

## REFONTE METHODOLOGIQUE DU BILAN REEL SIMPLIFIE VOLAILLES

Yann Guyot<sup>1</sup>, Vincent Blazy<sup>1</sup>, Jean-Marie Fontanet<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ITAVI, 7 rue du Faubourg Poissonnière, 75009 Paris, France  
[guyot@itavi.asso.fr](mailto:guyot@itavi.asso.fr)

### RÉSUMÉ

Connaitre avec précision l'excrétion des ateliers avicoles est aujourd'hui incontournable pour les éleveurs et l'administration. Cette préoccupation devient croissante pour les éleveurs qui doivent répondre à des obligations de résultats dans le cadre de la Directive IED, 2010/75/UE. Dès lors, il est nécessaire de disposer de données adaptées à l'atelier évalué afin que les indicateurs calculés soient au plus près de la réalité et rendent compte des progrès consentis. Cette étude présente la refonte méthodologique de l'outil du Bilan Réel Simplifié destiné aux productions avicoles qui permet aux éleveurs de calculer les flux d'excrétion de leurs ateliers. Basée sur un bilan de masse quotidien, la nouvelle méthodologie tient compte de l'évolution du plan d'alimentation tout au long d'un lot. Le calcul repose sur la génération a posteriori des cinétiques de croissance, d'ingestion et de mortalité d'un lot à partir des données zootechniques renseignées par l'utilisateur et de courbes de références. Ainsi, à l'aide des valeurs de rétentions corporelles, il est possible de calculer les cinétiques d'excrétion des différents éléments (N, P, K, Ca, Cu et Zn) et donc de faire un bilan total plus précis à l'échelle du lot. L'outil permet le calcul d'excrétion pour la majorité des productions de volailles de chair (tout venant et mixte) ainsi que pour les poules pondeuses. L'outil permettra aux éleveurs de mieux estimer les émissions et le lien au sol (en précisant le dimensionnement du plan d'épandage) de calculer les émissions réelles de son atelier et ainsi de faciliter la gestion de ses effluents, incluant le retour au sol et le dimensionnement du plan d'épandage. De plus, cette méthodologie pourra servir de base à la mise à jour des valeurs d'excrétions de référence pour l'ensemble de la production avicole française.

### ABSTRACT

#### Methodological redesign of the poultry mass-balance excretion

Precisely knowing poultry farms excretion flows is nowadays inescapable for farmers and administrations. Farmers have to meet results obligations to tackle this growing concern. Henceforth, farm specific data are necessary to have indicators as close to reality as possible and take account of efforts made. This study introduces the methodological redesign of the poultry mass-balance excretion calculation tool that offers to farmers the possibility to evaluate their excretion flows. Based on daily mass balance computation, the new calculator considers the food strategy during the rearing period. Calculation is based on the generation of a posteriori growth, feed intake and mortality dynamics from users zootechnical data and references curves. Thus, with help of deposition values, excretion dynamics can be extracted for six different elements (N, P, K, Ca, Cu et Zn), and so a more accurate balance-sheet can be computed on the rearing span. This new tool can be used for the most of the poultry for meat productions as well as egg laying production. By giving to farmer the ability to better know his farm emissions, it will be possible to easier manage effluents. Moreover, this methodology could be used for updating reference tables of excretions values for the whole of poultry French production.

## INTRODUCTION

Les valeurs d'excrétion des ateliers avicoles sont cruciales pour les éleveurs et leurs techniciens. La précision dans l'évaluation de ces données représente un enjeu à la fois environnemental, réglementaire et de recherche et développement. D'un point de vue environnemental, l'excrétion d'éléments tels que l'azote (N), le phosphore (P), ou encore le cuivre (Cu) et le zinc (Zn) à des conséquences non négligeables. L'excès d'N ou de P peut entraîner des phénomènes d'eutrophisation, des concentrations importantes de Zn ou de Cu conduisent à l'écotoxicité terrestre. Enfin, la volatilisation de l'N sous forme d'ammoniac ou de protoxyde d'azote à des conséquences sur la qualité de l'air. Sur les aspects réglementaires, la révision en 2017 de la directive européenne sur les émissions industrielles (Directive IED, 2010/75/UE) a conditionné l'obtention des permis d'exploiter, pour des élevages dépassant les 40 000 emplacements (pondeuses, poulet de chair, dindes et canards), au respect de niveaux d'excrétion maximale en azote et en phosphore. Concernant les aspects recherche et développement, l'utilisation du bilan de masse offre un puissant moyen de vérification de résultats issus de campagne de mesures menées en élevage. Néanmoins, cette méthode ne permet pas de connaître les quantités d'effluent produites ni leur teneur, l'excrétion correspondant au produit de ces deux grandeurs. Pour répondre à ces trois enjeux, un outil a été créé, le Bilan Réel Simplifié (BRS) qui fournit à partir de données issues du plan d'alimentation et des performances zootechniques de l'élevage, une estimation des éléments excrétés (Ponchant *et al*, 2017). Afin de disposer de résultats d'excrétion les plus précis, la présente étude propose une refonte méthodologique du BRS volaille précédemment développé.

## 1. MATERIELS ET METHODES

### 1.1. Principe et productions concernées

Ce nouvel outil propose d'estimer les rejets non plus en réalisant un bilan de masse à l'échelle du lot, mais de la journée. Cette approche offre une vision de la dynamique d'excrétion tout en étant plus précise. Le calculateur repose sur la génération à posteriori des dynamiques de croissance, d'indice de consommation et de mortalité du lot sur la base de courbes de référence et de données zootechniques renseignées par l'utilisateur. La refonte concerne 22 productions avicoles. Les nutriments concernés sont l'N, le P, le calcium (Ca), le potassium (K), le Zn et le Cu.

### 1.2. Courbes de référence

Les courbes de référence ont été modélisées à l'aide de régression non linéaires sur la base de données sélectionneurs ou de données internes. Ainsi les dynamiques de croissance (courbe de poids vif (PV))

et d'ingestion (courbe d'indice de consommation (IC)) ont été obtenues à partir de données sélectionneurs de la souche la plus représentée pour une production donnée. Concernant la dynamique de mortalité cumulée, des données de plus de 230 lots de productions variées ont été utilisées afin de disposer de courbes de références de mortalité quotidienne.

## 2. RESULTATS ET DISCUSSION

Cette section présente un cas général de calcul d'excrétion en se plaçant dans le cas d'un élevage de poulet standard en claustration, ainsi qu'une description de cas spécifiques propres à la filière avicole.

### 2.1. Cas général

La mécanique de calcul de l'excrétion est décrite ci-dessous pas à pas en fonction de la donnée d'entrée (voir figure 2) :

1. L'espèce produite\* : après sélection de l'espèce considérée dans le bilan, le calculateur sélectionne dans une base de données les courbes de références associées.
2. Les poids et âges à la mise en place et à l'abattage, l'IC technique, les nombres d'animaux mis en place et morts\* : l'ensemble de ces données est utilisé pour ajuster les courbes de référence sélectionnées précédemment. A ce stade, le calculateur dispose de représentation *a posteriori* des dynamiques de PV, d'IC et de mortalité.
3. Il est donc possible d'obtenir les dynamiques de gain de poids quotidien, d'ingestion quotidienne, ainsi que le nombre d'animaux vivants chaque jour.
4. Le plan d'alimentation\* (teneur en N, P, K, Ca, Cu et Zn de chaque aliment et les durées de distribution de chacun) : à l'aide des dynamiques précédemment calculées, il est possible de connaître l'ingestion quotidienne de chaque élément. De même, la part fixée par les animaux est obtenue à partir de la courbe de gain de poids quotidien et la composition des carcasses (considérée comme constante au cours du lot) de la production sélectionnée (valeurs tables, ITAVI 2013). Par différence (ingéré - fixé), la dynamique d'excrétion quotidienne d'un animal peut être obtenue. Cette excrétion unitaire peut aisément être étendue à l'ensemble du lot car le nombre d'animaux vivants est connu à l'étape précédente.
5. La somme des résultats d'excrétion quotidienne du lot conduit à l'excrétion totale de celui-ci. La répétition de l'opération sur la totalité des lots de l'année conduit elle au bilan annuel de l'atelier de production.
6. Le nombre d'emplacements de l'atelier\* : après addition des lots de l'année puis division par le

nombre de place de l'atelier, la valeur de l'excrétion est obtenue, exprimée en kg/place/an  
\*Ces éléments sont saisis par l'opérateur

Cette nouvelle méthode de calcul offre également, de par sa définition même, la possibilité d'inclure la part d'excrétion d'un lot à cheval sur deux années civiles.

## 2.2. Cas spécifique : poules pondeuses (œufs de consommation)

Pour les productions pondeuses, le dépôt de nutriments dans le compartiment œuf doit être pris en compte. L'autre spécificité de cette production est de n'inclure que des animaux à un stade physiologique avancé, rendant les modèles de croissance et d'ingestion précédemment décrits inapplicables. La croissance de ce type de production est donc modélisée par une autre équation et la mortalité et l'ingestion sont considérées comme constantes sur la totalité du lot. L'export de nutriment vers l'œuf est modélisé à partir d'une courbe de poids d'œuf quotidien elle-même issu d'un modèle de poids d'œufs cumulés.

## 2.3. Cas spécifique : productions sexées séparées

Les productions de volailles dites « sexées séparées » apportent une difficulté en plus au calcul de l'excrétion. En effet, les mâles séparés des femelles sont élevés plus longtemps. Cette conduite d'élevage entraîne la méconnaissance de l'IC de chaque sexe puisque seule la consommation d'aliment de l'ensemble du lot est connue. La nouvelle méthode propose une estimation de l'IC des deux sexes à partir de l'IC commun ( $IC_{com}$ ) et des deux âges à l'abattage. Le calcul repose sur l'hypothèse que l'IC commun (connu par l'éleveur) est égal à un IC tout venant (pondéré par le nombre relatif d'individu de chaque sexe) pris à un âge compris entre les deux âges à l'abattage (également pondéré) et est défini comme :

$$IC_{com} = \frac{nb_m IC_m(age_{eq}) + nb_f IC_f(age_{eq})}{nb_m + nb_f}$$
$$age_{eq} = \frac{(nb_m age_m^2 + nb_f age_f^2)}{nb_m age_m + nb_f age_f}$$

Le coefficient d'ajustement est alors calculé par rapport à cet IC et celui renseigné par l'utilisateur.

Enfin, ce coefficient est appliqué aux deux courbes d'IC de référence de chaque sexe ( $IC_m$  et  $IC_f$ ).

## 2.4. Cas spécifique : productions avec parcours

La précédente version du BRS tenait compte de la part de l'excrétion ayant lieu sur le parcours en appliquant un coefficient de répartition sur l'excrétion totale. Cependant, certains animaux n'ayant accès à l'extérieur que sur une partie de leur période d'élevage, cette méthode introduisait une image grossière de la dynamique d'excrétion au parcours. De par sa définition, la nouvelle méthode offre la possibilité de connaître la part de l'excrétion avant et après l'âge d'accès au parcours. Il est donc possible d'appliquer un coefficient de répartition limité à la part d'excrétion lorsque les animaux ont un accès à l'extérieur. À l'aide des travaux réalisés par (Ponchant *et al*, 2014), (Méda *et al*, 2011) et (Méda *et al*, 2015), un nouveau coefficient de répartition a été obtenu. Les données expérimentales de ces études (réalisées sur des poulets labels) ont été confrontées au nouveau calculateur afin d'estimer la part d'excrétion au parcours. Ainsi, en appliquant le calcul de la valeur d'excrétion au parcours sur la part d'excrétion dès lors où les animaux ont accès à l'extérieur, un ratio de 30 % a pu être calculé (correspondant à 25% de l'excrétion totale). Cette approche peut être transposée à d'autres productions, moyennant la connaissance de l'âge d'accès au parcours des animaux.

## CONCLUSION

La refonte méthodologique vise à rendre l'outil de calcul d'excrétion plus lisible et conceptuellement plus juste. La réalisation du bilan à échelle du jour et non plus du lot permet à l'utilisateur de mieux comprendre les leviers (croissance, ingestion, mortalité, ponte...) qui conditionnent l'excrétion. Cette révision permet également de mieux prendre en compte la variabilité de conduites d'élevage (productions sexées, productions avec parcours) et de mieux modéliser leurs valeurs d'excrétions. Cette nouvelle méthodologie a été reconnue par le comité scientifique et technique « Gestion des éléments nutritifs et des émissions vers les milieux » ce qui permet d'inscrire l'outil comme calculateur de référence d'excrétion des ateliers avicoles dans le cadre du 7<sup>ème</sup> Plan Action Nitrate (à l'exception des volailles élevées sur parcours).

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ITAVI. 2013. Estimation des rejets d'azote, phosphore, potassium, calcium, cuivre et zinc par les élevages avicoles. Mise à jour des références CORPEN 2006. 63 pages.
- Méda B., 2011, manuscrit de thèse, 239 pages.
- Méda B., Hassouna M., Lecomte M., Germain K., Dourmad J-Y et Robin P., 2015. Biosystems Engineering 139, 35-47.
- Ponchant P., Germain K., Lamothe E. et Ollivier S., 2014. Rapport du projet Casdar Parcours, 10 pages.
- Ponchant P. TéMa n°42, Avril – Mai – Juin 2017. 6 pages

**Tableau 1.** Liste des équations utilisées, (A,  $\delta$ , k,  $\gamma$ , a, b, c,  $\alpha$  sont des paramètres calculés à partir de régressions non linéaires sur les données sélectionneurs correspondantes)

| Grandeur                         | Equation   |
|----------------------------------|--|
| Poids Vif (PV, kg)               | $A(1 + (\delta - 1)e^{-k(t-\gamma)})^{\frac{1}{1-\delta}}$ |
| Poids Vif (PV, kg)<br>(pondeuse) | $A + b - ce^{-\alpha t}$                                   |
| Indice de consommation (IC, -)   | $at + bt^2 + c(1 - e^{-kt})$                               |
| Mortalité cumulée (%)            | $at + bt^2 + c(1 - e^{-kt})$                               |
| Production d'œufs cumulé (kg)    | $at + bt^2 + ct^3 + \frac{d}{k}(e^{-kt} + 1)$              |

**Figure 1.** Schéma du nouvel outil de calcul BRS

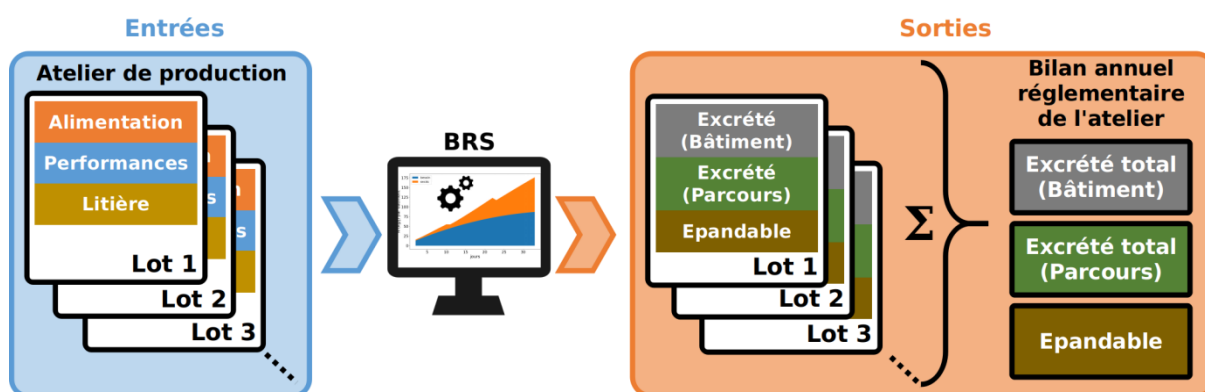


Figure 2. Description de l'algorithme de calcul

