

La production de foie gras de canards mâles de Barbarie : relation entre la croissance et la production de foie

R. BABILE, G. MATHERON *, B. POUJARDIEU **

*Laboratoire de Zootechnie et des Productions animales
Ecole Nationale Supérieure Agronomique
145, avenue de Muret, F 31076 Toulouse Cedex*

** INRA, Station de Zootechnie
Centre de Recherches des Antilles-Guyane
97179 Petit-Bourg, Guadeloupe*

*** INRA, Station d'Amélioration génétique des animaux
Centre de Recherches de Toulouse
BP 27, F 31326 Castanet-Tolosan Cedex*

Résumé

L'étude porte sur 333 canards mâles de Barbarie de deux souches pures (11, N = 88 ; 22, N = 55), leur croisement (12, N = 92) et un croisement commercial (13, N = 98). Ces canards, nés le même jour, sont élevés puis gavés à l'âge de 81 jours dans les mêmes conditions. Par analyse en corrélation canonique, nous étudions la relation entre la croissance de la naissance à l'âge de 81 jours et le poids de foie ou les pertes induites par un étuvage (55° C) et une stérilisation (105° C).

Le poids moyen en cours d'expérience et les croissances relatives avant ou après l'âge de 53 jours d'une part, le poids de foie et, à un moindre degré le taux de fonte à l'étuvage d'autre part déterminent les premières variables canoniques.

Seule la première corrélation canonique (0,439) est non nulle. Elle indique une relation de faible intensité entre les deux groupes de variables. Cependant, aussi bien d'un génotype à l'autre qu'à l'intérieur d'un génotype un degré de maturité réduit lors de la mise en gavage s'accompagne d'un foie plus lourd et relativement moins fondant. Enfin, à poids de foie constant, subsiste une variabilité importante des taux de fonte ; poids de foie et fontes sont donc éventuellement dissociables.

Mots clés : Canards gavés, croissance, production de foie, analyse canonique, canard de Barbarie.

I. Introduction

Les conditions de réalisation du gavage, en particulier la quantité de maïs ingéré et son mode de distribution (BABILE *et al.*, 1987 a et b), la durée du gavage, bien souvent laissée à l'appréciation du gaveur (DLPON & VILLEPASTOUR, 1980 ; BABILE *et al.*, 1987b), les conditions d'élevage depuis la naissance et de préparation au gavage (BABILE & AUVERGNE, 1985), influencent les résultats de gavage du canard mâle de Barbarie. Un rationnement en cours d'élevage induit une réponse sur la croissance et

sur les performances de gavage. Il est indéniable alors que l'obtention d'un foie lourd et de qualité pourrait être favorisée si nous savions reconnaître les courbes de croissance favorables. Malheureusement, la valeur prédictive de poids mesurés en cours d'élevage est faible (FARRAN, 1980). Le but de cette étude est d'analyser les relations qui existent entre le poids de foie lors de l'éviscération ou après des traitements thermiques et la croissance des canards de la naissance à la mise en gavage en utilisant des méthodes qui permettent de prendre globalement en compte la croissance des individus.

Sensibilisés par l'appréciation de la qualité technologique des foies d'oies, les professionnels s'intéressent aujourd'hui aux caractéristiques de fonte des foies de canards. Certes, une faible proportion de foies de canards est transformée en foie entier dans les conserveries. Une telle transformation est de tradition dans les ménages. De nouveaux produits, tels des foies mi-cuits conservés ou non sous vide apparaissent sur le marché. Leur élaboration met en jeu des traitements thermiques moins agressifs que ceux nécessaires à une stérilisation. C'est pour cela que nous avons adjoint au poids du foie éviscéré les pertes occasionnées par différents traitements thermiques.

Pour mener à bien cette étude nous avons repris en analyse multidimensionnelle des données déjà analysées par des méthodes unidimensionnelles (BABILE *et al.*, 1980).

II. Matériel et méthodes

A. Description du matériel expérimental

1. Animaux et régimes

Dans cette expérimentation sont utilisés trois cent trente-trois mâles de quatre types génétiques de canards de Barbarie, issus de la même incubation (Société Grimaud, Maine-et-Loire) :

- une souche de grand format (11) dont les qualités de développement en croissance et au gavage ont déjà été signalées par BABILE *et al.* (1980) ;
- une souche de petit format (22) identifiable par son phénotype bleu et présentant un bon rendement en foie gras après gavage (FARRAN, 1980) ;
- un croisement (12) produit à partir de mâles 11 et de femelles 22, de phénotype bleu barré, bénéficiant d'un bon développement corporel et d'un excellent rendement en foie gras (BABILE *et al.*, 1980 ; 1985) ;
- un croisement commercial (13) de phénotype gris barré destiné essentiellement à la production de canards à rôtir mais aussi utilisés en gavage (BABILE *et al.*, 1986).

Les canetons identifiés à l'éclosion sont élevés jusqu'à l'âge de 12 semaines sur caillebotis grillagés en parcs de 30 du même type génétique répartis de manière aléatoire. Deux types d'aliments commerciaux distribués ad libitum sont utilisés :

- un aliment démarrage jusqu'à l'âge de 4 semaines à 17,7 p. 100 de matière azotée totale (MAT) et 2 860 kilocalories d'énergie métabolisable par kilogramme ;
- un aliment finition à 15,2 p. 100 de MAT et 2 840 Kcal. d'énergie métabolisable par kilogramme.

Les animaux sont ensuite gavés en parquets au sol de 20 à 25 canards dans un même atelier. Deux gaveurs prennent en charge 8 parquets chacun. Les parquets sont constitués d'animaux de même type génétique et répartis entre les deux gaveurs. Un mélange de maïs blanc et jaune précuit sert au gavage réalisé deux fois par jour.

Les quantités distribuées et la durée du gavage (21 ± 3 jours) ont été laissées au libre choix des gaveurs.

Caractères mesurés

Des pesées individuelles faites le matin sur des animaux à jeun durant toute la période d'élevage (5, 25, 53, 67 et 81 jours) permettent de suivre la croissance. Après gavage, le poids de foie gras est enregistré, de même que le classement des foies selon les normes de qualité établies par la S.I.C.A. Saint-Sever (BABILE *et al.*, 1980).

Sur chaque foie, le prélèvement d'un échantillon de 3 à 5 grammes sur la pointe du lobe intermédiaire gauche (PAVAUX & JOLLY, 1968) permet la réalisation d'un test de fonte à 55 et 105 °C (BABILE *et al.*, 1980).

Nous avons extrapolé le pourcentage de fonte observée sur l'échantillon à l'ensemble du foie ; ce qui nous permet de calculer les pertes lors de l'étuvage à 55 °C ou de la stérilisation à 105 °C. Les températures correspondent à celles observées au cœur de l'échantillon.

2. Méthode d'analyse

Pour estimer les relations entre les caractères de foies, poids du foie à l'éviscération, perte après étuvage à 55 °C et perte après stérilisation à 105 °C, et la croissance des canards de l'âge de 5 jours à la mise en gavage, nous utiliserons l'analyse en corrélation canonique (CAILLIEZ & PAGES, 1976). Nous l'appliquons aux matrices de corrélations totales. Le fondement de cette méthode est la recherche de couples de combinaisons linéaires des poids vifs d'une part, des caractères de foies d'autre part les plus corrélées c'est-à-dire formant entre elles un angle minimal. Les cosinus de ces angles sont les coefficients de corrélation canonique. Les directions canoniques d'un groupe de variables sont par définition orthogonales entre elles et aussi orthogonales aux directions canoniques de l'autre groupe, à l'exception de celle de même rang. Chaque combinaison linéaire est appelée variable canonique. A chaque individu nous associons une composante sur chaque axe canonique. Nous pouvons alors représenter dans des systèmes d'axes orthonormés les individus ou les barycentres de groupes d'individus soit appartenant au même génotype, soit gavés par une même personne, soit soumis à une durée de gavage courte ou longue, soit ayant donné un foie d'un classement commercial donné. De plus, par définition même des composantes canoniques associées à chaque individu, le calcul direct de la corrélation entre composantes redonne dans un système canonique de même rang la corrélation canonique. Cette propriété permet alors de caractériser le comportement d'un sous-ensemble d'individus par rapport à celui de l'ensemble de l'échantillon.

Les calculs ont été réalisés sur l'ordinateur Mini 6 du Centre de recherches INRA de Toulouse à l'aide de logiciels de la bibliothèque Amance (BACHACOU *et al.*, 1981).

III. Résultats et discussion

Dans cette étude nous reprenons en analyse multidimensionnelle des données déjà analysées à l'aide de méthodes unidimensionnelles (BABILE *et al.*, 1980). Avant de présenter les résultats originaux de cette étude nous rappellerons brièvement des résultats de cette première analyse.

A. Rappel des résultats de l'analyse unidimensionnelle

A l'aide d'un modèle d'analyse de variance à effets fixes selon un schéma croisé déséquilibré nous avons alors estimé les influences du type génétique des canards, pour toutes les variables et de la durée du gavage, du gavage et du classement commercial pour les caractères de foies. Les valeurs moyennes présentées au tableau 1 correspondent aux estimées des moindres carrés selon ces modèles ; les écarts-types sont ceux des variables initiales.

Jusqu'à l'âge de 53 jours, les canards de génotype 11, 12 et 13 croissent de la même façon ; les animaux de génotype 22 ont alors une croissance inférieure. Au-delà de cet âge les croissances des génotypes 12 et 13 ne sont pas statistiquement différentes bien que la vitesse de croissance relative du génotype 12 soit inférieure à celle du génotype 13 ; les génotypes 11 et 22 présentent alors des vitesses de croissance élevées jusqu'à l'âge de 81 jours. L'effet du gavage, non significatif pour les variables de

TABLEAU 1

Valeurs moyennes (m) et écarts-types (s) des caractères de croissance et de foie par génotype.
Mean values (m) and standard deviations (s) for growth and liver performance for each genotype.

Géno- type	Effectif		Poids à l'âge de (g) <i>Weight at the age of</i>					Poids (g) <i>Weight</i>		
			5 j 5 d	25 j 25 d	53 j 53 d	67 j 67 d	81 j 81 d	du foie liver	perdu à 55 °C lost at 55 °C	perdu à 105 °C lost at 105 °C
11	88	m	65	647	2 689	3 474	3 811	478	144	323
		s	8	135	321	311	298	140	72	136
22	55	m	58	433	2 247	2 885	3 242	484	153	360
		s	7	133	271	275	255	124	61	108
12	92	m	62	627	2 683	3 255	3 609	534	186	391
		s	7	120	253	284	308	139	76	122
13	98	m	62	666	2 677	3 262	3 586	456	144	317
		s	7	90	270	306	319	121	72	115

croissance, est fortement significatif pour les caractères de foie ; la durée du gavage, différente d'un gaveur à l'autre, explique en partie cette différence. Les foies classés favorablement sont les foies les plus lourds.

B. Relations linéaires entre les variables

Les valeurs des coefficients de corrélation linéaire entre les caractères figurent au tableau 2. Lorsque le poids du foie à l'éviscération augmente, les pertes après étuvage ($r = 0,81$) et après stérilisation ($r = 0,97$) augmentent, les pertes après stérilisation et après étuvage augmentent simultanément ($r = 0,85$).

Les valeurs des corrélations entre la croissance et les caractères de foie n'excèdent pas 0,26 ; elles sont maximales avec le poids à l'âge de 53 jours. Les coefficients de corrélation multiple entre le poids des foies ou les pertes et l'ensemble des variables pondérales ne sont guère plus élevés : 0,295 pour le poids du foie, 0,270 pour les pertes à 55 °C et 0,250 pour les pertes à 105 °C. Par contre, la valeur de la première corrélation canonique (0,439, tabl. 3), est significativement différente de zéro ; la seconde corrélation canonique a une valeur (0,196) non différente de zéro. Le premier plan canonique rend compte de 80 p. 100 de la variabilité du nuage et le second de 16 p. 100.

C. Interprétation des variables canoniques

L'expression analytique des variables canoniques en fonction soit des variables initiales soit des vecteurs propres figure au tableau 4. Nous analyserons les composantes principales dont la contribution à la variabilité du groupe excède 5 p. 100. Nous dégageons ainsi les tendances qui expliquent le mieux les relations entre les variables d'un groupe. Puis nous interpréterons les variables canoniques en choisissant l'expression qui nous paraîtra la plus claire. Les propriétés d'orthogonalité des composantes principales et des variables canoniques imposent d'interpréter l'une ou l'autre de ces composantes de rang élevé à valeurs fixées des composantes de rangs inférieurs.

1. Variables canoniques des caractères du foie

Dans l'analyse en composantes principales des caractères du foie, le premier vecteur propre est proportionnel à la moyenne des caractères. Le poids du foie et les pertes augmentent en moyenne conjointement ; il est donc aussi proportionnel au poids du foie lors de l'éviscération. Mais pour un même poids de foie, les composantes des individus sur cet axe sont d'autant plus éloignées que les pertes totales sont différentes ; les canards se séparent donc aussi selon le poids de foie restant après stérilisation. Le second vecteur propre dans lequel la contribution des pertes à la stérilisation est négligeable, oppose le poids du foie à la perte lors de l'étuvage ; à poids de foie constant, il représente donc l'intensité de fonte à l'étuvage. La première valeur propre explique 92 p. 100 de la variabilité et la seconde 7 p. 100. Le troisième vecteur propre se réduit en pratique aux pertes à la stérilisation ; sa contribution à l'explication de la variabilité est négligeable.

Dans l'expression de la première variable canonique, le coefficient attribué au premier vecteur propre ($- 0,518$) a une valeur cinq fois plus forte que celui attribué au

TABLEAU 2

*Matrice de corrélations linéaires totales.
Total correlation matrix.*

		Poids à l'âge de <i>Weight at the age of</i>					Poids <i>Weight</i>	
		5 j 5 d	25 j 25 d	53 j 53 d	67 j 67 d	81 j 81 d	foie <i>liver</i>	perdu lost (55 °C)
Poids <i>Weight</i>	Perdu (105 °C) . <i>Lost</i>	0,14	0,11	0,21	0,17	0,13	0,97	0,86
	Perdu (55°) . . . <i>Lost</i>	0,16	0,17	0,25	0,24	0,19	0,81	
	Foie <i>Liver</i>	0,18	0,16	0,26	0,24	0,20		
Poids à <i>Weight at</i>	81 j <i>81 d</i>	0,34	0,51	0,74	0,91			
	67 j <i>67 d</i>	0,40	0,63	0,87				
	53 j <i>53 d</i>	0,45	0,76					
	25 j <i>25 d</i>	0,66						

TABLEAU 3

*Corrélations canoniques entre caractères de foie et croissance avant gavage.
Canonical correlations between liver traits and growth before crammng.*

Ordre <i>Order</i>	Valeur propre <i>Eigen values</i>	p. 100	p. 100 cumulé <i>cumulated</i>	Corrélation canonique <i>Canonical correlations</i>	Signification <i>Significance</i>
1	0,1928	80	80	0,439	**
2	0,0385	16	96	0,196	NS
3	0,0088	4	100	0,094	NS

** Significatif au niveau 0,01 - *Significant at 0.01* ; NS : Non significatif - *Non significant*.

second ($-0,102$). Il est donc normal sur la première variable canonique que les individus se classent en première approximation dans le sens positif selon la valeur décroissante de poids du foie. La contribution du second vecteur propre à l'expression de cette variable canonique de gauche induit le décalage vers la gauche de l'image des foies qui, à poids constant, fondent peu lors de l'étuvage.

L'expression analytique en fonction des variables initiales de la seconde variable canonique est semblable à celle de la première (tabl. 4) ; seules les valeurs numériques des coefficients diffèrent et les signes de corrélations avec les variables initiales sont inversés. La valeur de la première variable canonique fixée, cette seconde variable oppose la fonte à l'étuvage à la fonte à la stérilisation.

TABLEAU 4

Expression analytique des variables canoniques en fonction des variables initiales et des vecteurs propres des analyses en composantes principales.

Analytical expression of canonical variates depending on recorded variables or eigen vectors.

	Variables initiales <i>Recorded variables</i>							
	Poids à l'âge de <i>Weight at the age of</i>					Poids <i>Weight</i>		
	5 j <i>5 d</i>	25 j <i>25 d</i>	53 j <i>53 d</i>	67 j <i>67 d</i>	81 j <i>81 d</i>	du foie <i>liver</i>	perdu à 55 °C <i>lost at 55 °C</i>	perdu à 105 °C <i>lost at 105 °C</i>
Variable canonique 1 . <i>1st canonical variate</i>	- 0,202	- 0,084	- 0,258	- 0,059	- 0,572	- 3,709	- 1,070	4,123
Variable canonique 2 . <i>2nd canonical variate</i>	0,685	- 1,500	1,762	0,087	- 1,013	- 1,330	- 0,710	2,809

	Vecteurs propres <i>Eigen vectors</i>							
	Rang du vecteur propre <i>Rank of eigen vectors</i>					Rang du vecteur propre <i>Rank of eigen vectors</i>		
	1	2	3	4	5	1	2	3
Contribution à la variabilité (%) <i>Part of the variability</i>	71,9	17,8	7,1	2,9	0,3	92,1	7,0	0,9
Variable canonique 1 . <i>1st canonical variate</i>	- 0,981	0,114	0,136	- 0,026	0,075	- 0,518	- 0,102	0,848
Variable canonique 2 . <i>2nd canonical variate</i>	0,031	0,102	- 0,022	- 0,997	- 0,049	0,821	- 0,335	0,461

2. Variables canoniques des caractères de croissance

Dans l'analyse en composantes principales des variables de croissance entre elles, la première valeur propre rend compte de 72 p. 100 de la variabilité du nuage, la seconde de 18 p. 100, la troisième de 7 p. 100 ; trois valeurs propres rendent donc compte de 97 p. 100 de la variabilité. Le premier vecteur propre est le poids moyen de l'animal au cours de la période expérimentale. Le second vecteur propre oppose les poids jusqu'à l'âge de 53 jours aux poids au-delà de cet âge ; à poids moyen constant, il discrimine les individus en fonction de la forme de la courbe de croissance, le poids à 53 jours, aux environs de l'âge de 8 semaines, jouant un rôle charnière. Le troisième vecteur propre oppose les poids aux âges de 25 et 53 jours aux poids à 5 et 81 jours. Une fois éliminés les effets du format et de la forme générale de la courbe de croissance, les canards se différencient donc en troisième lieu par leur vitesse de croissance soit au début, soit à la fin de l'expérience.

Le premier vecteur propre (tabl. 4) a un poids prépondérant dans l'expression de la première variable canonique. Plus le format de l'animal est réduit plus son image sur le premier axe canonique est décalée dans le sens positif. Des fluctuations de courbes de croissance entre le début et la fin de l'expérience le déplacent peu par rapport à la localisation que lui impose son poids moyen en cours d'expérience.

Compte tenu de la contribution respective des valeurs propres à l'explication de la variabilité, la seconde variable canonique se réduit en pratique au second vecteur propre de la matrice (tabl. 4). Cette variable canonique discriminera donc les individus en fonction de leur croissance avant et après l'âge de 53 jours.

3. Relations entre les deux groupes de variables

Seule la première corrélation canonique (tabl. 3) est significativement différente de zéro. Ainsi, des modifications de courbe de croissance ou de poids à l'âge de 53 jours n'induisent-elles que peu de modifications de poids de foie ou de pertes aux différentes températures. Cependant lorsqu'à format constant, le poids à l'âge de 53 jours diminue ou bien lorsque la croissance relative de l'individu au-delà de cet âge est faible, le poids de foie et les pertes ont tendance à augmenter (tabl. 5, corrélations 2D, caractères de foie). Lorsque la contribution relative de l'extra fonte entre 55 °C et 105 °C à la fonte totale diminue, la seconde variable canonique augmente. Aucune des mesures réalisées au cours de la croissance ne permet de prédire cet événement (tabl. 5, corrélations 2G, variables de croissance).

Lorsque le format de l'animal diminue (première variable canonique), le poids du foie lors de l'éviscération et corrélativement les pertes diminuent (tabl. 5, corrélations 1D, caractères de foie). Un animal de poids faible laissera aussi un poids de foie plus élevé après stérilisation (tabl. 5, corrélation 1G, croissance). Les valeurs des coefficients de corrélation entre la première variable canonique des caractères du foie et les poids aux différents âges augmentent en valeur absolue avec le vieillissement de l'animal ; ainsi, une croissance supplémentaire aura-t-elle d'autant plus d'influence favorable sur le poids du foie qu'elle aura été réalisée plus tardivement.

Nous voyons alors apparaître une forme de la courbe de croissance plus favorable à l'obtention d'un foie de qualité : croissance levée jusqu'à l'âge de 8 semaines puis croissance ralentie jusqu'au moment de la mise en gavage. Une telle pratique revient, pour un animal de format adulte donné, à réduire son taux de maturité lors de la mise

TABLEAU 5

Valeurs des coefficients de corrélation entre les variables canoniques et les variables initiales des deux groupes.

Correlation coefficient matrix between canonical variates and recorded variables.

Variable canonique Canonical variates	Poids à l'âge de Weight at the age of					Poids du foie Liver weight	Perte à 55 °C Loss at 55 °C	Perte à 105 °C Loss at 105 °C
	5 j 5 d	25 j 25 d	53 j 53 d	67 j 67 d	81 j 81 d			
1D*	- 0,59	- 0,74	- 0,88	- 0,94	- 0,92	- 0,25	- 0,24	- 0,16
2D	0,18	- 0,16	0,26	0,03	- 0,16	0,16	0,12	0,18
1G*	- 0,26	- 0,32	- 0,39	- 0,41	- 0,40	- 0,56	- 0,54	- 0,40
2G	0,04	- 0,03	0,05	0,00	- 0,03	0,83	0,62	0,90

* (D : variables de croissance - growth variables ; G : caractères du foie - liver performance).

en gavage. En réduisant la croissance par rationnement, BABILE *et al.* (1985) observent une tendance à une stéatose hépatique plus marquée qui entraîne des poids de foie supérieurs à l'éviscération, une fonte globale supérieure mais un taux de fonte réduit. Ainsi, poids de foie et taux de fonte apparaissent comme dissociables.

4. Représentation des sources a priori de variation dans le premier plan canonique

La fig. 1 visualise la relation canonique pour l'ensemble et par génotype ; les ellipses d'égal dispersion par génotype renferment les deux tiers des valeurs individuelles. Les graphiques étant orthonormés, les distances mesurées directement sur les graphiques sont proportionnelles aux projections des distances généralisées. Les graphiques 1c), pour la durée du gavage, 1b), pour le classement commercial des foies, 1a), pour le gaveur, présentent les images des points moyens de facteurs qui influencent les performances de gavage, centrées autour des moyennes des quatre types génétiques.

5. Influence du type génétique

L'image dans le premier plan factoriel des barycentres des types génétiques (fig. 1) procède de leurs situations relatives, mesurées par leurs distances généralisées (d), dans l'espace généré par les variables canoniques. Globalement, le génotype 22 est éloigné des génotypes 11 (d = 1,29), 12 (d = 0,95) et 13 (d = 0,96). Les génotypes 11 et 13 sont voisins (d = 0,38) mais relativement éloignés du génotype 12 (d = 0,75 et 0,76 respectivement).

Une croissance faible, un format inférieur et les taux de fonte à l'étuvage et à la stérilisation distinguent le génotype 22 des autres génotypes. A l'étuvage, les foies de ce génotype fondent comme ceux des souches 11 et 13 (30 p. 100) mais à la stérilisation ils réalisent une fonte supplémentaire de 62 p. 100, comparable à celle du génotype 12 (58 p. 100) mais supérieure à celle des génotypes 11 et 13 (53 p. 100 et 55 p. 100). Le génotype 12 est plus éloigné de la souche de son père (11) que ne l'indique son image

dans le premier plan. Il s'en distingue par sa fonte à la stérilisation comparable à celle de sa mère. Les génotypes 22 et 12 ont un rendement en foie à l'éviscération supérieur (10,7 p. 100) à celui des deux autres génotypes (9,0 p. 100).

L'image des génotypes se projette au voisinage de la droite de régression visualisant la corrélation canonique (graphique 1). On peut alors se demander si les relations que nous venons de décrire entre performances de foie et de croissance sont dues aux différences de performances moyennes des génotypes ou bien si elles sont de même nature à l'intérieur de chacun des génotypes. Les pentes par génotype des droites de régression des composantes individuelles sont parallèles ($F = 0,840$), pour 3 et 326 degrés de liberté (graphique 1) et parallèles à la régression totale. Les coefficients de corrélation sont de 0,318 pour le génotype 11, 0,369 pour le génotype 12, 0,339 pour le génotype 13 et 0,409 pour le génotype 22. Ces valeurs ne diffèrent pas de celles de la corrélation canonique, 0,439. Ainsi, les relations entre la croissance et les performances de gavage ne diffèrent-elles pas d'un génotype à l'autre.

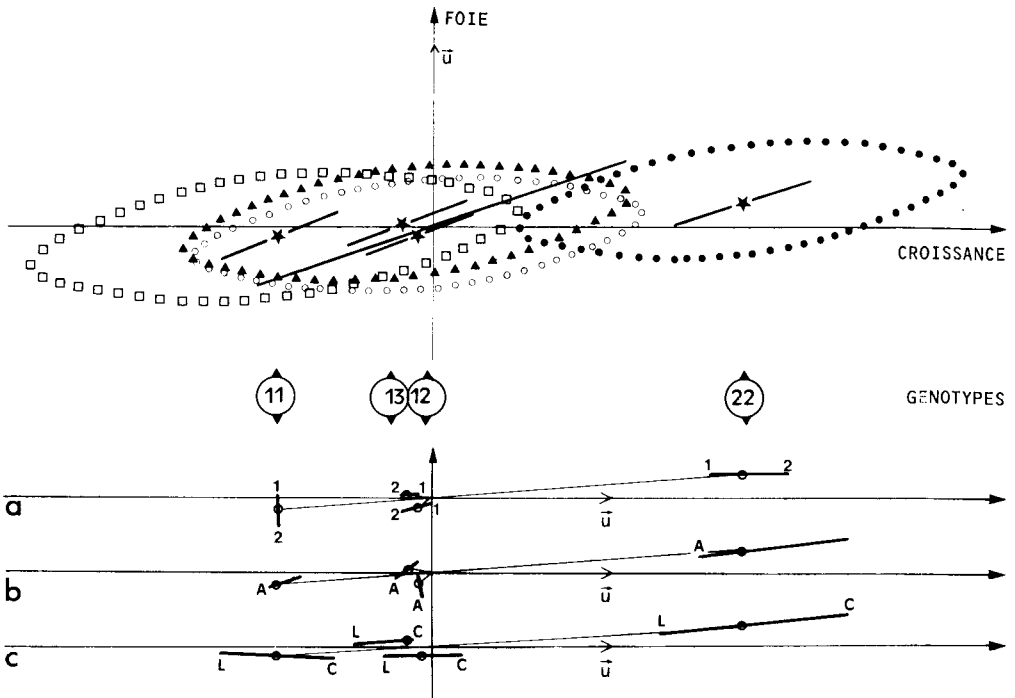


FIG. 1

Représentation de la liaison canonique globale, et par génotype. Effets du gavageur (1.a), de la qualité des foies (1.b - A = extra) et de la durée du gavage (1.c - C = < 21 jours, L = > 21 jours).

(Les graphiques sont orthonormés. Les ellipses renferment 2/3 des individus).

Representation of the total and by genotype canonical relationship. Effects of crammer (1.a), of liver quality (1.b - A = extra) and of the duration of the crammering period (1.c - C = < 21 days, L = > 21 days).

(Graphs are orthonormalized. 2/3 of individuals are included in ellipses).

6. Influences de la durée du gavage, du classement commercial et du gaveur

La durée du gavage est qualifiée de courte si elle n'excède pas 21 jours. Les animaux du génotype 13 sont en général gavés longtemps (graphique 1.c). Les canards des autres génotypes se répartissent à peu près également en gavages courts et longs. Quel que soit le génotype, les gaveurs ont tendance à gaver le plus longtemps les animaux les plus lourds lors de la mise en gavage ; cependant cela n'a pas (génotype 12 et 13) ou peu (génotype 11 et 22) d'influence sur les caractéristiques de fonte puisque les droites rejoignant les barycentres par durée de gavage sont quasiment orthogonales au premier axe canonique des caractères de foies.

Pour le classement commercial, nous avons comparé les foies classés A, qui représentent 60 p. 100 des foies, aux foies classés non A (BABILE *et al.*, 1980). En particulier pour le génotype 22, le plus léger, les foies les mieux classés commercialement sont issus des animaux les plus lourds lors de la mise en gavage (fig. 1b). Ils sont aussi les plus lourds lors de l'éviscération (BABILE *et al.*, 1980). Intra génotype ce sont aussi ceux qui à l'issue de la stérilisation laissent un poids maximum. Ainsi l'expert qui fonde en tout premier lieu son classement sur le poids du foie est aussi apte à apprécier des foies peu fondants.

Les gaveurs (fig. 1a) se comportent de façon identique vis-à-vis des animaux du génotype 13 qu'ils ont l'habitude de gaver. Ils sont gênés par le génotype 22, en particulier le gaveur 2 qui, le jugeant trop léger, a choisi les plus lourds lors de la mise en gavage. Le gaveur 2 gave moins longtemps et obtient en moyenne des foies de meilleur classement commercial.

IV. Conclusion

L'analyse que nous venons de réaliser est intéressante car elle permet de mieux décrire les relations qui existent, aussi bien entre qu'à l'intérieur d'un génotype, entre la croissance de canards mâles de Barbarie et le poids du foie à l'éviscération ou après étuvage et stérilisation. En tout premier lieu et pour 80 p. 100 de la variabilité, lorsque le poids de l'animal à la mise en gavage augmente, nous observons une augmentation corrélative des pertes lors de l'étuvage et de la stérilisation. Cependant, les animaux qui obtiennent un poids suffisant à l'âge d'environ 8 semaines et qui, au-delà de cet âge, présentent un taux de croissance relative réduit, ont un rendement en foie gras plus important lors de l'éviscération et des pertes relatives, en particulier à l'étuvage, réduites. Ainsi, pour un poids adulte fixé, réduire le taux de maturité lors de la mise en gavage semble favorable. En comparant des types génétiques se distinguant par leur vitesse de croissance dans le jeune âge (BABILE & AUVERGNE, 1987) ou en induisant par rationnement un ralentissement de la croissance en phase de démarrage (BABILE *et al.*, 1985), on confirme ce résultat.

Autre conclusion importante, la connaissance du poids du foie lors de l'éviscération ne suffit pas pour prédire la réponse à un test de fonte. Les poids moyens de foie des souches 11 et 22 sont comparables (478 g et 484 g), leur fonte à 55 °C également mais les foies de la souche 22 fondent plus à la stérilisation.

La méthode d'analyse que nous avons choisie, ne nous permet pas de quantifier les réductions favorables de croissance relative au-delà de l'âge de 8 semaines. Elle permet néanmoins de souligner l'influence du taux de maturité des animaux lors de la mise en gavage. En modulant la courbe de croissance il est possible de favoriser l'obtention de foies à la fois lourds et peu fondants. Il nous appartient maintenant de fixer les limites du possible en ce domaine en quantifiant les relations entre le degré de maturité et les performances de gavage.

Reçu en avril 1988.

Accepté en novembre 1988

Summary

Fatty liver production by muscovy ducks. Relationship between growth and liver performance

A study was made on 333 male Muscovy ducks from two pure strains (11, N = 88 ; 22, N = 55), their crosses (12, N = 92) and a commercial crossbred strain (13, N = 98).

The animals born on the same day were kept under the same management conditions and crammed from 81 days of age. The canonical correlation analysis applied to total correlation matrices (tabl. 2) was used to study the relationship between growth from 5 to 81 days of age (right hand variables) and liver weight or weight loss after heat treatment at 55 °C and 105 °C (left hand variables). Mean values and standard deviations for each genotype are indicated in table 1.

On the left, the first eigen vector (92 % of the variability) is proportional to the mean of the liver traits. The second eigen vector (7 % of the variability) represents the weight loss at 55 °C. The first canonical variate (tabl. 4) is quite similar to the first principal component, but is slightly modified by the weight loss at 55 °C and at 105 °C.

On the right, the first eigen vector (72 % of the variability) represents the average body weight of the animals during the experiment, the second (18 % of the variability) discriminates the individuals according to the shape of the growth curve and the third (7 % of the variability) supplies a comparison between growth before and after 53 days of age. The first canonical variate is mainly based on the average body weigh of the ducks, but growth before and after 53 days of age acts as a modifier. The second canonical variate almost corresponds to the shape of the growth curve.

Only the first canonical correlation is significantly different from zero. Its value (0.439) indicates a small relationship between the two sets of variables. However, light animals at the beginning of cramming tend to have a heavier liver and lower weight losses. On the other hand, at constant liver weight, the weight losses are highly variable ; so it is possible to dissociate liver weight and losses.

The data of this study have been analysed previously by BABILE *et al.* (1980) using the univariate analysis.

Key words : Crammed ducks, growth, liver performance, canonical analysis, muscovy ducks.

Références bibliographiques

- BABILE R., MATHERON G., DELPECH P., FARRAN M.T., 1980. La production de foie gras de canard de Barbarie mâle. Analyse de différents facteurs de variation. *Ann. Zootech.*, **29**, 265-276.
- BABILE R., AUVERGNE A., 1985. Amélioration de la qualité des foies gras de canard de Barbarie. Influence du pré-gavage et du rationnement. *Doc. Technique. Chambre Régionale d'Agriculture de Midi-Pyrénées.*
- BABILE R., AUVERGNE A., DELPECH P., 1988. Influence d'un rationnement précoce sur les performances de gavage de différents types génétiques de canards. Les Colloques INRA n° 42 « La Génétique du canard de Barbarie (*Cairina moschata*) et du Mulard », INRA Toulouse, 15-16 octobre 1985, 101-110.
- BABILE R., AUVERGNE A., DELPECH P., 1986. Croissance et découpe commerciale de canards mâles de Barbarie. Effets du type génétique, de la conduite alimentaire et de l'âge. *7^e Conférence Européenne d'Aviculture W.P.S.A.*, Paris, 24-28 août 1986, vol. 2, 828-832.
- BABILE R., AUVERGNE A., DELPECH P., MEIRIEU O., 1987a. Evolution de la consommation de maïs aux cours du gavage et incidence sur la production de foie gras chez le canard de Barbarie. *Ann. Zootech.*, **36**, 73-84.
- BABILE R., AUVERGNE A., DELPECH P. 1987b. Consommation de maïs au cours du gavage : influence du gaveur, du type génétique et de l'âge. *Rec. Méd. Vét.*, **163**, (6-7), 679-682.
- BABILE R., AUVERGNE A., 1987. Mesure de la qualité des foies gras de canards. Evolution de la fonte lipidique en fonction du temps après abattage et du mode de réfrigération. *Doc. Technique Chambre Régionale d'Agriculture de Midi-Pyrénées*, 30 p.
- BACHACOU J., MASSON J.P., MILLIER C., 1981. *Manuel de la programmation statistique*, Amance 81. Ch. IV. ANACA p. 169-209. Institut National de la Recherche Agronomique Ed.
- CAILLIEZ F., PAGES J.P., 1976. *Introduction à l'analyse des données*, chap. XI. Analyse canonique, p. 351-392. Société de Mathématiques appliquées et de sciences humaines, 9, rue Duban, Paris.
- DELPON G., VILLEPASTOUR D., 1980. Etude sur l'utilisation du canard mâle de Barbarie. *Mémoire de fin d'études*. I.N.P. E.N.S.A.T., 150 p.
- FARRAN M.T., 1980. Contribution à l'amélioration de la production de foie gras à partir de canards de Barbarie mâles. *Thèse de Docteur Ingénieur*, I.N.P. Toulouse n° 121, 217 p.
- PAVAUX C., JOLLY A., 1968. Note sur la structure vasculo-canaliculaire du foie des oiseaux domestiques. *Rev. Méd. Vét.*, **119**, 445-466.