



Réactualisation des références relatives à la composition corporelle en protéines, phosphore et oligo-éléments des volailles : Etat des lieux et impact sur les rejets avicoles

Pierre PERROT^{1,2}, Isabelle BOUVAREL¹ et Philippe LESCOAT²

¹ ITAVI - BP 1 - 37380 NOUZILLY

² INRA - BP 1 - 37380 NOUZILLY

RÉSUMÉ

Les objectifs de ce travail sont d'actualiser les références concernant la composition corporelle des volailles en protéines, phosphore et oligo-éléments et de mettre en évidence le manque d'information relative à certaines espèces. Les principales données recueillies concordent avec les références du CORPEN (1996 et 1997) relatives à l'azote et le phosphore, exceptées pour la concentration corporelle en protéines des poulets standard et celle en phosphore des dindes et des canards standard. Ces différences entraînent ainsi une sous-estimation des rejets en azote et phosphore. Cependant, il paraît nécessaire de prendre en compte les données relatives aux techniques d'élevage (incorporation de phytases, réduction des teneurs en MAT des régimes...), à l'efficacité alimentaire et aux pertes azotées par volatilisation afin d'appréhender les rejets en aviculture.

ABSTRACT

The aim of this work was to establish consistent references regarding the chemical whole-body content (proteins, phosphorus, trace-elements) in poultry and to emphasize the lack of information on some species' body content. It also aimed at checking the relevancy of the CORPEN (1996, 1997) values. In this study, most of the collected data were in agreement with these references, except for the proteins body concentration of broilers and the phosphorus concentration of turkeys and ducks. These differences induced an under-estimation of nitrogen and phosphorus excretion. However, it's necessary to simultaneously take into account the improvement of husbandry techniques (phytases incorporation, decreasing of CP of diets), the decrease of feed efficiency and the lack of knowledge of nitrogen losses by volatilisation to predict consistently the quantity of elements rejected by poultry sheds.

INTRODUCTION

Face aux attentes de la société pour une agriculture respectueuse de l'environnement, l'aviculture française développe des actions de prévention et de réduction des risques de pollution. Mettre à jour les références concernant les rejets d'azote, de phosphore et d'oligo-éléments des élevages constitue un enjeu intéressant pour la maîtrise des pollutions agricoles. En effet, une estimation approximative des quantités d'éléments excrétées par les volailles entraîne parfois une sur-fertilisation des cultures à l'origine de la détérioration de la qualité des eaux et des sols (Aubert et al, 2001). Au-delà des pro-

blèmes écologiques et du respect de la législation en vigueur, l'évaluation précise de la composition des déjections des volailles vise à améliorer la conduite des élevages en abaissant les coûts de production liés à l'alimentation grâce à une meilleure adéquation des apports aux besoins nutritifs des volailles.

Deux méthodes existent pour estimer la quantité d'éléments rejetés par les élevages (Aubert et Gadais, 2005) :

- une première consiste à analyser directement la litière des volailles avec des procédés chimiques ou à l'aide de la spectroscopie dans le proche infrarouge (SPIR).
- une autre, repose sur le principe du bilan entrées-sorties. La quantité d'éléments ingérés (calculée à partir des indices de consommation et de la composition des aliments) moins la quantité d'éléments fixés par les volailles (issue des références de composition corporelle en protéines, phosphore et oligo-éléments) donne la quantité d'éléments rejetés par les animaux (Figure 1).

Les références concernant les rejets avicoles publiées en 1996 et 1997 par le CORPEN (Comité d'Orientation des Pratiques agricoles respectueuses de l'ENVironnement), dans le but d'établir les recommandations agro-environnement-

■ Figure 1 : Méthode du bilan utilisé pour le calcul des rejets avicoles.

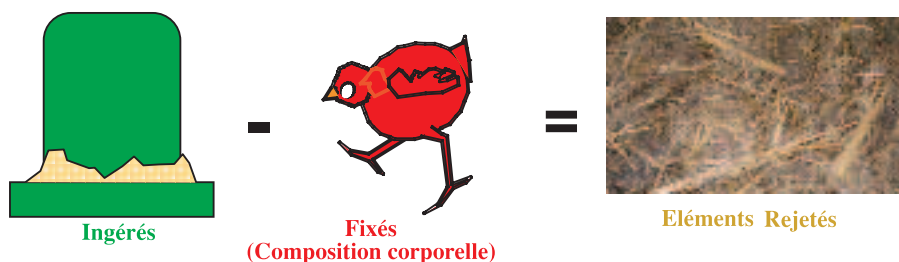


Tableau 1 - Références bibliographiques postérieures à 1995, relatives à la composition corporelle en protéines, phosphore et minéraux.

Espèce	Référence	Éléments étudiés
Canard Pékin	Timmler et al, 2003 Rodehutschord et al, 2003	N P
Canards de Barbarie	Rouffineau et al, 1997 Euronutrition, 2002	N, P, Zn, Cu N
Dinde reproductrice	Melnichuk et al, 1998	N
Dindon	Rouffineau et al, 1997 Euronutrition, 2002	N, P, Zn, Cu N, P
Poule pondeuse	Fatufe et al, 2004	N
Poule reproductrice	Renema et al, 1999	N
Poulet label	Rouffineau et al, 1997 Euronutrition, 2002	N, P, Zn, Cu N
Poulet standard	Rouffineau et al, 1997 Mohanna et Nys, 1997 Aletor et al, 2000 Bregendahl et al, 2002 Carré et al, 1998 Crespo et al, 2002 Euronutrition, 2002 Fatufe et al, 2004 Fatufe et al, 2005 Gonzalez-Esquerra et al, 2005 Rehfeldt et al, 1997 Sklan et al, 2004 Wiseman et al, 1998 Nys et al, 1997 Nys et Mohanna, 1999	N, P, Zn, Cu N, Zn, Cu, Mn N N N N N N N N N N N N N N N N P, Zn, Cu, Mn, Fe Zn
Pintade	Sales et al, 1997	N
Autruche	Cilliers et al, 1998	N
Oeuf	Skrivan et al, 2005	Zn, Cu, Fe
Oeuf sans coquille	Nys et al, 2004 Novak et al, 2004 Prochaska et al, 1996 Shafer et al, 1998 Vieira et al, 1998	N, Zn, Cu, Mn, Fe N N N N
Coquille d'œuf	Nys et al, 1996 Ahmed et al, 2003	N N

tales, sont calculées à partir de la méthode du bilan (CORPEN, 1996, 1997). Or, les compositions corporelles utilisées sont anciennes et nécessitent d'être revues. Les progrès de la génétique et des techniques d'élevage les ont en effet modifiées (Havenstein et al, 1994a-b, 2003a-b ; Rouffineau et al, 1999 ; Bregendahl et al, 2002 ; Wylie et al, 2003 ; Fatufe et al, 2004 ; Quentin et al, 2004). C'est pourquoi l'objectif de ce travail est de réactualiser les références concernant

la composition corporelle en protéines, phosphore et oligo-éléments des volailles par un état des lieux des données disponibles sur le sujet.

1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Le travail a consisté à recenser les études relatives à la composition corporelle des volailles, à collecter et à analyser les don-

nées. L'objectif était de dresser un état des lieux des références disponibles, postérieurs à 1995 et à déterminer les informations manquantes (Tableau 1).

Les références concernant la composition corporelle en protéines, phosphore et oligo-éléments des volailles proviennent d'animaux élevés en conditions de terrain ou expérimentales. Les animaux sont euthanasiés et leurs carcasses entières broyées, plumes incluses, puis lyophilisées. Le lyophilisat est ensuite analysé chimiquement ou à l'aide de la spectroscopie dans le proche infrarouge pour déterminer les teneurs en protéines, phosphore et oligo-éléments. Les résultats sont exprimés par rapport au poids frais en pourcentage, g/kg ou mg/kg ($\pm$ écart type de la moyenne). Les compositions des régimes de même que les quantités d'aliments consommées sont recueillies afin de calculer les différents rejets.

Les données sont saisies dans un tableur Excel®, puis une analyse descriptive est réalisée à l'aide du logiciel Statview®.

2. LES CHIFFRES

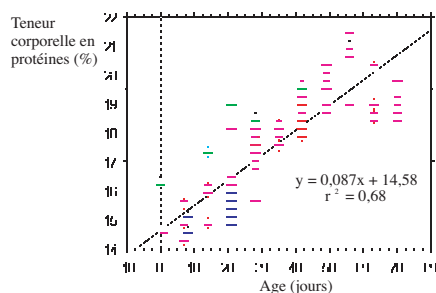
2.1. POULETS

2.1.1. TENEUR EN PROTÉINES

• Poulets standard

Au regard des travaux effectués après 1995, la concentration corporelle en protéines, pour des poulets standards âgés de 33 à 44 jours, est en moyenne de 18,5 % ($\pm 0,73$) et varie de 16,9 % à 19,8 % (Gonzalez-Esquerra et al, 2005 ; Mohanna, 1998 ; Nys et al, 2003 ; Rouffineau et al, 1999 ; Rouffineau, 1997 ; Sklan et al, 2003, 2004 ; Wiseman et Lewis, 1998, Wiseman, 1999 ; Aletor et al, 2000, Carré et al, 1998 ; Cardinale, 1996 ; Euronutrition, 2002). La référence CORPEN (1996) est de 20 %, soit un écart de 1,5 point par rapport à la valeur moyenne recensée. La teneur corporelle en protéines des poulets standards croît avec l'âge. Chez le poulet standard mâle Ross, une relation linéaire est observée entre la teneur en protéines corporelles et l'âge des animaux ($r^2 = 0,68$) (Fatufe et al, 2004, 2005 ; Gonzalez-Esquerra et al, 2005 ; Sklan et al, 2003, 2004 ; Wiseman et Lewis, 1998, Wiseman, 1999) (Figure 2).

■ **Figure 2 : Evolution de la teneur corporelle en protéines chez le poulet standard mâle Ross (Fatufe et al, 2004, 2005 ; Gonzalez-Esquerria et al, 2005 ; Sklan et al, 2003, 2004 ; Wiseman et al, 1998, 1999).**



• Poulets label

Les poulets à croissance lente de type label, âgés de 84 à 86 jours, ont en moyenne, une teneur corporelle en protéines de 20,5 % ($\pm 0,15$). Suivant les auteurs, la teneur corporelle en protéines varie très peu : de 20,3 % à 20,7 % (Rouffineau et al, 1999 ; Rouffineau, 1997 ; Euronutrition, 2002), et est proche de la référence CORPEN (1996), fixée à 20 %.

• Poules reproductrices

D'après Renema et al (1999), pour des poules reproductrices, âgées de 147 à 210 jours, la teneur corporelle en protéines est en moyenne de 20,05 % ($\pm 0,59$), valeurs comprises entre 19,4 % et 21,0 %. La référence CORPEN (1996) est de 20 %.

Aucune donnée récente, relative à la composition corporelle en protéines des coqs adultes, n'a pu être collectée.

En résumé, en utilisant la totalité des données collectées et relatives à *Gallus*, la teneur corporelle en protéines est liée linéairement à l'âge de l'animal, quelle que soit leur souche ($r^2 = 0,61$, $y = 0,078x + 15,15$) (Gonzalez-Esquerria et al, 2005 ; Mohanna, 1998 ; Nys et al, 2003 ; Rouffineau et al, 1999 ; Rouffineau, 1997 ; Sklan et al, 2003, 2004 ; Wiseman et Lewis, 1998 ; Wiseman, 1999 ; Aletor et al, 2000 ; Carré et al, 1998 ; Cardinale, 1996 ; Euronutrition, 2002 ; Fatufe et al, 2004, 2005 ; Renema et al, 1999 ; Bregendahl et al, 2002 ; Mavromichalis et al, 2000 ; Crespo et Esteve-Garcia, 2002 ; Stilborn et al, 1997).

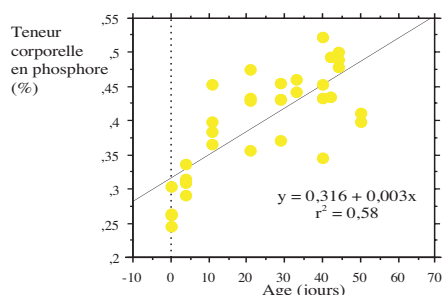
2.1.2. TENEUR EN PHOSPHORE

• Poulets standard

Pour les poulets de type standard, âgés de 33 à 44 jours, la teneur corporelle en phosphore est en moyenne de 4,6 g/kg

de poids vif ($\pm 0,43$) et varie de 3,5 à 5,2 g/kg (Nys et al, 2003 ; Rouffineau et al, 1999 ; Rouffineau, 1997 ; Nys et al, 1997). La référence CORPEN (1997) est de 4,8 g/kg de poids vif, soit un écart de 0,2 g/kg au-dessus la valeur moyenne collectée. Par ailleurs, la concentration corporelle en phosphore des poulets de type standard augmente avec l'âge des animaux ($r^2 = 0,58$) (Rouffineau, 1997 ; Rouffineau et al, 1999 ; Nys et al, 1997) (Figure 3).

■ **Figure 3 : Evolution de la teneur corporelle en phosphore chez les poulets de type standard.**



• Poulets label

D'après Rouffineau et al (1999), les poulets labels âgés de 84 jours, ont en moyenne, une teneur corporelle en phosphore de 4,8 g/kg de poids vif ($\pm 0,27$). La valeur CORPEN (1997) de 4,7 g/kg en est relativement proche.

Aucune teneur corporelle en phosphore concernant les reproducteurs, n'a pu être recensée.

2.1.3. TENEUR EN OLIGO-ÉLÉMENTS

• Poulets standard

Les poulets de chair de type standard, âgés de 33 à 44 jours, ont en moyenne une concentration corporelle en métaux de 19,1 mg/kg de poids vif ($\pm 3,5$) pour le zinc, 2,5 mg/kg ($\pm 0,96$) pour le cuivre, 0,7 mg/kg ($\pm 0,37$) pour le manganèse, 29,1 mg/kg ($\pm 1,72$) pour le fer, (Rouffineau et al, 1997 ; Montrésor, 2000 ; Mousset, 1997 ; Mohanna, 1998 ; Mohanna et Nys, 1997a-b, 1999 ; Nys et Mohanna, 1999).

• Poulets label

Pour les poulets labels, la teneur corporelle moyenne en zinc est de 23,22 mg/kg de poids vif ($\pm 0,92$) et de 3,73 mg/kg ($\pm 0,60$) en cuivre (Rouffineau, 1997 ; Montrésor, 2000).

Dans ce recueil de données, les concentrations corporelles en oligo-éléments

relatives aux reproducteurs n'ont pas pu être collectées.

2.2. DINDES

2.2.1. TENEUR EN PROTÉINES

• Dindes standard

La teneur corporelle moyenne en protéines de dindes mâles ou femelles âgées d'environ 100 jours, est de 22,0 % ($\pm 0,81$) et fluctue de 21,0 % à 23,0 % (Rouffineau, 1997 ; Rouffineau et al, 1999 ; Euronutrition, 2002). La différence avec la référence CORPEN (1996) qui est de 22,6 %, est de 0,6 point.

• Dindes reproductrices

D'après Melnychuk et al (1997), la concentration corporelle moyenne en protéines des dindes destinées à la reproduction est de 22,69 % ($\pm 0,09$).

Aucune référence relative à la composition corporelle en protéines des dindes de type label n'a pu être recueillie.

2.2.2. TENEUR EN PHOSPHORE

• Dindes standard

D'après Rouffineau et al (1999), la teneur corporelle moyenne en phosphore des dindes standard mâles ou femelles, âgées d'environ 100 jours, est de 5,1 g/kg de poids vif ($\pm 0,12$), alors que la référence CORPEN (1997) est de 6,7 g/kg, soit un écart de 1,6 g/kg au-dessus de la valeur recensée.

Aucune teneur corporelle en phosphore concernant les dindes de type label et les reproducteurs, postérieure à 1995, n'a pu être recensée.

2.2.3. TENEUR EN OLIGO-ÉLÉMENTS

• Dindes standard

La concentration corporelle moyenne en métaux des dindes de type standard est de 27,1 mg/kg de poids vif ($\pm 2,05$) en zinc et de 2,8 mg/kg de poids vif ($\pm 0,49$) en cuivre (Rouffineau, 1997 ; Montrésor, 2000).

Les concentrations corporelles en oligo-éléments relatives aux dindes de type label et aux reproducteurs n'ont pas pu être collectées.

2.3. CANARDS

2.3.1. TENEUR EN PROTÉINES

• Canards de Barbarie

La teneur corporelle moyenne en protéines des canards de Barbarie, mâles ou

femelles, âgés de 70 à 84 jours, est de 18,5 % ($\pm 1,41$), et varie de 15,5 à 19,3 % [Rouffineau, 1997; Rouffineau et al, 1999; Baeza et Leclercq, 1995; Baeza et al, 1998; Euronutrition, 2002] pour une référence CORPEN [1996] à 19 %.

2.3.2. TENEUR EN PHOSPHORE

• Canards de Barbarie

Pour les canards de Barbarie mâles ou femelles, âgés de 72 à 79 jours, la concentration corporelle moyenne en phosphore est de 5,3 g/kg de poids vif ($\pm 0,06$) [Rouffineau et al, 1999; Rouffineau, 1997], alors que la référence CORPEN [1997] est de 6,1 g/kg, soit une différence de 0,8 g/kg.

2.3.3. TENEUR EN OLIGO-ÉLÉMENTS

• Canards de Barbarie

La teneur corporelle moyenne des canards de Barbarie âgés de 72 à 79 jours, en zinc est de 28,0 mg/kg ($\pm 1,82$) et s'élève à 5,9 mg/kg ($\pm 0,42$) en cuivre [Rouffineau, 1997; Montrésor, 2000; Baeza et Leclercq, 1995, 1998].

Les travaux récents, relatifs à l'analyse de la composition corporelle des canards Pékin, s'effectuent à un âge précoce. Timmler et Rodehutschord [2003] déterminent la teneur corporelle en protéines des canards Pékin à un âge de 21 jours, la concentration moyenne en protéines trouvée est de 14,89 % ($\pm 0,3$). Quant à Rodehutschord et al [2003], ils établissent la teneur corporelle moyenne en phosphore des canards Pékin âgés de 21 jours à 4 g/kg de poids vif ($\pm 0,67$).

Aucune donnée relative à la composition corporelle des canards prêts à gaver ou gavés [Mulards] n'a été trouvée.

2.4. AUTRES ESPÈCES

2.4.1. TENEUR EN PROTÉINES

• Pintades

La concentration corporelle moyenne en protéines des pintades de souche Pearl Grey, proche des pintades communes [*Numida Meleagris*], âgées de 71 jours est de 22,1 % ($\pm 0,02$), celles âgées de 127 jours ont une teneur de 24,0 % ($\pm 1,57$) [Sales et al, 1997]. Concernant les pintades de type standard et label couramment utilisées en France, aucune référence en protéines, phosphore et oligo-éléments n'a pu être trouvée.

• Autruches

Selon Cilliers et al [1998], la teneur corporelle moyenne en protéines, sans les viscères, est de 20,9 %. Les concentrations en phosphore et oligo-éléments n'ont pu être recensées.

Aucune référence récente relative à la teneur corporelle en protéines, phosphore et oligo-éléments des oies, cailles, perdrix, faisans et pigeons n'a été recensée.

2.5. ŒUFS

2.5.1. TENEUR EN PROTÉINES

La concentration moyenne en protéines des œufs de poules, sans leur coquille, est d'environ 10,7 % ($\pm 1,24$), teneur calculée par rapport au poids de l'œuf entier [Nys et Sauveur, 2004; Shafer et al, 1998; Prochaska et al, 1996; Novak et al, 2004; Vieira et Moran, 1998]. La coquille représente environ 0,2 point de la teneur en protéines de l'œuf entier [Ahmed et al, 2003; Nys, 1996]. Par conséquent, la concentration moyenne en protéines des œufs entiers est de 10,9 %, la référence CORPEN [1996] étant de 11,1 %.

2.5.2. TENEUR EN PHOSPHORE

La teneur moyenne en phosphore des œufs entiers de poules est de 0,22 % [Nys et Sauveur, 2004] pour une référence CORPEN [1997] de 0,215 %.

2.5.3. TENEUR EN OLIGO-ÉLÉMENTS

La concentration en métaux des œufs de poules est en zinc de 12,57 mg/kg d'œufs entier ($\pm 0,56$), en cuivre de 0,88 mg/kg ($\pm 0,1$) et en fer de 20,82 mg/kg ($\pm 3,46$) [Skrivan et al, 2005; Nys et Sauveur, 2004].

3. LE BILAN

Des données globalement cohérentes avec les références CORPEN 1996-1997... Sauf....

Les références CORPEN relatives à la composition corporelle en protéines et phosphore, établies respectivement en 1996 et 1997, paraissent globalement cohérentes avec les données actualisées.

Néanmoins, les teneurs corporelles en protéines tendent à être plus faibles, et notamment chez le poulet de chair standard : 18,5 % en moyenne pour 20 % retenu pour la référence CORPEN. Liée à l'âge, cette

valeur est d'ailleurs de l'ordre de 17,5 à 18 % pour des animaux âgés de 35 à 40 jours.

Les teneurs corporelles en phosphore sont également plus faibles chez la dinde [-1,6 g/kg] et chez le canard de Barbarie [-0,8 g/kg] comparées à la référence CORPEN.

Par ailleurs, cette étude permet de compiler des références relatives aux teneurs corporelles en oligo-éléments.

Quelles sont les conséquences de ces écarts sur les rejets avicoles ?

Pour les poulets standard, âgés de 33 à 44 jours, avec des performances techniques similaires (poids à l'abattage de 1,9 kg, régime à 19 % de MAT, indice de consommation de 1,8 et perte d'azote par volatilisation de 40 %), les rejets calculés avec la référence CORPEN 1996, sont de 26 g d'azote à épandre par animal, alors qu'ils sont de 29 g avec la valeur actualisée, soit un écart relatif de 11 %.

Concernant les dindes standard, avec des performances techniques équivalentes, les rejets en phosphore avec la référence CORPEN 1997 sont de 180 g de P_2O_5 à épandre par animal tandis qu'ils sont de 214 g avec la référence actualisée, soit une différence de 19 %. Quant aux canards de Barbarie, avec un référentiel technique similaire, les rejets en phosphore avec la référence CORPEN sont de 75 g de P_2O_5 à épandre par animal alors qu'ils sont de 84,5 g avec la valeur modifiée, soit un écart relatif de 13 %.

Ces résultats mettent en évidence une sous estimation des rejets mais ceci pour un même référentiel technique. Les rejets calculés ci-avant ne prennent pas en compte l'évolution des indices de consommation constatée dans les élevages, de même que les avancées techniques enregistrées ces dernières années.

Influences respectives de la génétique et des techniques d'élevage sur les rejets ?

La réduction des apports, l'emploi d'acides aminés de synthèse, de phytases, de chélateurs, etc. contribuent à la réduction des rejets. L'amélioration de l'efficacité alimentaire est un des autres leviers majeurs. Après avoir enregistré de constantes améliorations, les indices de consommation stagnent, voire se détériorent, depuis 1995 [ITAVI, 2005]. Pour les poulets stan-

dard âgés de 33 à 44 jours ainsi que les canards, il est observé une légère amélioration (Tableau 2), contrairement à l'indice des dindes qui se dégrade fortement. Quelles sont les conséquences de ces changements sur les rejets ? La diminution de l'indice de consommation des poulets standard de 4,8 % permet une réduction de 9 % des rejets azotés et de 8 % des pertes en phosphore. En revanche, la dégradation de l'indice de consommation des dindes de 9 %, due en partie à l'augmentation de problèmes sanitaires comme les entérites, entraîne une augmentation de 16 % des rejets en azote et de 14 % en phosphore.

Concernant l'azote, la part d'azote volatilisée dans les déjections reste encore mal connue et conditionne grandement la part d'azote à épandre. La volatilisation de l'azote est estimée approximativement à 40 % pour les poulets et les dindes standard, à 30 % pour les poulets label et à 60 % pour les canards. De nombreux facteurs influencent les pertes d'azote par volatilisation : les conditions d'ambiance des bâtiments, les modalités de stockage des déjections, la densité des animaux, les types de litière et d'alimentation utilisés....

Afin de mesurer l'impact de chacun de ces facteurs, différentes simulations présentées dans le tableau 3, permettent de mesurer les rejets azotés chez le poulet de chair standard. La diminution de la fixation des protéines corporelles de 20 à 18,5 % entraîne une augmentation des rejets de 10 %. Une amélioration de l'efficacité alimentaire (2,0 à 1,6) engendre une baisse de rejets azotés de 14 g N/animal, soit 64 %. Enfin, à performances techniques équivalentes, un taux de volatilisation de l'azote de 30 % comparé à 50 %,

Tableau 2 - Comparaison des indices de consommation volailles de chair de 1995 et 2004.

	Indices de consommation moyens		
	Ch. d'Agri., 1995	Ch. d'Agri., 2004	Evolution
Poulets standard (33-44 jours)	1,84	1,80	- 2,2 %
Poulets label	3,02	3,11	+ 3,0 %
Dindes	2,23	2,40	+ 7,6 %
Canards de Barbarie	2,79	2,74	- 1,8 %

Tableau 3 - Influences respectives de la génétique et des techniques d'élevage sur les rejets en azote du poulet de chair standard, tous les autres paramètres fixés par ailleurs.

Paramètre	Variation	Impact sur les rejets azotés
MAT aliment	18 à 20 %	+ 26 %
Poids	1,6 à 2,0 kg	- 22 %
Teneur corporelle en protéines	18,5 à 20 %	- 10 %
IC	1,6 à 2,0	+ 64 %
Taux de volatilisation de l'azote	30 à 50 %	- 29 %

Paramètres fixés : MAT aliment = 18,5 %, IC = 1,8, Poids moyen : 1,8 kg, Teneur corporelle en protéines : 18,5 %, Taux de volatilisation de l'azote : 40 %

entraîne 29 % de rejets en plus. Ainsi, prendre en compte les paramètres techniques et connaître précisément le taux de volatilisation de l'azote au regard de la situation de l'élevage, paraît donc particulièrement important.

CONCLUSIONS

Ce travail met l'accent sur la nécessité de réactualiser les références relatives à la composition corporelle des volailles. De plus, il souligne le manque d'information concernant les palmipèdes, les pintades et l'évaluation des teneurs corporelle en oligo-éléments. Dans l'ensemble, les données recueillies concordent avec les références CORPEN (1996, 1997), excepté pour la concentration corporelle en protéines des poulets standards et celle en phosphore des dindes et des canards standard. Ces écarts de valeurs entraînent une sous estimation des rejets avi-

coles chez ces espèces. Cependant, les progrès techniques constatés ces dernières années permettent de réduire significativement ces rejets ce qui compensent notamment l'incidence des nouvelles références dans le calcul des rejets. Enfin, évaluer précisément la part d'azote volatilisée sera également un des enjeux majeurs de la prévention des risques de pollution agricole.

REMERCIEMENTS

Yves Nys, Joël Gautron, Fabien Alleman, Michel Lessire, Jean-Marc Hallouis, Sophie Tesseraud, Michel Picard, Elisabeth Baeza, Jean-Pierre Brillard, Paul Constantin, Denis Bastianelli, Claude Aubert, James Sales, Rob Gous, Julian Wiseman, Markus Rodehutschord et Steve Leeson.

Travaux réalisés avec le soutien financier de l'Ofival et de l'ADAR.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ahmed A, Rodriguez-Navarro A, Vidal ML, Gautron J, Garcia-Ruiz JM, Nys Y, 2003. Effet de la mue sur la qualité de la coquille d'oeuf chez les poules âgées. Cinquièmes Journées de la Recherche Avicole, 477-480

Aletor VA, Hamid II, Nieb E, Pfeffer E, 2000. Low protein amino acid supplemented diets in broiler chickens: effects on performance, carcass characteristics, whole body composition and efficiencies of nutrient utilisation. J Sci Food Agri, 80, 547-554.

Aubert C, Aman G, Bouvarel I, Lubac S, Renault P, Valancony H, Blondel R, Conan S, Delabrosse C, Hamon JP, Quideau P, Vernon P, 2001. La réduction des rejets d'azote, de phosphore et de métaux. Sci et Techn Av, hors série, sept 2001, 39-41

Aubert C, Gadais C, 2005. Caractérisation des fumiers issus de dindes à la sortie des bâtiments et estimation des rejets en azote et en phosphore.

Siècles Journées de la Recherche Avicole, 112-116

Baeza E, Leclercq B, 1995. Supplémentation des aliments de finition du caneton de barbarie par des acides aminés de synthèse. Premières Journées de la Recherche Avicole, 18-20.

Baeza E, Leclercq B, 1998. Use of industrial amino acids to allow protein concentrations in finishing diets for growing Muscovy ducks. Br Poult Sci 39, 90-96.

Bregendahl K, Sell JL, Zimmerman DR, 2002. Effect of low-protein diets on grower performance and body composition of broiler chicks. Poult Sci 81, 1156-1167.

Carré B, Lessire M, Juin H, 1998. Bases d'évaluation de l'énergie nette des aliments pour les poulets en croissance. Rapport Contrat INRA-GERNA-Fonds SYPRAM Energie nette- poulets, 75p.

- Cardinale S**, 1996. Programme energie nette volailles : résultats de croissance et bilans digestifs comparé de 28 régimes alimentaires complexes sur poulets de chair en croissance. Rapport, 109p.
- Chambre d'Agriculture**. Volailles de chair. Résultats technico-économiques 2004-2005. [en ligne] Disponible sur <http://www.cra-normandie.fr/volaille/volaille.htm> Consulté le 9/04/2006
- CORPEN**, 1996. Estimation des rejets d'azote par les élevages avicoles. 9p
- CORPEN**, 1997. Estimation des rejets de phosphore par les élevages avicoles. 8p
- Cilliers SC, Hayes JP, Chwalibog A, Sales, Du Preez JJ**, 1998. Determination of energy, protein and amino acid requirements for maintenance and growth in ostriches. *Ani Feed Sci Technol* 72, 283-293.
- Crespo N, Esteve-Garcia E**, 2002. Dietary polyunsaturated fatty acids decrease fat deposition in separable fat depots but not in the remainder carcass. *Poult Sci* 81, 512-518.
- Euronutrition (GIE)**, 2002. Alimentation minérale et azotée – Gestion des rejets en élevages avicoles. Rapport 134p (le GIE Euronutrition est un GIE entre CCPA et TECHNA).
- Fatufe AA, Timmler R, Rodehutsord M**, 2004. Response to lysine intake in composition of body weight gain and efficiency of lysine utilization of growing male chickens from two genotypes. *Poult Sci* 83, 1314-1324.
- Fatufe AA, Rodehutsord M**, 2005. Growth, body composition and marginal efficiency of methionine utilization are effected by noessential amino acid nitrogen supplementation in male broiler chicken. *Poult Sci* 84, 1584-1592.
- Gonzalez-Esquerria R, Leeson S**, 2005. Effects of acute versus chronic heat stress on broiler response to dietary protein. *Poult Sci* 84, 1562-1569.
- Havenstein GB, Ferket PR, Scheideler SE, Rives DV**, 1994a. Carcass composition and yield of 1991 versus 1957 type broilers when fed 'typical' 1957 and 1991 broiler diets. *Poult Sci* 73, 1795-1804.
- Havenstein GB, Ferket PR, Scheideler SE, Larson BT**, 1994b. Growth, livability and feed conversion of 1991 versus 1957 type broilers when fed "typical" 1957 and 1991 broiler diets. *Poult Sci* 73, 1785-1794.
- Havenstein GB, Ferket PR, Qureshi MA**, 2003a. Carcass composition and yield of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poult Sci* 82, 1509-1518.
- Havenstein GB, Ferket PR, Qureshi MA**, 2003b. Growth, livability and feed conversion of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poult Sci* 82: 1500-1508.
- ITAVI, Gallot S.**, 2005. Performances technico-économiques en volailles de chair : résultats 2004 et évolution depuis 20 ans. Tendance des marchés oct 2005.
- Latshaw JD, Bishop B**, 2001. Estimating body weight and body composition of chickens by using noninvasive measurements. *Poult Sci* 80, 868-873
- Mavromichalis I, Emmert JL, Aoyagi S, Baker DH**, 2000. Chemical composition of whole body, tissues and organs of young chickens (*Gallus domesticus*). *J Food Comp and Anal* 13, 799-807.
- Melnychuk VL, Robinson FE, Renema RA, Hardin RT, Emmerson DA, Bagley LG**, 1997. Carcass traits and reproductive development at the onset of lay in two lines of female turkeys. *Poult Sci* 76, 1197-1204.
- Mohanna C, Nys Y**, 1997. Variation de la composition des carcasses de poulets de chair en oligo-éléments (zinc, cuivre, zinc et manganèse) en fonction de l'âge, du sexe et de la lignée. Deuxième Journées de la Recherche Avicole, 181-184
- Mohanna C, Nys Y**, 1997. Influence of age, sex and cross on body concentrations of trace elements (zinc, iron, copper and manganese) in chickens. *Br Poult Sci* 39, 536-543.
- Mohanna C**, 1998. Réduction par voie nutritionnelle du risque de phytotoxicité associé à la forte teneur en oligo-éléments dans les déjections du poulet de chair. Thèse Ecole doctorale ENSAR, 80p.
- Mohanna C, Nys Y**, 1999. Effect of dietary zinc content and sources on the growth, body zinc deposition and retention, zinc excretion and immune response in chickens. *Br Poult Sci* 40, 108-114.
- Montresor C**, 2000. Evaluation par bilan sur animaux du risque de toxicité des sols induit par les oligo-éléments supplémentés en alimentation avicole. Rapport de Maîtrise des Science de l'environnement Université F Rabelais Tours, 34p.
- Mousset D**, 1997. Estimation des rejets en oligo-éléments (Cu, Zn, Mn) chez le poulet de chair par détermination de la composition corporelle et effet de l'apport alimentaire en zinc sur la rétention corporelle de zinc. Rapport de la MST CHIMAGRI Université de Poitiers, 35p.
- Novak C, Yakout H, Scheideler S**, 2004. The combined effects of dietary lysine and total sulfur amino acid level on egg production parameters and egg components in dekalb delta laying hens. *Poult Sci* 83, 977-984.
- Nys Y**, 1996. L'œuf et les ovoproduits. Actes du colloque ENSA. Qualité nutritionnelle de l'œuf et des ovoproduits. 24-27.
- Nys Y, Guivarc'h F, Mohanna C**, 1997. Variation de la composition des carcasses de poulets de chair en phosphore, en fonction de l'âge, du sexe et de la lignée. Deuxième Journées de la Recherche Avicole, 177-180.
- Nys Y, Mohanna C**, 1999. Réduction par voie nutritionnelle du risque de phytotoxicité associé à la forte teneur en Zn dans les déjections avicoles. Troisième Journées de la Recherche Avicole, 77-80.
- Nys Y., Rouffineau F., Guivarc'h F.**, 2003. Whole growing birds nitrogen and phosphorus composition. 14th Eur Symp Poult Nutr, Lillehammer (Norway), 135-136.
- Nys Y, Sauveur B**, 2004. Valeur nutritionnelle des œufs. *INRA Prod Ani* 17, 385-393.
- Prochaska JF, Carey JB, Shafer DJ**, 1996. The effect of L-Lysine intake on egg component yield and composition in laying hens. *Poult Sci* 75, 1268-1277.
- Quentin M, Bouvarel I, Bastianelli D, Picard M**, 2004. Quels "besoins" du poulet de chair en acides aminés essentiels ? Une analyse critique de leur détermination et de quelques outils pratiques de modélisation. *INRA Prod Anim*, 17, 19-34.
- Renema RA, Robinson FE, Newcombe M, McKay RI**, 1999. Effects of body weight and feed allocation during sexual maturation in broiler breeder hens. Growth and carcass characteristics. *Poult Sci* 78, 619-628.
- Rodehutsord M, Timmler R, Wendt P**, 2003. Response of growing pekin ducks to supplementation of monobasic calcium phosphate to low-phosphorus diets. *Poult Sci* 82, 309-319.
- Rouffineau F**, 1997. Les rejets azotés et phosphorés des volailles de chair. Estimation à partir de la composition corporelle des animaux vifs. Mémoire de fin d'études.
- Rouffineau F, Guivarc'h F, Nys Y**, 1999. Actualisation de la composition corporelle en azote et phosphore des principales volailles de chair française. Conséquences sur les rejets des élevages. *Sci et Tech Avi* 27, 35-40.
- Sales J, Du Preed JJ, Van Niekerk SA**, 1997. Chemical composition of Pearl Grey guinea fowl. *Br Poult Sci* 38, 223-224.
- Shafer DJ, Carey JB, Prochaska JF, Sams AR**, 1998. Dietary methionine intake effects on egg component yield, composition, functionality and texture profile analysis. *Poult Sci* 77, 1056-1062.
- Skian D, Noy Y**, 2004. Catabolism and deposition of amino acids in growing chicks: effect of dietary supply. *Poult Sci* 83, 952-961.
- Skian D, Noy Y**, 2003. Crude protein and essential amino acid requirements in chicks during the first week posthatch. *Br Poult Sci*, 44, 266-274.
- Skrivan M, Skrivanova V, Marounek M**, 2005. Effects of dietary zinc, iron and copper in layer feed on distribution of these elements in eggs, liver, excreta, soil and herbage. *Poult Sci* 84, 1570-1575.
- Stilborn HL, Moran ET, Gous RM, Harrison MD**, 1997. Effect of age on feather amino acid content in two broiler strain crosses and sexes. *J Appl Poultry Res* 6, 205-209.
- Timmler R, Rodehutsord M**, 2003. Dose-response relationships for valine in the growing white pekin duck. *Poult Sci* 82, 1755-1762.
- Vieira SL, Moran ET**, 1998. Broiler chicks hatched from egg weight extremes and diverse breeder strains. *J Appl Poultry Res* 7, 392-402.
- Wiseman J**, 1999. Growth of body components in broilers. *Proc Austr Poult Sci Sym.* 135-138.
- Wiseman J, Lewis CE**, 1998. Influence of dietary energy and nutrient concentration on the growth of body weight and of carcass components of broiler chickens. *J of Agric Sci*, 131, 361-371.
- Wylie LM, Robertson GW, Hocking PM**, 2003. Effects of dietary protein concentration and specific amino acids on body weight, body composition and feather growth in young turkeys. *Br Poult Sci* 44, 75-87.