

GUIDE BILAN ALIMENTAIRE PRODUCTION PORCINE

Le bilan alimentaire comme outil
de performance agronomique pour
estimer le phosphore d'un lieu
d'élevage porcin

Phosphore excrété = phosphore
servi - phosphore retenu



REMERCIEMENTS

Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière d'Agriculture et Agroalimentaire Canada et du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec accordée en vertu du Programme de soutien aux stratégies sectorielles de développement 2.



Les Éleveurs de porcs du Québec ainsi que l'Association québécoise des industries de nutrition animale et céréalière (AQINAC) ont aussi contribué financièrement au projet.



Merci également aux entreprises suivantes pour leur contribution en nature :

Aliment Breton, Agri-Marché, F. Ménard, La Coop fédérée et Shur-Gain.

© Centre de développement du porc du Québec, 2017

ISBN 978-2-924413-45-6

Dépôt légal

Bibliothèque et Archives Canada, 2017

Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2017

AVERTISSEMENT

Les informations et les données présentées dans ce guide sont issues du projet de R-D « Validation de la méthode du bilan alimentaire pour estimer les rejets en phosphore chez le porc ». Elles ont été validées par une large équipe composée de scientifiques et de collaborateurs, dont les membres du Comité de coordination effluents d'élevage du Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec qui ont entériné ce document.

RÉDACTEURS

Laetitia Cloutier, agronome, M.Sc., Responsable – Alimentation et nutrition, Centre de développement du porc du Québec (CDPQ)

Michel Lemelin, agronome, M.G.P., consultant en productions animales et gestion de projets, Services-Conseils Michel Lemelin

ÉQUIPE SCIENTIFIQUE

Marie-Pierre Létourneau-Montminy, Ph.D., professeure adjointe, Département des sciences animales, FSAA, Université Laval

Candido Pomar, Ph.D., chercheur scientifique, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Sherbrooke

Laetitia Cloutier, agronome, M.Sc., Responsable – Alimentation et nutrition, Centre de développement du porc du Québec (CDPQ)

Frédéric Guay, Ph.D., professeur agrégé, Département des sciences animales, FSAA, Université Laval

COLLABORATEURS ET RELECTEURS

Richard Beaulieu¹, agronome, M.Sc., ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction de l'agroenvironnement et du milieu hydrique

Daniel Bernier¹, agronome, Union des producteurs agricoles, Direction recherches et politiques agricoles

Raphaël Bertinotti, MBA, Directeur du Service de santé, qualité et recherche et développement, Les Éleveurs de porcs du Québec

Richard Bilodeau, agronome, M.Sc., F. Ménard inc.

Dan Bussièrès, agronome, Groupe Cérès inc.

Marie Despars, agronome, Provimi Canada / Vita Distribution

Marc-Olivier Gasser¹, agronome, Ph.D., chercheur en conservation des sols et de l'eau, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

¹Membre du Comité de coordination effluents d'élevage du CRAAQ.

Frédéric Guay, Ph.D., professeur agrégé, Département des sciences animales, FSAA, Université Laval

Yvan Lacroix, président-directeur général, Association québécoise des industries de nutrition animale et céréalière(AQINAC)

Joanne Lagacé¹, B.Sc., chargée de projet, Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ)

Gilles Lavoie, agronome, conseiller en productions animales et relève agricole, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries, et de l'Alimentation, Direction régionale des Laurentides

Raymond Leblanc¹, agronome, M.Env., MBA, conseiller en pratique professionnelle, Ordre des agronomes du Québec

Pierre Lessard, agronome, M.Sc., Olymel S.E.C/L.P.

Marie-Pierre Létourneau-Montminy, Ph.D., professeure adjointe, Département des sciences animales, FSAA, Université Laval

Emmanuelle Lewis, agronome, M. Sc., Agri-Marché

Jocelyn Magnan¹, agronome, consultant en agroenvironnement et expert-conseil auprès du Comité de coordination effluents d'élevage

Julie Moreau-Richard, B.Sc.A, agroéconomiste, Service des affaires économiques, Les Éleveurs de porcs du Québec

Candido Pomar, Ph.D., chercheur scientifique, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Sherbrooke

Francis Simard, agronome, M.Sc., Shur-Gain

Rachèle Tremblay, agronome, M.Sc., Aliments Breton

ÉDITION ET GRAPHISME

Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec



¹Membre du Comité de la coordination effluents d'élevage du CRAAQ.

Table des matières

■ Préambule.....	1
■ Mise en contexte	2
■ Chapitre 1. Informations nécessaires à la réalisation du bilan alimentaire	4
1.1 Caractéristiques de l'élevage	4
1.1.1 Types d'élevages	4
1.1.2 Modes d'élevage	5
1.1.3 Alimentation.....	6
1.2 Données à recueillir et paramètres critiques	7
1.2.1 Données d'inventaire, d'achat et de vente d'animaux.....	7
1.2.2 Données de poids	8
1.2.3 Données alimentaires	9
1.3 Recommandations sur les données à recueillir	12
Résumé des éléments clés du Chapitre 1.....	14
■ Chapitre 2. Calcul du bilan alimentaire	15
2.1 Présentation de l'équation.....	15
2.2 Période d'évaluation	15
2.3 Exemples de fermes	16
2.4 Validation des données brutes.....	18
2.5 Calcul des rejets de l'élevage.....	19
2.5.1 Phosphore servi	19
2.5.2 Phosphore retenu	21
2.5.3 Phosphore excrété	23
2.6 Validation de la valeur de production de phosphore	24
Résumé des éléments clés du Chapitre 2.....	25

■	Chapitre 3. La méthode du bilan alimentaire : un outil d'analyse de l'efficacité alimentaire et de la production de phosphore.....	26
	3.1 Critères clés à considérer	26
	3.1.1 Efficacité alimentaire.....	26
	3.1.2 Composition de l'aliment.....	27
	3.2 Comparaison de performances	27
	3.3 Facteurs qui influencent les performances d'élevage et la production de phosphore.....	29
	3.3.1 Génétique.....	29
	3.3.2 Alimentation.....	30
	3.3.3 Conduite d'élevage	32
	3.3.4 Statut sanitaire.....	33
	Résumé des éléments clés du Chapitre 3.....	33
■	Références.....	34
■	Annexe 1 : Exemples de protocoles de prélèvement d'échantillons de moulée pour les éleveurs fabriquant leurs aliments à la ferme et dont l'élevage est géré en rotation ou en TPTV	36

Un projet de R-D, initié et financé en partie par Les Éleveurs de porcs du Québec et l'Association québécoise des industries de nutrition animale et céréalière (AQINAC) et mené par le Centre de développement du porc du Québec, l'Université Laval et Agriculture et Agroalimentaire Canada, a été réalisé afin de valider la méthode du bilan alimentaire pour estimer la production de phosphore d'un lieu d'élevage porcin. Tout en intégrant les connaissances provenant de la littérature scientifique la plus récente, les principaux objectifs de ce projet étaient de valider les facteurs de rétention du phosphore chez les différentes catégories d'élevages en production porcine, d'établir les paramètres critiques du calcul et les recommandations qui en découlent pour réaliser des bilans alimentaires et, finalement, de réaliser un guide technique et des documents de formation. Le présent guide résulte donc de ce projet et porte sur la démarche et les exigences entourant la réalisation d'un bilan alimentaire en vue d'établir la production de phosphore d'un lieu d'élevage. Elle peut aussi servir à des fins de comparaison avec la caractérisation. Cela inclut les données à récolter, les exigences entourant la prise de ces données, les calculs à effectuer ainsi que les différents critères permettant à l'utilisateur de valider les données et les résultats obtenus.

La méthode du bilan alimentaire représente aussi un outil de performance agronomique non négligeable, ce qui la rend doublement intéressante. Afin de bien comprendre et de bien interpréter les résultats, l'utilisateur se doit de posséder des connaissances zootechniques de base en production porcine, car elles sont très pertinentes et essentielles à la réalisation du bilan alimentaire. En effet, une bonne compréhension des aspects techniques et zootechniques de la production porcine permettra à l'utilisateur de détecter plus aisément les données possiblement aberrantes et ainsi d'être en mesure de juger de la validité des résultats. Des compétences en alimentation sont importantes alors que des compétences en nutrition sont complémentaires.

La méthode du bilan alimentaire est une démarche fiable pour déterminer la production de phosphore (P) d'un lieu d'élevage porcin. Elle tient compte des conditions particulières de l'élevage et de sa productivité. Elle peut servir à évaluer la production annuelle de phosphore d'un élevage existant ou d'un nouveau lieu d'élevage tout comme l'impact d'un changement dans les conditions d'élevage (ex. : ajout d'un nouveau type de moulée, ajout de nouvelles trémies limitant le gaspillage) ou de marché (ex. : porcs plus lourds). Elle peut également être utilisée pour déterminer la production de phosphore d'un lot de porcelets ou de porcs en engraissement dans le cas des élevages en tout plein-tout vide (TPTV) ou encore pour une période déterminée dans le cas des élevages en continu ou en rotation.

Le phosphore, un élément important en alimentation porcine

Environ 75 % du phosphore (P) corporel est retrouvé dans le tissu osseux. Le phosphore joue ainsi un rôle clé dans la minéralisation osseuse et y est en lien étroit avec le calcium, ces deux minéraux formant la molécule d'hydroxyapatite ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), constituant majeur de la partie inorganique de l'os. Le phosphore est aussi retrouvé dans toutes les cellules de l'organisme, où il est impliqué dans diverses fonctions, faisant de lui le minéral auquel on associe le plus de rôles physiologiques (Suttle, 2010). Il est notamment impliqué dans le métabolisme énergétique en tant que composant de l'adénosine triphosphate (ATP), source d'énergie des réactions chimiques de l'organisme. Le phosphore est aussi un composant des acides nucléiques qui constituent l'ADN (acide désoxyribonucléique) et l'ARN (acide ribonucléique) et est donc essentiel à la synthèse protéique. Il est de plus impliqué dans de nombreuses réactions enzymatiques en étant un constituant de certaines coenzymes, dont le nicotinamide adénine dinucléotide phosphate (NADP), un transporteur d'hydrogène essentiel à l'oxydation du glucose. Enfin, le phosphore est un constituant des phospholipides, principaux constituants des membranes cellulaires. De par son rôle essentiel au bon fonctionnement de l'organisme, toute carence en cet élément peut engendrer des conséquences métaboliques graves.

Qu'est-ce que la méthode du bilan alimentaire?

La méthode du bilan alimentaire (BA) consiste à évaluer le phosphore (P) excrété en faisant la différence entre les quantités de phosphore (P) servies (aliments ou ingrédients tels que le maïs, le tourteau de soya, les suppléments protéiques, les minéraux, etc.) et les quantités de phosphore retenues par les animaux.

La fiabilité des résultats du bilan alimentaire s'appuie sur la précision des données récoltées, c'est-à-dire les quantités et la teneur en phosphore des aliments ou ingrédients achetés et en inventaire au début et à la fin de la période d'évaluation (période représentant le bilan) ainsi que le nombre et le poids moyen des porcs achetés, vendus, morts et en inventaire au début et à la fin de la période analysée.

Synthèse du calcul pour évaluer la production de phosphore selon la méthode du bilan alimentaire :

Phosphore excrété = phosphore servi – phosphore retenu

Le phosphore servi représente les aliments ou ingrédients achetés en considérant les variations d'inventaire en début et en fin de période d'évaluation. Le phosphore retenu est celui qui est représenté par le phosphore se retrouvant dans les kilogrammes de gain de poids produits (P retenu par l'animal) durant la période d'évaluation du bilan.

Le bilan alimentaire : un outil d'évaluation des performances d'élevage

En plus de l'évaluation de la production de phosphore d'un lieu d'élevage, les données récoltées pour la réalisation du bilan alimentaire permettent d'effectuer le calcul des principaux critères techniques d'élevage. En comparant ces données avec d'autres sources d'information telles que le coût de production du porcelet ou du porc à l'engraissement (ex. : CECPA¹, PorkCheckoff), elles permettent de situer le degré de productivité de l'élevage.

La réalisation d'un bilan alimentaire : un acte professionnel

Pour obtenir une évaluation exacte de la production de phosphore d'un lieu d'élevage à l'aide de la méthode du bilan alimentaire, l'agronome ou le conseiller sous sa surveillance doit être rigoureux à toutes les étapes de la cueillette des informations nécessaires à sa réalisation. Ces informations qui devront être validées doivent être disponibles et aisément accessibles dans l'entreprise. La réalisation du bilan alimentaire et l'interprétation des résultats en seront grandement facilitées.

¹Centre d'études sur les coûts de production en agriculture

1.1 Caractéristiques de l'élevage

Pour les données à recueillir, le calcul de la production de phosphore et l'interprétation des résultats, il faut tenir compte du type d'élevage, du mode d'exploitation et de l'alimentation des porcs.

1.1.1 Types d'élevages

Au Québec, on distingue cinq principaux types d'entreprises porcines. Ce sont les naisseurs, les pouponnières, les finisseurs, les élevages de truies de remplacement et les naisseurs-finisseurs.



Atelier de naisseur

Naisseurs

En 2015, on comptait au Québec 204 entreprises de type « naisseur » exploitant un cheptel moyen de 665 truies (CDPQ, 2016). Les naisseurs sont des élevages voués exclusivement à la production de porcelets sevrés dont l'âge au sevrage peut varier entre 14 et 28 jours selon les entreprises. Les naisseurs utilisent généralement deux aliments, c'est-à-dire un aliment pour la période de gestation des truies et un autre, pour la période de lactation. Certains éleveurs vont parfois donner un aliment complémentaire aux porcelets non sevrés appelé « alimentation à la dérobée » ou « alimentation sous la mère ».

Pouponnières

Ce type d'élevage consiste à élever les porcelets produits par les naisseurs jusqu'à un poids moyen variant de 20 à 35 kg. Il s'effectue dans des bâtiments spécialisés et séparés de ceux des naisseurs et des engraissements. Les porcelets de pouponnière consomment généralement de 3 à 4 aliments différents pendant la durée de l'élevage.



Pouponnière



Porcs en engraissement

Engraissement (finisseurs)

Le rôle de ce type d'élevage est d'engraisser les porcelets à la sortie de la pouponnière (entre 20 et 35 kg) jusqu'au poids final de 120 à 135 kg de poids vif. En 2015, on comptait 325 entreprises de type « finisseur » produisant en moyenne environ 7243 porcs de 100,22 kg de carcasse par année (CDPQ, 2016). Les porcs en engraissement reçoivent de 3 à 5 aliments différents au cours de cette période. Il existe également des engraissements de type « sevrage-abattage » (*wean-to-finish*) qui impliquent que les porcelets sevrés sont directement transportés dans ces engraissements. La partie de la pouponnière est donc incluse dans l'élevage du finisseur.

Élevages de truies de remplacement

Les élevages de truies de remplacement (aussi appelés multiplicateurs) sont des élevages comparables aux pouponnières et aux engraissements en ce qui a trait au mode de gestion et aux données à récolter pour réaliser le bilan alimentaire. La principale différence provient du fait que les apports en phosphore sont généralement plus importants, car les programmes alimentaires de ces élevages visent une minéralisation plus élevée de la structure osseuse des animaux de reproduction (NRC, 2012).

Naisseur-finisseurs

Dans ce type d'élevage, toutes les étapes de la production d'un porc de marché sont réalisées dans un même lieu d'élevage de la naissance jusqu'à l'expédition à l'abattoir. En 2015, 400 entreprises de type « naisseur-finisseur » exploitaient un troupeau moyen de 394 truies et produisaient annuellement 9585 porcs de marché (CDPQ, 2016).

1.1.2 Modes d'élevage

Pour les entreprises de types « naisseur ou naisseur-finisseur », l'élevage se fait généralement en continu, c'est-à-dire qu'il y a toujours des truies ou des porcs en production dans les bâtiments. En engraissement ou en pouponnière, il existe 2 modes d'élevage qui exigent une approche différente pour la réalisation d'un bilan alimentaire. Ce sont les élevages en rotation et en tout plein-tout vide (TPTV).

Les lots de pouponnières ou d'engraissemments peuvent être conduits en rotation mais généralement, l'industrie tend vers un élevage en TPTV, soit dans une section d'un bâtiment ou dans un bâtiment complet. Les animaux sont ainsi gérés en lots dont la durée d'élevage varie selon le poids ou l'âge à la sortie. À la fin de chaque lot, un vide sanitaire de la section ou du

bâtiment en question est réalisé afin qu'un lavage, une désinfection ainsi qu'un séchage complet soient effectués avant d'introduire un autre lot de porcelets. La durée minimale usuelle recommandée pour un vide sanitaire est d'environ 7 jours, mais peut varier selon la gestion du bâtiment. Le taux de rotation d'un élevage inclut cette période et se calcule comme suit :

$$\text{Taux de rotation} = 365 \text{ jours} / (\text{durée de l'élevage} + \text{durée du vide sanitaire incluant les opérations de lavage, désinfection et séchage})$$

1.1.3 Alimentation

Il existe deux grandes catégories de fabricants d'aliments : il y a les producteurs qui produisent leurs propres aliments à la ferme (fabrication à la ferme) et il y a les meuneries. Les moulanges, que ce soit à la ferme ou commerciales, broient les ingrédients selon une finesse adaptée à la catégorie d'animaux, puis mélangent plusieurs ingrédients afin de produire un aliment dont la composition nutritionnelle convient au type d'animal. L'aliment résultant de ce processus a une texture de type « farine ». La principale différence entre les meuneries commerciales et les moulanges des élevages fabriquant leurs aliments à la ferme réside dans le fait que la très grande majorité des meuneries commerciales vont poursuivre l'opération en transformant la texture des aliments, passant d'aliments sous forme de farine à des aliments sous forme de granulés dit « cubés ». Ce procédé permet de limiter la ségrégation des nutriments lors du transport de l'aliment chez le client tout en améliorant l'efficacité alimentaire. Il est à noter que la plupart des producteurs ayant leurs propres moulanges achètent certains de leurs ingrédients aux meuneries commerciales, tels que des macroprémélanges ou microprémélanges contenant notamment les suppléments de vitamines, de minéraux et de phytase, dont le phosphore minéral.



Crédit : Ferme Freddy Lefebvre Inc.
- Le Porc de Beauvillage

Moulange à la ferme

Au cours de leur élevage, les porcs reçoivent des aliments dont la composition nutritionnelle tient compte de leurs besoins (entretien, croissance, gestation ou lactation). Les aliments sont formulés afin de fournir les nutriments nécessaires aux besoins des porcs tout en tenant compte de la disponibilité et du coût des ingrédients. Les ingrédients alimentaires les plus fréquemment utilisés dans les aliments porcins sont le maïs, le tourteau de soya, le blé, l'orge, les drèches de maïs avec solubles, les écales de soya, le gru de blé, les farines de pain ou de biscuit, le tourteau de canola, le gras animal, l'huile végétale ou un mélange des deux, le phosphate, la pierre à chaux, le sel, les acides aminés de synthèse, les vitamines, les minéraux et les oligoéléments (Cloutier, 2015; CECPA, 2012).

1.2 Données à recueillir et paramètres critiques

La fiabilité et la précision du bilan alimentaire dépendent des données récoltées et de l'ampleur de l'impact de leur variabilité sur le résultat du calcul. En effet, l'inexactitude de certaines données récoltées a parfois très peu d'impacts sur le résultat, alors que pour d'autres paramètres, une petite variation d'une valeur influence grandement les résultats du bilan alimentaire. Afin d'évaluer les paramètres critiques, une analyse de sensibilité a été réalisée (Lé-tourneau-Montminy *et al.*, 2017). Cette dernière consiste à faire varier les paramètres du calcul du bilan alimentaire un à un selon la variabilité réelle observée et de voir l'impact que cette variation amène sur les résultats du bilan alimentaire. Les différents paramètres ont ainsi été hiérarchisés en fonction de l'ampleur qu'occasionne leur variabilité sur le résultat du calcul. Des recommandations en lien avec l'acquisition ou la provenance des données nécessaires à la réalisation du bilan alimentaire ont ainsi été effectuées. L'analyse de sensibilité a été réalisée pour les trois grandes catégories d'élevages, soit le naisseur, la pouponnière et l'engraissement.

1.2.1 Données d'inventaire, d'achat et de vente d'animaux

Lors de la réalisation du bilan alimentaire d'un naisseur, le nombre de truies réformées et mortes, le nombre de cochettes entrées, le nombre de porcelets sevrés et le nombre de porcelets morts sont des données suffisamment bien compilées pour être utilisées sans exiger davantage de validation. Les performances des truies et des porcelets relevées sur les cartes de truies, puis compilées dans des logiciels (ex. : Winporc, PigCHAMP, SigaPorc, PigKnows, etc.), offrent un bon suivi des performances et de la productivité du troupeau. Il est important de noter que l'inventaire moyen des truies n'est pas utilisé directement dans les calculs du bilan alimentaire, mais cette donnée peut toutefois être utile pour calculer les données de performance nécessaires à la validation de l'ensemble des autres données.

En ce qui concerne les données à récolter dans le cas des élevages de type « pouponnière », le nombre de porcelets achetés, le nombre de porcelets morts et le nombre de porcelets vendus sont également généralement bien compilés dans les registres des achats, des ventes et des mortalités et sont valides pour les besoins du calcul.



Finalement, pour l'engraissement, encore une fois, les données provenant des registres des achats de porcelets, des mortalités ou des ventes à l'abattoir sont déjà très bien compilées et peuvent être utilisées pour la réalisation du bilan alimentaire.

1.2.2 Données de poids



Pour les élevages de type « naisseur », le poids moyen des cochettes à l'entrée est généralement fourni par le vendeur. Pour les éleveurs n'ayant pas le poids moyen d'entrée de leurs cochettes, une estimation en fonction de l'âge des animaux peut convenir. En ce qui concerne le poids des cochettes à la saillie, une estimation visuelle ou en fonction de l'âge moyen de la cochette à la saillie convient également. Pour la valeur de poids moyen par porcelet mort, puisque cette donnée a très peu d'impact sur le résultat du bilan alimentaire et considérant que la majorité des mortalités a lieu dans les premiers jours de vie des porcelets, une valeur de 2 kg peut être utilisée. Le poids moyen des porcelets sevrés doit, quant à lui, résulter d'une pesée (pont-bascule² ou balance à la ferme³), car cette donnée a une plus grande influence sur les résultats du bilan que les autres données de poids. En ce qui concerne

les verrats, ces derniers ne sont simplement pas considérés dans le calcul du gain de poids. En effet, puisque les verrats ne représentent qu'une très faible partie des élevages (généralement moins de 1 % du troupeau) et puisque que peu d'informations sont disponibles sur leur croissance, le gain de poids associé à ces animaux est considéré comme étant négligeable dans la méthodologie proposée dans le présent document. Aussi, pour les mêmes raisons, aucune donnée reliée au facteur de rétention associé aux verrats ne se trouve au Tableau 2.2. Dans le cas où des animaux sont élevés pour fournir des mâles reproducteurs, le facteur de rétention à utiliser en pareille situation est celui du porc à l'engraissement.

Pour les élevages de type « pouponnière », les poids moyens des porcelets entrés ou achetés et sortis ou vendus doivent résulter d'une pesée (pont-bascule² ou balance à la ferme³). Le poids des porcelets morts n'a toutefois pas à provenir d'une pesée puisqu'une estimation est suffisamment précise, considérant la faible importance des mortalités sur les résultats du bilan alimentaire.

Pour les élevages de type « engraissement », les poids moyens des porcelets entrés ou achetés doivent résulter d'une pesée (pont-bascule ou balance à la ferme). Une estimation du poids moyen des animaux morts suffit, tout comme pour les autres catégories d'élevages (estimation visuelle ou à partir de la date de mortalité). Les poids de carcasse moyens des porcs vendus ou sortis provenant de l'abattoir sont très exacts et sont donc priorisés pour le calcul du bilan alimentaire. Cependant, sachant que les calculs se font en fonction d'un poids vif, il est nécessaire de convertir le poids carcasse en poids vif en considérant un ratio de 0,81 kg de carcasse/kg de poids vif.

²« Balance de camions » au poste de contrôle routier

³Les balances pouvant être utilisées dans le cadre de la réalisation des bilans alimentaires doivent être calibrées selon la recommandation du fabricant. À titre d'exemple, les ponts-basculés du ministère des Transports du Québec ou les balances certifiées peuvent être utilisés pour la réalisation des bilans alimentaires.

1.2.3 Données alimentaires

Pour les trois catégories d'élevages, les paramètres du calcul du bilan alimentaire touchant l'alimentation **sont des données sensibles** auxquelles il faut donc apporter une **attention plus particulière**.

Tout d'abord, en ce qui concerne les quantités d'aliments ou d'ingrédients, ces dernières doivent être basées sur des poids réels. Dans le cas d'éleveurs achetant leurs aliments d'une meunerie, les quantités sont établies à partir des registres des achats d'aliments puisque ces quantités proviennent d'une pesée effectuée à la meunerie. Les inventaires en début et en fin de lot peuvent toutefois provenir d'une estimation de l'éleveur, car les inventaires sont des données moins sensibles. Pour les éleveurs fabriquant leurs aliments à la ferme et n'étant pas en mesure de peser les quantités d'aliments servis, une compilation des quantités d'ingrédients livrées et récoltées, donc provenant d'une pesée, et une estimation des inventaires d'ingrédients en début et en fin de période d'évaluation doivent être faites. Pour les éleveurs fabriquant leurs aliments à la ferme et étant en mesure de peser les quantités d'aliments servis, ceux-ci peuvent choisir de comptabiliser les ingrédients utilisés ou encore les aliments servis. Sinon, si des ingrédients ou aliments sont vendus ou réacheminés dans un autre élevage, il est important de prendre en considération ces fluctuations d'inventaires en cours de période d'évaluation.

En ce qui concerne **la teneur en phosphore total des aliments**, ce paramètre du calcul est **le plus critique de la méthode**, et ce, pour toutes les catégories d'élevages. Une attention plus particulière doit donc être accordée à ce paramètre, c'est-à-dire que la valeur de P utilisée doit provenir d'analyses de laboratoire récentes et personnalisées en fonction de l'élevage. Par conséquent, la valeur de P indiquée sur les étiquettes d'aliments ne peut être utilisée dans le cadre de la réalisation du bilan alimentaire pour estimer la production de phosphore d'un lieu d'élevage puisqu'elle représente des teneurs moyennes de l'aliment et non pas une valeur personnalisée en fonction du lot d'aliments récemment fabriqué. L'analyse de laboratoire peut être réalisée à partir des aliments ou des ingrédients, ou encore provenir du fournisseur d'aliments ou d'ingrédients qui, de son côté, fait régulièrement des analyses de laboratoire de ses ingrédients et aliments complets. Il est toutefois important de souligner que la teneur en P utilisée pour la réalisation des bilans alimentaires doit être de même nature que les quantités établies. En effet, si la compilation des données est faite en fonction de quantités **d'aliments**, la valeur de P requise est une valeur de P des aliments. Si la compilation est effectuée en fonction de quantités **d'ingrédients**, la valeur de P requise est une valeur de P des ingrédients.

Exigences particulières entourant la teneur en phosphore

Pour les éleveurs achetant leurs aliments d'une meunerie commerciale, la teneur en P total des aliments achetés peut provenir du fournisseur dans la mesure où ce dernier réalise régulièrement des analyses de laboratoire des aliments en question. La fréquence et le protocole d'échantillonnage du fournisseur doivent répondre aux normes minimales suivantes : deux analyses de laboratoire de chaque type d'aliments par année dont la variabilité mensuelle se trouve considérée soit par le biais de prélèvements mensuels qui sont ensuite combinés pour être analysés ou par le biais d'analyses de laboratoire mensuelles.

Pour les élevages fabriquant leurs aliments à la ferme et étant en mesure de peser les aliments fabriqués, les éleveurs concernés devront prendre des prélèvements à la sortie du mélangeur de tous les aliments servis de façon régulière pour l'ensemble de la période d'évaluation (500 g environ/prélèvement) et les conserver au frais. Plus spécifiquement, pour les élevages en rotation ou pour les élevages en TPTV réalisant 4 lots d'élevage et plus par année, un prélèvement de chaque aliment produit devra être effectué chaque mois, et ce, pendant toute la période d'évaluation (voir section 2.2 pour le nombre de lots à évaluer pour les élevages de type TPTV). À la moitié de la période d'évaluation, soit généralement après une période de 6 mois, les prélèvements accumulés d'un même type d'aliment devront être combinés, mélangés, puis un échantillon devra être pris (échantillon composite) afin d'être analysé en laboratoire pour déterminer sa teneur en P total. Le même processus devra être effectué pour la seconde partie de la période d'évaluation, soit un prélèvement par mois par type d'aliments, puis une combinaison de ces prélèvements à la fin pour en extraire un échantillon composite représentatif qui sera analysé au laboratoire. La valeur de P total par type d'aliment utilisé pour la réalisation du bilan alimentaire sera la moyenne des résultats de l'analyse de laboratoire de ces deux échantillons.

Pour les élevages en TPTV réalisant 3 lots et moins par année, un prélèvement de chaque aliment produit devra être effectué chaque mois, et ce, pendant toute la période d'évaluation (voir section 2.2 pour le nombre de lots à évaluer pour les élevages de type TPTV). À la différence des élevages en rotation ou en TPTV avec 4 lots et plus par année, les élevages en TPTV avec 3 lots et moins par année devront réaliser les échantillons composites **par lot d'élevage**. Ainsi, à la fin de chaque lot, les prélèvements accumulés d'un même aliment devront être combinés, mélangés, puis un échantillon devra être pris (échantillon composite) afin d'être analysé en laboratoire pour en déterminer la teneur en P total. Pour les aliments soumis à un seul prélèvement, c'est ce prélèvement qui devra être analysé en laboratoire. La valeur de P total par type d'aliment utilisé pour la réalisation du bilan alimentaire sera donc personnalisée en fonction de chaque lot d'élevage. Deux exemples de protocole de prélèvements pour la formation des échantillons de moulée à analyser sont présentés à l'Annexe 1. Il est important de noter que ces exigences de prélèvements et d'analyses sont minimales et qu'il revient à l'agronome responsable de la réalisation du bilan alimentaire de juger si un protocole de prélèvements plus fréquents serait préférable pour l'élevage analysé.

Pour les élevages fabriquant leurs aliments à la ferme, mais n'étant pas en mesure de peser les aliments fabriqués, les éleveurs concernés devront établir la teneur en P servi par le biais des ingrédients. Il est donc recommandé que les teneurs en P des ingrédients achetés proviennent du fournisseur d'ingrédients, dans la mesure où ces valeurs sont basées sur des analyses de laboratoire et non des étiquettes. Pour ce qui est des ingrédients produits à la ferme, l'éleveur a 2 choix : (1) prendre un prélèvement par mois de l'ingrédient concerné (500 g), combiner ces prélèvements à la fin de la période d'évaluation, bien mélanger le tout, puis en extraire un échantillon composite (environ 500 g) qui sera analysé au laboratoire; ou (2) utiliser une valeur de P total provenant d'un fournisseur d'ingrédients (ex. : meunerie commerciale) analysant régulièrement le même type d'ingrédients et pouvant certifier une valeur en P total fiable (basée sur plusieurs lots d'ingrédients analysés).

Voici un tableau récapitulatif des exigences en lien avec l'établissement de la teneur en P total des aliments ou ingrédients selon la provenance des aliments et le type d'élevage.

Tableau 1.1 Synthèse des méthodes d'établissement de la valeur en P total des aliments ou ingrédients en fonction de la provenance des aliments ou ingrédients et du type d'élevage

Méthode d'établissement de la valeur en P total ^a	Meunerie commerciale		Fabrication des aliments à la ferme		
	Élevage en rotation	Élevage en TPTV	Élevage en rotation	Élevage en TPTV (3 lots par année et moins)	Élevage en TPTV (4 lots par année et plus)
Valeur de P total de chaque type d'aliment fournie par le meunier = basée sur un minimum de 2 analyses de laboratoire par type d'aliment dont la variabilité mensuelle se trouve considérée soit par le biais du nombre de prélèvements mensuels ou par le biais d'analyses de laboratoire mensuelles	X	X			
Aliments Un prélèvement minimum de tous les aliments utilisés chaque mois et réalisation de 2 échantillons composites par type d'aliment représentatif des deux moitiés de la période d'évaluation = minimum de 2 analyses de laboratoire par type d'aliment par période d'évaluation			X		X
Un prélèvement minimum de tous les aliments utilisés chaque mois et réalisation d'échantillons composites par type d'aliment pour chaque lot d'élevage inclus dans la période d'évaluation = une analyse de laboratoire par type d'aliment par lot d'élevage			X	X	X
OU					
Ingrédients Valeur de P total de chaque type d'ingrédients produits à la ferme basée sur des analyses de laboratoire : prélèvements mensuels de tous les ingrédients utilisés et réalisation d'un échantillon composite par type d'ingrédients par période d'évaluation = une analyse de laboratoire par ingrédient			X	X	X
Valeur de P total de chaque ingrédient (acheté ou produit à la ferme) fournie par le meunier = basée sur des analyses de laboratoire			X	X	X

^aSelon la provenance des aliments ou ingrédients et le type d'élevage, le producteur choisit une méthode d'établissement de la valeur en P total de ses aliments ou ingrédients parmi le ou les choix recommandés.

1.3 Recommandations sur les données à recueillir

Les exigences en lien avec l'acquisition ou la provenance des données nécessaires à la réalisation du bilan alimentaire précédemment présentées, pour les trois grandes catégories d'élevages, sont résumées aux tableaux 1.2, 1.3 et 1.4.

Tableau 1.2 Exigences minimales en lien avec l'acquisition ou la provenance des données pour la réalisation du bilan alimentaire d'un élevage de naisseur

Données à récolter ^a	Exigences minimales en lien avec l'acquisition ou la provenance des données
Truies mortes et réformées (n ^{bre})	Registres de la ferme (ventes, mortalités)
Cochettes entrées (n ^{bre})	Registre des achats
Poids vif moyen des cochettes entrées (kg)	Idéalement, poids moyen provenant d'une pesée ou estimation selon l'âge des animaux
Poids vif moyen des cochettes à la saillie (kg)	Estimation
Poids vif moyen des truies réformées (kg)	Estimation
Porcelets sevrés (n ^{bre})	Registre de la ferme
Poids moyen des porcelets sevrés (kg)	Poids provenant d'une pesée à la ferme ou d'une pesée de camion
Porcelets morts (n ^{bre})	Registre de la ferme
Poids moyen des porcelets morts (kg)	2
Total des aliments servis (kg)	Registre d'achat des aliments dont les quantités proviennent d'une pesée (et registre de vente si applicable) + inventaires en début et en fin de période d'évaluation ou de lot ou Registre d'achat d'ingrédients ou récolte dont les quantités proviennent d'une pesée (et registre de vente si applicable) + inventaires en début et en fin de période d'évaluation ou de lot
Teneur en P (g/kg)	Valeur fournie par le meunier ou valeur provenant d'une analyse de laboratoire des aliments ou des ingrédients utilisés (voir section 1.2.3)

^aL'inventaire moyen des truies n'est pas utilisé directement dans les calculs du bilan alimentaire d'où son absence dans le présent tableau. Toutefois, cette donnée peut être utile pour calculer les données de performance nécessaires à la validation de l'ensemble des autres données. La valeur provenant des registres de la ferme peut alors être utilisée.

Tableau 1.3 Exigences minimales en lien avec l'acquisition ou la provenance des données pour la réalisation du bilan alimentaire d'un élevage de type « pouponnière »

Données à récolter	Exigences minimales en lien avec l'acquisition ou la provenance des données
Animaux entrés (n ^{bre})	Registre d'achat de porcelets + inventaire en début de période d'évaluation (si applicable)
Poids moyen à l'entrée (kg)	Poids provenant d'une pesée à la ferme ou d'une pesée de camion
Animaux morts (n ^{bre})	Registre des mortalités + animaux abattus pour consommation personnelle de l'éleveur en cours d'élevage
Poids moyen des animaux morts (kg)	Registre des mortalités (estimation visuelle ou à partir de l'âge ou poids moyen de l'élevage)
Animaux sortis (n ^{bre})	Registre de vente de porcelets + inventaire en fin de période d'évaluation (si applicable)
Poids moyen des animaux sortis (kg)	Poids provenant d'une pesée à la ferme ou d'une pesée de camion
Total des aliments servis (kg)	Registre d'achat des aliments dont les quantités proviennent d'une pesée (et registre de vente si applicable) + inventaires en début et en fin de période d'évaluation ou de lot ou Registre d'achat d'ingrédients ou quantités récoltées provenant d'une pesée (et registre de vente si applicable) + inventaires en début et en fin de période d'évaluation ou de lot
Teneur en P (g/kg)	Valeur fournie par le meunier ou valeur provenant d'une analyse de laboratoire des aliments ou des ingrédients utilisés (voir section 1.2.3)

Tableau 1.4 Exigences minimales en lien avec l'acquisition ou la provenance des données pour la réalisation du bilan alimentaire d'un élevage de type « engraissement »

Données à récolter	Exigences minimales en lien avec l'acquisition ou la provenance des données
Animaux entrés (n ^{bre})	Registre d'achat de porcelets + inventaire en début de période d'évaluation (si applicable)
Poids moyen à l'entrée (kg)	Poids provenant d'une pesée à la ferme ou d'une pesée de camion
Animaux morts (n ^{bre})	Registre des mortalités + animaux abattus pour consommation personnelle de l'éleveur en cours d'élevage
Poids moyen - animaux morts (kg)	Registre des mortalités (estimation visuelle ou à partir de l'âge ou poids moyen de l'élevage)
Animaux sortis (n ^{bre})	Registre de vente de porcs (mandat, certificat ou bordereau d'abattage) + inventaire en fin de période d'évaluation (si s'applique)
Poids carcasse moyen (kg)	Poids provenant de l'abattoir (poids carcasse) ou poids provenant d'une pesée
Rendement carcasse (%)	81
Total des aliments servis (kg)	Registre d'achat des aliments dont les quantités proviennent d'une pesée (et de registre de vente si applicable) + inventaires en début et en fin de période d'évaluation ou de lot ou Registre d'achat d'ingrédients ou quantités récoltées provenant d'une pesée (et registre de vente si applicable) + inventaires en début et en fin de période d'évaluation ou de lot
Teneur en P (g/kg)	Valeur fournie par le meunier ou valeur provenant d'une analyse de laboratoire des aliments ou des ingrédients utilisés (voir section 1.2.3)

Résumé des éléments clés du Chapitre 1

La méthode du bilan alimentaire est une approche reconnue pour déterminer la production de phosphore d'un lieu élevage (Statistics Netherlands, 2012; AGRIDEA, 2015⁴). Une bonne compréhension, appuyée d'une bonne interprétation des résultats obtenus, passent par une bonne connaissance du type d'élevage étudié (ex. : facteurs d'alimentation) et par une bonne compréhension des données à récolter.

La fiabilité des résultats du bilan alimentaire s'appuie sur la disponibilité et l'exactitude des données récoltées. La réalisation d'une analyse de sensibilité a d'ailleurs permis de mettre en évidence les paramètres plus sensibles du calcul (Létourneau-Montminy *et al.*, 2017). Les résultats de cette analyse de sensibilité ont montré que c'est la valeur de **teneur en phosphore des aliments** qui est le paramètre le plus sensible de tous, et ce, pour toutes les catégories d'élevages. C'est d'ailleurs pour cette raison que les valeurs en phosphore des aliments ou des ingrédients doivent être basées sur des analyses de laboratoire.

Par la suite, de manière un peu moins sensible mais tout de même importante, **les poids d'entrée et de sortie des porcs**, particulièrement pour les élevages de type « pouponnière », sont des paramètres dont les valeurs doivent provenir d'une pesée afin d'améliorer l'exactitude des résultats du bilan alimentaire. De même, mais pour l'ensemble des catégories d'élevages, les **quantités d'aliments servis** utilisées pour la réalisation du bilan alimentaire doivent également être basées sur des pesées.

Les autres paramètres du calcul étant des données déjà amassées de manière systématique par la très grande majorité des éleveurs, peu de changements sont à apporter pour obtenir les valeurs des paramètres nécessaires au calcul.

Bref, les paramètres critiques du calcul du bilan alimentaire sont par ordre d'importance :

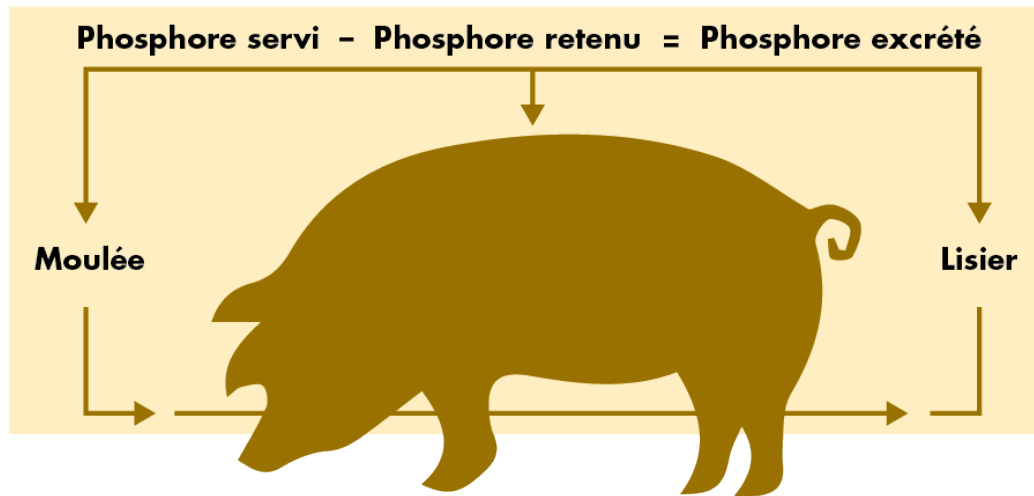
1. La teneur en phosphore total des aliments ou des ingrédients;
2. Les poids d'entrée et de sortie des porcs (plus particulièrement chez les élevages de type « pouponnière »);
3. Les quantités d'aliments ou d'ingrédients servis.

L'agronome signataire du bilan alimentaire doit s'assurer de la validité des données utilisées pour retenir ou rejeter le résultat du bilan alimentaire.

⁴Le bilan alimentaire, aussi appelé bilan import/export, est une méthode reconnue en Suisse pour évaluer la production de phosphore d'un élevage porcin, la gestion du phosphore étant réglementée également dans ce pays.

2.1 Présentation de l'équation

L'évaluation des rejets en phosphore d'un lieu d'élevage par le calcul du bilan alimentaire se résume par l'équation suivante :



Adapté de Roch, et Perreault. 2007.

Phosphore servi = Inventaire en début d'élevage des ingrédients ou aliments +
Achat des ingrédients ou aliments - Inventaire des ingrédients ou aliments
en fin d'élevage

Phosphore retenu = Inventaire d'animaux en fin d'élevage +
Vente et mortalité d'animaux - Achat d'animaux - Inventaire d'animaux en
début d'élevage

2.2 Période d'évaluation

Le bilan de phosphore étant évalué sur une période d'un an, la réalisation du bilan alimentaire pour estimer la production de phosphore d'un lieu d'élevage doit également se faire sur ce même intervalle de temps. Retenons toutefois qu'un bilan est un exercice qui se fait pour une période déterminée et il peut arriver qu'un bilan alimentaire soit réalisé pour une période différente d'un an; alors, cette dite période devra être respectée pour l'ensemble de l'exercice. Pour les élevages de type « naisseur » ou « naisseur-finisser », qui sont des élevages dont le mode de gestion est en rotation ou en continu, le bilan se fait simplement en fonction d'une période d'une année, en compilant les inventaires d'aliments et de porcs en début et fin d'année. Pour les autres types d'élevages dont le mode de gestion est en TPTV (pouponnière ou engraissement), il est recommandé de réaliser le bilan alimentaire sur plusieurs lots consécutifs de manière à couvrir minimalement une année et d'ajuster les résultats en fonction de 365 jours. En effet, réaliser les bilans alimentaires de plusieurs lots consécutifs permettra d'obtenir un résultat plus exact de la production annuelle en phosphore de l'élevage, car cela permet de prendre en considération la variabilité existant entre les différents lots pouvant influencer les rejets en P (effet de la saison sur la consommation, utilisation d'ingrédients différents selon la période de l'année, etc.).

2.3 Exemples de fermes

Trois exemples seront utilisés tout au long de ce document afin de représenter différentes situations, soit les trois catégories d'élevages incluant un exemple de gestion en rotation et un exemple de gestion en TPTV. Les valeurs présentées dans ces exemples sont fictives et ne représentent pas nécessairement des données de performances moyennes ou des valeurs moyennes de teneur en P total des élevages québécois. Il n'est donc pas recommandé de comparer les données des élevages analysés à celles-ci, mais plutôt de valider les données récoltées en fonction des valeurs présentées dans la section 2.4.

Exemple 1 : Naisseur**Données de performance – Naisseur**

Nombre de truies en inventaire	400
Nombre de verrats	2
Nombre de truies réformées et mortes	180
Poids vif moyen des truies réformées (kg)	260
Taux de réforme et de mortalité (%)	45
Nombre de cochettes entrées	180
Poids des cochettes entrées (kg)	100
Poids des cochettes à la saillie (kg)	150
Nombre de porcelets morts	1600
Nombre de porcelets sevrés	9800
Poids des porcelets sevrés (kg)	6
Porcelets sevrés/truie en inventaire/an	24,5

Données alimentaires – Naisseur^a

Types d'aliment	Inventaire - début	Achat/(vente)	Inventaire - fin
Aliment en quarantaine (kg)	4000	31 500	3000
Aliment en gestation (kg)	5000	300 000	6000
Aliment en lactation (kg)	2000	150 000	4000
Aliment pour porcelets (kg)	50	900	45

Programme alimentaire – Naisseur^b

Phases d'alimentation	Teneur en phosphore total (g/kg)
Aliment - Quarantaine	6,0
Aliment - Gestation	5,0
Aliment - Lactation	5,5
Aliment - Porcelet	5,5

^aLes quantités de chaque type d'aliments proviennent de la compilation de l'ensemble des livraisons d'aliments effectuées dans l'année.

^bTeneur en P total basée sur des analyses de laboratoire

Exemple 2 : Pouponnière en rotation**Données de performance et données alimentaires – Pouponnière**

Données	Inventaire - début	Achat/(vente) ^b	Inventaire - fin
Inventaire des animaux	350		357
Poids moyen en inventaire (kg)	14		14
Nombre d'animaux achetés		2142	
Poids moyen à l'entrée (kg)		6,6	
Nombre d'animaux morts ^a		65	
Poids moyen des animaux morts (kg)		15	
Aliment A (kg)	300	3000	250
Aliment B (kg)	500	6000	400
Aliment C (kg)	1000	16 200	1200
Aliment D (kg)	1500	38 400	1500
Nombre d'animaux vendus		2070	
Poids des animaux vendus ou sortis (kg)		28	

^aLes animaux morts incluent les animaux abattus par l'éleveur pour sa consommation personnelle.

^bLes quantités de chaque type d'aliments proviennent de la compilation de l'ensemble des livraisons d'aliments effectuées au cours de l'année.

Programme alimentaire – Pouponnière^c

Phases d'alimentation	Teneur en phosphore total (g/kg)
Aliment A	7,0
Aliment B	7,0
Aliment C	6,5
Aliment D	6,0

^cTeneur en P total basée sur des analyses de laboratoire

Exemple 3 : Engraissement en TPTV

Pour les élevages en TPTV, il n'y a généralement pas d'inventaire en début et à la fin pour les premiers aliments distribués (aliments A, B et C). Cependant, il peut rester des quantités du dernier aliment (aliment D). Selon l'ampleur des quantités restantes d'aliment, l'éleveur réacheminera ces quantités dans un autre élevage ou, s'il en reste peu, il utilisera les quantités restantes pour le lot suivant. À ce titre, les éleveurs font un suivi très serré des livraisons d'aliments en fin de lot afin de minimiser ces inventaires de fin, car il est coûteux de réacheminer des aliments dans d'autres élevages.

Les quantités d'aliments présentées ci-après incluent ces inventaires, d'où l'appellation « aliment servi ».

Données de performance et données alimentaires – Engraissement

Données	Lot 1	Lot 2	Lot 3
Date de début du lot	2016-01-01	2016-05-18	2016-09-17
Nombre d'animaux à l'entrée	1000	978	1002
Poids moyen à l'entrée (kg)	28	26	28,5
Nombre d'animaux morts ^a	35	42	47
Poids moyen des animaux morts (kg)	75	75	75
Aliment A servi (kg) ^b	42 000	43 000	42 100
Aliment B servi (kg)	57 000	55 700	57 000
Aliment C servi (kg)	69 000	67 500	69 000
Aliment D servi (kg) ^c	80 000	78 000	80 000
Nombre d'animaux vendus	965	936	955
Poids carcasse à la fin (kg)	103,7	103,5	103,8
Durée d'élevage incluant le vide sanitaire	138	142	138

^a Les animaux morts incluent les animaux abattus par l'éleveur pour sa consommation personnelle.

^b Les quantités de chaque type d'aliments proviennent de la compilation de l'ensemble des livraisons d'aliments effectuées pour chaque lot d'élevage.

^c Inclut l'inventaire de début (aliment restant du lot précédent) et l'inventaire de fin du présent lot.

Programme alimentaire – Engraissement^d

Phases d'alimentation	Teneur en phosphore total (g/kg)
Aliment A	5,4
Aliment B	5,0
Aliment C	4,7
Aliment D	4,6

^d Teneur en P total basée sur des analyses de laboratoire

2.4 Validation des données brutes

Avant de débiter la réalisation du bilan alimentaire, il est nécessaire de valider les données récoltées, car l'exactitude du bilan alimentaire pour évaluer les rejets en phosphore repose sur une saisie exacte de ces données. Le Tableau 2.1 présente des valeurs servant de barèmes : les données amassées devraient se situer entre ces valeurs selon le type d'élevage. Ces données proviennent d'une enquête réalisée auprès d'entreprises et d'éleveurs de porcs québécois. Si l'agronome relève des valeurs se situant en dehors de ces limites, il devra être en mesure de les justifier s'il les utilise dans le calcul du bilan alimentaire.

Tableau 2.1 Valeurs servant de barèmes de validation des données nécessaires à la réalisation du bilan alimentaire pour estimer la production de phosphore d'un lieu d'élevage^a

Type d'élevage	Critères de validation	Min.	Max.
Engraissement	Moyenne d'aliment servi par porc (kg)	200	330
	Poids de début moyen (kg)	6	35
	Poids carcasse de fin moyen (kg)	85	110
	% de mortalité	0	8
	Conversion alimentaire (kg d'aliment/kg de poids vif)	2,25	3
Pouponnière	Moyenne d'aliment servi par porc (kg)	15	45
	Poids de début moyen (kg)	4,5	10
	Poids vif de fin moyen (kg)	15	35
	% de mortalité	0	8
	Conversion alimentaire (kg d'aliment/kg de poids vif)	1,25	2
Naisseur	Truie		
	Moyenne d'aliment servi par truie/an (kg)	1000	1250
	Poids moyen à l'entrée (kg)	80	150
	Poids moyen à la première saillie (kg)	130	160
	Poids de réforme (et au décès) moyen (kg)	180	280
	Nombre de mises bas/truie en inventaire/an	2,2	2,3
	Nombre de porcelets sevrés/truie en inventaire/an	19	27
	Taux de remplacement (nombre de mortalités + réformes)	35 %	55 %
	Porcelets sous la mère		
	Poids au sevrage moyen (kg)	4,5	8
	% de mortalité	7 %	20 %
	Moyenne d'aliment servi par porcelet (kg)	0	0,2

^a Enquête réalisée auprès d'experts en nutrition, d'entreprises et d'éleveurs de porcs québécois (2016)

2.5 Calcul des rejets de l'élevage

2.5.1 Phosphore servi

Dans un premier temps, il faut calculer les quantités de phosphore servi pendant la période d'évaluation.

$$\begin{aligned}
 P \text{ servi} = & (\text{quantité aliment inventaire début} \times \text{teneur P aliment inventaire début}) \\
 & + (\text{quantité aliment acheté} \times \text{teneur P aliment acheté}) - (\text{quantité} \\
 & \text{aliment inventaire fin} \times \text{teneur P aliment inventaire fin})
 \end{aligned}$$

Si des quantités d'aliments sont vendues ou réacheminées dans un autre lieu d'élevage, il est alors important d'inclure ces données dans le calcul en soustrayant ces quantités du phosphore servi.

Voici les calculs pour les exemples de fermes décrites à la section 2.3.

Exemple 1 : Naisseur

	Inventaire au début (kg)	Achat/vente (kg)	Inventaire à la fin (kg)	Quantité servie (kg)	Teneur en phosphore (g/kg)	Quantité de phosphore servi (kg)
Aliment - Quarantaine (kg)	4000	31 500	3000	32 500	6	195 ^a
Aliment - Gestation (kg)	5000	300 000	6000	299 000	5	1495
Aliment - Lactation (kg)	2000	150 000	4000	148 000	5,5	814
Aliment - Porcelet (kg)	50	900	45	905	5,5	5
TOTAL				480 405		2509

Exemple 2 : Pouponnière en rotation

	Inventaire au début	Achat/vente	Inventaire à la fin	Quantité servie (kg)	Teneur en phosphore (g/kg)	Quantité de phosphore servi (kg)
Aliment A (kg)	300	3000	250	3050	7,0	21 ^b
Aliment B (kg)	500	6000	400	6100	7,0	43
Aliment C (kg)	1000	16 200	1200	16 000	6,5	104
Aliment D (kg)	1500	38 400	1500	38 400	6,0	230
TOTAL				63 550		398

Exemple 3 : Engraissement en TPTV (Lot 1)

	Quantité Achat (kg)	Teneur en phosphore (g/kg)	Quantité de phosphore servi (kg)
Aliment A (kg)	42 000	5,4	227 ^c
Aliment B (kg)	57 000	5,0	285
Aliment C (kg)	69 000	4,7	324
Aliment D (kg)	80 000	4,6	368
TOTAL			1204

P servi (lot 2) = 1187 kg P

P servi (lot 3) = 1205 kg P

P servi = 1204 + 1187 + 1205 = **3595 kg P**

$$\begin{aligned}
 &^a \text{P servi aliment quarantaine} = \\
 &(4000 \text{ kg aliment quarantaine} + \\
 &31\,500 \text{ kg aliment quarantaine} - 3000 \text{ kg aliment quarantaine}) \\
 &\quad \times \\
 &6 \text{ g P/kg aliment quarantaine} \\
 &\quad \times \\
 &1 \text{ kg}/1000 \text{ g} = 195 \text{ kg P}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &^b \text{P servi aliment A} = \\
 &[(300 \text{ kg A} \times 7 \text{ g P/kg A}) \\
 &+ (3000 \text{ kg A} \times 7 \text{ g P/kg A}) \\
 &- (250 \text{ kg A} \times 7 \text{ g P/kg A})] \\
 &\quad \times \\
 &1 \text{ kg}/1000 \text{ g} = 21 \text{ kg P}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &^c \text{P servi aliment A} = \\
 &(42\,000 \text{ kg A} \times 5,4 \text{ g P/kg A}) \\
 &\quad \times \\
 &1 \text{ kg}/1000 \text{ g} = 227 \text{ kg P}
 \end{aligned}$$

2.5.2 Phosphore retenu

Les quantités de phosphore retenu dans le lieu d'élevage pendant la période d'évaluation sont calculées comme suit :

$$\text{Phosphore retenu} = \text{kg de gain produit} \times \text{facteur de rétention en P (g P/kg de gain)}$$

Les facteurs de rétention en phosphore varient selon les différentes catégories d'élevages (Létourneau-Montminy *et al.*, 2017). Les facteurs à utiliser pour la réalisation des bilans alimentaires sont présentés dans le Tableau 2.2.

Tableau 2.2 Facteur de rétention en phosphore par kg de gain de poids pour les différentes catégories d'élevages en production porcine (Létourneau-Montminy *et al.*, 2017)

Catégories d'élevages	Facteur de rétention (g P/kg de gain)
Naisseur	
Cochettes en quarantaine (avant 1 ^{re} saillie)	5,6
Truies en gestation et en lactation	5,6
Porcelets sous la mère	5,1
Pouponnière	
Porcelets	5,1
Engraissement	
Porcs	5,1
Élevage de truies de remplacement	
Cochettes	5,6

Exemples des calculs pour les fermes :

Exemple 1 : Naisseur^a

$$\begin{aligned} \text{P retenu} = & \\ & \text{P retenu cochettes en quarantaine}^b \text{ (1)} \\ & + \\ & \text{P retenu truies en gestation (2)} \\ & + \\ & \text{P retenu porcelets sous la mère (3)} \end{aligned}$$

$$(1) \text{ P retenu cochettes en quarantaine} =$$

$$\begin{aligned} & [\text{Nombre de cochettes entrées} \times (\text{poids saillie cochette} - \text{poids d'entrée cochette})] \\ & \times 0,0056 \text{ kg P/kg de gain} \end{aligned}$$

^aEn rappel, les verrats ne sont pas considérés dans le calcul du gain de poids, car leur gain de poids est considéré comme étant négligeable sur l'ensemble.

^bLa quarantaine de l'élevage est considérée dans le calcul en autant que le lieu de la quarantaine est dans le même lieu d'élevage, c'est-à-dire que la distance d'une installation ou d'un ouvrage p/r à l'installation ou l'ouvrage le plus rapproché est d'au plus 150 m. Dans le cas contraire, le calcul du bilan alimentaire doit se faire séparément.

^cLes jeunes truies (parités 1,2 et 3) sont encore en croissance et ont donc des gains de poids plus importants que les truies plus âgées ayant alors atteint leur poids de maturité (parité 4 et plus). De façon à simplifier le calcul et parce que le résultat obtenu est très près de la valeur réelle, le gain de poids de l'ensemble des truies est associé aux truies réformées.

^dValeur théorique recommandée en l'absence de données provenant de l'élevage (voir Tableau 1.2)

$$\text{P retenu cochettes en quarantaine} = [180 \times (150 - 100)] \times 0,0056 \text{ kg P/kg de gain} = 50 \text{ kg}$$

$$(2) \text{ P retenu truies en gestation}^c =$$

$$[\text{Nombre de truies réformées et mortes} \times (\text{poids réforme} - \text{poids saillie cochette})] \times 0,0056 \text{ kg P/kg de gain}$$

$$\text{P retenu truies en gestation} = [180 \times (260 \text{ kg/truie} - 150 \text{ kg/truie})] \times 0,0056 \text{ kg P/kg de gain} = 111 \text{ kg}$$

$$(3) \text{ P retenu porcelets sous la mère} =$$

$$[(\text{Nombre de porcelets sevrés} \times \text{poids moyen des porcelets sevrés (kg)}) + (\text{nombre de porcelets morts} \times 2 \text{ kg}^d)] \times 0,0051 \text{ kg P/kg de gain}$$

$$\text{P retenu porcelets sous la mère} = [(9800 \times 6 \text{ kg}) + (1600 \times 2 \text{ kg})] \times 0,0051 \text{ kg P/kg de gain} = 316 \text{ kg}$$

$$\text{P retenu naisseur} = 50 \text{ kg} + 111 \text{ kg} + 316 \text{ kg} = \mathbf{477 \text{ kg}}$$

Exemple 2 : Pouponnière en rotation

$$\text{P retenu porcelets} =$$

$$[(\text{nombre d'animaux inventaire fin} \times \text{poids moyen animaux inventaire fin}) + (\text{nombre d'animaux vendus} \times \text{poids moyen animaux vendus}) + (\text{nombre d'animaux morts} \times \text{poids moyen animaux morts})] - [(\text{nombre d'animaux inventaire début} \times \text{poids moyen animaux inventaire début}) + (\text{nombre d'animaux achetés} \times \text{poids moyen animaux achetés})] \times 0,0051 \text{ kg P/kg de gain}$$

$$\text{P retenu porcelets} =$$

$$[(357 \text{ porcs} \times 14 \text{ kg/porc}) + (2070 \text{ porcs} \times 28 \text{ kg/porc}) + (65 \text{ porcs} \times 15 \text{ kg/porc})] - [(2142 \text{ porcs} \times 6,6 \text{ kg/porc}) + (350 \text{ porcs} \times 14 \text{ kg/porc})] \times 0,0051 \text{ kg P/kg de gain}$$

$$\text{P retenu porcelets} = \mathbf{228 \text{ kg P}}$$

Exemple 3 : Engraissement en TPTV

P retenu (lot 1) =

[(nombre d'animaux vendus X poids carcasse moyen animaux vendus X 100 kg poids vif/81 kg carcasse) + (nombre d'animaux morts X poids moyen animaux morts)] – [nombre d'animaux achetés X poids moyen animaux achetés] X 0,0051 kg P/kg de gain

P retenu (lot 1) =

[(965 porcs X 103,68 kg carcasse/porc X 100 kg poids vif/81 kg carcasse) + (35 porcs X 75 kg/porc) – (1000 porcs X 28 kg/porc)] X 0,0051 kg P/kg de gain

P retenu (lot 1) = 501 kg de P

P retenu (lot 2) = 496 kg de P

P retenu (lot 3) = 496 kg de P

P retenu engraissement = 500 + 496 + 496 = **1492 kg de P**

2.5.3 Phosphore excrété

Les quantités de phosphore et de P_2O_5 excrétées sont obtenues par les calculs suivants :

P excrété = P servi – P retenu

P_2O_5 excrété = P excrété X 2,29 kg P_2O_5 /kg P

Voici les calculs pour les fermes exemples.

Exemple 1 : Naisseur

P excrété = 2509 kg P – 477 kg P = 2032 kg P

P_2O_5 excrété = 2032 kg P X 2,29 kg P_2O_5 /kg P = **4651 kg de P_2O_5**

Exemple 2 : Pouponnière en rotation

P excrété = 398 kg P – 228 kg P = 170 kg P

P_2O_5 excrété = 170 kg P X 2,29 kg P_2O_5 /kg P = **389 kg de P_2O_5**

Exemple 3 : Engraissement en TPTV

$$P \text{ excrété} = 3595 \text{ kg P} - 1493 \text{ kg P} = 2102 \text{ kg de P}$$

$$P_2O_5 \text{ excrété} = 2102 \text{ kg P} \times 2,29 \text{ kg } P_2O_5/\text{kg P} = 4814 \text{ kg de } P_2O_5$$

$$P_2O_5 \text{ excrété ajusté en fonction de 365 jours} = 4814 \text{ kg } P_2O_5 \times 365 \text{ j}/(138 \text{ j} + 142 \text{ j} + 138 \text{ j}) = \mathbf{4204 \text{ kg de } P_2O_5}$$

2.6 Validation de la valeur de production de phosphore

Afin de valider les résultats du bilan alimentaire, des valeurs de rétention maximales exprimées en pourcentage (%) de la quantité servie par type d'élevage ont été estimées (Létourneau-Montminy *et al.*, 2017). La valeur de rétention est obtenue en effectuant l'opération suivante :

$$\% \text{ de rétention} = \text{kg P retenu}/\text{kg P servi} \times 100$$

Tableau 2.3 Critères de validation des résultats du bilan alimentaire selon les différents types d'élevages (Létourneau-Montminy *et al.*, 2017)

Catégories d'élevages	Rétention maximale ^a (P retenu/P servi)
Naisseur	20 %
Pouponnière	65 %
Engraissement	55 %
Élevage de truies de remplacement	55 %

^a Rétention maximale basée sur des valeurs observées chez des élevages québécois performants

Ces valeurs signifient qu'un élevage de type « naisseur » retient seulement jusqu'à 20 % du phosphore servi, le reste étant soit excrété par les animaux ou gaspillé. Cette valeur représente un maximum, signifiant donc qu'il est possible d'observer des valeurs de rétention plus faibles, soit par exemple de l'ordre de 5 à 10 %. À l'opposé, un élevage de type « pouponnière » retient jusqu'à 65 % du P servi, représentant le type d'élevage le plus efficace à retenir le phosphore servi. Les élevages de types « engraissement » et « truies de remplacement » ont des efficacités de rétention intermédiaires avec une rétention maximale de 55 %. Encore une fois, les valeurs de rétention moyennes se situeront généralement sous ces valeurs de rétention maximales. Cet écart est généralement de l'ordre de 5 à 15 %, d'où l'absence de valeur minimale, car une grande variabilité peut être observée (Létourneau-Montminy *et al.*, 2017).

Exemple 1 : Naisseur

$$\begin{aligned}\% \text{ de rétention} &= 477 \text{ kg P} / 2509 \text{ kg P} \times 100 \\ &= 19 \%\end{aligned}$$

Exemple 2 : Pouponnière en rotation

$$\begin{aligned}\% \text{ de rétention} &= 228 \text{ kg P} / 398 \text{ kg P} \times 100 \\ &= 57 \%\end{aligned}$$

Exemple 2 : Engraissement en TPTV

$$\begin{aligned}\% \text{ de rétention} &= 1492 \text{ kg P} / 3595 \text{ kg P} \times 100 \\ &= 42 \%\end{aligned}$$

Pour les élevages de type « naisseur-finisser » incluant généralement tous les types d'élevages, la validation des données est plus complexe. En effet, alors qu'il n'est pas nécessaire de séparer les données de performance par catégorie d'élevage pour la réalisation du bilan alimentaire chez un naisseur-finisser, la validation nécessiterait quant à elle de le faire. Considérant la difficulté que représente pour certains éleveurs l'estimation des quantités d'aliments et des poids de transfert de leurs animaux entre les différents types d'élevages, il revient à l'agronome ou au conseiller sous sa surveillance de juger si les valeurs estimées par catégorie d'élevage s'avèrent suffisamment fiables pour être utilisées comme valeurs de validation des résultats. Il est donc recommandé, dans le cas d'un élevage de type « naisseur-finisser », de bien valider les données brutes utilisées et de valider que les performances zootechniques et de rétention en P sont cohérentes.

Résumé des éléments clés du Chapitre 2

La méthode du bilan alimentaire permet d'établir les quantités de phosphore excrétées en faisant la différence entre les quantités de phosphore servi et les quantités de phosphore retenu par les animaux. Considérant qu'une variabilité peut exister entre les lots d'élevage au cours d'une année et que le bilan de phosphore est généralement évalué en fonction d'une période d'un an, la réalisation du bilan alimentaire pour estimer la production de phosphore d'un lieu d'élevage doit également se faire en fonction de ce même intervalle de temps.

Lors de la réalisation d'un bilan alimentaire, il est recommandé de valider les données brutes afin de détecter la présence de données aberrantes et de valider également le résultat obtenu. Le principal critère de validation du résultat du bilan alimentaire est la rétention maximale, c'est-à-dire le rapport entre le P retenu et le P servi. Le résultat du bilan alimentaire ne devrait pas dépasser les valeurs maximales par catégorie d'élevage, valeur découlant de la recherche récente menée au Québec.

Les précédents chapitres présentent la démarche à suivre pour estimer la production de phosphore d'un lieu d'élevage par le biais de la méthode du bilan alimentaire. Le présent chapitre a, quant à lui, pour objectif de fournir des éléments de comparaison et des pistes pour améliorer le bilan phosphore d'un élevage.

3.1 Critères clés à considérer

En production porcine, deux critères sont particulièrement importants à considérer pour réduire la production de phosphore d'un lieu d'élevage : il s'agit de l'efficacité alimentaire (kg gain/kg d'aliment) et de la teneur en phosphore des aliments.

3.1.1 Efficacité alimentaire

L'efficacité alimentaire d'un élevage de porcs se définit par les kg de gain de poids vif pouvant être produits avec un kg d'aliment, la conversion alimentaire étant l'inverse, soit la quantité d'aliments nécessaires pour produire un kg de poids vif. Considérant que le bilan alimentaire représente la différence entre les quantités servies et les quantités retenues, une amélioration de l'efficacité alimentaire, que ce soit par une diminution des quantités servies ou par une augmentation du gain de poids, impliquera une amélioration du bilan alimentaire et, par conséquent, une diminution des rejets en phosphore.

Pour obtenir des estimations précises de l'efficacité alimentaire, il faut tout d'abord calculer la quantité totale d'aliments servis pendant la période concernée selon l'équation suivante :

$$\text{Quantité totale d'aliments servis (kg)} = \text{Inventaire au début de la période (kg)} + \text{Achats (kg)} - \text{Inventaire à la fin de la période (kg)}$$

La seconde étape consiste à déterminer le nombre de kilogrammes de porcs produits pendant la période concernée. Pour les élevages en TPTV, les inventaires de fin et de début sont à zéro. Par conséquent, ce sont donc les quantités réelles vendues, dont les quantités achetées sont soustraites, qui représentent les kilogrammes de porcs produits. Pour les élevages en rotation ou en continu, les variations d'inventaire ont un impact sur la détermination des quantités produites et doivent donc être prises en considération en plus des quantités vendues. En ce qui concerne le poids des mortalités, ce critère est parfois considéré et parfois non considéré. Dans le premier cas, l'efficacité alimentaire a été établie selon un angle technique (agronomique), alors que dans le second cas, l'efficacité alimentaire a été définie selon un angle économique. Pour utiliser les données du présent guide en vue de faire des comparaisons, il faut savoir que ces données d'efficacité alimentaire ont été établies selon un angle économique, et donc, que le poids des morts n'a pas été considéré dans leur calcul.

$$\text{Nombre de kg de gain produits} = \text{Inventaire de porcs à la fin de la période (kg)} + \text{ventes (kg)} - \text{Achats (kg)} - \text{Inventaire de porcs au début de la période (kg)}$$

Pour les pouponnières et les engraissements, le dénominateur est la valeur de kilogrammes de gain de porcelets produits. Pour les naisseurs, ce sera la quantité totale d'ingrédients ou d'aliments par truie en inventaire. Pour les naisseurs-finisseries, une évaluation précise de l'efficacité alimentaire peut être plus difficile à calculer, car il faut établir les quantités d'aliments utilisées précisément pour chacun des trois types d'élevages, soit pour le naisseur, la pouponnière et l'engraissement. Cela implique donc une estimation des inventaires d'ingrédients (ou d'aliments) et de porcs à chacune des sections des bâtiments du lieu d'élevage.

3.1.2 Composition de l'aliment

La teneur en P des aliments influence directement les résultats du bilan alimentaire et, afin de minimiser les rejets en P, il faut alimenter les animaux avec un aliment limitant les excès le plus possible tout en évitant de les sous-alimenter et ainsi réduire leurs performances de croissance. Déjà, avec la spécialisation des sites de production, il est possible de servir aux animaux des aliments répondant à leurs besoins nutritionnels, et ce, en évitant de trop grandes carences ou excès, car les animaux de poids différents (pouponnière par rapport à engraissement) ou ayant des stades physiologiques différents (gestation par rapport à lactation) sont regroupés et consomment un aliment correspondant à leur condition.

Les apports en phosphore sont déterminés en établissant le besoin en P de l'animal ou du groupe d'animaux, correspondant donc au P digestible à inclure dans l'aliment. Sachant que la digestibilité du phosphore varie d'un ingrédient à l'autre et que le phosphore provenant de l'aliment n'est jamais totalement digestible, la formulation des aliments occasionnera un apport en P non digestible. Les quantités de phosphore total des aliments correspondent donc au P digestible et non digestible de l'aliment. Une diminution des rejets en phosphore par un changement de la composition de l'aliment passerait donc par une diminution de l'apport en P non digestible.

3.2 Comparaison de performances

Pour un même apport alimentaire de phosphore, les élevages présentant les meilleures performances zootechniques afficheront généralement les rejets en P les plus bas. À titre d'exemple, pour un naisseur, le nombre de porcelets sevrés par truie en inventaire ou en production est le critère le plus significatif de la productivité d'un élevage. De façon générale, plus la productivité sera élevée pour une même quantité d'aliments servis, plus la production de phosphore par truie en production sera réduite puisqu'un plus grand nombre de porcelets sera produit. Ainsi, il peut être intéressant pour l'agronome ou le conseiller sous sa surveillance de comparer les performances techniques de l'élevage qu'il analyse afin d'identifier des

pistes d'amélioration pouvant éventuellement résulter en une diminution des rejets et des apports de phosphore.

Le Tableau 3.1 présente les résultats techniques des élevages américains moyens et de tête (25 % des élevages étant les meilleurs) pour les 3 catégories d'élevages en 2015.

Tableau 3.1 Résultats techniques moyens et de tête (25 % des élevages étant les meilleurs) d'élevages américains (adapté de Stalder, 2015)

Catégorie d'élevage	Élevage conventionnel		25 % (les meilleurs)	
	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type
Engraissement (n=1312)^a				
Mortalité (%)	5,53	3,32	4,48	2,52
Poids d'abattage (kg)	125,83	6,58	128,64	5,26
Durée d'élevage (jours)	121,40	15,00	110,3	9,3
GMQ (kg)	0,84	0,07	0,93	0,04
Conversion alimentaire	2,69	0,23	2,57	0,22
Pouponnière (n=851)¹				
Mortalité (%)	5,22	5,23	3,53	3,06
Poids de sortie (kg)	24,27	5,72	30,21	5,72
Durée d'élevage (jours)	48,10	8,80	52,1	10,4
GMQ (kg)	0,37	0,06	0,46	0,04
Conversion alimentaire	1,54	0,19	1,54	0,22
Naisseur (n=746)				
Porcelets/truie productive/année	23,4	3,9	28	2,5
Portées/truie productive/année	2,27	0,22	2,54	0,26
Nombre de porcelets totaux/portée	13,5	1	13,9	0,8
Mort-nés et momifiés (%)	1,35	0,64	1,11	0,34
Nés vivants	12,1	1	12,7	0,7
Nombre de porcelets sevrés	10	1,2	11	0,7
Mortalité naissance/sevrage (%)	17,4	8,2	13,2	4,2
Poids au sevrage (kg)	6,30	0,86	5,94	0,64
Âge au sevrage (jours)	22	3,1	20,4	2,1

^aLes poids d'entrée ont été ajustés afin de pouvoir comparer les élevages.

Lors de comparaisons avec d'autres élevages, il est important d'être à l'affût des changements de conduite d'élevage (régie) et de l'état de santé du troupeau pouvant influencer les rejets en phosphore. À titre d'exemple, présentement, le poids vif du porc d'abattage visé au Québec est de 125 à 135 kg, alors qu'il était davantage autour de 105 à 115 kg en 2006. Le poids des porcs a donc augmenté d'environ 23,8 % en 10 ans seulement. Ce changement a eu des impacts importants sur plusieurs aspects de la production porcine dont, entre autres, la capacité des bâtiments exprimée en place-porc, le nombre d'élevages par année et les rejets en phosphore par porc, voire par kilogramme de porc produit. Il est toutefois à noter que la méthode du bilan alimentaire tient compte de ces changements, mais il est alors peu recommandé de comparer des élevages présentant des éléments de conduite d'élevage (régie) aussi différents.

3.3 Facteurs qui influencent les performances d'élevage et la production de phosphore

Quel que soit le type d'élevage ou le mode de production, les résultats techniques en matière de reproduction, de mortalité ou de croissance s'appuient sur la maîtrise des principaux facteurs de production. Tel que mentionné précédemment, la productivité d'un élevage a un impact important sur la charge en phosphore des effluents. Plus spécifiquement, les principaux facteurs influençant les rejets en phosphore sont la génétique, les aliments, la conduite d'élevage et le statut sanitaire.

3.3.1 Génétique

En production porcine, la sélection génétique porte principalement sur dix caractères génétiques (CCAP, 2014). Parmi ceux-ci, quelques-uns ont un impact direct sur la production de phosphore d'un élevage porcin, soit l'âge à 100 kg, la conversion alimentaire, la taille de la portée à la naissance, la survie périnatale des porcelets et, dans une moindre mesure, l'intervalle entre les mises bas.

De 2007 à 2013, l'âge à 100 kg a diminué de 5,6 jours, soit 0,9 jour/année (Tableau 3.2). Pour la même période, le taux de conversion alimentaire s'est amélioré de 0,075 kg d'aliment/kg de gain. La vitesse de croissance s'étant améliorée, ceci permet une augmentation du nombre de rotations dans un élevage et une diminution de la quantité totale d'aliments nécessaire pour élever un porc jusqu'au poids du marché.

Tableau 3.2 Progrès génétique par rapport aux principaux caractères évalués dans le programme national d'amélioration génétique des porcs entre 2007 et 2013 (adapté de CCAP, 2014)

Caractères	Unités	Variation totale (2007-2013)
Âge à 100 kg	jours	-5,6
Conversion alimentaire	kg aliment/kg gain	-0,075
Taille de portée à la naissance	porcelet/portée	0,74
Survie périnatale des porcelets	%	1,84
Intervalle entre mises bas	jour	-0,07

De 2007 à 2013, la taille de la portée a augmenté de 0,74 porcelet par portée pour la période et de 0,12 porcelet annuellement. Pour la même période, le taux de survie périnatale des porcelets s'est amélioré de 1,84 % et, de 0,31 % annuellement (CCAP, 2014). L'amélioration de ces deux caractères permet une amélioration significative et rapide du nombre de porcelets sevrés par truie par portée.

3.3.2 Alimentation



Composition des rations

La teneur en P des aliments influence directement les résultats du bilan alimentaire et son optimisation peut permettre de minimiser les rejets en P (Jondreville et Dourmad, 2005). Voici quelques pistes de solution pour réduire les rejets en P d'un élevage par le biais de la composition des aliments.

Une première façon d'optimiser la digestibilité en phosphore des aliments destinés aux porcs est d'utiliser la phytase. En rappel, les quantités de phosphore total des aliments correspondent

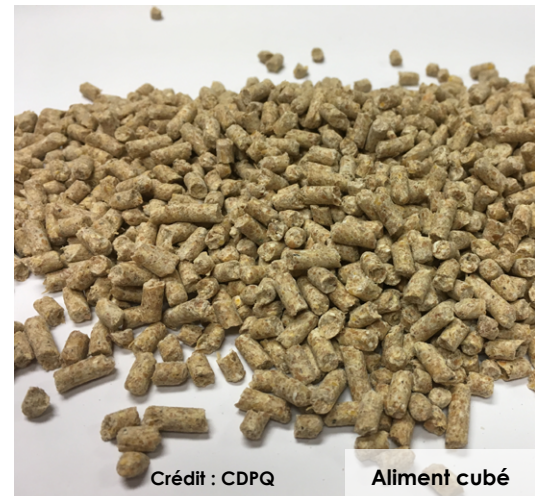
au P digestible et non digestible de l'aliment. La phytase est une enzyme permettant d'augmenter la digestibilité du phosphore phytique contenu dans les produits d'origine végétale (ex. : maïs, orge, tourteau de soya). En ajoutant cette enzyme, la teneur en phosphore total des aliments peut être diminuée et le contenu en P des lisiers s'en trouve réduit de 30 à 60 % (NRC, 2012). La phytase est aujourd'hui reconnue comme une source de P au même titre que les phosphates en permettant une diminution significative de la production de phosphore d'un élevage porcin. Il est d'ailleurs à noter que cette enzyme est d'ores et déjà utilisée dans la quasi-totalité des élevages porcins québécois. Bref, la phytase a un impact indirect sur le calcul du bilan alimentaire en permettant de rendre digestible davantage de phosphore, ce qui par conséquent, donne la possibilité de réduire les apports en P total.

Une seconde façon d'optimiser la teneur en phosphore des aliments destinés aux porcs est d'augmenter le nombre de phases d'alimentation afin d'adapter davantage les apports alimentaires aux besoins de croissance et du stade physiologique des porcs (Champagne et Bachand, 2002). De plus, l'alimentation de précision individualisée en engraissement (Pomar *et al.*, 2015) ou l'alimentation de précision par groupe pour laquelle les porcs sont initialement regroupés par poids (Cloutier *et al.*, 2014) permettraient d'optimiser les apports alimentaires selon le besoin de chaque porc ou de petits groupes de porcs. Une autre stratégie à l'étude consiste à réduire les apports de phosphore et de calcium durant une ou deux phases d'alimentation pour stimuler l'efficacité de l'animal à utiliser le phosphore, ce dernier étant bien régulé par l'animal (Gonzalo, 2017; Létourneau-Montminy *et al.*, 2014). Dans ces travaux, une diminution de 12 à 26 % de la quantité de P digestible ingéré de 25 à 110 kg permettait une augmentation de l'efficacité de rétention de 4 à 18 % sans modifier les performances de croissance et la minéralisation osseuse à l'abattage (Létourneau-Montminy *et al.*, 2014).

Texture des aliments

La texture des aliments a un impact sur la prise alimentaire et sur l'efficacité alimentaire et, par conséquent, également sur la production de phosphore. Les aliments servis aux porcs sont généralement sous forme moulue (farine) ou sous forme granulée (cubée). Les aliments fabriqués à la ferme sont majoritairement en farine alors que les aliments provenant de meuneries commerciales sont généralement cubés. L'avantage de la forme cubée est qu'elle permet une amélioration de 4 à 8 % du gain moyen quotidien et du taux de conversion par rapport aux mêmes aliments servis sous forme de farine pour le porcelet ou le porc en croissance (Miller, 2012).

Les élevages dont les aliments sont fibreux et sous forme moulue ou encore ceux dont les aliments sont servis au sol sont les élevages pouvant le plus réduire leur production de phosphore par



Crédit : CDPQ

Aliment cubé

un changement dans la texture de leurs aliments. En effet, le changement de fabrication de leurs aliments vers une forme cubée permettrait d'améliorer la digestibilité des nutriments et de diminuer les pertes par la poussière.

Granulométrie des aliments

Lors du processus de fabrication des aliments destinés aux porcs, le broyage des ingrédients constitue une étape importante, car il favorise une meilleure digestibilité des nutriments et une meilleure conversion alimentaire selon la finesse du broyage (Guillou et Landeau, 2000). En effet, ce processus augmente la surface de contact des particules alimentaires permettant ainsi aux enzymes digestives et aux autres agents, tels que l'acide chlorhydrique, une plus grande efficacité d'action. Il est toutefois à noter qu'un broyage trop fin augmenterait l'incidence des ulcères gastriques chez le porcelet et le porc à l'engrais (Guillou et Landeau, 2000). La taille des particules recommandée pour les porcs en croissance est de 550 à 700 microns de diamètre moyen (Champagne et Bachand, 2002).

Utilisation d'auges et de trémies⁵

Dans l'optique de réduire les rejets à la source, le choix et la gestion des équipements d'alimentation sont importants et doivent permettre de limiter le gaspillage. L'alimentation à volonté des porcs à l'aide de trémies devient incontournable. Ce mode de distribution permet d'augmenter la vitesse de croissance et de réduire la quantité de moulée nécessaire pour chaque kg produit (gain amélioré de 5 à 10 % et réduction de la conversion de 4 à 7 %) en plus de limiter le gaspillage. L'amélioration de l'efficacité alimentaire a, entre autres, un effet direct sur la production de lisier et sur son contenu en phosphore. L'usage d'auges et de trémies rend possible la réduction des rejets d'azote et de phosphore d'environ 10 % comparativement à l'alimentation au sol.

3.3.3 Conduite d'élevage⁵

La conduite d'élevage influence les performances zootechniques et les rejets. Les principaux facteurs à considérer sont la température, la densité d'élevage et le bien-être.

La température ambiante a un impact sur les performances des élevages. Compte tenu de sa physiologie, le porc préfère une certaine température appelée température de confort. Elle varie selon le stade physiologique, l'âge et le poids de l'animal. Ainsi, lorsqu'on s'éloigne de la température de confort, le porc peut adapter plus ou moins sa consommation journalière de moulée. Cette adaptation entraîne bien souvent des pertes d'efficacité et de productivité dans les élevages. Il est donc recommandé de respecter le plus possible la température de confort des animaux.

⁵Texte tiré du guide *Bilan alimentaire en production porcine* (2006)

3.3.4 Statut sanitaire

Le statut sanitaire d'un élevage a un impact plus ou moins important selon la gravité de la ou des maladies en présence et du nombre de porcs affectés. Toute maladie qui ralentit la croissance des animaux ou augmente la mortalité détériore également l'efficacité alimentaire, augmentant ainsi la production en phosphore de l'élevage. Le taux de mortalité d'un élevage peut être un bon indicateur du statut sanitaire de celui-ci.

Résumé des éléments clés du Chapitre 3

La rigueur appliquée dans le processus de détermination de la production de phosphore d'un élevage porcin permet d'obtenir un portrait précis et fiable de la productivité d'un troupeau et de son impact environnemental.

La méthode du bilan alimentaire permet donc non seulement d'évaluer la production de phosphore du lieu d'élevage, mais elle permet également d'acquérir de l'information pour interpréter les résultats et établir des pistes de solutions afin de réduire les rejets en P.

En rappel, les deux principaux critères à mesurer et à analyser pour juger de la production de phosphore d'un lieu d'élevage sont l'efficacité alimentaire et la teneur en phosphore des aliments.

Les principaux facteurs à considérer lors de l'analyse des résultats ou en perspective de recommander des pratiques pouvant améliorer le bilan de phosphore d'un lieu d'élevage sont :

- La génétique du troupeau;
- L'utilisation de phytase;
- Le nombre de phases alimentaires;
- La texture, la granulométrie et l'utilisation d'auges et de trémies;
- La conduite d'élevage (ex. : température);
- Le statut sanitaire.

1. AGRIDEA. 2015. Instructions concernant la prise en compte des aliments appauvris en éléments nutritifs dans le cadre du Suisse-Bilanz. Office fédéral de l'agriculture. Édition 1.8. 8 p.
2. CCAP. Rapport annuel 2014. 38 p. Centre canadien pour l'amélioration des porcs inc. http://www.ccsi.ca/main.cfm?target_page=annual
3. CECPA. 2014. Étude sur le coût de production des porcelets et porcs en 2012 au Québec. Centre d'études sur les coûts de production en agriculture. 78 p. <http://www.cecpa.qc.ca/?rub=2&sousRub=1&typeProduction=2>
4. Champagne, D. et C. Bachand. 2002. Deux mesures pour réduire les rejets par la régie alimentaire. Fédération des producteurs de porcs du Québec. Porc Québec, avril. 5 p. <http://www.agrireseau.net/porc/Documents/Alimentationavril2002.pdf>
5. Cloutier, L. 2015. ABC de la production porcine - Alimentation porcine. Centre de développement du porc du Québec. <http://www.cdpq.ca/getattachment/Publications-et-documents/Indicateurs-de-performance/2015-02-ABC-production-Alimentation.pdf.aspx>
6. Cloutier, L., G. Berthiaume, J. Rivest et M. Morin. 2014. Alimentation de précision par groupe en milieu commercial. Rapport final. Centre de développement du porc du Québec. 29 p. <http://www.cdpq.ca/getattachment/Recherche-et-developpement/Projets-de-recherche/Projet-207/Rapport-final-pour-publication.pdf.aspx>
7. Comité d'orientation pour des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement (CORPEN). 2003. Estimation des rejets d'azote, phosphore, potassium, cuivre et zinc des porcs. Corpen (Eds). Paris, France. 41 p.
8. Gonzalo, E. 2017. Consequences of a dietary phosphorus and calcium depletion and repletion strategy in growing-finishing pigs. Thèse de doctorat, Université Laval. 151 p.
9. Guillou, D. et E. Landeau. 2000. Granulométrie et nutrition porcine. INRA Prod. Anim. 13 (2) : 137-145. <http://prodinra.inra.fr/ft?id=E227C10A-AE52-4EAC-9E78-8EDFB768931B>
10. Jondreville, C. et J.Y. Dourmad. 2005. Le phosphore dans la nutrition des porcs. INRA Prod. Anim. 18 : 183-192.
11. Lacroix, C. et M. Morin. 2016. ABC de la production porcine – Portrait de la production porcine québécoise. Centre de développement du porc du Québec. 5 p. http://www.cdpq.ca/getattachment/Publications-et-documents/Indicateurs-de-performance/2016-09_ABC_prod_Quebec.pdf.aspx (Consulté le 30-09-2016).

12. Les Éleveurs de porcs du Québec. 2006. Bilan alimentaire en production porcine – Guide technique. 67 p. http://www.caaaq.gouv.qc.ca/userfiles/File/Memoires%20nationales%20Quebec/18-Q-Federation_produceurs_porcs_Qc_Annexe15.pdf
13. Létourneau-Montminy, M-P., L. Cloutier, P. Gagnon, F. Guay, C. Pomar, C. Couture, I. Lachance et M. Marcoux. 2017. Validation de la méthode du bilan alimentaire pour estimer la charge en phosphore d'un lieu d'élevage porcin. Centre de développement du porc du Québec (CDPQ). 39 p.
14. Létourneau-Montminy, M.P., P.A. Lovatto et C. Pomar. 2014. The intestinal absorption of dietary calcium and phosphorus and their efficiency in bone mineral retention are affected by body mineral status in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 92: 3914-24.
15. Miller, T. G., M.D. Tokach et J.M. DeRouche. 2012. *Swine Feed Efficiency: Influence of Pelleting*. Iowa State University. 2 p.
16. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). 2013. Règlement sur les exploitations agricoles, chapitre Q-2, r. 26. <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/Q-2,%20r.%2026>
17. NRC. 2012. *Nutrient Requirements of Swine: Eleventh Revised Edition*. National Research Council. Washington, DC: The National Academies Press. DOI:10.17226/13298.
18. Pomar, C., J. Pomar, J. Rivest, L. Cloutier, M.P. Létourneau-Montminy, I. Andretta et L. Hauschild. 2015. Estimating real-time individual amino acid requirements in growing-finisher pigs: towards a new definition of nutrient requirements? Dans : *Nutritional modelling for pigs and poultry*, Eds. (N.K. Sakomura, R. Gous, I. Kyriazakis et L. Hauschild), 157-174. CAB International. Wallingford, UK.
19. Roch, G. et H. Perreault. 2007. Le bilan alimentaire - Outil d'évaluation des charges d'azote et de phosphore. Fiche technique No 2A. Plan des interventions agroenvironnementales de la FPPQ. Fédération des producteurs de porcs du Québec. Janvier. 4 p.
20. Stalder, K.J. 2016. 2015 Pork Industry Productivity Analysis. National Pork Board. 20 p. <http://www.pork.org/wp-content/uploads/2016/08/2016-pork-industry-productivity-analysis.pdf>
21. Statistics Netherlands. 2012. Standardised calculation methods for animal manure and nutrients. <https://www.cbs.nl/nl-nl/publicatie/2012/29/-/media/6d-9d2a54e3154455943303e776f71070.ashx>
22. Suttle, N.F. 2010. *The mineral nutrition of livestock*. 4^e éd. CABI Publishing. Wallingford, UK.

Annexe 1. Exemples de protocoles de prélèvement d'échantillons de moulée

Tableau A. Protocole de prélèvements en fonction des types de moulée pour un élevage de type « naisseur » (élevage en rotation)

Date de fabrication	Quantité d'aliment fabriquée		Prélèvements	
	Gestation	Lactation	Gestation	Lactation
01-janv.	8000	3000	500 g	500 g
08-janv.	8000	3000		
15-janv.	8000	3000		
22-janv.	8000	3000		
29-janv.	8000	3000		
05-févr.	8000	3000	500 g	500 g
12-févr.	8000	3000		
19-févr.	8000	3000		
26-févr.	8000	3000		
05-mars	8000	3000	500 g	500 g
12-mars	8000	3000		
19-mars	8000	3000		
26-mars	8000	3000		
02-avr.	8000	3000	500 g	500 g
09-avr.	8000	3000		
16-avr.	8000	3000		
23-avr.	8000	3000		
30-avr.	8000	3000		
07-mai	8000	3000	500 g	500 g
14-mai	8000	3000		
21-mai	8000	3000		
28-mai	8000	3000		
04-juin	8000	3000	500 g	500 g
11-juin	8000	3000		
18-juin	8000	3000		
25-juin	8000	3000		
02-juill.	8000	3000	500 g	500 g
09-juill.	8000	3000		
16-juill.	8000	3000		
23-juill.	8000	3000		
30-juill.	8000	3000		
06-août	8000	3000	500 g	500 g
13-août	8000	3000		

Annexe 1. Exemples de protocoles de prélèvement d'échantillons de moulée

Tableau A. Protocole de prélèvements en fonction des types de moulée pour un élevage de type « naisseur » (élevage en rotation) (suite)

Date de fabrication	Quantité d'aliment fabriquée		Prélèvements	
	Gestation	Lactation	Gestation	Lactation
20-août	8000	3000		
27-août	8000	3000		
03-sept.	8000	3000	500 g	500 g
10-sept.	8000	3000		
17-sept.	8000	3000		
24-sept.	8000	3000		
01-oct.	8000	3000	500 g	500 g
08-oct.	8000	3000		
15-oct.	8000	3000		
22-oct.	8000	3000		
29-oct.	8000	3000		
05-nov.	8000	3000	500 g	500 g
12-nov.	8000	3000		
19-nov.	8000	3000		
26-nov.	8000	3000		
03-déc.	8000	3000	500 g	500 g
10-déc.	8000	3000		
17-déc.	8000	3000		
24-déc.	8000	3000		
31-déc.	8000	3000		

Annexe 1. Exemples de protocoles de prélèvement d'échantillons de moulée

Tableau B. Protocole d'élaboration des échantillons composites destinés à être analysés en laboratoire pour un élevage de type « naisseur » (élevage en rotation)

Nom de l'échantillon	Prélèvements utilisés		Échantillon composite
Gestation_composite1	01-janv.	500 g	500 g (provenant du 3000 g au total)
	05-févr.	500 g	
	05-mars	500 g	
	02-avr.	500 g	
	07-mai	500 g	
	04-juin	500 g	
Gestation_composite2	02-juill.	500 g	500 g (provenant du 3000 g au total)
	06-août	500 g	
	03-sept.	500 g	
	01-oct.	500 g	
	05-nov.	500 g	
	03-déc.	500 g	
Lactation_composite1	01-janv.	500 g	500 g (provenant du 3000 g au total)
	05-févr.	500 g	
	05-mars	500 g	
	02-avr.	500 g	
	07-mai	500 g	
	04-juin	500 g	
Lactation_composite2	02-juill.	500 g	500 g (provenant du 3000 g au total)
	06-août	500 g	
	03-sept.	500 g	
	01-oct.	500 g	
	05-nov.	500 g	
	03-déc.	500 g	

Annexe 1. Exemples de protocoles de prélèvement d'échantillons de moulée

Tableau C. Protocole de prélèvements en fonction des types de moulée pour un élevage de type « engraissement » (élevage en TPTV – 3 lots d'élevage)

Date de fabrication	Quantité d'aliment fabriquée				Prélèvements			
	Début	Croissance	Finition1	Finition2	Début	Croissance	Finition1	Finition2
01-janv.	3000				500 g			
08-janv.	3000							
15-janv.	3000							
22-janv.		4500				500 g		
29-janv.		4500						
05-févr.		4500				500 g		
12-févr.			6000				500 g	
19-févr.			6000					
26-févr.			6000					
05-mars			6000				500 g	
12-mars				10 000				500 g
19-mars				10 000				
26-mars				10 000				
02-avr.				10 000				500 g
09-avr.				10 000				
16-avr.				10 000				
23-avr.				10 000				
30-avr.				10 000				
07-mai				10 000				500 g
14-mai	3000				500 g			
21-mai	3000							
28-mai	3000							
04-juin		4500				500 g		
11-juin		4500						
18-juin		4500						
25-juin			6000				500 g	
02-juill.			6000					
09-juill.			6000					
16-juill.			6000				500 g	
23-juill.				10 000				500 g
30-juill.				10 000				
06-août				10 000				500 g
13-août				10 000				

Annexe 1. Exemples de protocoles de prélèvement d'échantillons de moulée

Tableau C. Protocole de prélèvements en fonction des types de moulée pour un élevage de type « engraissement » (élevage en TPTV – 3 lots d'élevage) (suite)

Date de fabrication	Quantité d'aliment fabriquée				Prélèvements			
	Début	Croissance	Finition1	Finition2	Début	Croissance	Finition1	Finition2
20-août				10 000				
27-août				10 000				
03-sept.				10 000				500 g
10-sept.				10 000				
17-sept.				10 000				
24-sept.	3000				500 g			
01-oct.	3000							
08-oct.	3000							
15-oct.		4500				500 g		
22-oct.		4500						
29-oct.		4500						
05-nov.			6000				500 g	
12-nov.			6000					
19-nov.			6000					
26-nov.			6000					
03-déc.				10 000				500 g
10-déc.				10 000				
17-déc.				10 000				
24-déc.				10 000				
31-déc.				10 000				
07-janv.				10 000				500 g
14-janv.				10 000				
21-janv.				10 000				
28-janv.				10 000				

Annexe 1. Exemples de protocoles de prélèvement d'échantillons de moulée

Tableau D. Protocole d'élaboration des échantillons composites destinés à être analysés en laboratoire pour un élevage de type « engraissement » (élevage en TPTV – 3 lots d'élevage)

Lot d'élevage	Nom de l'échantillon	Prélèvements utilisés		Échantillon composite
Lot 1	Début_lot1	01-janv.	500 g	500 g
	Croissance_lot1	22-janv.	500 g	500 g (provenant du 1000 g au total)
		05-févr.	500 g	
	Finition1_lot1	12-févr.	500 g	500 g (provenant du 1000 g au total)
		05-mars	500 g	
	Finition2_lot1	12-mars	500 g	500 g (provenant du 1500 g au total)
		02-avr.	500 g	
07-mai		500 g		
Lot 2	Début_lot2	14-mai	500 g	500 g
	Croissance_lot2	04-juin	500 g	500 g
	Finition1_lot2	25-juin	500 g	500 g (provenant du 1000 g au total)
		16-juill.	500 g	
	Finition2_lot2	23-juill.	500 g	500 g (provenant du 1500 g au total)
		06-août	500 g	
03-sept.		500 g		
Lot 3	Début_lot3	24-sept.	500 g	500 g
	Croissance_lot3	15-oct.	500 g	500 g
	Finition1_lot3	05-nov.	500 g	500 g
	Finition2_lot3	03-déc.	500 g	500 g (provenant du 1000 g au total)
		07-janv.	500 g	