) de 50 g/j pour le lot d'été.

Tableau 16 Comparaison de l'utilisation de l'eau en engraissement d'un scénario de référence et d'un scénario optimisé

Utilisation	Scénario de référence		Scénario optimisé			Source
	Équipement	Qté d'eau	Équipement	Amélioration	Qté d'eau	
Abreuvement	Sucres	8,4 L/j	Bols conventionnels	22,9 %	6,5 L/j	Turcotte <i>et al.</i> (2019)
Lavage	Aucun détrempeage Lavage à l'eau froide	41,2 L/place	Détrempeage Eau chaude	45,9 %	22,3 L/j	Hurnik (2005)
Refroidissement	Aucun système de refroidissement	Aucune	Système de recirculation et système d'aspersion	Aucun impact sur l'eau ¹ Amélioration du GMQ ²	Aucune	Pouliot <i>et al.</i> (2012)

¹ Effet nul sur l'utilisation d'eau. Le volume d'eau utilisé pour le refroidissement équivaut au volume d'eau d'abreuvement bu en moins par les porcs

² L'utilisation de système de refroidissement a permis d'améliorer le gain moyen quotidien (GMQ) de 50 g/j pour le lot estival.

6.2.1 Évaluation des volumes d'eau en moins se retrouvant dans le lisier du scénario optimisé

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

Les calculs de la réduction du volume d'eau utilisé ont été réalisés selon les hypothèses présentées dans le Tableau 16. Le pourcentage de réduction a été appliqué sur le volume d'eau utilisée pour chaque type d'utilisation. De plus, le volume d'eau économisé a été ramené sur une base annuelle, en fonction du nombre de jours présence/porc moyen par utilisation (Tableau 17).

En engraissement, l'intervalle entre deux entrées de porcelets est de 18 semaines et le bâtiment est vide 7 jours pour procéder au lavage et à la désinfection. Donc, en considérant 2,89 lots par an, il y a 345 jours où des porcs sont présents. En considérant une mortalité de 4 % répartie également sur toute la durée de l'élevage, soit 1 500 porcelets à l'entrée et 1 440 porcs à la sortie, l'inventaire moyen est alors de 1 470 porcs (Tableau 17).

Les modifications ont permis une réduction du volume de lisier de 1 045,5 m³/an.

Tableau 17 Volume annuel d'eau en moins à épandre dans le scénario optimisé d'un engraissement de 1 500 porcs

Utilisation	Scénario de référence : qté d'eau	Scénario optimisé : qté d'eau	Différence entre les scénarios : qté d'eau	Nb moyen de porcs	Nombre	Volume d'eau économisé (m ³ /an)
Abreuvement	8,4	6,5	1,9	1 470	345 jours	963,6
Lavage (L/place/lavage)	41,2	22,3	18,9	1 500	2,89 lavage/an	81,9
Refroidissement¹	0	0	0	0	0	0
Total						1 045,5

¹ Effet nul sur l'utilisation d'eau. Le volume d'eau utilisé pour le refroidissement équivaut au volume d'eau d'abreuvement en moins bu par les porcs.

6.2.2 Impacts économiques de l'optimisation de l'utilisation de l'eau en engraissement

Diminution du volume de lisier à épandre

D'un point de vue économique, l'optimisation de l'utilisation de l'eau a un impact sur le niveau de dilution du lisier, ce qui engendre une baisse du volume de lisier à épandre et se traduit par des économies. En utilisant un coût d'épandage moyen du lisier de l'ordre de 3,89 \$/m³ (CRAAQ, 2018), indexé selon l'indice des prix des entrées dans l'agriculture au Québec (Statistique Canada, 2022), l'optimisation de l'utilisation

de l'eau dans un engraissement de 1 500 porcs permettrait d'économiser 4 067 \$ par année, comparativement au scénario de référence. Ceci représente une économie annuelle de l'ordre de 2,71 \$ par place.

Amélioration des performances

En considérant l'hypothèse que l'utilisation du système de refroidissement évite le ralentissement de croissance des porcs dû à la chaleur en période estivale, enrayer la diminution du gain moyen quotidien (GMQ) de 50 g/j pour le lot d'été et que les meilleures conditions d'ambiance permettent de diminuer la mortalité de 1 % pour ce lot, une valeur économique de ces améliorations a été calculée. Pour ce faire, l'outil \$imule-lot, développé par le CDPQ, a été utilisé. Les paramètres qui ont été utilisés dans l'outil sont présentés au Tableau 18.

Tableau 18 Paramètres utilisés dans l'outil \$imule-lot

Variable	Scénario de référence	Scénario optimisé
Poids début	26,52	26,54
Poids final	132,34	135,93
Poids carcasse	107,55	110,67
Taux mortalité	4,20	3,20
Poids moyen des morts	88,18	88,77
Gain moyen quotidien tech.	861,05	911,55
Conversion alimentaire tech.	2,72	2,76
Consommation/porc abattu	295,19	307,30
Rendement en maigre	61,78	61,69
Indice de classement	111,36	110,74
Indice moyen bonne strate	111,70	111,74
% dans bonne strate	96,14	94,73
Revenu/porc abattu	213,44	218,39
Coût d'alimentation/ porc abattu	126,77	131,99
Marge (revenu-alim)/porc abattu	86,67	86,40
Marge (revenu-alim-porcelet)/porc abattu	30,79	31,10
Marge (rev.-alim-porcelet-fixes)/porc abattu	8,96	9,50
Nb porcs abattus	1 437	1 452

Note : Prix du porc utilisé : 178,20 \$/100 kg, moyenne quinquennale 2017-2021.

L'amélioration du GMQ a permis d'envoyer des porcs plus lourds de 3,59 kg en moyenne à l'abattoir. Selon l'outil \$imule-lot, l'indice de classement est légèrement supérieur pour le scénario optimisé, mais il y a

une diminution de 1,41 % des porcs envoyés dans la bonne strate. Cependant, la marge (rev.-alim-porcelet-fixes)/porc abattu est supérieure de 0,54 \$/porc vendu, ce qui génère un revenu supplémentaire de 776 \$.

La diminution de 1 % de la mortalité fait en sorte que 15 porcs de plus sont abattus dans le scénario optimisé. Pour ceux-ci, puisqu'il s'agit d'un gain net comparé au scénario de référence (les frais [achat de porcelet et frais fixes] sont déjà payés dans le scénario de référence), nous avons utilisé la marge (revenu-alim)/porc abattu (86,40) comme revenu supplémentaire. De ce fait, les 15 porcs supplémentaires abattus génèrent un revenu additionnel de 1 296 \$.

Sur la base des hypothèses et des paramètres susmentionnés, l'impact économique des systèmes de refroidissement dans un engraissement de 1 500 places est de 2 072 \$/an, soit l'équivalent de 1,38 \$/place.

En combinant les économies d'épandage et les revenus supplémentaires obtenus dans le scénario optimisé, l'impact économique total associé à ce scénario serait donc de 6 139 \$/an, ce qui représente 4,09 \$/place.

6.2.3 Impact environnemental de l'optimisation de l'utilisation de l'eau en engraissement

L'optimisation de l'utilisation de l'eau aura un impact sur le niveau de dilution du lisier et par conséquent, sur le volume de lisier à épandre. Ainsi, seules les émissions associées à l'épandage (pompage et épandage du lisier au champ) ont été calculées. Le même facteur d'émission a été considéré pour la combustion du diesel par les tracteurs. De plus, les mêmes paramètres ont été considérés, soit :

- Épandeur d'un volume de 20,12 m³
- Taux d'épandage : 3 voyages à l'heure.
- Consommation de carburant pour l'épandage : 18,73 L h⁻¹ (CRAAQ, 2018)
- Émissions associées au pompage du lisier : calculé pour un pompage de 300 m³ h⁻¹ et une consommation de carburant de 26,6 L h⁻¹.

La consommation totale de carburant et les émissions de GES associées à l'épandage (pompage et épandage au champ) pour le scénario de l'engraissement sont présentées au Tableau 19.

Tableau 19 Émissions de GES évitées par la diminution du volume de lisier à épandre

	Référence
Volume de lisier en moins à épandre (m3)	1 045,5
Nombre de voyage en moins (voyage)	52,0
Temps de tracteur en moins pour l'épandage (H)	17,3
Épandage	
Carburant (L)	324,4
Émissions (kg CO ₂ e)	894,1
Pompage	
Carburant (L)	92,7
Émissions (kg CO ₂ e)	255,5
Émissions totales	
kg CO ₂ e / an	1 149,6
kg CO ₂ e / truie productive / an	0,8

Au final, il y a près de 52 voyages de lisier en moins à pomper et épandre et les émissions de GES du scénario optimisé sont inférieures de 1 149,6 kg CO₂e/an ou de 0,8 kg CO₂e/truie productive/an.

7 Importance du monitoring de l'eau en continu et en temps réel : l'opinion des vétérinaires

Afin d'obtenir leur point de vue par rapport à l'importance du suivi de la consommation d'eau des élevages porcins, quatre vétérinaires de différentes organisations ont été consultés.

7.1 Monitoring de l'eau

Les vétérinaires sont tous d'avis qu'il y a plusieurs avantages à monitorer l'utilisation de l'eau, et ce, même si ce n'est pas effectué en temps réel. Cependant, pour avoir des données utilisables, les producteurs doivent être rigoureux lors de la prise de données en s'assurant de les noter quotidiennement et au même moment de la journée. Dans ce cas, l'historique de consommation d'eau des jours précédents peut être utilisé pour déterminer le dosage d'antibiotique d'un traitement, ou le temps de disparition d'un vaccin qui doit être consommé à l'intérieur d'un certain temps. L'historique peut aussi être utile pour comprendre des problématiques qui ont eu lieu à priori.

Le suivi en temps réel comporte toutefois beaucoup plus d'avantages que le monitoring ponctuel de l'utilisation de l'eau. Lorsque la consommation d'eau est connectée aux contrôleurs de nouvelles générations, des alarmes peuvent être envoyées automatiquement au producteur afin de l'avertir qu'un événement est survenu. Par exemple, il peut s'agir d'une alarme de haute consommation, qui correspond habituellement à un bris d'équipement ou à une mauvaise manipulation effectuée par le personnel. En recevant l'alarme, le producteur peut agir beaucoup plus rapidement pour régler la situation, réduisant ainsi le gaspillage d'eau. Les alarmes de basse consommation sont tout aussi importantes. Elles peuvent avertir le producteur d'un manque d'eau, ou d'un écart de consommation avec la courbe théorique, et/ou l'historique des lots précédents et/ou du bâtiment. Un suivi adéquat de la part de l'éleveur peut également permettre de déceler une problématique sanitaire avant même de voir les signes cliniques chez les animaux. L'un des vétérinaires consultés a d'ailleurs affirmé avoir noté 3-4 cas réels de détection hâtive de maladie dans des troupeaux, ce qui a permis à l'éleveur de faire un traitement précoce et d'éviter que la situation ne s'aggrave.

Toutefois, pour être en mesure de faire cette détection hâtive, les vétérinaires spécifient que le producteur doit faire un très bon suivi de ses données et que ces dernières doivent correspondre à un groupe d'animaux du même stade physiologique. Par exemple, dans un engraissement géré en tout plein-tout vide (TPTV), un compteur d'eau pour le bâtiment pourrait permettre de déceler une problématique de santé du troupeau. Pour un élevage en rotation, il faudrait plutôt suivre la consommation section par section, ou salle par salle. Il en est de même en maternité, où des données par section seraient l'idéal.

7.2 Traitement dans l'eau

Les quatre vétérinaires avaient tous le même avis quant à l'utilisation de l'eau d'abreuvement pour effectuer des traitements. La volonté de la filière porcine d'effectuer une utilisation plus judicieuse des antibiotiques fait qu'il y a de moins en moins d'aliments médicamenteux servis aux porcs. De ce fait, les traitements dans l'eau sont donc une excellente alternative, et ce, autant en utilisation préventive que curative. En effet, le traitement dans l'eau permet d'être plus précis dans les moments des traitements

(facile de cibler la période voulue) et d'être plus polyvalent pour traiter la problématique (dosage, choix de produit, traitement pouvant évoluer dans le temps).

Pour ce qui est du calcul du dosage de l'antibiotique, tous les vétérinaires font leur calcul en s'assurant d'avoir la bonne quantité d'ingrédients actifs par porc. Pour ce faire, ils tiennent compte du gaspillage du système d'abreuvement en place. Lorsque les sucses sont utilisées, ils augmentent systématiquement le dosage par porc, car ils savent qu'une partie de l'antibiotique ne sera pas absorbé par l'animal et se retrouvera dans la fosse. Ils mentionnent également que l'historique de consommation d'eau des jours précédents peut être utile pour effectuer la dilution de l'antibiotique dans le récipient prévu à cette fin.

Finalement, ils s'entendent pour dire que les médicamenteurs sont les systèmes les plus utilisés. Cependant, certains mentionnent qu'un médicamenteur ne peut pas médicamenter plus de 1 200 à 1 400 porcs à l'engraissement. Pour les bâtiments plus gros, ils recommandent d'avoir plus d'un équipement.

Deux vétérinaires ont mentionné que les pompes péristaltiques sont plus précises que les médicamenteurs et fonctionnent mieux lorsque les débits d'abreuvement sont faibles.

En plus des traitements curatifs et préventifs, l'acidification de l'eau est une pratique courante, surtout en pouponnière. Les médicamenteurs peuvent aussi être utilisés pour distribuer des électrolytes aux animaux, mais cette pratique n'est pas très répandue.

7.3 Qualité de l'eau

La qualité de l'eau est rarement problématique dans les élevages porcins. En effet, aucun des vétérinaires consultés n'a vécu de problématiques majeures liées directement à la qualité de l'eau. Cependant, ils recommandent de faire des analyses d'eau plus fréquentes chez les éleveurs ayant des puits de surface, lesquels sont plus à risque de contamination par des bactéries. La qualité physico-chimique étant stable dans le temps, les vétérinaires privilégient les analyses bactériologiques.

Les vétérinaires mentionnent également qu'il faudrait mettre beaucoup plus d'emphasis sur le lavage et la désinfection des lignes de distribution d'eau dans les fermes porcines. C'est un aspect que tous considèrent très important, mais qui est partiellement ou totalement négligé par les éleveurs. En plus de potentiellement contenir des microorganismes, les conduites d'eau peuvent parfois être obstruées par l'utilisation d'antibiotiques, ce qui peut diminuer le débit d'eau dans les fermes. Un vétérinaire consulté a d'ailleurs déjà vécu cette situation.

8 Moyens de réduction de la consommation et utilisation efficace de l'eau

Des moyens d'utilisation durable de l'eau en production porcine peuvent être mis en place afin de limiter l'impact sur les ressources hydriques. Il est toutefois très important que ces ajustements soient faits sans avoir d'effet négatif sur les performances techniques de l'élevage. Les répercussions économiques de l'implantation de ces mesures doivent également être validées, comme celles-ci sont propres à chaque élevage.

8.1 Eau d'abreuvement

8.1.1 Équipements d'abreuvement

- Choisir un équipement d'abreuvement ayant une forme limitant le gaspillage.
- Utiliser des abreuvoirs économiseurs d'eau afin de limiter l'utilisation et le gaspillage d'eau.
- Si des sucres sont utilisées, privilégier la suce à bille ou la suce suspendue afin de réduire l'utilisation totale et le gaspillage d'eau.
- Utiliser un bat-flanc autour des équipements d'abreuvement afin de favoriser une posture d'abreuvement adéquate.
- Choisir un équipement d'abreuvement ne favorisant pas la manipulation inutile par les animaux (ex : stéréotypies).
- Aménager le parc de façon à limiter les souillures des équipements d'abreuvement.
- Utiliser un ratio d'animaux par équipement d'abreuvement adéquat selon le type d'abreuvoir et le stade de production.
- Ajuster le débit d'eau en fonction du stade de production et des recommandations du fabricant.
- Ajuster la hauteur de l'équipement d'abreuvement en fonction du stade de production et des recommandations du fabricant.
- Si possible, ajuster la hauteur des équipements pendant la croissance des animaux.

8.1.2 Alimentation

- Formuler la ration selon les besoins des animaux, sans apport excédentaire de sels ou de protéines.
- Lorsque possible, privilégier une alimentation à volonté des animaux.
- Si les animaux ont une alimentation restreinte, augmenter la teneur en fibres dans la ration pour causer un sentiment de satiété.

8.1.3 Conduite d'élevage

- Ajouter des enrichissements dans les salles d'élevage pour limiter l'ennui et les stéréotypies dirigées vers les équipements d'abreuvement.

- Respecter les densités d'élevage et les superficies minimales par animal afin de limiter la production de chaleur et les bagarres entre les animaux.
- Limiter les stress causés aux animaux par des bonnes pratiques de manipulation et de gestion d'élevage.
- Inspecter régulièrement les installations pour déceler rapidement les fuites et les bris.
- Réparer rapidement toute fuite dans la tuyauterie ou dans les abreuvoirs.

8.1.4 Ambiance

- Maintenir les animaux dans des conditions ambiantes adaptées à leur stade de production (zone de thermorégulation) afin de limiter l'utilisation de l'eau et le gaspillage.

8.1.5 Santé

- Maintenir un statut de santé adéquat pour limiter la prévalence de maladies dans l'élevage.
- Mettre en place des pratiques de biosécurité adéquates pour limiter les risques d'introduction de pathogènes dans l'élevage.

8.1.6 Qualité de l'eau

- Effectuer une analyse d'eau minimalement une fois par année.
- Si des problèmes de qualité de l'eau sont présents, mettre en place des correctifs pour corriger la situation. Par exemple : chloration, adoucisseur, échangeur d'ions, système de traitement par osmose inverse, filtration, acidification.

8.2 Eau de lavage

8.2.1 Procédure

- Effectuer une préparation à sec en enlevant la majorité des matières organiques accumulées (ex. : déjections, aliment) pour diminuer la quantité d'eau requise pour le lavage.
- Limiter les accumulations d'eau pendant le lavage pour éviter de diminuer l'efficacité des agents nettoyants et effectuer une utilisation plus efficace des ressources hydriques.
- Utiliser de l'eau chaude pour diminuer le temps requis pour le processus de lavage.
- Effectuer un pré-trempe dans les 3 à 4 heures suivant le départ des animaux, soit lorsque les conditions sont encore adéquates pour éviter le durcissement du lisier.
- Favoriser le pré-trempe automatique au détriment du pré-trempe manuel.

- Favoriser le pré-trempeage intermittent au détriment du pré-trempeage continu.
- Utiliser un agent mouillant pour diminuer la quantité d'eau nécessaire et ramollir les souillures.
- Utiliser des agents nettoyants (savons et détergents) adaptés aux micro-organismes présents dans l'élevage et à la qualité de l'eau.
Effectuer une rotation des produits utilisés.
- Éviter la formation de biofilms.
- Favoriser un angle de 45° par rapport à la surface à nettoyer afin de diminuer la quantité d'eau requise.

8.2.2 Bâtiments et équipements

- Utiliser une machine à haute pression pour le lavage des bâtiments d'élevage.
- Favoriser la gestion d'élevage en tout plein-tout vide.
- Lors de la conception des porcheries, choisir des matériaux facilement lavables et limitant les accumulations de matières organiques.

8.3 Eau de refroidissement

- Concevoir les bâtiments de manière adéquate de façon à maintenir les animaux dans leur zone de thermorégulation (isolation, ventilation, refroidissement).
- Utiliser un système de recirculation de l'air pour assurer une ventilation adéquate des bâtiments et des salles d'élevage.
- Utiliser un système de refroidissement adapté pour le stade de production des animaux.
- Maintenir des consignes de température adéquates pour le stade de production des animaux.
- Utiliser les systèmes de refroidissement seulement lorsque nécessaire.
- Utiliser un système de refroidissement intermittent au détriment d'un système de refroidissement continu.
- Respecter les densités d'élevage et les superficies minimales par animal afin de limiter la production de chaleur.

8.4 Eau domestique

- Utiliser des têtes de douche à économie d'eau (si les installations sont pourvues de douches).
- Utiliser des brosses et des bassins pour le lavage des bottes.

- Utiliser des machines à laver à haute efficacité qui utilisent moins d'eau lors du lavage des vêtements des employés.

8.5 Général

- Utiliser des compteurs d'eau pour mesurer l'utilisation à la ferme.
- Minimiser la quantité d'eau nécessaire pour le déplacement du lisier vers les installations d'entreposage.
- Récupérer l'eau de pluie.

9 Références

- 5m Editor. 2011. Water in swine production: a review of its significance and conservation strategies. [En ligne]. <https://www.thepigsite.com/articles/water-in-swine-production-a-review-of-its-significance-and-conservation-strategies>
- AHDB. 2019. How much water do your pigs need? Practical pigs, Spring : 26-27.
- Altech. 2020. Water quality in pig production: pay attention to these 5 indicators. [En ligne]. <https://ag.alltech.com/en/blog/water-quality-pig-production-pay-attention-these-5-indicators>
- Andersen, H.M.L., Dybkjaer, L. et M.S. Herskin. 2014. Growing pigs' drinking behavior: number of visits, duration, water intake and diurnal variation. *Animal*, 8(11) : 1881-1888.
- Australian Pork. 2016. Fact sheet. Water supply to pigs, January, 4 p.
- Baker, W., Bitar, C., Génier, M., Ha, C., Hickey, J., Lynch, J., McKibbin, S., Neitzert, F., Smyth, S. et K. Tracey. 2015. Rapport d'inventaire national 1990–2013 : sources et puits de gaz à effet de serre au Canada. Chapitre 3 (Secteur 1 du CUPR). Canada : Environment Canada, p. 73- 102.
- Bandekar, P.A., Leh, M., Bautista, R., Matlock, M.D., Thoma, G. et R. Ulrich. 2019. Life cycle assessment of alternative swine management practices. *Journal of Animal Science*, 97 : 472-484.
- Berthiaume, G. et K. Engele. 2018a. Managing Water Intake. Auditing Best Management Practices- Part 8. SIP; CDPQ; Prairie Swine Centre, 2 p.
- Berthiaume, G. et K. Engele. 2018b. Procédures de lavage. Audit des meilleures pratiques de gestion. SIP; CDPQ; Prairie Swine Centre, 2 p.
- Blondel, V., Huard, G., Vaillancourt, J.P. et M. Racicot. 2018. Bases du nettoyage et de la désinfection dans les exploitations agricoles. Québec : MAPAQ, 13 p.
- Boles, E. 2013. A cradle to farm gate life cycle analysis of water use in US pork production. Theses and Dissertations, 1014, 81 p.
- Braude, R. et B. Connor Johnson. 1953. Effect of aureomycin on nitrogen and water metabolism in growing pigs. *The Journal of Nutrition*, 49(3) : 505–512.
- Broes, A. 1999. La désinfection des bâtiments d'élevage. Guide porc. Feuillet AT006, 3 p.
- Brumm, M. 2006. Patterns of drinking water use in pork production facilities. *Nebraska Swine Reports*, 221 : 10-13.
- Brumm, M.C., Dahlquist, J.M. et J.M. Heemstra. 2000. Impact of feeders and drinker devices on pig performance, water use, and manure volume. *Swine Health and Production*, 8 : 51-57.
- Brumm, M.C. et J. Heemstra. 1999. Impact of drinker type on pig performance, water use and manure production. *Nebraska Swine Reports*, 124 : 49-50.

Chiba, L.I. 2013. Sustainable Swine Nutrition. Iowa : Wiley-Blackwell, 492 p.

Chimainski, M., Ceron, M.S., Kuhn, M.F., Muniz, H.C.M., Rocha, L.T., Pacheco, P.S., Kessler, A.M. et V. de Oliveira. 2019. Water disappearance dynamics in growing-finishing pig production. Revista Brasileira de Zootecnia, 48 : 1-11.

Close, W.H., Mount, L.E. et I.B. Start. 1971. The influence of environmental temperature and plane of nutrition on heat losses from groups of growing pigs. Animal Production, 13 : 285-294.

Comité recherche, développement et transfert de la filière porcine québécoise (Comité RDT). 2019. Guide sur les priorités de recherche dans le secteur porcin – horizon 2024. [En ligne]. <https://www.cdpq.ca/cdpq.ca/files/95/95d88fc6-138c-476a-b3af-dce2309a6514.pdf>

Conseil canadien du porc (CCP). 2018. Manuel de l'éleveur. Ottawa : CCP, 434 p.

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

Corrège, I. et G. Theil. 2008. Facteurs d'optimisation du protocole de nettoyage-désinfection en élevage : importance des modalités de trempage. Journées de la Recherche Porcine, 40 : 51-52.

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

Dantzer, R. 2004. Cytokine-induced sickness behaviour: a neuroimmune response to activation of innate immunity. European Journal of Pharmacology, 500 : 399-411.

Dawson, S. 2020. Water : the forgotten nutrient in pigs. [En ligne]. <https://www.agric.wa.gov.au/water/forgotten-nutrient-pigs>

De Foy, C. 2005. Évaluation des matériaux en fonction de la contamination bactérienne de surface, des émissions d'odeurs et des caractéristiques physiques afin de réduire la dérive sanitaire des bâtiments porcins. Mémoire. Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, 84 p.

Dorr, P.M., Madson, D., Wayne, S., Scheidt, A.B. et G.W. Almond. 2009. Impact of pH modifiers and drug exposure on the solubility of pharmaceutical products commonly administered through water delivery systems. Journal of Swine Health and Production, 17(4) : 217–222.

Eadie, J. 2018. Water : Optimizing performance while reducing waste. [En ligne]. <https://p2infohouse.org/ref/37/36157.htm>

Engele, K. 2018. Demonstrating water conservation. [En ligne]. <https://www.prairieswine.com/wp-content/uploads/2020/11/Demonstrating-Water-Conservation.pdf>

Fédération des producteurs de porcs du Québec (FPPQ). 2011. Guide de lavage, désinfection et séchage des porcheries. Document de référence, 35 p.

Fraser, D. et P.A. Phillips. 1989. Lethargy and low water intake by sows during early lactation: A cause of low piglet weight gains and survival? Applied Animal Behaviour Science, 24(1) : 13-22.

Friend, D.W. et M.S. Wolynetz. 1981. Self-selection of salt by gilts during pregnancy and lactation. *Canadian Journal of Animal Science*, 61 : 429-438.

Friend, D. W. 1973. Self-selection of feeds and water by unbred gilts. *Journal of Animal Science*, 37(5) : 1137-1141.

Friend, D.W. 1971. Self-selection of feeds and water by swine during pregnancy and lactation. *Journal of Animal Science*, 32(4) : 658-666.

Froese, C. 2003. Water usage and manure production rates in today's pig industry. *Advances in pork production*, 16 : 1-9.

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.

Gagnon, P., Fortin, F., Maignel, L., Turgeon, J.G., Caron Simard, V. et B. Sullivan. 2018. Analyse de la consommation d'eau individuelle et par case des porcs en croissance. *Journées de la Recherche Porcine*, 50 : 317-322.

Gill, B.P. 1989. Water use by pigs managed under various conditions of housing, feeding and nutrition. *Recherche Theses Main Collection*, 308 p.

Guimont, H., Turgeon, M.J., Pouliot, F., Godbout S. et R. Leblanc. 2005. Abreuvoirs économiseurs d'eau pour porcs en engraissement : comparaison de la consommation d'eau et des performances zootechniques de différents types d'abreuvoirs utilisés au Québec. *Rapport final*. Québec, CDPQ, 77 p.

Hansen, L.L., Hagelso, A.M. et A. Madsen. 1982. Behavioural results and performance of bacon pigs fed ad libitum from one or several self-feeders. *Applied Animal Ethology*, 8 : 307-333.

Hemonic, A. 2017. La qualité de l'eau en élevage : cas pratiques, retours d'audits. *Agro Campus* : 4 p.

Hoeck, J. et W. Büscher. 2015. Temperature-dependant consumption of drinking water in piglet rearing. *Applied Animal Behaviour Science*, 170 : 20-25.

Hoeck, J. et W. Büscher. 2013. Water consumption of pigs as indicator for a climate control system. *Livestock and Machinery*, 68 : 178-182.

Hurnik, D. 2005. Investigations into optimal washing and disinfection techniques for pig pens. *London Swine Conference*, 6-7 April : 135-138.

Huynh, T.T.T., Aarnink, A.J.A., Verstegen, M.W.A., Gerrits, W.J.J., Heetkamp, M.J.W., Kemp, B. et T.T. Cahn. 2005. Effects of increasing temperatures on physiological changes in pigs at different relative humidities. *Journal of Animal Science*, 83 : 1385–1396.

Jackson, C.J. 2007. Drinking behavior in nursery aged pigs. *Retrospective Theses and Dissertations*, 14664 : 88 p.

Jeon, J.H., Yeon, S.C., Choi, Y.H., Min, W., Kim, S., Kim, P.J. et H.H. Chang. 2006. Effects of chilled drinking water on the performance of lactating sows and their litters during high ambient temperatures under farm conditions. *Livestock Science* 105 : 86-93.

Jin, Y., Predicala, B. et E. Navia-Richards. 2011. Evaluation of water usage and water conservation strategies in the swine industry. Annual Conference Inn at the Forks, 10-13 July, Winnipeg, Manitoba : 1-5.

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

Leblanc-Maridor, M., Brilland, S., Belloc, C. et P. Gambade. 2017. Qualité de l'eau : des approches différentes en élevage de porcs ou de volailles. *Journées de la Recherche Porcine*, 49 : 219-220.

Leibbrandt, V.D., Johnston, L.J., Shurson, G.C., Crenshaw, J.D., Libal, G.W. et R.D. Arthur. 2001. Effect of nipple drinker water flow rate and season on performance of lactating swine. *Journal of Animal Science*, 79 : 2770-2775.

Li, Y.Z., Chénard, L., Lemay S.P. et H.W. Gonyou. 2005. Water intake and wastage at nipple drinkers by growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 83 : 1413-1422.

Madec, F. 1985. La consommation d'eau chez la truie gestante en élevage intensif. Relation avec certaines caractéristiques urinaires. *Journées de la Recherche Porcine*, 17 : 223-236.

Madsen, T.N. et A.R. Kristensen. 2005. A model for monitoring the condition of young pigs by their drinking behaviour. *Computers and Electronics in Agriculture*, 48 : 138-154.

Maenz, D.D., Patience, J.F. et M.S. Wolynetz. 1994. The influence of the mineral level in drinking water and thermal environment on the performance and intestinal fluid flux of newly-weaned pigs. *Journal of Animal Science*, 72 : 300-308.

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

Maris, P. 2001. Conduite, traitement, bien-être: faites le point! 6ième journée régionale porc. Chambre d'agriculture et EDE de Bretagne, Loudéac, 14 novembre : 14-16.

Marquis, A., Godbout, S., Gagné, R., Hogue, R., Massé, D., Larouche, J.P. et R. Joncas. 2006. Quels types de matériaux doit-on utiliser dans les porcheries? Réduire les émissions d'odeurs, de gaz à effet de serre, d'ammoniac et de bioaérosols. [En ligne]. https://irda.blob.core.windows.net/media/2307/marquis-et-al-2004_fiche_materiaux_porcheries.pdf

Marquis, B. 2002. Les chaleurs intenses d'été... Nouvelle technique pour en réduire l'impact en mise bas. Expo-Congrès du porc du Québec : 11 p.

Martineau G.P. et H. Morvan. 2010. Maladies d'élevage des porcs. 2e éditions. Guide France Agricole, 601 p.

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

Massabie, P., Aubert, C., Ménard, J.L., Roy, H., Boulestreau-Boulay, A.L., Dubois, A., Dezat, E., Dennery, G., Roussel, P., Martineau, C., Brunschwrig, P., Thomas, J., Quillien, J.P., Briand, P., Coutant, S., Fulbert, L., Huneau, T., Lowagie, S., Magnière, J.P., Nicoud, M., Piroux, D. et A. Boudon. 2013. Maîtrise des consommations d'eau en élevage : élaboration d'un référentiel, identification des moyens de réduction, construction d'une démarche de diagnostic. *Innovations agronomiques*, 30 : 87-101.

Massabie, P. 2012. Consommation d'eau: un indicateur de suivi de l'élevage. *Tech Porc*, Novembre-Décembre(8) : 17-19.

Massabie, P. 2001. L'abreuvement des porcs. IFIP, 6 p.

May, J. S.d. Estimating water usage on Michigan swine farms. Michigan State University Extension : 3 p.

McLeese, J.M., Tremblay, M.L., Patience, J.F. et G.I. Christison. 1992. Water intake patterns in the weanling pig: effect of water quality, antibiotics and probiotics. *Animal Production*, 54 : 135-142.

Mekonnen, M. et A.Y. Hoekstra. 2012. A Global Assessment of the Water Footprint of Farm Animal Products. *Ecosystems*, 15 : 401-415.

Midwest Plan Service. 1990. Heating, cooling and tempering air for livestock housing. 47 p.

Mount, L.E., Holmes, C.Q., Close, W.H., Morrison, S.R. et I.B. Start. 1971. A note on the consumption of water by the growing pig at several environmental temperatures and levels of feeding. *Animal Production*, 13 : 561-563.

Mroz, Z., Jongbloed, A.W., Lenis, N.P. et K. Vreman. 1995. Water in pig nutrition : physiology, allowances and environmental implications. *Nutrition Research Reviews*, 8 : 137-164.

Muhlbauer, R.V., Moody, L.B., Burns, R.T., Hamon J. et K. Stalder. 2010. Water consumption and conservation techniques currently available for swine production. *Research report environment* : 165-196.

Nagai, M., Hachimura, K. et K. Takahashi. 1994. Water consumption in suckling pigs. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 56 : 181-183.

National Research Council (NRC). 2012. *Nutriments Requirements of Swine*, 11th ed. The National Academies Press, 424 p.

National Research Council (NRC). 1998. *Nutrient Requirements of Swine*, 10th ed. Washington, DC National Academy Press, 212 p.

Neinaber, J.A. et G.L Hahn. 1984. Effects of water flow restriction and environmental factors on performance of nursery-age pigs. *Journal of Animal Science*, 59 : 1423-1429.

- Nitikanchana, S., Dritz, S.S., Tokac, M.D., DeRouchey, J.M., Goodband, R.D. et J.L. Nelssen. 2012. Meta-analysis comparing growth performance, carcass characteristics, and water usage of growing-finishing pigs fed using conventional dry and wet-dry feeders. *Swine Day* : 381-383.
- Nyachoti, M. et E. Kiarie. 2010. Water in swine production: a review of its significance and conservation strategies. *Manitoba Swine Seminar*, 24 : 217-232.
- Olkowski, A.A. 2009. La qualité de l'eau d'abreuvement du bétail : guide de terrain relatif aux bovins, aux chevaux, à la volaille et aux porcs. Université de la Saskatchewan, 185 p.
- OMAFRA. 2022. Gestion de l'eau. [En ligne].
<http://omafra.gov.on.ca/french/livestock/swine/news/mayjun12a1.htm>
- OMAFRA. 2020. La qualité de l'eau en production porcine. [En ligne].
www.omafra.gov.on.ca/french/livestock/swine/news/janfeb12a1.htm
- Patience, J.F. 2012. The importance of water in pork production. *Animal Frontiers*, 2 : 28-35.
- Patience, J.F., Beaulieu, A. et D.A. Gillis. 2004. The impact of ground water high in sulfates on the growth performance, nutrient utilization, and tissue mineral levels of pigs housed under commercial conditions. *Journal of Swine Health and Production*, 12(5) : 228-236.
- Peer, D. 1991. Qualité de l'eau et performance des porcs. Fiche technique. OMAFRA.
- Peng, J.J., Somes, S.S. et D.W. Rozeboom. 2007. Effect of system of feeding and watering on performance of lactating sows. *Journal of Animal Science*, 85 : 853-860.
- Phillips, P.A. et D. Fraser. 1991. Discovery of Selected Water Dispensers by Newborn Pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, 71(1) : 233-236.
- Phillips, P.A., Fraser, D. et B.K. Thompson. 1990. The influence of water nipple flow rate and position, and room temperature on sow water intake and spillage. *Applied Engineering in Agriculture*, 6(1) : 75-78.
- Pigeon, S., Fortier, C. et D. Gilbert. 2003. Suivi des plans des interventions agroenvironnementales des fermes porcines du Québec : rapport final. Québec : BPR Groupe conseil et Groupe AGÉCO, 93 p.
- Pieterse, P.J.S. 1963. The effects of feeding oxytetracycline to pigs and white rats. *South African Journal of Agricultural Science*, 6 : 47-54.
- Pijpers, A., Schoevers, E.J., van Gogh, H., van Leengoed, L.A., Visser, I.J., van Miert, A.S. et J.H. Verheijden. 1991. The influence of disease on feed and water consumption and on pharmacokinetics of orally administered oxytetracycline in pigs. *Journal of Animal Science*, 69(7) : 2947-2954.
- Plourde, N. et G. Berthiaume. 2018. Stratégie pour réduire le gaspillage d'eau en pouponnière. *Porc Québec*, Juin : 44-45.
- Pochon, C. 1997. Moins d'eau utilisée avec le bol et le poussoir sur auge. *Atout Porc*, 326-50 : 29-30.

Polette, E. 2014. Éleveurs dans le sud : comment gardent-ils la tête froide ? Deuxième exemple: la maternité collective de la SCEA porcine du Vic Bilh. Porc magazine, juin(488) : 54-55.

Pouliot, F., Dufour, V., Turcotte, S., Morin, M., Ricard, M.A., Ménard, J. et B. Laplante. 2012. Développer des concepts de ventilation permettant de minimiser les débits d'air requis durant la période estivale en maternité et en engraissement. Rapport. Québec : CDPQ, 104 p.

Pouliot F. 2002. Choix d'un système de distribution d'aliment et d'eau en engraissement : les paramètres importants à considérer. Expo-Congrès du porc : 1-11.

Predicala, B.Z. et A.C. Alvarado. 2013. Benchmarking water use and developing strategies for water conservation in swine production operations. CSBE/SCGAB Annual Conference University of Saskatchewan, Paper No. CSBE13-084 : 1-12.

Predicala, B. et A. Alvarado. 2011. Reducing water consumption in swine barns: alternatives for animal drinking and barn cleaning. Annual Research Report : 21-23.

Predicala, B. S.d. Pigs consume more water when stressed. Centred on Swine, p. 2;4.

Ramirez, A. 2009. Four steps to effective cleaning and disinfecting. [En ligne]. <https://www.nationalhogfarmer.com/health-diseases/1015-effective-cleaning-disinfecting-steps>

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 de la Recherche Porcine, 49 : 139-150.

Reid, J. 2018. Consommation d'eau de lavage dans les bâtiments porcins. Présentation Comité cohabitation et environnement. Les éleveurs de porcs du Québec.

Robert, S., Godcharles, L., Matte, J.J., Bertin-Mahieux, J. et G.P. Martineau. 1993. Les tensions parasites chez le porc d'engraissement. Journées de la Recherche Porcine, 25 : 83-90.

Roger, L. 2015. How to manage heat stress to improve pig health, comfort and performance. International Pig Topics, 30 : 35-36.

Rousselière, Y., Melot, G. et M. Marcon. 2017a. Actualisation des consommations d'eau individuelles et journalières des truies gestantes. Journées de la Recherche 49 : 173-174.

Rousselière, Y., Hémonic, A. et M. Macron. 2017b. Monitoring of the individual drinking behavior of healthy weaned piglets and pregnant sows. Dans: Precision Livestock Farming 17. 8e European Conference on Precision Livestock Farming (ECPLF), 12-14 septembre.

Rousselière, Y. 2016. L'abreuvement des porcs en cinq points. Tech Porc, Septembre-Octobre(31) :36-38.

Rousselière, Y., Hemonic, A. et M. Marcon. 2016. Suivi individuel du comportement d'abreuvement du porcelet sevré. Journées de la Recherche Porcine, 48 : 355-356.

Schiavon, S. et G.C. Emmans. 2000. A model to predict water intake of a pig growing in a known environment on a known diet. *British Journal of Nutrition*, 84 : 873-883.

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

Shannon, M.C. S.d. Dehydration: the need for water. *Pork Checkoff*. [En ligne]. <https://www.showpig.com/EDUCATION/Dehydration.pdf>

Shaw, M.I., Beaulieu, A.D. et J.F. Patience. 2006. Effect of diet composition on water utilization in growing pigs. *Journal of Animal Science*, 84 : 3123–3132.

Snyder, C.S., Bruulsema, T.W., Jensen, T.L. et P.E. 2009. Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 133(3-4) : 247-266.

South Dakota State University. 2014. Don't forget water's value to pig performance. [En ligne]. <https://www.nationalhogfarmer.com/nutrition/don-t-forget-water-s-value-pig-performance>

Statistique Canada. 2022. Indice des prix des entrées dans l'agriculture. [En ligne]. <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1810025801>

Stokes, A. 2012. Water conservation: tips and insights. *Environment Producer Guide*. National Pork Board, 4 p.

Tavares, J.M.R., Belli Filho, P., Coldebella, A. et P.A.V. Oliveira. 2014. The water disappearance and manure production at commercial growing-finishing pig farms. *Livestock Science*, 169 : 146-154.

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

Tucotte, S., Turgeon, J.G., Gagnon, P., Gariépy, M.C., Dumas, G. et G. Berthiaume. 2019. Évaluation du gaspillage d'eau de différents systèmes d'abreuvement et étude du comportement d'abreuvement des truies gestantes en groupe. *Rapport final*. Québec : CDPQ, 65 p.

Turcotte, S., Turgeon, J.G., Gagnon, P., Caron-Simard, V., Godbout, S. et P. Brassard. 2018. Évaluation de l'impact de différents systèmes d'abreuvement sur le gaspillage, les performances de croissance et le comportement d'abreuvement des porcs en engraissement. *Rapport final*. Québec : CDPQ, 51 p.

Turner, S.P., Edwards, S.A. et V.C. Bland. 1999. The influence of drinker allocation and group size on the drinking behaviour, welfare and production of growing pigs. *Animal Science*, 68 : 617-624.

Van der Peet-Schwering, CMC., Vermeer, H.M. et M.P. Beurskens-Voermans. 1997. Voluntary and restricted water intake of pregnant sows. *Livestock Environment Fifth International Symposium*, Bloomington, Minnesota, USA : 959-964.

Veenhuizen, M.F., G. C. Shurson, and E. M. Kohler. 1992. Effect of concentration and source of sulfate on nursery pig performance and health. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 201 : 1203-1208.

Wiegert, J., Shah, S. et M. Knauer. 2018. Evaporative cool cell pads have mixed results on finishing barn environment. [En ligne]. <https://www.nationalhogfarmer.com/animal-welfare/evaporative-cool-cell-pads-have-mixed-results-finishing-barn-environment>

Annexe 1 : Indicateurs de résultats du projet

10 Description des répercussions et des retombées anticipées du projet

L'obtention de données de référence permettra aux producteurs qui mesurent leur consommation d'eau de leur élevage de pouvoir se comparer et ainsi savoir si leur utilisation est trop élevée ou non. De plus, la mise en place par les producteurs des facteurs (équipements/pratiques d'élevage, équipements et protocole de lavage) diminuant le gaspillage permettra d'optimiser l'utilisation qu'ils font de l'eau. Tel que le projet l'a démontré, l'optimisation de l'utilisation de l'eau peut avoir un impact économique très important (5,82\$ par truie productive/an et 2,71 par place-porc/an).

D'un point de vue environnemental, la réduction de l'utilisation de la ressource "eau" fait qu'il y a moins d'eau à gérer avec le lisier. Cette diminution du volume de lisier implique qu'il y aura moins de passage au champ lors de l'épandage, moins de compaction des sols et aussi moins de diesel utilisé par le tracteur lors de l'épandage (réduction des gaz à effet de serre). La mise en application des meilleures pratiques d'élevage en lien avec l'utilisation de l'eau qui seront diffusées dans le cadre de ce projet permettra une amélioration des performances environnementales et économiques de ces éleveurs. Pour un engraissement de 1 500 places, il en résulte une diminution des émissions de 1 149,6 kg CO₂ e/an. Pour une maternité de 1 200 truies productives, c'est une diminution de 1 975,1 kg CO₂ e/an.

Dans une optique sectorielle, une amélioration collective de l'utilisation de l'eau peut être envisagée, favorisant une production durable et une amélioration de l'image de la production porcine québécoise.

11 Nombre de producteurs mesurant leur utilisation d'eau

Le projet a permis à 62 producteurs d'installer des compteurs d'eau pour monitorer leur consommation. Environ 50 % de ceux-ci les ont branchés sur leur contrôleur de nouvelle génération. Ceci leur permet donc de suivre la consommation d'eau de leurs animaux en temps réel, et surtout d'être averti lors de période de haute (bris, fuite d'eau) ou de basse consommation (manque d'eau, maladies, mauvaise manipulation). Ces avertissements peuvent éviter des problématiques beaucoup plus grandes, comme de la mortalité, surtout lors d'épisodes de manque d'eau par temps chaud.

Un partenaire de la filière, celui qui nous a partagé ces données, a installé des compteurs d'eau dans toutes ses fermes de pouponnière et d'engraissement dans les deux dernières années (n > 200). Puisque ses fermes ne possèdent pas toutes des contrôles de nouvelle génération, il travaille avec un équipementier (Maximus software) qui lui a développé un outil de compilation et de gestion de la consommation d'eau. Le partenaire demande donc à ses employés de ferme de saisir, à tous les jours, les données de compteur d'eau à l'aide d'une tablette. Les données sont donc accessibles pour les différents gestionnaires et vétérinaires qui supervisent les animaux.

Donc la cible de 20 fermes supplémentaires utilisant des compteurs d'eau, qui avait été avancée dans la demande de financement, a été atteinte.

12 Nombre d'événements où les résultats seront présentés

Suivant la fin du projet, il est toujours souhaité de présenter les résultats lors d'au moins huit évènements. Il est déjà prévu de participer à au moins six rencontres de syndicats régionaux des Éleveurs de Porcs du Québec dans le but de présenter les résultats de ce projet.

Il est également souhaité d'effectuer deux autres présentations lors des journées de producteurs organisées par les réseaux de meuniers (Coop, Agri-Marché, Shur-Gain, Isoporc, F. Ménard, Évoluporc, etc.), de vétérinaires ou autres membres de la filière porcine québécoise.