

# GUIDE BILAN ALIMENTAIRE

**Le bilan alimentaire comme outil de performance agronomique pour estimer le phosphore produit dans un lieu d'élevage de poulets de chair**

Phosphore excrété = phosphore servi - phosphore retenu



## AVERTISSEMENTS

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 la charge en phosphore d'un lieu d'élevage de poulets de chair ». 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 (CRAAQ) qui ont entériné ce document.

## REMERCIEMENTS

Ce projet est financé par l'entremise du Programme Innov'Action agroalimentaire, en vertu du Partenariat canadien pour l'agriculture, entente conclue entre les gouvernements du Canada et du Québec.



Les Éleveurs de volailles du Québec ont aussi contribué financièrement au projet.

## PARTENAIRES DU PROJET



Merci également aux entreprises suivantes pour leur contribution en nature :

**Agri-Marché inc., Avimix Nutrition, Sollio Agriculture et Trouw Nutrition Canada (Nutreco)**

MDAGT033

© 2025

ISBN 978-2-7649-0725-2

Dépôt légal

Bibliothèque et Archives Canada, 2025

Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2025

## **RÉDACTION**

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

## **ÉQUIPE SCIENTIFIQUE**

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

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

Isabelle Lachance, M. Sc., professionnelle de recherche, Université Laval

Patrick Gagnon, Ph. D., responsable - Analyse et valorisation des données, Centre de développement du porc du Québec (CDPQ)

## **COLLABORATION ET RELECTURE**

Daniel Bernier<sup>1</sup>, agronome, Direction recherches et politiques agricoles, Union de producteurs agricoles (UPA)

Patrick Brassard<sup>1</sup>, ing., Ph. D., chercheur, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

Nathalie Robin, agronome, M. Sc., Direction des audits et programmes, Les Éleveurs de volailles du Québec

Karine Valiquette, agronome, M. Sc., experte - Innovation et nutrition animale, Agri-Marché inc.

Nicolas Lafond, agronome, M. Sc., Avimix Nutrition

Alexandre Lebel, agronome, M. Sc., spécialiste en nutrition avicole, Sollio Agriculture

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

Catherine Couture, agronome, M. Sc., conseillère en nutrition avicole, Trouw Nutrition, une entreprise de Nutreco

Pierre Luc Bouchard, agronome, directeur - production avicole et porcine, Agri-Marché inc.

## **PHOTOGRAPHIES**

© MMTrudeau photographe

## **COORDINATION, ÉDITION ET MISE EN PAGE PAR LE CRAAQ**

Valérie Gauthier, chargée de projets

Lyne Lauzon, chargée de projets aux publications

Véronique Michaud, graphiste

<sup>1</sup>Membre du Comité de coordination effluents d'élevage du CRAAQ.

L'article 28.4 du Règlement sur les exploitations agricoles, mis à jour en 2022, permet désormais d'utiliser le bilan alimentaire (BA) pour établir la production annuelle de phosphore ( $P_2O_5$ ) d'un lieu d'élevage agricole. Pour ce faire, l'exploitant doit mandater par écrit un ou une agronome afin qu'il ou elle effectue la collecte des données nécessaires à l'établissement du BA, les calculs relatifs à la méthode du BA et le rapport annuel du BA. Ce mandat doit être donné au plus tard le 1<sup>er</sup> avril de l'année précédant celle au cours de laquelle sera utilisée cette méthode. De plus, une caractérisation doit au préalable avoir été effectuée pour ce lieu d'élevage, et doit être refaite au minimum tous les 10 ans.

À ce jour, seuls les élevages de poulettes destinés à la production d'œufs de consommation, les productions d'œufs de consommation et les élevages porcins peuvent utiliser cette méthode, ceux-ci ayant démontré la validité de la méthode pour estimer la production de phosphore de leurs lieux d'élevage. Tout autre type d'élevage souhaitant utiliser le BA pour établir sa production de phosphore devra d'abord faire la démonstration de la validité de la méthode pour lui, en s'assurant de répondre aux recommandations émises par le Comité de coordination effluents d'élevage (CCEE) du Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ) au regard du BA.

Un projet de recherche et développement a ainsi été initié par Les Éleveurs de volailles du Québec, en collaboration avec le CCEE, et mené par l'Université Laval en partenariat avec le Centre de développement du porc du Québec (CDPQ), le CRAAQ et le Centre de recherche en sciences animales de Deschambault (CRSAD). L'objectif de ce projet était de valider la méthode du BA pour estimer la production (quantité rejetée) de phosphore d'un lieu d'élevage de poulets de chair et de répondre à l'ensemble des recommandations du CCEE.

Les principaux objectifs de ce projet étaient de valider les facteurs de rétention du phosphore chez le poulet de chair, 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 intégrant les connaissances provenant de la littérature scientifique la plus récente.

Le présent guide résulte donc de ce projet. Il porte sur la démarche et les exigences entourant la réalisation d'un BA en vue d'établir la production de phosphore d'un lieu d'élevage de poulets de chair. Il peut aussi servir de base à des fins de comparaison avec la caractérisation des fumiers, notamment en ce qui a trait aux données à récolter, aux exigences entourant la prise de ces données, aux calculs à effectuer ainsi qu'aux différents critères permettant à l'utilisateur ou à l'utilisatrice de valider les données et les résultats obtenus.

La méthode du BA est aussi un outil d'évaluation de la performance agronomique qui a fait ses preuves, ce qui la rend doublement intéressante. Afin de bien comprendre et de bien interpréter ses résultats, l'utilisateur ou l'utilisatrice se doit de posséder des connaissances techniques de base en aviculture, car elles sont essentielles à la réalisation du BA. En effet, une bonne compréhension des aspects techniques de l'élevage de poulets de chair permettra de détecter plus facilement les données possiblement aberrantes et ainsi d'être en mesure de juger de la validité des résultats. Il est en outre important d'avoir des connaissances en alimentation et, de façon complémentaire, en nutrition.



# Table des matières

■	Mise en contexte .....	1
	Le phosphore, un élément important en alimentation animale .....	1
	En quoi consiste la méthode du bilan alimentaire?.....	1
	Un outil d'évaluation des performances d'élevage.....	2
	La réalisation d'un bilan alimentaire : un acte professionnel .....	2
■	Chapitre 1. Informations nécessaires à la réalisation du bilan alimentaire .....	3
	1.1. Caractéristiques de l'élevage .....	3
	1.1.1. Type d'élevage et mode d'exploitation.....	3
	1.1.2. Alimentation .....	4
	1.2. Données à recueillir et paramètres critiques .....	4
	1.2.1. Animaux.....	5
	1.2.2. Litière.....	5
	1.2.3. Alimentation.....	5
	1.2.4. Recommandations sur les données à recueillir .....	8
	1.3. Résumé des éléments clés du chapitre 1.....	9
	1.4. Références .....	10
■	Chapitre 2. Calcul du bilan alimentaire .....	11
	2.1. Présentation de l'équation .....	11
	2.2. Période d'évaluation .....	11
	2.3. Exemple de ferme.....	11
	2.4. Validation des données brutes.....	13
	2.5. Calcul des rejets de l'élevage.....	15
	2.5.1. Phosphore servi.....	15
	2.5.2. Phosphore retenu .....	17
	2.5.3. Phosphore excrété.....	18
	2.6. Validation de la valeur de production de phosphore .....	18
	2.7. Résumé des éléments clés du chapitre 2.....	19
	2.8. Référence.....	19
■	Chapitre 3. Efficacité alimentaire et production de phosphore .....	20
	3.1. Critères clés à considérer .....	20
	3.1.1. Efficacité alimentaire.....	20
	3.1.2. Composition de l'aliment.....	21
	3.2. Comparaison des performances .....	21
	3.3. Facteurs influençant les performances et la production de phosphore .....	21
	3.3.1. Génétique .....	22
	3.3.2. Alimentation.....	22
	3.3.3. Conduite d'élevage .....	23
	3.3.4. Statut sanitaire .....	24
	3.4. Résumé des éléments clés du chapitre 3.....	24
	3.5. Références .....	24

La méthode du bilan alimentaire (BA) est une démarche fiable pour déterminer la production annuelle de phosphore (P) d'un lieu d'élevage avicole, incluant les élevages de poulets de chair, qu'il soit existant ou nouveau, d'autant plus que ces élevages sont conduits en tout plein tout vide. Elle tient compte des conditions particulières de l'élevage et de son niveau de productivité. Elle peut aussi servir à évaluer les répercussions d'un changement dans les conditions d'élevage (ex. : ajout d'un nouveau type d'aliment ou d'ingrédient, modification de la conduite d'élevage, etc.) ou de marché.

### **Le phosphore, un élément important en alimentation animale**

Chez le poulet de chair, environ 75 % du phosphore corporel est retrouvé dans le tissu osseux. Le phosphore est requis pour la formation de la matrice osseuse organique ainsi que pour la minéralisation de cette matrice. Il entre dans la composition de l'hydroxyapatite  $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2]$ , un constituant majeur de la partie inorganique de l'os. Le phosphore est aussi retrouvé dans toutes les cellules de l'organisme (25 %) où il exerce 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), une source d'énergie nécessaire aux réactions chimiques de l'organisme.

Étant aussi un composant des acides nucléiques qui constituent l'acide désoxyribonucléique (ADN) et l'acide ribonucléique (ARN), le phosphore est essentiel à la synthèse protéique. Comme constituant de certaines coenzymes, dont le nicotinamide adénine dinucléotide phosphate (NADP), un transporteur d'hydrogène essentiel à l'oxydation du glucose, il prend part à de nombreuses réactions enzymatiques. Le phosphore est aussi impliqué dans la gluconéogenèse, donc le transport des acides gras, et la synthèse des acides aminés et des protéines.

Enfin, le phosphore entre dans la composition des phospholipides, principaux constituants des membranes cellulaires, contribuant ainsi à la fluidité et à l'intégrité de celles-ci ainsi qu'au maintien de l'équilibre osmotique et acidobasique. Les phospholipides sont également des constituants essentiels de la gaine de myéline des nerfs. Bref, par son rôle essentiel au bon fonctionnement de l'organisme, toute carence en cet élément peut donner lieu à des pertes de production ou encore, à des conséquences métaboliques graves.

En production de poulets de chair, le principal produit est le poulet lui-même, avec des périodes d'élevage variant de 33 à 55 jours selon le poids final souhaité.

### **En quoi consiste la méthode du bilan alimentaire?**

La méthode du BA consiste à évaluer la quantité d'un nutriment excrétée, comme le phosphore, en calculant la différence entre les quantités servies de ce nutriment (aliments ou ingrédients tels que le maïs, le tourteau de soya, les sous-produits alimentaires, les suppléments protéiques, les minéraux, etc.) ou apportés dans l'élevage par le biais de litière et les quantités de ce nutriment retenues par les animaux et leurs produits, c'est-à-dire le gain de poids des poulets dans le cas des élevages de poulets de chair.

La fiabilité des résultats du BA 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), la quantité et teneur en phosphore de la litière utilisée, le nombre et le poids moyen des poulets de chair achetés et morts en cours d'élevage ainsi que les kilogrammes de poulets vendus.

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

$$\text{Phosphore excrété} = \text{Phosphore servi} - \text{Phosphore retenu}$$

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 ( $P_{\text{retenu}}$  par l'animal) durant la période d'évaluation couverte par le bilan.

### **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 BA permettent d'effectuer le calcul des principaux critères techniques d'élevage. En comparant ces données avec d'autres sources d'informations telles que les coûts de production ou les guides d'élevage, il est possible de tirer des conclusions sur le niveau de productivité de l'élevage.

### **La réalisation d'un bilan alimentaire : un acte professionnel**

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



## 1.1. Caractéristiques de l'élevage

Pour savoir quelles données recueillir pour pouvoir effectuer le calcul de la production de phosphore et interpréter les résultats, il faut tenir compte du type d'élevage, du mode d'exploitation et de l'alimentation des poulets de chair.

### 1.1.1. Type d'élevage et mode d'exploitation

Au Québec, l'élevage de poulets de chair peut être de type conventionnel, végétal, biologique ou élevé sans antibiotiques. Quel qu'il soit, il est conduit en tout plein tout vide dans les mêmes types de logement. En 2023, on comptait dans la province environ 708 fermes de poulets de chair, dont 623 détenteurs de quotas (Les Éleveurs de volailles du Québec, 2023).

Le rôle de l'éleveur ou de l'éleveuse consiste à acquérir des poulets d'un jour et à leur fournir tous les soins nécessaires, de même que l'environnement adéquat, afin qu'à l'âge d'environ 36 jours (pour la majorité des élevages) ou de 40 à 55 jours (pour les poulets lourds), ces poulets soient homogènes, qu'ils aient le poids prévu dans l'entente d'approvisionnement selon le marché visé, et qu'ils soient vigoureux et en santé.

Tant au Québec que dans le reste du Canada, les poulets sont élevés dans des bâtiments sur parquet avec litière tout au long de leur vie et sous un climat intérieur contrôlé. Les poussins ayant éclos dans le couvoir sont transférés au poulailler pour la période d'élevage.

Préalablement à l'arrivée des poussins, de la litière est ajoutée au sol : elle est apportée une seule fois en début d'élevage. Pour la très grande majorité des élevages, la litière utilisée est de la ripe de bois, mais d'autres types de litières, comme de la tourbe ou de la paille, peuvent également être utilisées par certains élevages. Tout au long de l'élevage, la litière absorbe et accumule les déjections des poulets, soit l'urine et les fèces.

Pendant l'élevage, le producteur ou la productrice visite ses bâtiments à raison de deux fois par jour pour vérifier les conditions ambiantes ainsi que pour comptabiliser les mortalités et ramasser les oiseaux morts. Ces tournées permettent aussi d'observer les signes de confort thermique des poulets et la qualité de la litière, en plus de prendre des mesures pour corriger la situation dans l'immédiat, si nécessaire (exigences du Programme de soins aux animaux et du Programme de salubrité à la ferme des Producteurs de poulet du Canada).

À la fin de l'élevage, suivant l'envoi des poulets à l'abattoir, la litière, désormais qualifiée d'effluents, est sortie entièrement du bâtiment et entreposée. Par la suite, le bâtiment est nettoyé à sec (dépeussière) et, une fois par année, il est lavé et désinfecté. La durée du vide sanitaire entre deux lots d'élevage de poulets de chair varie généralement de 3 à 17 jours, cette période représentant le temps où aucun animal n'est présent sur le lieu d'élevage.

### 1.1.2. Alimentation

Au cours de leur élevage, les poulets de chair reçoivent des aliments dont la composition nutritionnelle vise à combler leurs besoins d'entretien et de croissance. Ainsi, ils sont généralement nourris avec 3 à 5 phases d'alimentation différentes, les apports nutritionnels étant plus concentrés dans les aliments au début de l'élevage et moins concentrés à la fin. Afin de maximiser la rentabilité de l'élevage, la formulation des aliments tient compte du coût des ingrédients disponibles et de leur limite d'incorporation respective.

Il existe deux catégories de fabricants d'aliments : les éleveurs ou éleveuses qui fabriquent leurs aliments à la ferme et les meuneries. Chaque fabricant d'aliments possède des équipements pour broyer les ingrédients selon une finesse spécifique à la catégorie d'animaux visée ou sinon, il doit acheter des ingrédients déjà broyés selon les besoins. Il mélange ensuite ces ingrédients moulus avec d'autres ingrédients afin de produire un aliment dont l'homogénéité et la composition comblient les besoins nutritionnels du poulet de chair. L'aliment résultant a une texture de type « farine ».

C'est principalement ce type de texture qui est utilisée par les éleveurs ou éleveuses fabriquant leurs propres aliments à la ferme. Il est également à noter que ces derniers achètent fréquemment certains ingrédients, tels que des suppléments protéiques, des macroprémélanges ou des microprémélanges contenant notamment des minéraux, des vitamines et de la phytase, et que ces suppléments peuvent parfois être sous forme de cubes ou de granules. Un aliment de type « farine » auquel un supplément de type « cubé » est ajouté sera qualifié d'aliment « texturé ».

Du côté des meuneries, une étape supplémentaire est généralement réalisée visant à rendre les aliments de type « farine » sous forme de granules ou de cubes. Pour les produire, d'autres équipements sont nécessaires. Le processus de granulation ou de mise en cubes (d'agglomération) des aliments permet de limiter la ségrégation des ingrédients lors du transport des aliments vers les sites d'élevage tout en améliorant l'efficacité alimentaire.

## 1.2. Données à recueillir et paramètres critiques

La fiabilité et la précision du bilan alimentaire (BA) dépendent des données recueillies et du facteur de retenue des éléments nutritifs utilisés. Chacune de ces données a cependant une incidence différente sur le calcul de la production de phosphore à l'aide de la méthode du BA. En effet, l'imprécision de certaines données aura peu d'incidence sur le résultat du BA, alors que pour d'autres une petite variation influencera grandement les résultats.

Afin d'évaluer les paramètres critiques, une analyse de sensibilité a été réalisée pour les élevages de poulets de chair (Létourneau-Montminy et coll., 2025). L'analyse de sensibilité consiste à faire varier chacun des paramètres du calcul du BA selon la variabilité réelle observée et de constater l'influence de cette variation sur les résultats du BA. Les différents paramètres ont

ainsi pu être hiérarchisés en fonction de l'ampleur de leur influence sur l'exactitude du résultat du calcul, ce qui a aussi mené à formuler des recommandations concernant l'acquisition ou la provenance des données nécessaires à la réalisation du BA.

### 1.2.1. Animaux

#### 1.2.1.1. Données d'inventaire et d'achat

Les données à recueillir sont tout d'abord le nombre de poussins entrés et le nombre de poulets morts. Ces données sont généralement disponibles dans les registres d'achats et de mortalités. Elles sont suffisamment bien compilées pour être utilisées sans exiger davantage de validation. Le nombre de poussins entrés ou achetés doit inclure les poussins fournis en surplus par le vendeur (soit généralement 2 % du nombre total d'animaux achetés).

#### 1.2.1.2. Données de poids

Il faut ensuite noter le poids. Le poids moyen des poussins à l'entrée peut être fixé à 40 g pour l'ensemble des élevages, puisque ce paramètre a peu influence sur l'exactitude des résultats. Cependant, si le producteur ou la productrice possède pour son élevage une valeur de poids d'entrée basée sur une pesée, il ou elle peut alors prendre cette valeur. Pour ce qui est du poids des mortalités, puisque lui aussi a peu d'incidence sur les résultats du BA, il peut être estimé à l'aide des informations contenues dans les registres de production. Quant au poids à la sortie, il suffit de se reporter au rapport d'abattage : le nombre de kilogrammes de poulets bruts vendus indiqué est la valeur à utiliser.

### 1.2.2. Litière

Les quantités de litière utilisées et leur teneur en phosphore total ( $P_{\text{total}}$ ) pour la période analysée doivent être comptabilisées dans le BA. Les quantités de litière doivent provenir du registre d'achat de la litière. Pour la teneur en  $P_{\text{total}}$ , une valeur de 0,04 g  $P_{\text{total}}$ /kg pour la ripe de bois peut être utilisée (Chandrasekaran et coll., 2012; Ouyed, 2005). Pour tout autre type de litière, une teneur en  $P_{\text{total}}$  doit être basée sur une analyse de laboratoire ou sur des données provenant de la littérature.

### 1.2.3. Alimentation

Les quantités d'ingrédients ou d'aliments servis et leur teneur respective en  $P_{\text{total}}$  sont des données sensibles sur lesquelles il faut obligatoirement porter une grande attention.

### 1.2.3.1. Quantités d'ingrédients et d'aliments

Les quantités d'ingrédients ou d'aliments servies doivent être basées sur des poids réels (des pesées). Dans le cas des aliments complets provenant de meuneries, les quantités sont établies à partir des registres d'achats d'aliments puisque ces valeurs proviennent d'une pesée légale. Les inventaires en début ou en fin d'élevage peuvent toutefois provenir d'une estimation de l'éleveur ou de l'éleveuse.

Pour les aliments fabriqués à la ferme, il est important de connaître les quantités d'aliments servies par type d'aliment et non pas seulement les quantités totales d'aliments servies en cours d'élevage. En effet, les quantités d'aliments servies doivent être pesées et compilées par type d'aliment. Si des aliments sont vendus ou envoyés vers un autre élevage, il est important de tenir compte de ces sorties.

Si les quantités servies par type d'aliment fabriqué à la ferme ne sont pas pesées, une compilation des quantités d'ingrédients livrées ou récoltées et une estimation des inventaires d'ingrédients en début et en fin de période d'évaluation doivent être faites. Encore une fois, si des ingrédients sont vendus ou envoyés vers un autre élevage, il est important d'en tenir compte.

### 1.2.3.2. Teneur en phosphore total des aliments

La teneur en  $P_{\text{total}}$  des aliments est le paramètre de calcul le plus critique de la méthode du BA. Une attention particulière doit donc être accordée à ce paramètre, c'est-à-dire que la teneur en phosphore (P) utilisée doit provenir d'analyses de laboratoire récentes et personnalisées en fonction de l'élevage.

#### Exigences particulières entourant la teneur en phosphore

##### *Aliments complets achetés d'une meunerie*

La teneur en  $P_{\text{total}}$  indiquée sur les étiquettes d'aliments ne peut être utilisée dans le cadre d'un bilan alimentaire visant à estimer la production de phosphore d'un lieu d'élevage, puisqu'elle représente une moyenne et non pas une valeur spécifique au lot d'aliments récemment fabriqué. La teneur en  $P_{\text{total}}$  des aliments devra provenir plutôt d'une valeur certifiée par le meunier, établie à partir d'aliments ou d'ingrédients qui ont été analysés au laboratoire pour le phosphore.

Dans le cas des aliments, 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 soit par le biais d'analyses de laboratoire mensuelles.

Dans le cas des ingrédients, la variabilité mensuelle du P devra être captée par le biais d'analyses de laboratoire mensuelles pour les principales sources de phosphore. En effet, il est recommandé qu'au minimum 80 % de l'apport en  $P_{\text{total}}$  des aliments soit basé sur des analyses de laboratoire mensuelles. Cela signifie donc qu'un ingrédient fournissant un faible apport en P ne sera pas obligé d'être analysé chaque mois, une valeur théorique pouvant convenir.

#### *Aliments fabriqués à la ferme*

Pour les aliments fabriqués et pesés par type d'aliments à la ferme, la teneur en  $P_{\text{total}}$  proviendra d'une valeur calculée à partir des ingrédients ayant été analysés au laboratoire pour le P ou dont la valeur en P des ingrédients provient d'une meunerie pouvant certifier une valeur basée sur des analyses de laboratoire.

Il est recommandé qu'au minimum 80 % de l'apport en  $P_{\text{total}}$  des aliments soit basé sur des analyses de laboratoire. Cela signifie qu'un ingrédient fournissant un faible apport en P ne devra pas obligatoirement être analysé, une valeur théorique pouvant convenir. Pour les ingrédients ou les prémélanges achetés auprès d'une meunerie, la valeur de  $P_{\text{total}}$  doit provenir de la meunerie pouvant certifier une valeur basée sur des analyses de laboratoire.

Plus spécifiquement pour les ingrédients produits à la ferme, l'éleveur ou l'éleveuse a deux choix : 1) prendre un prélèvement par mois de l'ingrédient concerné (500 g/prélèvement), 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  $P_{\text{total}}$  provenant d'un fournisseur d'ingrédients qui analyse régulièrement le même type d'ingrédients et peut certifier une valeur en  $P_{\text{total}}$  fiable (basée sur plusieurs lots d'ingrédients analysés).

Le tableau 1.1 présente un récapitulatif des exigences associées à l'établissement de la teneur en  $P_{\text{total}}$  des aliments ou ingrédients selon leur provenance.



**Tableau 1.1 Synthèse des méthodes d'établissement de la teneur en phosphore total des aliments ou des ingrédients selon leur provenance**

Provenance des aliments ou des ingrédients		Méthode d'établissement des quantités d'aliments ou d'ingrédients servis	Méthode d'établissement de la valeur en $P_{total}$
Achetés d'une meunerie		Les quantités sont établies à partir des registres d'achats puisque ces quantités proviennent d'une pesée légale. Les inventaires en début et en fin d'élevage peuvent provenir d'une estimation.	<p>La teneur en <math>P_{total}</math> des aliments doit provenir d'une valeur certifiée par la meunerie et ayant été établie à partir des aliments ou des ingrédients qui ont été analysés au laboratoire pour le phosphore.</p> <p>Dans le cas des aliments, la teneur en P de chaque type d'aliment devra être fournie par la meunerie et basée sur un minimum de deux analyses de laboratoire par type d'aliment dont la variabilité mensuelle se trouve considérée soit par le biais du nombre de prélèvements mensuels ou au moyen d'analyses de laboratoire mensuelles.</p> <p>Dans le cas des ingrédients, la variabilité mensuelle du phosphore des ingrédients devra être mesurée à l'aide d'analyses de laboratoire mensuelles pour les principales sources de phosphore (80 % de l'apport en P des aliments doit être basé sur des analyses de laboratoire mensuelles).</p>
Fabrication à la ferme	Avec pesée des aliments fabriqués	Les quantités d'aliments servis doivent être <b>pesées</b> et compilées par type d'aliment. Si des aliments sont vendus ou envoyés vers un autre élevage, il est important de tenir compte de ces sorties.	La teneur en $P_{total}$ doit provenir d'une valeur calculée à partir des ingrédients qui ont été analysés au laboratoire pour le phosphore ou dont la valeur en P des ingrédients provient d'une meunerie pouvant certifier une valeur basée sur des analyses de laboratoire (80 % de l'apport en P des aliments doit être basé sur des analyses de laboratoire).
	Sans pesée des aliments fabriqués	Une compilation des quantités d'ingrédients achetés ou récoltés et une estimation des inventaires d'ingrédients en début et en fin de période d'évaluation doivent être faites. Si des ingrédients sont vendus ou envoyés vers un autre élevage, il est important de tenir compte de ces sorties.	Pour les ingrédients ou les prémélanges achetés auprès d'une meunerie, la valeur de $P_{total}$ doit provenir de la meunerie pouvant certifier une valeur basée sur des analyses de laboratoire.

**1.2.4. Recommandations sur les données à recueillir**

Les exigences en lien avec l'acquisition ou la provenance des données nécessaires à la réalisation du BA précédemment présenté pour les élevages de poulets de chair sont résumées au tableau 1.2.

**Tableau 1.2 Exigences minimales associées à l'acquisition ou à la provenance des données pour réaliser le bilan alimentaire d'un élevage de poulets de chair**

Données à recueillir	Exigences minimales relatives à leur acquisition ou à leur provenance
Poussins entrés (n <sup>bre</sup> )	Valeur provenant du bon de livraison du couvoir (doit inclure les poussins fournis en surplus par le vendeur – généralement 2 %).
Poids moyen des poussins à l'entrée (kg)	Valeur de 40 g/poussin ou données du couvoir ou de l'éleveur ou de l'éleveuse, si disponibles.
Litière utilisée (kg)	Registre d'achat de la litière.
Teneur en P <sub>total</sub> de la litière (g/kg)	Valeur de 0,04 g P <sub>total</sub> /kg pour la ripe de bois, sinon une valeur en phosphore basée sur une analyse de laboratoire ou sur la littérature pour tout autre type de litière.
Poulets morts (n <sup>bre</sup> )	Registre des mortalités.
Poids moyen des poulets morts (kg)	Registre des mortalités (estimation visuelle ou à partir de l'âge, ou poids moyen de l'élevage).
Poids total brut des poulets vendus (kg)	Rapport d'abattage.
Aliments servis (kg)	Registre d'achats ou de fabrication d'aliments * Pour les quantités d'aliments, il est nécessaire de connaître la quantité par aliment précisément et non la quantité totale de tous les aliments servis aux poulets pendant le lot. * Pour les quantités d'ingrédients, il est nécessaire de connaître précisément les quantités servies aux poulets pendant la période analysée.
Teneur en P (g/kg) des aliments ou des ingrédients	Valeur fournie par la meunerie ou provenant d'analyses de laboratoire des aliments ou des ingrédients utilisés (voir section 1.2.3)

### 1.3. Résumé des éléments clés du chapitre 1

La méthode du bilan alimentaire (BA) est une approche reconnue pour déterminer la production annuelle de phosphore d'un lieu d'élevage. Une bonne compréhension de cette méthode, appuyée d'une bonne interprétation des résultats obtenus, passe par une bonne connaissance de l'élevage de poulets de chair ainsi que par une bonne compréhension des données à recueillir.

La fiabilité des résultats du BA dépend de la disponibilité et de l'exactitude des données récoltées. La réalisation d'une analyse de sensibilité a d'ailleurs permis de mettre en évidence les paramètres les plus sensibles du calcul (Létourneau-Montminy et coll., 2025). Les résultats de cette analyse ont montré que la teneur en  $P_{\text{total}}$  des aliments est le paramètre le plus sensible de tous. C'est d'ailleurs pour cette raison que les teneurs en  $P_{\text{total}}$  des aliments ou des ingrédients doivent être basées sur des analyses de laboratoire.

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

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

#### 1.4. Références

Létourneau-Montminy, M. P., L. Cloutier, N. Alhahhas, P. Gagnon. 2025. *Validation de la méthode du bilan alimentaire pour estimer la production de phosphore d'un lieu d'élevage de poulets de chair*, Rapport final, 16 p.

Suttle, N.F. 2010. *The mineral nutrition of livestock*. 4th ed. CABI Publishing. Wallingford, UK.

Les Éleveurs de volailles du Québec, 2023. *Rapport annuel 2023*. [en ligne] <https://rapportannelevq.ca/leadership/> (consulté le 12 mars 2025).

Chandrasekaran, R. S., P. K. Hopke, L. Rector, G. Allen et L. Lin. 2012. *Chemical composition of wood chips and wood pellets*. Energy & Fuels. 26. 4932-4937.

Ouyed, A., 2005. *Réduction des rejets de phosphore dans la litière des poulets de chair*, mémoire de maîtrise, Université Laval.



### 2.1. Présentation de l'équation

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

$$\text{Phosphore excrété (P}_{\text{excrété}}) = \text{Phosphore servi (P}_{\text{servi}}) - \text{Phosphore retenu (P}_{\text{retenu}})$$

Le  $P_{\text{servi}}$  représente les aliments ou les ingrédients achetés en considérant les variations d'inventaire en début et en fin de période d'évaluation, ainsi que la litière utilisée. Le  $P_{\text{retenu}}$  (par l'animal) est celui se retrouvant dans le gain de poids produit (kg) durant la période d'évaluation du bilan.

### 2.2. Période d'évaluation

Pour les lieux d'élevage assujettis à l'obligation d'établir leur production annuelle de phosphore ( $P_2O_5$ ) comme le stipule le Règlement sur les exploitations agricoles (REA), la réalisation du bilan alimentaire (BA) pour estimer leur production de phosphore doit se faire sur ce même intervalle de temps.

Retenons toutefois qu'un bilan est un exercice qui se fait pour une période déterminée et qu'il peut arriver qu'un BA soit réalisé pour une période différente d'un an s'il ne vise pas à produire le bilan de phosphore; alors, cette dite période devra être respectée pour l'ensemble de l'exercice.

Pour les élevages de poulets de chair, il est recommandé de réaliser le BA sur plusieurs lots consécutifs (soit de 5 à 7 lots selon les élevages), de manière à couvrir minimalement une année, et d'ajuster les résultats en fonction de 365 jours. La durée des lots doit toujours inclure le vide sanitaire; elle correspond donc au temps entre la date d'entrée du premier lot et la date d'entrée du lot suivant.

### 2.3. Exemple de ferme

Un exemple sera utilisé pour la suite de ce chapitre. Il s'agit d'un élevage de poulets de chair mixte. Les valeurs présentées dans cet exemple (tableau 2.1) sont fictives et ne constituent pas nécessairement des données de performances moyennes ou des valeurs moyennes de teneur en  $P_{\text{total}}$  des élevages québécois. Il n'est donc pas recommandé de comparer les données des élevages analysés aux valeurs de cet exemple. Il vaut mieux valider les données récoltées en les confrontant aux valeurs présentées à la section 2.4.

Il n'y a généralement pas d'inventaire d'aliments restants provenant des lots d'élevages précédents pour les premiers aliments distribués. Cependant, il peut rester des quantités du dernier aliment utilisé. Puisque cet aliment ne convient pas à des poulets en début de lot, l'éleveur ou

l'éleveuse a deux choix : 1) soit de garder ce dernier aliment pour l'utiliser dans le lot suivant lors de la même période d'alimentation, 2) soit d'aspirer et de réacheminer ces quantités de dernier aliment dans un autre élevage.

Dans les deux cas, ces variations d'inventaire d'aliments doivent être prises en considération pour le bilan alimentaire (BA), afin d'attribuer ces restes d'inventaires d'aliments au bon lot d'élevage. À ce titre, les éleveurs et éleveuses font un suivi très serré des livraisons d'aliments en fin de lot afin de minimiser ces inventaires de fin.

Dans l'exemple suivant (tableaux 2.2 et 2.3), les quantités d'aliments présentées incluent ces inventaires, d'où l'appellation « aliment servi ».

**Tableau 2.1 Données de performance d'un élevage de poulets de chair mixte – lots 1 à 7 pour l'année 2023**

	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Lot 5	Lot 6	Lot 7
<b>Date d'entrée</b>	2023-02-28	2023-04-20	2023-06-06	2023-07-27	2023-09-12	2023-10-30	2023-12-21
<b>Nombre de poussins entrés</b>	20 900	20 900	20 900	20 900	20 900	20 900	20 900
<b>Litière utilisée (ripe de bois) (kg)</b>	12 000	11 995	12 050	12 045	11 985	11 998	12 010
<b>Poids moyen des poussins (kg)</b>	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
<b>Nombre de poulets morts</b>	480	438	390	510	444	264	375
<b>Poids moyen des poulets morts (kg)</b>	1	1,2	0,8	1,5	1	1,5	1,2
<b>Poids total brut des poulets vendus (kg)</b>	47 557	48 050	47 454	48 565	49 100	47 700	48 490
<b>Date de sortie</b>	2023-04-06	2023-05-29	2023-07-13	2023-08-31	2023-10-20	2023-12-07	2024-01-29
<b>Date d'entrée du lot suivant</b>	2023-04-20	2023-06-06	2023-07-27	2023-09-12	2023-10-30	2023-12-21	2024-02-12
<b>Durée d'élevage (j)</b>	37	39	37	35	38	38	39
<b>Vide sanitaire (j)</b>	14	8	14	12	10	14	14
<b>Durée d'élevage, incluant le vide sanitaire (j)</b>	51	47	51	47	48	52	53

**Tableau 2.2** Données alimentaires d'un élevage de poulets de chair mixte

Type d'aliment	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Lot 5	Lot 6	Lot 7
Aliment de début (jours 0 à 10) (kg)	6200	6500	6700	6800	6300	6200	6400
Aliment de croissance (jours 11 à 21) (kg)	17 500	18 500	19 400	17 200	17 900	17 700	18 000
Aliment de finition1 (jours 22 à 28) (kg)	18 000	19 300	20 200	18 100	18 700	18 500	17 900
Aliment de finition2 (jours 29 à 35) (kg)	23 700	25 100	26 200	23 200	24 300	23 900	26 550

Note : Les quantités de chaque type d'aliments proviennent de la compilation de l'ensemble des livraisons d'aliments effectuées dans l'année et incluent les inventaires de début et de fin.

**Tableau 2.3** Composition nutritionnelle des aliments servis à un élevage de poulets de chair mixte

	Teneur en P <sub>total</sub> <sup>1</sup> (g/kg)
Début (jours 0 à 10)	0,72
Croissance (jours 11 à 21)	0,60
Finition1 (jours 22 à 28)	0,55
Finition2 (jours 29 à 35)	0,52

<sup>1</sup> Basée sur des analyses de laboratoire.

## 2.4. Validation des données brutes

Avant de commencer la réalisation du bilan alimentaire (BA), il est nécessaire de valider les données récoltées, car l'exactitude du BA repose sur une saisie exacte de ces données. Le tableau 2.4 présente des valeurs minimums et maximums pouvant être observées pour chacun des paramètres d'élevage : les données amassées pour effectuer le BA devraient se situer entre ces valeurs. Ces données proviennent d'une enquête réalisée au Québec auprès d'entreprises et d'éleveurs et éleveuses de poulets de chair. Si l'agronome relève des valeurs se situant en dehors de ces limites, il ou elle devra être en mesure de les justifier advenant qu'elles soient utilisées dans le calcul du BA.

**Tableau 2.4 Valeurs minimums et maximums servant à valider les données nécessaires à la réalisation du bilan alimentaire pour l'estimation de la production de phosphore total d'un lieu d'élevage<sup>1</sup>**

Paramètres		Durée d'élevage <sup>2</sup>	Min.	Max.
Poids du début (g)		Tous	30	60
Poids de fin (g)	Femelle	< 40 jours	1950	2600
	Mâle ou mixte	< 40 jours	2100	2900
	Mâle ou mixte	40 à 52 jours	3000	4300
Mortalité sur le nombre total de poussins achetés, incluant le surplus de 2 % (%)		Tous	0	7
Gain moyen quotidien (g)		< 40 jours	55	75
		40 à 52 jours	58	85
Consommation alimentaire par poulet (g)		< 40 jours	2800	4300
		40 à 52 jours	3200	7000
Conversion alimentaire		< 40 jours	1,4	1,7
		40 à 52 jours	1,5	1,85
Durée d'élevage (j) (en excluant le vide sanitaire)		Tous	31	52

<sup>1</sup> Enquête réalisée auprès d'experts en nutrition et de conseillers en élevage de poulets de chair (2025).

<sup>2</sup> Durée d'élevage sans le vide sanitaire.

En comparant aux valeurs du tableau 2.4 les données de l'élevage de poulets de chair mixte donné en exemple précédemment, on constate, dans le tableau suivant, que ces données se situent bien entre les minimums et maximums proposés et qu'elles peuvent donc servir au calcul du BA de cet élevage fictif.

**Tableau 2.5 Validation des données brutes de l'élevage de poulets de chair mixte donné en exemple**

Paramètres (< 40 jours)	Min	Max	Lot1	Lot2	Lot3	Lot4	Lot5	Lot6	Lot7
Poids du début (g)	30	60	40	40	40	40	40	40	40
Poids de fin mâle ou mixte (g)	2100	2900	2329	2348	2314	2382	2400	2311	2362
Mortalités sur le nombre total de poussins achetés, incluant le surplus de 2 % (%)	0	7	2,3	2,1	1,9	2,4	2,1	1,3	1,8
Gain moyen quotidien (g)	55	75	65	66	65	67	67	65	66
Consommation alimentaire par poulet (g)	2800	4300	3203	3392	3535	3203	3285	3213	3230
Conversion alimentaire	1,4	1,7	1,40	1,47	1,56	1,37	1,39	1,41	1,39
Durée d'élevage (j) (en excluant le vide sanitaire)	31	52	37	39	37	35	38	38	39

2.5. Calcul des rejets de l'élevage

2.5.1. Phosphore servi

Pour être en mesure de calculer les rejets de l'élevage, il faut commencer par calculer les quantités de phosphore servies pendant la période d'évaluation. L'équation du calcul du phosphore servi ( $P_{servi}$ ) est la suivante :

$$P_{servi} = (\text{Quantité servie de l'aliment} \times \text{Teneur } P_{total} \text{ de l'aliment servi}) + (\text{Quantité de litière} \times \text{Teneur } P_{total} \text{ de la litière utilisée})$$

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 total des aliments servis en question.

Pour connaître la valeur du  $P_{servi}$  (tableau 2.6), on effectue le calcul suivant :

$$P_{servi} \text{ (kg)} = [(\text{Quantité servie (kg)} \times \text{Teneur en } P_{total} \text{ (g/kg)}) + (\text{Quantité de litière (kg)} \times \text{Teneur } P_{total} \text{ de la litière utilisée (g/kg)))] \times 1 \text{ kg}/1000 \text{ g}$$

**Tableau 2.6** Phosphore servi par les aliments et la litière au lot 1 de l'élevage de poulets de chair mixte donné en exemple

Type d'intrant	Quantité servie (kg)	Teneur en $P_{total}$ (g/kg)	$P_{total}$ servi (kg)
Aliment Début poussin <sup>1</sup>	6 200	7,2	44,6
Aliment Croissance 1	17 500	6,0	105
Aliment Croissance 2	18 000	5,5	99
Aliment Développeur	23 700	5,2	123,2
Litière (ripe de bois)	12 000	0,04	0,5
<b>Total</b>	<b>65 400</b>		<b>372,4</b>

En effectuant ces calculs pour l'ensemble des lots, on obtient le  $P_{servi}$  pour chaque lot (tableau 2.7).

<sup>1</sup>  $P_{servi}$  début poussin =  
6 200 kg d'aliment x  
7,2 g  $P_{total}$ /kg aliment x  
1 kg/1000 g = 44,64 kg P.

**Tableau 2.7 Résultats du  $P_{total}$  servi en fonction des lots**

Lot	$P_{total}$ servi (kg) <sup>1</sup>
1	372
2	395
3	412
4	372
5	382
6	377
7	391
<b>Total</b>	<b>2701</b>

<sup>1</sup> Valeur arrondie à l'unité.

*Cas d'un élevage fabriquant ses aliments à la ferme*

Pour un éleveur ou une éleveuse fabriquant ses aliments à la ferme, la teneur en  $P_{total}$  peut provenir d'un calcul effectué à partir des quantités d'ingrédients utilisées et de leur teneur respective en  $P_{total}$  (tableau 2.8). La formule à utiliser pour chaque ingrédient est la suivante :

$$\text{Apport en } P_{total} \text{ de l'ingrédient (g)} = \text{Quantité de l'ingrédient par tonne d'aliment (kg)} \times \text{sa Teneur en } P_{total} \text{ (g/kg)}$$

**Tableau 2.8 Exemple de teneurs en  $P_{total}$  d'un aliment fabriqué à la ferme à partir des ingrédients**

Ingrédients	Teneur en $P_{total}$ (g/kg) <sup>1</sup>	Quantité de l'ingrédient par tonne d'aliment (kg)	Apport en $P_{total}$ (g)
Maïs	2,6	630	1638
Tourteau de soya	6,3	140	882
Drèches	7,5	75	562,5
Farine de viande	48,7	50	2435
Pierre à chaux <sup>2</sup>	0	98	0
Microprémélange <sup>2</sup>	0,17	6,5	1,1
Monocalcium phosphate <sup>2</sup>	200	0,5	100
<b>Total</b>		<b>1000</b>	<b>5618,6</b>

<sup>1</sup> Les teneurs en  $P_{total}$  des ingrédients doivent être basées sur des analyses de laboratoire.

<sup>2</sup> Pour les ingrédients achetés d'un meunier ou de tout autre fournisseur, les teneurs en  $P_{total}$  fournies doivent être basées sur des analyses de laboratoire.

La teneur en  $P_{total}$  (g/kg) de l'aliment donné en exemple au tableau 2.8 est donc de 5,6 g  $P_{total}$ /kg, soit 5618,6 g  $P_{total}$ /1000 kg de cet aliment.

L'éleveur ou l'éleveuse peut ainsi calculer la teneur en  $P_{total}$  de chacun de ses aliments, puis établir la quantité de  $P_{total}$  servie en multipliant ces teneurs en  $P_{total}$  d'aliments par les quantités totales d'aliments servies.

2.5.2. Phosphore retenu

Les quantités de  $P_{retenu}$  dans le lieu d'élevage pendant la période d'évaluation sont calculées comme suit :

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

Le facteur de rétention en P a été révisé récemment dans le contexte québécois (Létourneau-Montminy et coll., 2025). Pour la réalisation des BA de l'ensemble des élevages de poulets de chair, le facteur de rétention à utiliser est **3,8 g P/kg de gain de poids**.

Voici les calculs pour le lot 1 de la ferme donnée en exemple à la section 2.3 :

$$P_{retenu} = [\text{kg de poulets bruts vendus} + (\text{n}^{bre} \text{ de poulets morts} \times \text{poids moyen des poulets morts})] - [\text{n}^{bre} \text{ de poussins achetés} \times \text{poids moyen des poussins achetés}] \times 3,8 \text{ g P/kg de gain} \times 1 \text{ kg}/1000 \text{ g}$$

$$P_{retenu} = [47\,557 \text{ kg poulet bruts} + (480 \text{ poulets morts} \times 1 \text{ kg/poulet mort}) - (20\,900 \text{ poussins} \times 0,040 \text{ kg/poussin})] \times 3,8 \text{ g P/kg de gain} \times 1 \text{ kg} / 1000 \text{ g}$$

Ce calcul doit être effectué pour chacun des lots de l'élevage. Le tableau 2.9 rassemble les résultats de ce calcul pour chacun d'eux.

**Tableau 2.9 Résultats du  $P_{retenu}$  en fonction des lots**

Lot	$P_{retenu}$ (kg)
1	179
2	182
3	178
4	184
5	185
6	180
7	183
<b>Total</b>	<b>1271</b>

## 2.5.3. Phosphore excrété

Note : Les résultats d'excrétion en P sont ramenés en  $P_2O_5$ , car c'est cette forme de phosphore qui est utilisée en fertilisation.

Les quantités de phosphore et de  $P_2O_5$  excrétées sont obtenues à l'aide des calculs suivants :

$$P_{\text{excrété}} \text{ (kg)} = P_{\text{servi}} \text{ (kg)} - P_{\text{retenu}} \text{ (kg)}$$

$$P_2O_5 \text{ excrété (kg)} = P_{\text{excrété}} \text{ (kg)} \times 2,29 \text{ kg } P_2O_5/\text{kg P}$$

En reprenant les valeurs obtenues pour l'élevage de la ferme donnée en exemple, on obtient les quantités suivantes :

$$P_{\text{excrété total}} = 2701 \text{ kg P} - 1271 \text{ kg P}$$

$$= 1430 \text{ kg P}$$

$$P_2O_5 \text{ excrété total} = 1430 \text{ kg} \times 2,29 \text{ kg } P_2O_5/\text{kg P}$$

$$= 3275 \text{ kg de } P_2O_5$$

Cette valeur correspond à la quantité de  $P_2O_5$  excrété par l'ensemble des lots de cette ferme fictive pendant toute la période qui a été requise pour cet élevage, soit 349 jours comme le montre le calcul simple suivant à partir des données du tableau 2.1 :

$$\text{Durée totale d'élevage pour les 7 lots} = \text{somme de la durée d'élevage, incluant le vide sanitaire, de chaque lot (j)}$$

$$= 51 \text{ j} + 47 \text{ j} + 51 \text{ j} + 47 \text{ j} + 48 \text{ j} + 52 \text{ j} + 53 \text{ j}$$

$$= 349 \text{ j}$$

Une règle de trois permet d'ajuster la valeur de  $P_2O_5$  excrété en fonction de 365 jours :

$$\text{Production annuelle de } P_2O_5 = 3275 \text{ kg } P_2O_5 \times 365 \text{ j}/349 \text{ j}$$

$$= \mathbf{3425 \text{ kg } P_2O_5}$$

## 2.6. Validation de la valeur de production de phosphore

Afin de valider les résultats du bilan alimentaire (BA), des valeurs de rétention maximales exprimées en pourcentage (%) de la quantité servie par type d'élevage ont été estimées (Létourneau-Montminy et coll., 2025). La valeur de rétention est obtenue en effectuant l'opération suivante :

$$\text{Pourcentage de rétention (\%)} = P_{\text{retenu}} \text{ (kg)} / P_{\text{servi}} \text{ (kg)} \times 100 \%$$



Pour les élevages de poulets de chair, cette rétention maximale, basée sur des valeurs observées chez des élevages québécois performants, a été estimée à 65 %. Ce pourcentage indique qu'un élevage de poulets de chair retient jusqu'à 65 % du phosphore servi, le reste étant excrété par les animaux ou gaspillé. Cette valeur représente un maximum, ce qui signifie qu'il est possible d'observer des valeurs de rétention plus faibles, soit de l'ordre de 10 % de moins, voire encore moins (Létourneau-Montminy et coll., 2025).

Voici les calculs pour le lot 1 de la ferme présentée en exemple à la section 2.3 :

$$\begin{aligned} \text{Pourcentage de rétention} &= 179 \text{ kg P} / 372 \text{ kg P} \times 100 \% \\ &= 48 \% \end{aligned}$$

En effectuant le même calcul, mais avec les valeurs pour l'ensemble des lots, on obtient le pourcentage de rétention global de l'élevage :

$$\begin{aligned} \text{Pourcentage de rétention global} &= 1270 \text{ kg P} / 2701 \text{ kg P} \times 100 \% \\ &= 47 \% \end{aligned}$$

## 2.7. Résumé des éléments clés du chapitre 2

La méthode du bilan alimentaire (BA) permet d'établir les quantités annuelles de phosphore excrétées en faisant la différence entre les quantités de phosphore servies et les quantités de phosphore retenues 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 requis par le REA est évalué en fonction d'une période d'un an, la réalisation du BA 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 BA, il est recommandé de valider les données brutes afin de détecter la présence de données discutables, en plus de valider le résultat obtenu. Le principal critère de validation du résultat du BA est la rétention maximale, c'est-à-dire le rapport entre le  $P_{\text{retenu}}$  et le  $P_{\text{servi}}$ . Le résultat du BA ne devrait pas dépasser les valeurs maximales par catégorie d'élevage, valeur découlant de la récente recherche ayant été menée au Québec.

## 2.8. Référence

Létourneau-Montminy, M.P., L. Cloutier, N. Alhahas, P. Gagnon. 2025. *Validation de la méthode du bilan alimentaire pour estimer la production de phosphore d'un lieu d'élevage de poulets de chair*, Rapport final, 24 p.

Les deux précédents chapitres présentent la démarche à suivre pour estimer la production de phosphore d'un lieu d'élevage à l'aide de la méthode du bilan alimentaire (BA). Le présent chapitre fournit, quant à lui, des éléments permettant de mieux comprendre les leviers d'amélioration du bilan phosphore pour les élevages de poulets de chair.

### 3.1. Critères clés à considérer

Dans l'élevage de poulets de chair, deux critères sont particulièrement importants à considérer pour réduire la production de phosphore d'un lieu d'élevage : l'efficacité alimentaire et la teneur en phosphore (P) des aliments servis.

#### 3.1.1. Efficacité alimentaire

L'efficacité alimentaire d'un élevage de poulets de chair se définit par le nombre de kilogrammes de gain de poids vif pouvant être produits avec un kilogramme d'aliment. Considérant que le BA représente la différence entre les quantités de phosphore 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 vif, impliquera une amélioration du BA et, par conséquent, une diminution des rejets de phosphore de l'élevage.

Pour obtenir des estimations précises de l'efficacité alimentaire, il faut tout d'abord calculer le nombre de kilogrammes de poulets produits pendant la période concernée. Dans la plupart des cas, les élevages de poulets de chair sont gérés en tout plein tout vide; ainsi, les inventaires d'oiseaux de fin et de début sont à zéro. Conséquemment, le nombre de kilogrammes de poulets produits représente la quantité de kilogrammes de poulets vendue dont les quantités de kilogrammes de poulets achetées sont soustraites selon l'équation suivante :

$$\text{N}^{\text{bre}} \text{ de kilos de gain de poulets de chair produits (kg)} = \text{Quantité de kilos de poulets vendues (kg)} - \text{Quantité de kilos de poulets achetés (kg)}$$

Il faut ensuite diviser le nombre de kilogrammes de gain de poulets de chair produits par la quantité totale d'aliments servis pendant la période concernée, laquelle est déterminée par l'équation suivante :

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

### 3.1.2. Composition de l'aliment

La teneur en P des aliments influence directement les résultats du BA. Afin de minimiser les rejets en P, il faut alimenter les poulets de chair avec des aliments limitant le plus possible les excès, tout en se gardant de les sous-alimenter pour ne pas réduire leurs performances de croissance. Déjà, avec la conduite des élevages en tout plein tout vide, il est possible de servir aux poulets des aliments répondant plus précisément à leurs besoins nutritionnels puisque l'ensemble des animaux sont sensiblement au même stade de croissance ou de productivité.

Les apports en P sont déterminés en établissant les besoins en P de l'animal ou du groupe d'animaux. Ils correspondent au phosphore disponible ( $P_{\text{disponible}}$ ) à inclure dans l'aliment. Sachant que la disponibilité du P varie d'un ingrédient à l'autre et que le P provenant de l'aliment n'est jamais totalement disponible, la formulation des aliments occasionnera un apport en phosphore non disponible ( $P_{\text{non disponible}}$ ).

Les quantités de  $P_{\text{total}}$  des aliments correspondent donc à la somme du  $P_{\text{disponible}}$  et du  $P_{\text{non disponible}}$  de l'aliment. Une diminution des rejets en P découlant d'un changement dans la composition de l'aliment peut donc passer par une diminution de l'apport en  $P_{\text{non disponible}}$ .

## 3.2. Comparaison des performances

Pour un même apport alimentaire de phosphore (P), les élevages présentant les meilleures performances zootechniques afficheront généralement les rejets en P les plus bas. Ainsi, il est intéressant pour l'agronome de comparer les performances techniques de l'élevage qu'il ou elle analyse, afin d'identifier des pistes d'amélioration pouvant éventuellement résulter en une diminution des rejets en P.

Pour fins de comparaison, le conseiller ou la conseillère pourra comparer les résultats de l'élevage aux performances recommandées dans les guides des fournisseurs génétiques (ex. : [Ross 308 AP Broiler: Performance objectives, 2022](#); [Cobb 500 Broiler : Performance & nutrition supplement. 2022](#)).

Lors de la comparaison des performances d'un élevage, il est important d'être à l'affût tant des changements dans la conduite d'élevage et que de l'état de santé des oiseaux, car ces critères peuvent influencer les performances et, par conséquent, les rejets en P pendant la période analysée.

## 3.3. Facteurs influençant les performances et la production de phosphore

Les résultats obtenus en termes de croissance ou de mortalité s'appuient sur la maîtrise des principaux facteurs de production. Comme mentionné précédemment, la productivité d'un élevage a une incidence importante 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

Depuis plus de 60 ans, la sélection génétique des lignées de poulets de chair s'est orientée vers l'amélioration des performances de croissance, incluant celle de l'efficacité alimentaire. D'ailleurs, des progrès majeurs ont été réalisés sur ce dernier critère de performance en particulier (Schmidt et coll., 2009). Les performances de croissance ont augmenté de plus de 400 % entre 1957 et 2005. Entre 85 à 90 % de cette augmentation est attribuée à la sélection génétique (Hartcher et Lum, 2020). Ainsi, l'amélioration génétique visant à bonifier l'efficacité alimentaire ou le choix d'une génétique ayant une meilleure efficacité alimentaire amélioreront le bilan alimentaire d'un élevage.

### 3.3.2. Alimentation

#### 3.3.2.1. Composition des rations

La teneur en phosphore (P) des aliments influence directement les résultats du BA et son optimisation peut permettre de minimiser les rejets en P (Meschy et coll., 2008). Voici deux pistes misant sur la composition des rations alimentaires pour réduire les rejets en P d'un élevage.

Une première façon consiste à augmenter la disponibilité du P des aliments destinés au poulet de chair en recourant à la phytase. Rappelons que les quantités de  $P_{\text{total}}$  des aliments correspondent à la somme du  $P_{\text{disponible}}$  et du  $P_{\text{non disponible}}$  de l'aliment.

La phytase est une enzyme permettant d'augmenter la disponibilité du phosphore phytique contenu dans les produits d'origine végétale (ex. : maïs, orge, tourteau de soya). En ajoutant cette enzyme, la teneur en phosphore  $P_{\text{total}}$  des aliments peut être diminuée et le contenu en P des déjections animales s'en trouve réduit. D'ailleurs, cette enzyme est déjà ajoutée dans la quasi-totalité des rations alimentaires des poulets.

Une seconde façon d'optimiser la teneur en phosphore des aliments destinés aux poulets de chair est d'augmenter le nombre d'aliments afin d'adapter davantage les apports alimentaires aux besoins de croissance et aux stades physiologiques des animaux. Dans la plupart des recommandations des compagnies génétiques, le programme d'alimentation des poulets de chair est basé sur l'utilisation de 4 à 5 aliments comblant leurs besoins de croissance.

#### 3.3.2.2. Texture et granulométrie des aliments

La texture des aliments pour poulets de chair fait référence à la forme finale de présentation des aliments aux poulets qui est, généralement, sous forme de granules, de cubes ou en farine, comme mentionné précédemment à la section 1.1.2.



La granulométrie fait référence, quant à elle, à la finesse des particules résultant du broyage des ingrédients, première étape de fabrication des aliments. La taille optimale des particules augmente avec l'âge et le développement du bec, du gésier et du tube digestif. La mouture des ingrédients constitue donc une étape importante de l'alimentation, car elle favorise une meilleure digestibilité des nutriments et une meilleure efficacité alimentaire, selon la finesse du broyage. En effet, ce processus augmente la surface de contact des particules alimentaires, ce qui permet aux enzymes digestives et aux autres agents, tels que l'acide chlorhydrique, d'avoir une plus grande efficacité d'action.

Cependant, une mouture trop fine peut avoir des conséquences négatives, notamment en affectant le bon fonctionnement du gésier du poulet et en réduisant le temps de rétention des aliments dans son système digestif. Ainsi, un équilibre dans la gradation de la taille des particules au fil de la croissance des poulets de chair doit être assuré (Aviagen, 2020; Wright, 2015).

#### 3.3.2.3. Équipements pour l'alimentation

Le gaspillage d'aliments est habituellement assez faible dans ce type d'élevage. Il demeure cependant pertinent de vérifier la qualité et l'ajustement des équipements qui les distribuent pour éviter ce gaspillage puisqu'il pourrait occasionner une détérioration de l'efficacité alimentaire et, par conséquent, une augmentation des rejets en P.

#### 3.3.3. Conduite d'élevage

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

La température ambiante et la densité d'élevage influent sur les performances des élevages et le bien-être des animaux. Compte tenu de leur physiologie, les poulets de chair préfèrent une température dite « de confort ». Celle-ci varie selon le milieu, mais aussi selon le stade physiologique, l'âge et le poids de l'animal, la densité d'élevage interagissant avec la température ressentie par les poulets (Czarick, 2024).

Lorsqu'on s'éloigne de la température de confort, les poulets de chair adaptent leur consommation quotidienne d'aliments en fonction de l'écart ressenti par rapport à la température de confort. Cette adaptation entraîne des pertes d'efficacité alimentaire et de productivité dans les élevages. Il est donc recommandé d'offrir le plus possible aux animaux leur température de confort, ce qui contribue à leur bien-être.

## 3.3.4. Statut sanitaire

Le statut sanitaire d'un élevage entraîne des conséquences plus ou moins importantes selon la gravité des symptômes de la maladie ou des maladies en présence et le nombre d'oiseaux affectés. Toute maladie qui ralentit la croissance ou qui augmente la mortalité des poulets nuit inévitablement à l'efficacité alimentaire, augmentant ainsi les rejets en P de l'élevage. Le taux de mortalité peut être un bon indicateur du statut sanitaire d'un élevage.

## 3.4. Résumé des éléments clés du chapitre 3

La méthode du bilan alimentaire permet non seulement d'évaluer les rejets en P d'un lieu d'élevage, mais également d'acquiescer de l'information pertinente pour interpréter les résultats d'élevage. De là, elle permet d'établir des solutions pour réduire les rejets en P et améliorer les performances de l'élevage.

Les deux principaux critères à mesurer et à analyser pour juger des rejets en P d'un lieu d'élevage sont l'efficacité alimentaire et la teneur en P des aliments.

Les principaux facteurs à considérer pour l'analyse des résultats du calcul des rejets en P à l'aide de la méthode du bilan alimentaire (BA), mais aussi pour la formulation de recommandations visant une amélioration du bilan de phosphore d'un lieu d'élevage sont :

- La génétique de l'élevage;
- L'utilisation de la phytase;
- Le nombre de phases alimentaires;
- La granulométrie des aliments;
- La conduite d'élevage;
- Le statut sanitaire.

## 3.5. Références

Aviagen. 2022. *Broiler: Ross 308 AP – Performance objectives* 2022. 14 p.

Aviagen. 2020. *Ross Broiler Pocket Guide: The pocket guide 2018*. 62 p. [https://aviagen.com/assets/Tech\\_Center/Ross\\_Broiler/Ross-Broiler-Pocket-Guide-2020-EN.pdf](https://aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross-Broiler-Pocket-Guide-2020-EN.pdf) (consulté le 18 mars 2025).

Cobb. 2022. *Cobb500 Broiler: Performance & nutrition supplement*. 12 p.

Czarick, M. 2024. *Czarick: Birds' thermoneutral zone is part art, part science*. [en ligne] <https://modernpoultry.media/czarick-birds-thermoneutral-zone-is-part-art-part-science/?mp=1737145559383> (consulté le 18 mars 2025).

Hartcher, K. M., H. K. Lum. 2019. Genetic selection of broilers and welfare consequences: a review. *World's Poultry Science Journal*, 76(1), 154–167. <https://doi.org/10.1080/00439339.2019.1680025>.

Meschy, F., C. Jondreville, J.-Y. Dourmad, A. Narcy, Y. Nys. Maîtrise des rejets de phosphore dans les effluents d'élevage. *Productions Animales*, 2008, 21 (1), p. 79-86. fffhal01173455f

Schmidt C.J., M.E. Persia, E. Feierstein, B. Kingham, W.W. Saylor. 2009. Comparison of a modern broiler line and a heritage line unselected since the 1950s. *Poult Sci.* 2009 Dec; 88(12):2610-9. doi: 10.3382/ps.2009-00055. PMID: 19903960.

Wright, C. 2015. *Is poultry performance affected by feed particle size?* [en ligne] <https://www.thepoultrysite.com/articles/is-poultry-performance-affected-by-feed-particle-size> (consulté le 18 mars 2025).