

Croissance et composition corporelle de 2 types génétiques de canards mulards

I Setiawan, R Babilé, A Auvergne, S Belveze, G Latil

ENSAT, laboratoire de zootechnie et des produits animaux, 145, av de Muret,
31076 Toulouse cedex, France

(Reçu le 15 février 1993; accepté le 7 juillet 1993)

Résumé — Deux types génétiques de canards mulards mâles (T1 et T2) sont étudiés au regard des performances de croissance et de la composition corporelle entre 6 et 13 sem d'âge. Les poids vifs et les indices de consommation cumulés de ces canards à 3, 6, 8, 10 et 13 sem sont 928 ± 59 g, $2\,617 \pm 177$ g, $3\,489 \pm 454$ g, $4\,004 \pm 530$ g, $4\,183 \pm 428$ g et 1,88 ; 2,19 ; 2,65 ; 3,10 ; 6,83 respectivement. Il n'y a aucun effet significatif du type génétique sur les poids vifs, la composition corporelle et sur la composition biochimique du muscle pectoral. Cependant le type génétique 2 (T2) présente un poids vif à 13 sem légèrement supérieur (+48 g). Les muscles de la cuisse évoluent peu après l'âge de 8 sem (253,2 g). À l'opposé le muscle pectoral s'accroît fortement entre 6 et 10 sem (61,8 g vs 248,1 g) et voit ensuite son développement s'infléchir jusqu'à 13 sem (248,1 g vs 287,5 g). Les taux des protéines brutes et des lipides augmentent en fonction de l'âge et ils atteignent leur valeur absolue maximale à 13 sem (21,2% et 3,42% respectivement).

canard / croissance / composition corporelle

Summary — *Growth and carcass composition of 2 genetic types in mule ducklings. Male mule ducklings of 2 commercial crossbreeds (T1 and T2) were studied to observe the growth and carcass composition performance. The birds were weighed individually at 3, 6, 8, 10 and 13 weeks after starving for 19 h. Eight birds of each genetic types were killed after starving and weighing at 6 and 8 weeks and 10 birds at 10 and 13 weeks. The birds reached live weights and feed efficiency of 928 ± 59 g, $2\,617 \pm 177$ g, $3\,489 \pm 454$ g, $4\,004 \pm 530$ g, $4\,183 \pm 428$ g and 1.88, 2.19, 2.65, 3.10, 6.83 at 3, 6, 8, 10 and 13 weeks of age, respectively. No significant effect of genetic type to live weight, carcass composition and biochemical percentage of breast muscles was observed. In spite of an average discrepancy in live weight of 48 g for the type 2 (T2) at 13 weeks, the thigh did not change much after 8 weeks (253.2 g). In contrast, the breast muscles increased drastically between 6 and 10 weeks (61.8 g vs 248.1 g) and thereafter their development decelerated until 13 weeks (248.1 g vs 287.5 g). The crude protein and fat content increased with age and reached an absolute maximum value at 13 weeks (21.2 and 3.42%, respectively).*

duck / growth / carcass composition

INTRODUCTION

Les phénomènes de croissance et de conformation des canards ont été étudiés par Babilé *et al* (1985) et Ziegler *et al* (1985) chez le Barbarie mâle ; Leclercq et de Carville (1985) et Leclercq (1990) chez le Barbarie mâle et femelle ; Pingel et Schneider (1981) chez le Barbarie et des croisements des races de canards communs mâles et femelles, et Leeson *et al* (1982) chez le Pékin mâle et femelle. L'accouplement entre mâle Barbarie et femelle commune permet d'obtenir le canard mulard, hybride intergénérique dont la croissance dans le contexte de la production française a fait l'objet de peu d'observations publiées. Ricard *et al* (1985) comparent les performances des mulards à celles de souches parentales Barbarie R31 et Pékin Mammouth. Pingel (1989) effectue la même comparaison avec des souches parentales différentes. Auvergne (1992) montre que les poids vifs de canard mulard atteignent respectivement 1,0 ; 2,4 ; 3,4 ; 3,9 et 4,2 kg à 3, 6, 8, 10 et 13 sem d'âge. Un fort développement des muscles pectoraux à partir de l'âge de 10 sem a été constaté par Ricard *et al* (1985), le maximum se situant entre 11 et 13 sem (Auvergne, 1992). Le développement du muscle de la cuisse est très précoce et pratiquement stable à partir de 8 sem (Bagliacca *et al*, 1989 ; Auvergne, 1992). La potentialité d'utilisation optimale du canard mulard mâle en France pour la production de la viande est encore mal connue et justifie cette étude. Le but de la présente expérimentation a été de comparer la croissance et la composition corporelle de mulards mâles issus de 2 origines différentes.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Élevage

L'essai a été mené à partir de 2 populations (T1 et T2) de 164 canards mulards mâles issus de

deux sociétés d'accoupage (Grimaud Frères et Moulin Brûlé). Les canards mulards du type génétique 1 (T1) sont issus de pères Barbarie «Cabreur» croisement lourd, à plumage blanc et de femelles croisées Pékin «Option» dont les parents sont sélectionnés sur la vitesse de croissance (5^e génération de sélection) et sur la prolificité (3^e génération de sélection). Les mulards de l'expérience sont prélevés au hasard parmi les descendants d'une population de 3 000 femelles en insémination artificielle (1 mâle pour 60 femelles).

Les canards mulards du type génétique 2 (T2) sont issus de l'accouplement de pères Barbarie «ST14», type médium gris barré (La Seigneurie SA) et de femelles Pékin «Super L2», type lourd (Cherry Valley SA). Comme précédemment, les animaux sont prélevés au hasard parmi les descendants d'une population de 3 000 femelles conduites en saillie naturelle (1 mâle pour 3 femelles).

Ces 2 populations sont logées dans un bâtiment isolé et sont réparties en 2 parcs par type génétique jusqu'à l'âge de 6 sem. Lors des 6 premières semaines, les animaux évoluent sur caillebotis en claustration totale. Au-delà, ils seront élevés au sol sur litière paillée avec accès à un parcours herbeux jusqu'à 13 sem (densité : 1 canard/m²).

Les animaux sont nourris *ad libitum* avec un aliment démarrage jusqu'à l'âge de 3 sem, puis reçoivent un aliment croissance jusqu'à 9 sem. À partir de l'âge de 8 et jusqu'à 13 sem, ils sont alimentés en 1 repas 2 h/j sans limitation des quantités ingérées. Les longueurs de mangeoire sont alors multipliées par 2 (7 cm/canard) pour éviter toute compétition (Babilé et Auvergne, 1987). À partir de 10 sem, les canards seront nourris avec un aliment «finition» jusqu'à 13 sem. Les aliments utilisés contiennent 21,0 ; 19,0 et 15,5% de matière azotée totale et 2 900, 2 900 et 2 750 kcal d'énergie métabolisable par kg d'aliment respectivement pour le démarrage, croissance et finition. L'eau de boisson est distribuée à volonté.

Pendant la période d'élevage, les températures journalières minimum et maximum du bâtiment d'élevage ont été contrôlées et sont conformes aux normes couramment admises (Babilé et Auvergne, 1987).

Tous les animaux sont pesés et identifiés à l'âge de 3 sem. Les pesées individuelles sont réalisées à 6, 8, 10 et 13 sem, après une période de jeûne de 19 h. À 10 sem et à 13 sem, 56

canards/type génétique sont prélevés pour être testés en gavage.

Les quantités de nourriture consommées sont relevées permettant le calcul des indices de consommation par parc d'élevage.

À partir de 6 sem à chaque pesée, un échantillon représentatif (8 à 10 canards par lot), trié en fonction du poids vif, est prélevé selon la méthode des pourcentiles entre -2 et +2 écarts-types de la population pour respecter la variabilité de chaque génotype. Après l'abattage et un ressuyage de 24 h, l'éviscération et la dissection anatomique sont réalisées selon la méthode standardisée WPSA (1984).

Pour chaque animal disséqué, un prélèvement de muscle est effectué sur la partie antérieure du muscle pectoral superficiel, il est ensuite immédiatement congelé et stocké à -18°C. Les échantillons ainsi obtenus sont broyés sous azote liquide à l'aide d'un broyeur à billes. La détermination de la matière sèche et des cendres est réalisée selon les méthodes classiques (JOCE, 1971a, b) et la détermination des protéines brutes (N Kjeldahl x 6,25) par dosage de l'azote par minéralisation acide et détection colorimétrique (Verdouw *et al*, 1977). La fraction lipidique est extraite à froid par le mélange chloroforme-méthanol (2-1, V/V) et estimée par pesée après évaporation du solvant (Folch *et al*, 1957).

Analyses des données

Une analyse de la variance de 2 facteurs à mesures répétées (Winter, 1971) sur les poids vifs individuels selon l'âge et le type génétique est appliquée selon le modèle :

$$X_{ijk} = \mu + A_i + H_{k(i)} + B_j + (AB)_{ij} + e_{ijk}$$

avec X_{ijk} = mesure faite sur le caractère pour le k^e individu du i^e type génétique ayant le j^e d'âge ; μ = moyenne générale du caractère observé ; A_i = effet du type génétique ($i = 1$ à 2) ; $H_{k(i)}$ = la variabilité des individus intra type génétique ; B_j = effet de l'âge ($j = 1$ à 5) ; $(AB)_{ij}$ = interaction entre les facteurs type génétique et âge ; e_{ijk} = la variabilité des individus intra type génétique à un âge donné $\{BH_{jk(i)}\}$ et l'erreur expérimentale ε_{ijk} .

Les paramètres des courbes de croissances individuelles sont ajustés à une fonction de Gompertz et estimés par l'algorithme de Marquardt : $l_{vit} = l_{max} * \exp\{(-K1/K2) * \exp(-K2*t)\}$ (Jolivet, 1983).

Les données pondérales, chimiques et les paramètres de la carcasse sont traitées par l'analyse de variance et les comparaisons de moyennes sont établies par la méthode de la plus petite différence significative (Dagnélie, 1975). Le modèle mathématique à effets fixes utilisé pour étudier la variation des différents caractères s'écrit :

$$X_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + e_{ijk}$$

avec X_{ijk} = mesure faite pour un caractère pour le k^e animal du i^e type génétique ayant le j^e d'âge ; μ = moyenne générale du caractère observé ; A_i = effet fixé du type génétique ($i = 1$ à 2) ; B_j = effet fixé de l'âge ($j = 1$ à 4) ; $(AB)_{ij}$ = interaction entre les deux facteurs ; e_{ijk} = erreur expérimentale.

RÉSULTATS

Indice de consommation

Les indices de consommation pendant la période d'élevage sont rapportés au tableau I. La consommation par canard entre les 2 types génétiques est identique (aux différents âges de la croissance). Les indices de consommation cumulés entre 3 et 10 sem sont égaux pour les 2 types génétiques, en revanche il apparaît une petite différence (T1 = 6,62 et T2 = 7,03) à l'âge de 13 sem. Ces indices se dégradent de manière importante sur la période de 10 à 13 sem.

Croissance

La croissance de l'ensemble des animaux arrivés à 92 j ($n = 80$; $n = 74$, respectivement pour T1 et T2) n'est globalement pas différente (tableau II). L'évolution pondérale des 2 types génétiques jusqu'à 71 j est comparable, un écart non significatif en faveur du T2 est observé à l'âge de 92 j.

Les poids aux différents âges sont en moyenne de 928 g à 3 sem, 2 617 g à 6

Tableau I. Indices de consommation du canard mulard pendant la période d'expérimentation.

Période	Effectifs		Conso/canard (kg)		IC cumulé	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2
0–3 sem	164	164	1,73	1,74	1,88	1,87
3–6 sem	164	164	3,93	4,07	2,16	2,22
6–8 sem	154	155	3,22	3,28	2,63	2,66
8–10 sem	146	147	2,87	2,64	3,11	3,09
10–13 sem	80	74	4,47	4,56	6,62	7,03

T1 : type génétique 1 ; T2 : type génétique 2; Conso : Consommation ; IC : indice de consommation.

Tableau II.a. Évolution pondérale au cours de l'élevage pour les 2 types génétiques (moyennes exprimées en g).

Type génétique	Effectifs	Âge					Effets statistiques		
		22 j (3 sem)	43 j (6 sem)	57 j (8 sem)	71 j (10 sem)	92 j (13 sem)	T	A	TxA
Moyenne générale	154	928 ± 59	2 617 ± 177	3 489 ± 454	4 004 ± 530	4 183 ± 428	ns	***	ns
T1	80	922 ^a ± 56	2 618 ^b ± 175	3 492 ^c ± 413	4 001 ^d ± 511	4 159 ^e ± 431			
T2	74	934 ^a ± 63	2 617 ^b ± 181	3 486 ^c ± 498	4 008 ^d ± 555	4 207 ^e ± 427			

b. Modélisation de la courbe de croissance selon le modèle de Gompertz.

	Poids max (g)	K1	K2	Inflexion de la croissance (j)
T1	4 500 ± 484	0,269 5 ± 0,056 4	0,053 3 ± 0,007 1	30,3 ± 3,1
T2	4 527 ± 515 ns	0,256 9 ± 0,068 0 ns	0,051 8 ± 0,008 1 ns	30,5 ± 2,6 ns

Différences statistiques : *** $p < 0,001$; ns : non significative ; les moyennes affectées de la même lettre sur une même ligne ne diffèrent pas entre elles ($P > 0,05$) ; T : type génétique ; A : âge des animaux.

sem, 3 489 g à 8 sem, 4 004 g à 10 sem et 4 183 g à 13 sem.

La plus grande part de la croissance se réalise entre 3 et 6 sem (928 g vs 2 617,5 g), ce qui indique un gain de poids hebdomadaire de 563 g. Un ralentissement de la vitesse de croissance se manifeste à partir de 8 sem (435 g entre 6 et 8 sem, 257 g entre 8 et 10 sem) et elle devient pratiquement nulle entre 10 et 13 sem (59 g).

La modélisation de la courbe de croissance selon le modèle de Gompertz appliqué aux animaux vivants à 13 sem fait apparaître une différence non significative sur les paramètres de croissance. Entre les 2 génotypes un écart de l'ordre de 27 g apparaît sur le poids vif à maturité et le maximum vitesse de croissance est atteint simultanément à 30,3 j et 30,5 j.

Évolution de la composition corporelle

Il n'y a aucun effet significatif du type génétique et de l'interaction entre les deux facteurs étudiés ($P > 0,05$) sur la composition corporelle, seul l'effet âge apparaît très significatif (tableau III).

Les poids saigné plumé (PSP) et la carcasse éviscérée (sans cou) s'accroissent significativement entre 6 et 10 sem (de 2 326,7 g à 3 565,6 g et 1 524,6 g à 2 572,7 g pour le PSP et la carcasse éviscérée respectivement), puis leur développement s'infléchit à 13 sem (3 495,6 g et 2 568,8 g). Le reste de carcasse s'accroît régulièrement de 312,3 g à 6 sem et 494,5 g à 10 sem pour ensuite plafonner jusqu'à 13 sem (486,7 g). Le gésier, le gras abdominal et le cœur évoluent significativement entre 6 et 8 sem (61,5 g vs 87 g ; 27,3 g vs 45,6 g et 15,2 g vs 23,4 g respectivement) et se stabilisent entre 8 et 10 sem. Ils diminuent légèrement ou restent stables entre 10 et 13 sem (-6 g, -10 g et +3 g respectivement), alors que l'évolution du foie pen-

dant cette période est très fluctuante. Les muscles de la cuisse s'accroissent significativement de 214,8 g à 253,2 g entre 6 et 8 sem, puis leur poids baisse légèrement à partir de 8 sem (253,2 g vs 238,6 g pour 8 et 13 sem respectivement). La peau et le tissu sous-cutané de la cuisse continuent de s'accroître jusqu'à 10 sem (65,9 g, 90,4 g et 105,6 g pour 6, 8 et 10 sem respectivement) et ils diminuent à 13 sem (84,1 g).

Le poids du muscle pectoral augmente très significativement jusqu'à 10 sem (61,8 g à 248,1 g) puis s'infléchit au-delà (de 248,1 g à 287,5 g). La peau et les tissus adipeux sous-cutanés correspondants ont la même évolution que ceux de la cuisse : leurs poids passent de 39,2 g à 62,2 g de 6 à 10 sem et chutent à 13 sem (57,7 g). La croissance de l'aiguillette est pratiquement identique à celle du muscle pectoral superficiel. Le développement de l'aile est rapide de 6 à 10 sem (114,5 et 193,7 g respectivement) puis se stabilise (197,8 g à 13 sem). L'étude du ratio muscle-peau permet une estimation rapide du développement musculaire par rapport à l'évolution de l'engraissement. En ce qui concerne le ratio muscle-peau du magret, il s'accroît significativement jusqu'à 13 sem (1,6 ; 3,4 ; 4,1 et 5,1 respectivement pour l'âge de 6, 8, 10 et 13 sem) En revanche l'évolution du ratio muscle-peau de la cuisse est assez variable, le niveau le plus bas est atteint à l'âge de 10 sem (2,4).

Composition biochimique

Les effets type génétique et interaction type génétique-âge n'apparaissent pas significatifs ($P > 0,05$) sur la composition chimique du muscle pectoral (tableau IV). En revanche l'effet de l'âge est hautement significatif.

Les taux d'humidité du muscle pectoral diminuent significativement en fonction de

Tableau III. Composition corporelle du canard mulard en fonction du type génétique et de l'âge.

Type	T1					T2					Effets statistiques							
	06S	08S	10S	13S	(8)	06S	08S	10S	13S	(10)	06S	08S	10S	13S	s	T	A	TxA
Effectifs	(8)	(8)	(10)	(10)	(8)	(8)	(8)	(10)	(10)	(10)	(8)	(8)	(10)	(10)	210,30	ns	***	ns
PV abattage	2 741,86a	3 465,00b	4 089,00c	4 050,50c	2 739,36a	3 559,38b	4 111,00c	4 107,22c	4 107,22c	4 111,00c	3 552,29c	3 526,59c	3 526,59c	3 526,59c	199,40	ns	***	ns
PSP	2 325,05a	3 016,83b	3 578,87c	3 470,70c	2 328,34a	3 080,44b	3 552,29c	3 526,59c	3 526,59c	3 552,29c	3 080,44b	3 080,44b	3 080,44b	3 080,44b	13,01	ns	***	ns
Foie	91,11c	70,98ab	92,80c	62,63a	89,02c	80,76bc	83,75c	83,75c	83,75c	83,75c	89,02c	89,02c	89,02c	89,02c	68,25a	ns	***	ns
Gésier	62,19a	86,14b	90,60b	82,96b	60,85a	87,83b	89,12b	89,12b	89,12b	89,12b	87,83b	87,83b	87,83b	87,83b	84,61b	ns	***	ns
Gras abdominal	27,86a	51,21bc	55,44c	47,42bc	26,69a	40,00ab	58,18c	45,57bc	45,57bc	58,18c	26,69a	26,69a	26,69a	26,69a	14,45	ns	***	ns
Cœur	15,21a	23,96b	31,53d	32,08d	15,23a	22,91b	28,20c	32,61d	32,61d	28,20c	15,23a	15,23a	15,23a	15,23a	2,77	ns	***	ns
Poids éviscéré	1 529,50b	2 120,68b	2 573,35c	2 556,93c	1 519,61a	2 182,44b	2 572,05c	2 572,05c	2 572,05c	2 572,05c	1 519,61a	1 519,61a	1 519,61a	1 519,61a	147,00	ns	***	ns
Aile	113,20a	159,92b	194,97c	198,10c	115,75a	168,79b	192,38c	192,38c	192,38c	192,38c	115,75a	115,75a	115,75a	115,75a	10,60	ns	***	ns
Magret	101,35a	203,09b	309,22c	342,30d	100,56a	210,46b	311,37c	348,87d	348,87d	311,37c	100,56a	100,56a	100,56a	100,56a	19,20	ns	***	ns
Peau pectoral	39,07a	46,30ab	59,31d	57,45cd	39,32a	50,32bc	65,02d	58,35cd	58,35cd	65,02d	39,32a	39,32a	39,32a	39,32a	8,80	ns	***	ns
Muscle pectoral	62,27a	156,79b	249,91c	284,85d	61,24a	160,13b	246,36c	290,51d	290,51d	246,36c	61,24a	61,24a	61,24a	61,24a	15,60	ns	***	ns
Aiguillette	13,55a	30,66b	45,44c	55,92d	13,60a	30,88b	45,37c	53,75d	53,75d	45,37c	13,60a	13,60a	13,60a	13,60a	3,40	ns	***	ns
M/P pectoral	1,63a	3,52bc	4,26d	5,06e	1,60a	3,23b	3,89cd	5,04e	5,04e	3,89cd	1,60a	1,60a	1,60a	1,60a	0,63	ns	***	ns
Cuisse	278,45a	343,05bcd	357,14d	320,59b	283,83a	346,22bcd	347,24cd	327,02bc	327,02bc	347,24cd	283,83a	283,83a	283,83a	283,83a	27,50	ns	***	ns
Peau cuisse	66,34ab	90,37cd	102,50de	82,06bc	65,36a	90,51cd	108,60e	86,74cd	86,74cd	108,60e	65,36a	65,36a	65,36a	65,36a	16,80	ns	***	ns
Muscle cuisse	211,60a	251,78bcd	253,89cd	237,49b	217,93a	254,66d	248,02bcd	239,69bc	239,69bc	248,02bcd	217,93a	217,93a	217,93a	217,93a	15,50	ns	***	ns
M/P cuisse	3,34c	2,69ab	2,55ab	2,99bc	3,42c	2,88bc	2,21a	2,84bc	2,84bc	2,88bc	3,42c	3,42c	3,42c	3,42c	0,66	ns	**	ns
Gras péri 1	412,24a	487,94b	586,83cd	520,35bc	393,97a	514,31b	616,94d	532,77bc	532,77bc	616,94d	393,97a	393,97a	393,97a	393,97a	72,20	ns	***	ns
Reste carcasse 1	316,03a	434,42b	498,11c	485,06c	308,59a	439,21b	490,83c	488,76c	488,76c	490,83c	308,59a	308,59a	308,59a	308,59a	39,60	ns	***	ns

Différence statistique : *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,1$; ns : non significative ; les moyennes affectées de la même lettre sur une même ligne ne diffèrent pas entre elles ($P > 0,05$) ; T : type génétique ; A : âge des animaux en semaines ; PV abattage : poids vif à l'abattage ; PSP : poids saigné plumé ; M/P pectoral : rapport muscle-peau du magret ; Cuisse : cuisse + pilon ; M/P Cuisse : rapport muscle-peau de la cuisse ; Gras péri 1 : gras périphérique calculé ; Reste carcasse 1 : reste de carcasse calculé.

Tableau IV. Composition biochimique du canard mulard en fonction du type génétique et de l'âge.

Type	T1				T2				Effets statistiques			
	06S	08S	10S	13S	06S	08S	10S	13S	s	T	A	txA
Age	(8)	(8)	(10)	(10)	(8)	(8)	(10)	(9)				
Effectifs	(8)	(8)	(10)	(10)	(8)	(8)	(10)	(9)				
En % du poids de muscle frais												
Humidité	78,79 ^a	77,83 ^b	75,74 ^c	74,36 ^d	78,90 ^a	77,40 ^b	75,42 ^c	73,85 ^d	0,63	ns	***	ns
MAT	18,63 ^a	18,67 ^a	20,06 ^b	21,11 ^{cd}	18,35 ^a	18,34 ^a	20,23 ^{bc}	21,28 ^d	0,93	ns	***	ns
Lipides	1,36 ^a	1,69 ^{ab}	2,60 ^c	3,32 ^d	1,43 ^a	1,87 ^b	2,77 ^c	3,51 ^d	3,39	ns	***	ns
Minéraux	1,34 ^{bc}	1,25 ^a	1,23 ^a	1,26 ^a	1,36 ^c	1,29 ^{ab}	1,23 ^a	1,28 ^{ab}	0,08	ns	***	ns

Différences statistiques : *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; ns : non significative. Les moyennes affectées de la même lettre sur une même ligne ne diffèrent pas entre elles ($P > 0,05$). T : type génétique ; A : âge des animaux en semaines ; MAT : matière azotée totale.

l'âge (78,8%, 77,6%, 75,6% et 74,1% à l'âge de 6, 8, 10 et 13 sem respectivement). À l'opposé, les taux de lipides s'accroissent significativement au cours de la même période (1,4%, 1,8%, 2,7% et 3,4% respectivement à 6, 8, 10 et 13 sem). Les taux de protéines locaux sont stables entre 6 et 8 sem (18,49% et 18,50% respectivement) puis augmentent significativement jusqu'à 13 sem (20,14% à 10 sem et 21,20% à 13 sem). Les teneurs en minéraux les plus élevées sont obtenues à 6 sem (1,35%, $P < 0,01$) puis sont stables à partir de 8 sem (1,27%, 1,23% et 1,27% à 8, 10 et 13 sem respectivement).

Allométrie de croissance

Les valeurs estimées du coefficient d'allométrie et de corrélation de certains organes

entre l'âge de 6 et 10 sem sont rapportées au tableau V.

En général le développement des organes étudiés dans cet essai est très lié à l'évolution du poids vif ($r_2 > 0,7$) sauf pour certains organes (foie, gésier, gras abdominal) qui ont des liaisons significatives mais moins fortes avec le poids de l'animal ($r^2 < 0,7$).

L'étude de l'allométrie de la croissance permet de distinguer des organes à développement précoce, isométrique, et à développement tardif. Le gésier, la cuisse et les muscles de la cuisse ont un coefficient d'allométrie inférieur à 1, cela signifie que la croissance de ces organes est précoce. Cependant le PSP, la peau + gras sous-cutané du pectoral et le gras périphérique se développent isométriquement ($b = 1$) à la croissance du poids vif de l'animal. Les autres organes sont à développement tardif

Tableau V. Allométrie de croissance de différents composants de la carcasse par rapport au poids vif (de 6 à 10 sem).

	Coefficient de détermination (r^2)	Coefficient d'allométrie (b) ¹	Constante (a)
PSP	0,994 ***	1,06	0,5265
Foie	0,004 ns	0,07	47,6608
Gésier	0,637 ***	0,89	0,0560
Gras abdominal	0,537 ***	1,89	$7,9 \times 10^{-5}$
Cœur	0,865 ***	1,57	$6,2 \times 10^{-5}$
Poids éviscéré	0,986 ***	1,28	0,0616
Aile	0,960 ***	1,27	0,0049
Magret	0,945 ***	2,62	$1,1 \times 10^{-7}$
Peau pectoral	0,602 ***	1,11	0,0058
Muscle pectoral	0,943 ***	3,25	$4,6 \times 10^{-10}$
Aiguillette	0,947 ***	2,83	$2,7 \times 10^{-9}$
Cuisse	0,709 ***	0,62	2,1315
Peau cuisse	0,672 ***	1,29	0,0024
Muscle cuisse	0,656 ***	0,43	7,2409
Gras périphérique ²	0,721	1,07	0,0785

¹ Poids des organes (g) = $a \times PV^b$. Les coefficients d'allométrie sont calculés sur les données transformées en log n ; PSP : poids saigné plumé ; ² valeur calculée. Symboles statistiques (cf tableau III).

($b > 1$) comme le muscle pectoral et l'aiguillette ($b = 3,25$ et $b = 2,83$ respectivement).

DISCUSSION

D'une manière générale les indices de consommation cumulés à 6,8 et 10 sem sont inférieurs à ceux de Olver *et al* (1977) chez le mulard ou Ziegler *et al* (1985) et Babilé *et al* (1985) chez le Barbarie et légèrement supérieurs à ceux rapportés par Leclercq (1990) chez le Barbarie. Les indices de consommation des 2 types génétiques étudiés sont identiques avec un écart de +0,41 pour le T2 sur l'indice de consommation cumulé à 13 sem. Ces indices de consommation se dégradent de manière importante pour les 2 types génétiques à partir de l'âge de 10 sem conformément aux observations de Pingel et Schneider (1981) chez un hybride de petit format et chez le Barbarie. Cela s'explique facilement par la faible évolution du poids vif à partir de ce même stade.

Les poids vifs à 3, 6, 8 et 10 sem pour ces 2 croisements sont supérieurs aux résultats obtenus par Olver *et al* (1977), Ricard *et al* (1985), Pingel (1989) ou Auvergne (1992), avec d'autres types de mulard. Les méthodes d'élevage peuvent de plus expliquer en partie ces écarts : par exemple élevage en cage communautaire (Ricard *et al*, 1985) ou utilisation d'aliments moins énergétiques (2 750 kcal/kg ; Auvergne, 1992). La croissance pondérale des 2 types génétiques est très proche. À ce niveau, l'association d'un mâle Barbarie du type «lourd» avec une femelle Pékin *a priori* «medium», puisqu'elle est le résultat du croisement d'une souche «croissance» et d'une souche «ponte» (mulard T1), semble donner des résultats équivalents à l'accouplement d'un mâle Barbarie «médium» avec une souche Pékin «lourde» (Mulard T2).

La plus grande part de croissance de nos animaux se réalise entre 3 et 6 sem avec un gain du poids hebdomadaire de 563 g. Ce résultat est conforme aux travaux de Olver *et al* (1977) sur des mulards de petit format ; Pingel et Schneider (1981) et Leeson *et al* (1982) chez le Pékin, et Ziegler *et al* (1985) et Leclercq (1990) chez le Barbarie. Les animaux de cet essai semblent cependant plus précoces que ceux testés par Auvergne (1992) qui observe un gain plus important entre 6 et 8 sem. Cette différence peut être due au niveau énergétique plus élevé des aliments démarrage et croissance utilisés dans cet essai, ce qui favorise une croissance initiale plus rapide ; à 6 sem les animaux ont ainsi un avantage de plus de 200 g. La vitesse de croissance des mulards diminue à partir de 8 sem et l'évolution pondérale devient moins importante au-delà de 10 sem.

Par rapport aux résultats rapportés par Auvergne (1992), les paramètres décrivant la vitesse de croissance (K1 et K2) sont plus élevés, ce qui rend compte du développement plus rapide entre 3 et 10 sem. Les poids maximum et points d'inflexion de la courbe sont voisins dans les 2 essais. L'obtention de poids ultimes équivalents peut être en partie la conséquence de la mise en place dès 8 sem d'une alimentation par repas qui entraîne de fait une limitation de la consommation. La vitesse de croissance de ces canards mulards qui atteint son maximum à 30 j en moyenne est plus précoce que celle du canard de Barbarie mâle (35 j) et identique à celle du canard de Barbarie femelle rapportée par Leclercq (1990).

Les évolutions du PSP et du poids de carcasse éviscérée reflètent celle du poids vif et sont pratiquement terminées à 10 sem confirmant les données de Bagliacca *et al* (1989). Les poids de gras abdominal sont légèrement supérieurs, à ceux rapportés par Ricard *et al* (1985), 49,7 g en moyenne

dans cet essai et 37,9 g chez ces auteurs. La différence du poids vif aux mêmes âges (1 kg environ), permet de conclure à un engraissement viscéral moindre en valeur relative. Ceci peut être relié à l'effet du rationnement horaire, qui tend à réduire l'importance des dépôts lipidiques chez les canards de Barbarie (Leclercq et de Carville, 1978), comme chez la poule (Polin et Wolford, 1973). D'après les données de la littérature, il semblerait que la masse de gras viscéral soit assez stable après 8 sem pour une même conduite alimentaire malgré l'augmentation du poids vif avec l'âge. Il convient toutefois de noter que les résultats rapportés par Ricard *et al* (1985) ont été obtenus en utilisant des aliments croissance dont le ratio MAT/énergie était plus faible que dans cet essai (54,8 g/Mcal vs 65,5 g/Mcal).

Chez le canard mulard, la croissance très précoce des muscles de la cuisse dont le développement est terminé à 8 sem est confirmé (Bagliacca *et al*, 1989 ; Auvergne, 1992). Le gésier a aussi, comme dans les autres espèces de volailles, un développement précoce (Grey *et al* (1982) chez le poulet, Leclercq et de Carville (1985) chez le canard de Barbarie, Auvergne (1992) chez le canard mulard). En revanche les muscles pectoraux ont une prise de poids tardive en accord avec les observations de Ricard *et al* (1985) et Auvergne (1992). Par rapport au canard de Barbarie et pour des poids vifs équivalents aux mêmes âges, le canard mulard présente un développement musculaire plus important qui traduit la différence de précocité entre ces 2 espèces.

La peau et le gras sous-cutané du muscle pectoral, comme le gras périphérique, suivent l'évolution du poids vif (coefficients d'allométrie voisins de 1), comme l'a rapporté Auvergne (1992). Au-delà de 10 sem le rapport muscle sur peau + gras sous-cutané augmente, au contraire le gras périphérique diminue. Ceci confirme

que la conduite alimentaire utilisée permet la finition de la croissance des muscles pectoraux mais limite l'engraissement périphérique et abdominal. Cependant le léger écart d'engraissement périphérique au profit du croisement T2 pourrait permettre de conclure à une précocité plus importante, traduite par des dépôts de gras plus élevés à 8 sem. L'utilisation d'une souche maternelle lourde pourrait être à l'origine de cet écart.

La composition biochimique des muscles pectoraux des 2 types génétiques de mulards étudiés est pratiquement identique. Les taux des protéines brutes et des lipides s'accroissent en fonction de l'âge, en revanche les taux d'humidité et de minéraux diminuent. Cette évolution classique liée à l'âge a déjà été rapportée en particulier par Grey *et al* (1983) chez le poulet.

En conclusion, cet essai confirme les connaissances acquises chez les canards, et montre qu'un régime plus énergétique en démarrage et en croissance permet d'améliorer la croissance pondérale et d'obtenir ainsi un poids optimum dès 10 sem (environ 90% du poids maximum de croissance) avec un développement musculaire et des indices de consommation voisins de ceux observés chez le canard de Barbarie dans un système de production analogue. L'alimentation par repas de 2 h/j à partir de 8 sem permet d'améliorer la qualité de la carcasse sans pénaliser la croissance des muscles pectoraux.

Dans nos conditions d'élevage, les 2 croisements commerciaux testés présentent peu de différences de croissance. La complémentarité des souches parentales observée au niveau du poids vif se retrouve sur la croissance musculaire. L'utilisation des séquences alimentaires différentes entre 6 et 10 sem, faisant varier les taux énergétiques et protéiques de l'aliment, pourrait être à l'origine d'écarts pondéraux et d'engraissement à l'issue de cette phase de

croissance en fonction de la précocité des génotypes.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée dans le cadre d'un contrat avec le conseil régional Midi Pyrénées, avec l'appui des sociétés Grimaud SA et Moulin Brûlé SA. Nous tenons à remercier C Vallès, H Manse pour leur contribution technique lors de cette expérimentation.

RÉFÉRENCES

- Auvergne A (1992) Facteurs de variation de la composition corporelle et tissulaire des canards avant et après gavage. Thèse Doct État INPT, 252 p
- Babilé R, Auvergne A, Delpech P, Clavier E (1985) Influence d'un rationnement précoce sur les performances de croissance et de découpe de deux types génétiques de canards mâles de Barbarie. *In: La génétique du canard de Barbarie (Cairina moschata) et du Mulard* (R Rouvier, ed) INRA, Paris, 101-109
- Babilé R, Auvergne A (1987) Normes d'élevage et de gavage des canards. Document Technique CRAMP, 37 p
- Bagliacca M, Paci G, Marzoni Fecia Di Cossato M, Fedeli Avanzi C (1989) Accrescimento e Rese di Macellazione Degli Ibridi di Anatra Mushiata x Germano Reale. *Ann Fac Med Vet Univ di Pisa* 42, 397-408
- Dagnélie P (1975) Théorie et méthodes statistiques. *Les méthodes de l'inférence statistique*, vol 2, Presses Agronomiques, Gembloux, Belgique
- Folch J, Lees M, Sloane-Stanley CHS (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226, 497-509
- Grey TC, Robinson D, Jones JM (1982) Effect of age and sex on the eviscerated yield, muscle and edible offal of a commercial broiler strain. *Br Poult Sci* 23, 289-298
- Grey TC, Robinson D, Jones JM, Stock SW, Thomas NL (1983) Effect of age and sex on the composition of muscle and skin from a commercial broiler strain. *Br Poult Sci* 24, 219-231
- JOCE (1971a) JO Comm Eur, Dosage de l'humidité, L279/8
- JOCE (1971b) JO Comm Eur, Dosage des cendres brutes, L155/20
- Jolivet E (1983) *Introduction aux modèles mathématiques en biologie*. INRA et Masson, Paris
- Leclercq B, de Carville H (1978) Intérêt du rationnement du caneton mâle de Barbarie entre les âges de 8 à 12 semaines. *Ann Zootech* 30 (1), 1-7
- Leclercq B, de Carville H (1985) Growth and body composition of Muscovy ducks. *In: Duck production science and world practice* (DJ Farrell, P Stapleton, eds) University of New England, 102-109
- Leclercq B (1990) Croissance et composition corporelle du canard de Barbarie. *In: Le canard de Barbarie* (B Sauveur, H de Carville, eds) INRA, Paris, 23-39
- Leeson S, Summers JD, Proulx J (1982) Productions and carcass characteristics of the duck. *Poultry Sci* 61, 2456-2464
- Oliver MD, Du Preez JJ, Margaret AK, Diana JM (1977) The carcass composition and growth of the 'mule' duck compared to purebred ducklings. *Agroanimalia* 9, 7-12
- Pingel H, Schneider KH (1981) Effect of age and sex on meat and carcass composition on duck, Geese and Muscovy Ducks. *In: Quality of poultry meat, Proc of the 5th European Symp* (RWAW Mulder, CW Scheele, CH Veerkamp, eds) Spelderholt Institute for Poultry Research, Beekbergen, the Netherlands, 28-37
- Pingel H (1989) Combining qualities of Muscovy and Pekin ducks. *Poultry International* (Miscet) January 1989, 11-13
- Polin D, Wolford JH (1973) Factors influencing food intake and caloric balance in chickens. *Federation Proc* 32(6), 1720-1726
- Ricard FH, de Carville H, Marche G (1985) Étude comparative de la composition anatomique des canards de Barbarie, Pékin et Mulard. *In: La Génétique du canard de Barbarie (Cairina moschata) et du Mulard* (R Rouvier, ed) INRA, Paris, 75-99
- Verdouw H, Van Echteld CJA, Dekkers EMJ (1977) Ammonium determination based on

- indophenol formation with sodium salicylate. *Water Res* 12, 399-402
- Winer BJ (1971) *Statistical principles in experimental design*. John Wiley and Sons, New York, 2nd edition, chapter 7, 518-538
- WPSA (1984) Working group no 5 (JF Jensen, ed), 33 p
- Ziegler W, Petersen J, Tuller R (1985) Einfluß von Alter und Fütterungsintensität auf Wachstum und Schlachtkörperbeschaffenheit von Moschuserpeln Teil I: Mastleistung und altersbedingte Veränderung der Schlachtkörperbeschaffenheit. *Arch Geflügelk* 49 (3), 98-107