



Actualisation de la composition corporelle en azote et phosphore des principales volailles de chair française.

Conséquences sur les rejets des élevages¹

ROUFFINEAU Friedrich, GUIVARC'H François, NYS Yves*

INRA, Station de Recherches Avicoles - 37380 NOUZILLY

* à qui doit être adressée la correspondance

Introduction

La production avicole française est essentiellement concentrée dans le grand ouest. Cette concentration géographique est à l'origine d'un déséquilibre entre les rejets d'élevage et les surfaces d'épandage disponibles. Ainsi, certains éléments comme l'azote et le phosphore sont apportés en excès aux cultures (Isermann, 1990). Ce surplus pollue les nappes phréatiques et les eaux de surface, d'où des problèmes d'ordre écologique comme l'eutrophisation. Aussi la législation française impose aux éleveurs des apports maximaux d'azote et également de phosphore pour certains départements (Williams, 1995).

Il est indispensable d'évaluer précisément les quantités d'azote et de phosphore rejetées par un élevage afin d'optimiser la fertilisation des cultures et de respecter le cadre de cette législation mais sans sous-fertiliser. L'évaluation directe des rejets à partir des fumiers et lisiers de volailles est délicate du fait de l'imprécision

de l'évaluation du tonnage des déjections, de l'hétérogénéité et variabilité de leur composition.

Une autre méthode consiste à effectuer un bilan entrées-sorties. Connaissant, pour un élément, la quantité fixée par l'animal et la quantité ingérée, il est possible par différence d'estimer la quantité excrétée. Ce bilan élargi à l'élevage évalue la quantité d'azote et de phosphore disponible pour l'épandage au niveau de celui-ci. La précision de cette évaluation dépend d'une estimation fiable de la composition corporelle des animaux. Or, les données du CORPEN (1996 et 1997) utilisées pour calculer les rejets en N et P des élevages avicoles français sont basées sur des données anciennes.

Le but de cette étude est l'actualisation de ces références pour le poulet de chair, la dinde et le canard. Celles-ci serviront de bases pour le calcul des rejets azotés et phosphorés des principales espèces avicoles françaises.

(1) Article déjà paru publié dans le cadre des Troisièmes Journées de la Recherche Avicole, Saint-Malo, 23-25 mars 1999.

I - Matériel et méthodes

134 animaux correspondant aux principales productions de volailles de chair françaises (poulets de chair standards légers, standards lourds, découpes, poulets labels, canards, et dindons) par rapport aux conditions françaises ont été prélevés dans des élevages sélectionnés sur la base de résultats zootechniques nationaux moyens.

Les animaux ont été prélevés quelques heures avant le ramassage par l'abattoir sur le lieu d'élevage et ont été pesés en prenant garde de ne pas s'éloigner de plus de 10% du poids moyen de l'espèce, basé sur les performances zootechniques de l'ensemble des élevages français (ITAVI, 1995). Les volailles sélectionnées (pas de mise à jeun) furent abattues sur place par injection de pentobarbital sodique afin d'éviter les pertes dues au mode d'abattage ou au transport.

Chaque carcasse fut conservée à -20°C avant d'être broyée (plumes incluses) puis lyophilisée. Le lyophilisat a été de nouveau broyé afin de l'homogénéiser.

Un échantillon de chaque animal a alors été prélevé et stocké à +4°C avant analyse de la teneur en protéines (méthode Kjeldahl, Nx6,25) et en phosphore (méthode AFNOR NF V18-106). Les résultats sont exprimés par rapport au poids frais. Des échantillons des aliments distribués aux animaux pendant toute la période d'élevage ont été analysés.

Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel Systat®. Une analyse de la variance a été effectuée pour évaluer les facteurs de variation et le test de Tukey a permis de comparer les moyennes.

II - Résultats et discussion

1. Composition corporelle

1.1 Teneur en protéines

La composition corporelle en protéines pour les poulets standards (légers : 17 %, lourds : 17,2 % et découpes : 17,3 %) est d'environ 15 % inférieure à celle préconisée par le CORPEN, soit 20 % de protéines corporelles pour les trois productions (1996 ; tableau 1).

Tableau 1 - Teneur corporelle en protéines des poulets plumes incluses

Animaux	Std ¹ légers		Std lourds		Std découpes		Labels	
Sexe	M	F	M	F	M	F	M	F
Age (jours)	33		42		44		84	
Protéines (%)	16,99 a	17,44 bc	17,11 ab	17,51 c	16,90 a	17,04 a	20,30 d	20,71 d
c.v. ² (%)	1,82	2,18	2,28	2,11	2,01	2,29	3,15	2,80
Moyenne	17,22 ab		17,31 b		16,97 a		20,51 c	
CORPEN (1996)	20		20		20		20	
Probabilité	Effets principaux		sexe : P = 0,0005		âge : P = 0,014			
	Interactions		âge x sexe : NS					
			a, b, c et d sont différents à P < 0,05					

¹ : standards

² : coefficient de variation

Par contre, nos résultats coïncident avec la référence CORPEN pour les poulets labels (20,5 % vs 20 %), les canards (19,2 % vs 19 %) et les dindons mâles (21,7 % vs 23 %) et femelles (21 % vs 22 %) (tableau 2).

Tableau 2 - Teneur corporelle en protéines des canards et dindons plumes incluses

Animaux	Canards		Dindons	
Sexe	M	F	M	F
Age (jours)	79	72	105	80
Protéines (%)	19,07 a	19,35 a	21,68 c	21,02 b
c.v. (%)	2,62	5,06	2,03	2,38
CORPEN (1996)	19	19	23	22
Probabilité	NS		Effet sexe à P < 0,05	

Les teneurs en protéines corporelles (plumes incluses) varient de 16 % à 19 % pour des poulets de chair âgés de 35 à 49 jours selon les auteurs (Jones & Wiseman 1985, Jorgensen et al. 1990, Whitehead 1990, Leclercq et al. 1993, Deschepper & De Groot 1995, Leclercq 1996), ce qui est en accord avec nos données. Des teneurs de 20 % de protéines, correspondant aux références CORPEN sont plus rares (Larbier & Leclercq 1992, Olver & Jonker 1997).

Les concentrations en protéines des canards varient de 17,4 % (Leclercq, 1996) à 19 % (Larbier & Leclercq, 1992 ; Sauveur & de

Carville, 1990) pour les mâles de 84 jours. Elles sont de 20,8 % (Larbier & Leclercq, 1992) à 21,1 % (Sauveur & de Carville, 1990) pour les femelles à 70 jours, et sont supérieures à celles de nos mesures.

Chez les dindons, les teneurs varient de 19,3 % à 23,2 % pour les mâles et de 19,3 % à 22,4 % pour les femelles (Leeson & Summers, 1980 ; Larbier & Leclercq, 1992 ; Sell & Jeffrey, 1994 ; Leclercq, 1996) confirment nos observations.

1.2 Teneur en phosphore

Les références du CORPEN sur la composition corporelle en phos-

phore sont basées sur les valeurs de la WPSA (1985). Comparées à ces valeurs, les concentrations corporelles mesurées dans cet essai sont inférieures pour les canards (0,61 % vs 0,53 %) et les dindons mâles et femelles (0,72 % vs 0,50 % et 0,64 % vs 0,52 % ; tableau 4), mais sont du même ordre pour les poulets standards (0,48 % vs 0,45 %, 0,47 % et 0,49 %) et les poulets labels (0,47 % vs 0,48 % ; tableau 3).

Nos valeurs pour les poulets âgés de 33 jours sont proches de celles de Schöner & Hoppe (1992) à 35 jours (0,45 % vs 0,46 %). Les autres données disponibles n'ont pas confirmé nos résultats. Nos données sont légèrement supérieures, de 6 à 9 %, à celles de Nys et al. (1997), mais très inférieures, de 40 à 50 %, à celles de Hurwitz & Plavnik (1986).

Pour les canards et les dindons, la seule référence disponible (WPSA, 1985), qui sert de base aux références CORPEN de 1996, est supérieure à celle évaluée dans notre essai (tableau 4).

L'âge et le sexe influencent, chez le poulet, la teneur en protéines corporelle (+2,6 % et +2,3 % chez les légers et lourds femelles par rapport aux mâles, et -2 % entre les lourds et les découpes) et phosphore (+13,3 % chez les lourds mâles et +8,6 % chez les découpes par rapport aux légers). Un effet sexe est observé chez la dinde pour la teneur corporelle

Tableau 3 - Teneur corporelle en phosphore des poulets plumes incluses (/poids frais)

Animaux	Std' légers		Std lourds		Std découpes		Labels	
Sexe	M	F	M	F	M	F	M	F
Age (jours)	33		42		44		84	
Phosphore (g/kg)	4,43ab	4,60 abc	4,94 bc	4,36 a	5,01 c	4,78 abc	5,10 c	4,57 abc
c.v. (%)	6,40	7,10	10,90	11,30	10,10	10,40	5,90	10,00
Moyenne	4,51 a		4,65 ab		4,90 b		4,84 ab	
CORPEN (1996)	4,8		4,8		4,8		4,7	
Probabilité	Effets principaux sexe : P = 0,003 âge : P = 0,017 Interactions âge x sexe : p = 0,016 a, b et c sont différents à P < 0,05							

Tableau 4 - Teneur corporelle en phosphore des canards et dindons plumes incluses

Animaux	Canards		Dindons	
Sexe	M	F	M	F
Age (jours)	79	72	105	80
Phosphore (g/kg)	5,35	5,26	4,99	5,16
c.v. (%)	5,30	6,70	8,80	10,50
CORPEN (1996)	6,3	5,9	7,2	6,4

en protéines (+3 % chez les mâles), mais non pour celle en phosphore. A l'opposé, il n'y a pas d'effet sexe chez les canards que ce soit pour l'azote ou le phosphore.

■ 2. Rejets azotés et phosphorés

A partir de la composition corporelle proposée par le CORPEN en 1996 ou les valeurs mesurées et en prenant soit des performances zootechniques moyennes en France (ITAVI, 1995) ou

celle des élevages, nous avons calculé la quantité d'azote et de phosphore excrétés par les animaux (tableaux 5 à 8). Comparées aux données du CORPEN (1996), le rejet d'azote des poulets, et celui de phosphore des dindons et canards, sont plus importants dans notre étude (tableaux 5 et 8). Les différences les plus importantes concernent les poulets standards lourds (+19,1 % d'écart) et les dindons mâles (+22,6 %).

Tableau 5 - Azote rejeté par les poulets de chair, comparaison avec les références CORPEN selon le référentiel technique et la composition corporelle des animaux

Animaux	Léger	Standard	Découpe	Labels
Référentiel technique commun (ITAVI, 1995)				
Poids vif (g)	1 440	1 880	2 250	2 150
Indice de consommation	1,82	1,91	1,95	3,02
Azote ingéré (g/animal)	85,5	117,8	141,5	172,5
Pertes par volatilisation (Corpen)	40 %	40 %	40 %	30 %
Calculs avec les nouvelles compositions corporelles (référentiel ITAVI)				
Protéines corporelles (% vif)	17,21	17,31	16,97	20,51
N à épandre (g/animal)	27,5	39,3	48,2	71,3
Références CORPEN (1996) (référentiel ITAVI)				
Protéines corporelles (% vif)	20	20	20	20
N à épandre (g/animal)	25	33	42	72
Rejets selon le référentiel technique des élevages				
Poids vif (g)	1 370	1 845	—	2 286
Indice de consommation	1,62	1,98	—	3,29
Azote ingéré (g/animal)	70,9	115,5	—	181,5
Protéines corporelles (% vif)	17,21	17,31	16,97	20,51
N à épandre (g/animal)	20	39	—	73

Tableau 6 - Phosphore rejeté par les poulets de chair, comparaison avec les références CORPEN selon le référentiel technique et la composition corporelle des animaux

Animaux	Léger	Standard	Découpe	Labels
<i>Référentiel technique commun (ITAVI, 1995)</i>				
Poids vif (g)	1 440	1 890	2 250	2 150
Indice de consommation	1,82	1,91	1,95	3,02
Phosphore ingéré (g/animal)	16,1	22,2	26,8	41,9
<i>Calculs avec les nouvelles compositions corporelles (référentiel ITAVI)</i>				
Phosphore corporel (% vif)	0,451	0,465	0,49	0,484
P ₂ O ₅ excrété (g/animal)	22	31	36	72
<i>Références CORPEN (1996) (référentiel ITAVI)</i>				
Phosphore corporel (% vif)	0,48	0,48	0,48	0,47
P ₂ O ₅ excrété (g/animal)	21	30	36	73
<i>Rejets selon le référentiel technique des élevages</i>				
Poids vif (g)	1 370	1 845	—	2 286
Indice de consommation	1,62	1,98	—	3,29
Phosphore ingéré (g/animal)	14,5	23,8	—	48,9
Phosphore corporel (% vif)	0,451	0,465	0,49	0,484
P ₂ O ₅ excrété (g/animal)	19	35	—	86

Enfin, lorsque les performances zootechniques et le plan d'alimentation des élevages sélectionnés pour les prélèvements sont pris en compte, les rejets sont modifiés.

Ainsi pour les poulets standards légers, avec un bon indice de consommation et un plan d'alimentation plus fractionné avec des teneurs en protéines des aliments plus faibles (21,4 %, 20,7 % et 18,8 % contre 22 % et 20 % dans les références CORPEN de 1996), l'azote ingéré est plus faible de 15 g/animal (tableau 5). Aussi les rejets d'azote sont plus faibles malgré une quantité corporelle moindre du fait d'un poids vif et d'une teneur corporelle en protéines plus faibles. En effet, pour les poulets standards légers, les références de rejet CORPEN étaient de 25 g N/animal. Selon les nouvelles estimations de compositions corporelles le rejet augmente à 28 g N/animal. Par contre, en tenant compte des résultats techniques de l'élevage où les poulets standards légers ont été prélevés le rejet diminue à 20 g N/animal. Cette différence de 8 g N/animal correspond à un rejet d'azote diminué de 1 088 kg

Tableau 7 - Azote rejeté par les canards et dindons, comparaison avec les références CORPEN selon le référentiel technique et la composition corporelle des animaux

Animaux	Canards (2 sexes)	Dindes	Dindons
<i>Référentiel technique commun (ITAVI, 1995)</i>			
Poids vif (g)	3 525	5 610	10 270
Indice de consommation	2,81	2,15	2,25
Azote ingéré (g/animal)	283	447,7	818,4
Pertes par volatilisation	60 %	40 %	40 %
<i>Calculs avec les nouvelles compositions corporelles (référentiel ITAVI)</i>			
Protéines corporelles (% vif)	19,21	21,02	21,68
N à épandre (g/animal)	70	155,4	277,3
<i>Références CORPEN (1996) (référentiel ITAVI)</i>			
Protéines corporelles (% vif)	19	22	23
N à épandre (g/animal)	70	150	265
<i>Rejets selon le référentiel technique des élevages</i>			
Poids vif (g)	3 755	5 530	8 990
Indice de consommation	2,88	1,98	2,27
Azote ingéré (g/animal)	309	403,8	728,31
Protéines corporelles (% vif)	19,21	21,02	21,68
N à épandre (g/animal)	78	131	250

pour un élevage qui produirait 136 000 standards légers par an. Cette réduction diminue de 6,4 ha la surface nécessaire à l'épandage pour un élevage situé en ZES (épandage limité à 170 kg d'azote par hectare). Dans l'autre cas, avec l'augmentation de 3 g N/animal, cela correspond à 408 kg d'azote rejetés en plus par an, ce qui équivaut à 2,4 hectares d'épandage en ZES. Cet exemple démontre que des intrants plus faibles associés à un

bon indice de consommation diminuent sensiblement les rejets et souligne l'intérêt d'un bilan individualisé par élevage.

De même, le rejet en phosphore des dindes diminue de 148,8g de P₂O₅/animal à 139g de P₂O₅/animal en tenant compte des résultats techniques de l'élevage (tableau 8). A l'inverse, les rejets augmentent avec la quantité d'azote ingéré comme dans le cas des canards (tableau 7).

La quantité d'azote ou de phos-

phore ingéré est donc déterminante pour le niveau de rejet. Elle dépend de la teneur en azote et en phosphore total des aliments distribués et de la quantité consommée de chaque aliment. Ainsi, des teneurs faibles en azote ou phosphore en finition auront un impact considérable sur les rejets car cette période correspond à la majeure partie de la consommation. De plus, pendant cette période, les besoins des animaux sont moindres. Enfin, il est évident que tout élément qui permettra de diminuer les teneurs en azote et phosphore des aliments tout en maintenant de bonnes performances zootechniques contribuera à réduire les rejets en azote et phosphore. La supplémentation en acides aminés de synthèse permet d'équilibrer la composition de la protéine et par conséquent de baisser la quantité de protéines dans l'aliment. L'introduction de la phytase accroît la digestibilité du phosphore phytique de la ration et permet de diminuer la supplémentation en phosphore minéral. Les xylanases contribuent à augmenter la digestibilité de la plupart des nutriments, dont les protéines, en abaissant la viscosité intestinale.

Tableau 8 - Rejet en phosphore des canards et dindons comparaison avec les références CORPEN selon le référentiel technique et la composition corporelle des animaux

Animaux	Canards (2 sexes)	Dindes	Dindons
<i>Référentiel technique commun (ITAVI, 1995)</i>			
Poids vif (g)	3 525	5 610	10 270
Indice de consommation	2,81	2,15	2,27
Phosphore ingéré (g/animal)	55,6	93,9	173,3
<i>Calculs avec les nouvelles compositions corporelles (référentiel ITAVI)</i>			
Phosphore corporel (% vif)	0,53	0,516	0,499
P ₂ O ₅ excrété (g/animal)	84,5	148,8	279,6
<i>Références CORPEN (1996) (référentiel ITAVI)</i>			
Phosphore corporel (% vif)	0,61	0,64	0,72
P ₂ O ₅ excrété (g/animal)	75	133	228
<i>Rejets selon le référentiel technique des élevages</i>			
Poids vif (g)	3 755	5 530	8 990
Indice de consommation	2,88	1,98	2,27
Phosphore ingéré (g/animal)	76,2	89,2	166,3
Phosphore corporel (% vif)	0,53	0,516	0,499
P ₂ O ₅ excrété (g/animal)	129	139	278

La part d'azote des déjections volatilisé est aussi un facteur très important. Chez les dindons, l'émission d'azote serait de 30 % avec une sous estimation probable de 5 % (Bline & Aubert, 1998). Cette part de 35 % reste inférieure aux références CORPEN (40 % ; CORPEN, 1996). Chez les poulets de chair standards, la perte d'azote varie de 40 à 50 % en moyenne (Bline & Aubert, 1998) alors que les références fixent un taux de volatilisation de 40 %. L'ambiance générale du bâtiment influence ce taux mais de nombreux facteurs

modifient l'évaporation de l'azote : matière sèche du fumier, type de litière, densité des animaux. Ils influencent notamment les émanations d'ammoniac (Al Homidan'et al., 1998) qui représentent 70 % des émissions d'azote (Bline & Aubert, 1998). L'évaluation des émissions d'azote est un facteur important car une variation de 10% sur l'évaluation de l'azote émis, l'azote restant à épandre baisse ou augmente d'environ 16,6 %. La précision de cette évaluation conditionne celle des références de rejet.

Conclusion

La comparaison de nos résultats et des références éditées par le CORPEN (1996 et 1997), met en évidence des différences sur la composition corporelle en azote et phosphore de certaines des espèces étudiées. Ces écarts modifient les quantités rejetées par les animaux. D'après nos résultats, les poulets de chair standards rejettent plus d'azote, tandis que les canards et dindons rejettent plus de phosphore. Les références seraient donc à majorer pour ces pro-

ductions. Un élevage de ces productions nécessitera une surface agricole plus importante pour respecter les quotas d'épandage.

Les résultats techniques et le plan d'alimentation de chaque élevage influencent le niveau de rejet qui est directement dépendant de la consommation de l'élément. Aussi le bilan devrait être fait en prenant en compte ces éléments à l'échelle de l'exploitation. Ils permettent une estimation plus précise des

rejets et favoriseraient les élevages ayant de bons résultats zootechniques et utilisant des aliments qui limitent l'excrétion d'azote et de phosphore. En effet, il est possible de réduire les rejets d'azote et de phosphore par voie nutritionnelle : recherche de la protéine idéale par l'utilisation d'acides aminés de synthèse et baisse des taux de protéines de l'aliment, introduction de phytase pour améliorer la digestibilité du phosphore végétal.

Les références CORPEN ne tiennent pas compte de l'effet de l'âge ou du sexe sur la composition corporelle des poulets standards. Les variations induites par ces facteurs ne sont pas très importantes dans le cas de la teneur corporelle en protéines (+2% à +3% selon les cas). Par contre dans le cas de la composition corporelle en phosphore, l'effet sexe est significatif pour les poulets standards (+13,3% entre les mâles et les femelles) et l'effet âge est notable (+8,6% entre les standards légers et les découpes). Les références devraient prendre en compte ces variations chez le poulet de chair standard.

Les coefficients de volatilisation de l'azote sont aussi à valider. Les valeurs estimées par le CORPEN vont de 30% pour les poulets labels à 60% pour les canards. Cela diminue d'autant la quantité d'azote restant à épandre. L'évaluation précise

des valeurs de volatilisation est très importante car elle est déterminante pour le calcul du rejet final. En effet, une variation de 10% sur le taux de volatilisation augmente ou diminue la quantité d'azote à épandre de 16,6%.

Remerciements

Cette étude a été réalisée grâce à un soutien financier du Ministère de l'Agriculture, de la Région des Pays de Loire et de la Région Bretagne, des fonds SYPRAM. Nous remercions le CORPEN et l'ITAVI (en particulier C. Aubert) pour leur aide à la mise en place de ce travail. Le choix des élevages a été réalisé grâce aux sociétés Huttepain et Cofna.

Références bibliographiques

- Al Homidan A., Robertson J.F. & Petchey A.M., 1998. Effects of environmental factors on ammonia and dust production and broiler performance. *Br. Poult. Sci.*, 39, S9-S10.
- Blinc D. & Aubert C., 1998. Pertes d'azote et dégagements d'ammoniac par les élevages de dinde et de poulet. *Sciences et techniques avicoles*, 25, 11-16.
- Coppenet M., Golven J., Simon J.C., Le Corre L., Le Roy M., 1993. Evolution chimique des sols en exploitations d'élevage intensif : exemple du Finistère. *Agronomie*, 13, 77-83.
- CORPEN, groupe alimentation animale, sous groupe aviculture, 1996. Estimation des rejets d'azote par les élevages avicoles. Document de travail pour la réunion du CORPEN du 4 juillet 1996.
- CORPEN, sous groupe volailles, mars 1997. Estimation des rejets de phosphore des élevages avicoles. Proposition de références provisoires. 9 pp.
- Deschepper K. & De Groote G., 1995. Effect of dietary protein essential and non essential amino acids on the performance and carcass composition of male broiler chicken. *Br. Poult. Sci.*, 36, 229-245.
- Hurvitz S. & Plavnick I., 1986. Carcass minerals in chickens (*Gallus domesticus*) during growth. *Comp. Biochem. Physiol.*, 83 (A), 225-227.
- Isermann K., 1990. Share of Agriculture in Nitrogen and Phosphorus Emissions into the Surface Waters of Western Europe against the Background of their Eutrophication. *Fertilizer Res.*, 26, 253-269.
- ITAVI, Koehl J.F., 1995. Evolution des performances techniques et des coûts de production en élevage de volailles de chair. Journée Nationale Volailles de chair, Rennes.
- Jones R.L. & Wiseman J., 1985. Effect of nutrition on broiler carcass composition : influence of dietary energy content in the starter and finisher phases. *Br. Poult. Sci.*, 26, 381-388.
- Jorgensen H., Sorensen P. & Eggum B.O., 1990. Protein and energy metabolism in broiler chickens selected for either body weight gain or feed efficiency. *Br. Poult. Sci.*, 31, 517-524.
- Larbier M. & Leclercq B., 1992. Alimentation des oiseaux en croissance. In : *Nutrition et alimentation des volailles* (INRA édit.), chapitre 8, 171-175.
- Leclercq B., 1996. Les rejets azotés issus de l'agriculture : importance et progrès envisageables. *Inra Prod. Anim.*, 9(2), 91-101.
- Leclercq B., Chagneau A.M., Cochard T., Hamzaoui S. & Larbier M., 1993. Comparative utilisation of sulphur-containing amino acids by genetically lean or fat chickens. *Br. Poult. Sci.*, 34, 383-391.
- Leeson S. & Summers J.D., 1980. Production and carcass characteristics of the large white turkey. *Poult. Sci.*, 59, 1237-1245.
- Nicholson R.J., 1994. Sources of Water Pollution. *Proceed. 9th Eur. Poult. Conf. Glasgow U.K.*, Aug. 7-12th. Vol. 2, 260-263.
- Nys Y., Guivarch 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. In : *2^{èmes} journées de la recherche avicole*, tome 1, 177-180.
- Olyer M.D. & Jonker A., 1997. Effects of sweet, bitter and soaked micronised bitter lupins on broiler performance. *Br. Poult. Sci.*, 38, 203-208.
- Sauveur B., De Carville H., 1990. Croissance et composition corporelle du canard de barbarie. dans : *Le canard de barbarie* (INRA édit.), chapitre 3, 23-29.
- Schöner F.J. & Hoppe P.P., 1992. Microbial phytase, a tool to alleviate environmental phosphorus pollution from broiler production. In : *Proceed. 19th world's poultry congress*, Amsterdam, 19-24 sept. 1992, 429-431.
- Sell J.R., Jeffrey M.J. & Knerr B.J., 1994. Influence of amino acid supplementation and metabolizable energy feeding sequence on performance and carcass composition of toms. *Poult. Sci.*, 73, 1867-1880.
- Whitehead C.C., 1990. Responses of body composition, growth and food efficiency to dietary protein in genetically lean and fat broilers up to seven weeks of age. *Br. Poult. Sci.*, 31, 163-172.
- Williams P.E.V., 1995. Animal Production and European Pollution Problems. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, 53, 135-144.
- WPSA, group 2 on mineral, 1985. Mineral requirement for poultry. *World's Poultry Science Journal*, 41 : 252-258.