

Comparaison de modèles d'ajustement de la courbe de croissance des agneaux Barbarins sous deux étages bioclimatiques en Tunisie

M. A. FERCHICHI¹, B. JEMMALI¹, H. SELMI², A. BEN GARA¹

(Reçu le 20/06/2022; Accepté le 13/07/2022)

Résumé

L'objectif de cette étude est d'analyser les performances de croissance de la race ovine Barbarine avec ses deux principaux écotypes (Barbarine à tête rousse et la Barbarine à tête noire) sous deux différents étages bioclimatiques (aride et semi-aride) ainsi que d'ajuster la courbe de croissance de cette race. On a utilisé les données de contrôle de croissance de vingt troupeaux de race ovine Barbarine, collectées durant 4 années, concernant 12 919 agneaux pesés à 21 jours d'intervalle. Les poids aux âges types ainsi que les Gains moyens Quotidiens (GMQ) 10-30, 30-50, 50-70 et 70-90 de la race Barbarine à tête rousse sont supérieurs à ceux de la Barbarine à tête noire. Les poids aux âges types de la Barbarine à tête rousse sont de 5,33 Kg, 8,50 Kg, 11,5 Kg, 15,2 Kg et 17,7 Kg respectivement pour les poids à 10, 30, 50, 70 et 90 jours. Celles des gains moyens sont de 160,3 g, 163,4 g, 219,2 g et 157,5 g respectivement pour les GMQ10-30, GMQ30-50, GMQ30-70 et GMQ30-90. De même, les performances de croissance enregistrées sous l'étage bioclimatique aride sont supérieures à celles de l'étage semi-aride. L'ajustement des courbes de croissance a été effectué selon quatre modèles mathématiques non linéaires (Brody, Logistique, Gompertz et Von Bertalanffy). Ces modèles ont été évalués en fonction du coefficient de détermination (R^2) et de la somme des carrés des écarts résiduels (SCER). Les résultats ont indiqué que le modèle Logistique, ayant les valeurs de R^2 les plus élevées et les SCER les plus faibles, a montré le meilleur ajustement de la croissance des agneaux barbarins, alors que le modèle de Brody a donné les valeurs de R^2 les plus basses et les SCER les plus élevées. Les paramètres de la fonction Logistique (A, B et C) sont respectivement de 17,9; 4,1 et 0,0381 pour la Barbarine à tête noire et de 18,8; 4,00 et 0,0406 pour la Barbarine à tête rousse. Les paramètres des courbes de croissance ont varié avec l'interaction écotype – étage bioclimatique, la ferme, l'interaction troupeau - année d'agnelage, l'âge de la mère, l'interaction sexe – mode de naissance et le mois de naissance.

Mots clés: Courbe de croissance, modèle non linéaire, race Barbarine

Comparison of different adjustment models of the growth curve of Barbarin lambs under two bioclimatic zones in Tunisia

Abstract

The objective of this study is to analyze the growth performance of the Barbarine sheep breed with its two main ecotypes (Red-headed Barbarine and Black-headed Barbarine) under two different bioclimatic zones (arid and semi-arid) as well as to adjust the growth curve of this breed. Growth monitoring data from twenty flocks of Barbarine sheep were used, collected over 4 years on 12 919 lambs weighed regularly at 21-day intervals. The weights at the standard ages as well as Average Daily Gains (ADG) 10-30, 30-50, 50-70 and 70-90 of the Red-headed Barbarine are higher than that of the Black-headed Barbarine. The average weights at typical ages of the Red-headed Barbarine were 5.33 Kg, 8.50 Kg, 11.5 Kg, 15.2 Kg and 17.7 Kg respectively at 10, 30, 50, 70 and 90 days. Those of the ADG were 160.3 g, 163.4 g, 219.2 g and 157.5 g respectively for the ADG10-30, ADG 30-50, ADG 30-70 and ADG 30-90. Similarly, the growth performances recorded under the arid bioclimatic zone were higher than those of the semi-arid zone. The adjustment of the growth curves was carried out according to four nonlinear mathematical models (Brody, Logistics, Gompertz and Von Bertalanffy). These models were evaluated based on the coefficient of determination (R^2) and the sum of squares of residual deviations (SCER). The results indicated that the Logistic model, having the highest R^2 values and the lowest SCERs, showed the best fit for Barbarin lamb growth while Brody's model gave the lowest R^2 values and the highest SCERs. The Logistic function parameters (A, B and C) were respectively 17.9, 4.08 and 0.0381 for the black-headed barbarine and 18.8, 4.00 and 0.0406 for the Red-headed Barbarine. These parameters varied with the interaction ecotype – bioclimatic zone, the farm, the interaction herd – year of lambing, the age of the mother, the interaction sex – mode of birth and the month of birth.

Keywords: growth curve, nonlinear model, Barbary breeds

INTRODUCTION

La Tunisie est un pays méditerranéen caractérisé par un climat de type tempéré avec une pluviométrie moyenne annuelle qui varie de 800 mm à 150 mm (Djemali, 2003). Une répartition permettant la division du pays en différents étages bioclimatiques influant l'hétérogénéité biologique intéressant aussi bien le règne végétale que animale dont le cheptel ovin (Ben Dhia, 2001). L'élevage ovin a toujours compté parmi les productions essentielles de l'agriculture et elle même l'activité la plus importante dans la production animale tunisienne et ce grâce à l'adaptation des races ovines aux conditions climatiques et pédologiques les plus sévères et leur aptitude à valoriser des parcours maigres de ces régions (Bedhiaf-Romdhani *et al.*, 2008). L'élevage ovin contribue dans la sécurité alimentaire en Tunisie et dans le revenu des petits éleveurs et ceci s'explique par l'importance du nombre des éleveurs ovins (112 000 éle-

veurs) propriétaires d'un effectif qui dépasse les quatre millions d'unités femelles ovines et une part importante dans la production des viandes rouges(48%) (Brahmi *et al.*, 2011). Paradoxalement, la répartition du cheptel ovin tunisien est en corrélation négative avec les ressources agrosylvo-pastorale. En effet, les statistiques récentes montrent que les 2/3 du cheptel se trouve dans les zones semi-arides et arides caractérisées par l'insuffisance des précipitations et les faibles ressources pastorales (Brahmi *et al.*, 2011). Il est à noter la prédominance de l'effectif de la race Barbarine qui est aux alentours de 65,5% représenté par deux principaux écotypes: la barbarine à tête rousse et la barbarine à tête noire. En vue d'améliorer le potentiel de production de ces deux principaux écotypes et étant donné que les courbes de croissance sont des outils intéressants pour évaluer les différents facteurs de gestion et de production, on a opté dans ce travail à évaluer les performances de croissance

¹ École Supérieure d'Agriculture de Mateur, Université de Carthage, Tunisie

² Institut Sylvo-Pastoral de Tabarka, Tunisie

de la progéniture de cette race. Notre choix c'est focalisé sur les modèles non linéaires qui constituent une méthode objective de base pour l'estimation des caractéristiques de croissance. Il nous a paru important d'ajuster les courbes de croissance, de comparer les performances de croissance de la race à la race Barbarine, avec ces deux écotypes sous deux différents étages bioclimatiques (le semi-aride et l'aride) et d'étudier les facteurs de variations des performances sus indiquées. Les résultats de notre travail statistiques ont révélées une différence de performances de l'échantillon choisi.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les données

Un échantillon de 12 919 enregistrements de contrôle de performance de croissance des agneaux de la race Barbarine de deux écotypes (tête rousse et tête noire) nous a été fourni par l'office de l'élevage et du pâturage (OEP) de Sidi Thabet. Les données collectées de 2000 à 2011 intéressaient 20 troupeaux répartis sur trois régions (Kairouan, Zaghouan et Sfax) situées dans deux étages bioclimatiques (Semi-arides et arides). Le fichier final a été construit à partir des bases de données de l'OEP. Les données ont inclus 12 919 observations des contrôles de performance de croissances. Chaque observation a inclus le numéro d'identification nationale de l'agneau, troupeau, code de la ferme, code du site, les dates des six pesées, les six pesées, la date de l'agnelage, l'identification nationale de la mère, la date de naissance de la mère et l'écotype de la race. Notons que le nombre des agneaux qui possédaient les six pesées périodiques a été réduit à 1 627. En effet, les contrôles de performances de croissance se résument à six pesées périodiques et espacées moyennement de 10 jours et 21 jours respectivement pour le premier contrôle et les autres contrôles.

Calculs des poids types et les gains du poids aux âges

Pour les besoins d'analyse fine, on a procédé à calculer les poids aux âges types (P10, P30, P70 et P90). Et ce calcul est effectué de deux manières possibles:

- Soit que l'âge type est compris entre deux pesées successives et on procède par interpolation linéaire dans ce cas;
- Soit que l'âge type n'est pas compris entre deux pesées, et le calcul se fait par extrapolation.

Dans les différentes situations, le calcul a été effectué selon la formule générale:

$$PAT_i = P_n + [(P_{n+1} - P_n) / (D_{n+1} - D_n)] * (at_i - D_n) \quad [1]$$

Où PAT_i est le poids aux âges types (at_i), soit 10, 30, 70 et 90 jours, D_n et D_{n+1} sont les dates des contrôles cadrant l'âge type recherché at_i , et P_n et P_{n+1} sont les poids aux contrôles D_n et D_{n+1} . Les GMQ 10-30, GMQ 30-70 et GMQ 30-90 sont calculés à partir des poids aux âges types par les formules suivantes:

$$GMQ_{10-30} = \frac{(P_{30} - P_{10}) * 1000}{20} \quad [2]$$

$$GMQ_{30-70} = \frac{(P_{70} - P_{30}) * 1000}{40} \quad [3]$$

$$GMQ_{30-90} = \frac{(P_{90} - P_{30}) * 1000}{60} \quad [4]$$

Méthode d'ajustement des courbes de croissance

Plusieurs équations non linéaires représentant la croissance animale ont été développées et très souvent utilisées pour ajuster l'évolution du poids des ovins. Dans cette étude, quatre équations ont été utilisées: (i) la fonction exponentielle dites Brody, les fonctions sigmoïdes (ii) logistique, (iii) de Gompertz, et de von Bertalanffy. L'estimation individuelle des paramètres de croissance ont été obtenue en utilisant la méthode de Gauss-Newton dans la procédure NLIN de SAS(1989). La convergence se fait lorsque la différence entre la somme résiduelle et la somme carrée de l'ième -1 à l'ième i est inférieure à 10^{-8} (Mcmanus et al., 2010). Les fonctions employées sont comme suit:

La fonction de Brody (1945):

$$P(t) = A(1 - B \exp(-ct)) \quad [5]$$

La fonction de Gompertz (Laird, 1932):

$$P(t) = A \exp(-B \exp(-ct)) \quad [6]$$

La fonction logistique (Nelder, 1965):

$$P(t) = A(1 + B \exp(-ct))^{-1} \quad [7]$$

La fonction de von Bertalanffy (1957):

$$P(t) = A(1 - B \exp(-ct))^3 \quad [8]$$

Avec $P(t)$ est le poids de l'agneau au jour t , A représente la valeur asymptotique vers laquelle tend le poids quand t tend vers l'infini, B est une constante d'intégration qui s'ajuste à la situation dans laquelle le poids initial qui correspond à t d'origine ($t=0$) est différent de zéro et C exprime la vitesse avec laquelle le poids s'approche vers l'asymptote, c 'est un paramètre indicateur de la vitesse de croissance. Les critères d'appréciation de la qualité de l'ajustement des courbes de croissance sont le coefficient de détermination (R^2) et la somme carré des écarts résiduels (SCER). Le R^2 a été calculé comme $R^2 = (SQM)/(SQT) = (SQT - SQE)/(SQT) = (1 - (SQE/SQT))$.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Performances moyennes de croissance

Les tableaux 1 et 2 résument les moyennes des poids aux âges types (P10, P30, P50, P70 et P90) et les moyennes des gains moyens (GMQ10-30, GMQ30-50, GMQ30-70 et GMQ30-90) ainsi que leurs écarts types respectifs pour les deux races écotypes Barbarine à tête rousse et Barbarine à tête noire. Les moyennes générales des poids aux âges types ainsi des GMQ 10-30, 30-50, 50-70 et 70-90 de la race Barbarine à tête rousse sont supérieures à celle de la Barbarine à tête noire.

Les moyennes des poids aux âges types de la Barbarine tête rousse sont 5,33 Kg, 8,50 Kg, 15,2 Kg et 17,7 Kg respectivement pour le poids 10, 30, 50, 70 et 90 jours. Celles des gains moyens sont 160,30 g, 163,4 g, 219,2 g et 157,5 g respectivement pour les GMQ10-30, GMQ30-50, GMQ30-70 et GMQ30-90. Ces moyennes sont relativement inférieures à celles trouvées par Ben Hamouda (2012), Bendhiaf et al. (2000) et Ben Gara (2000) qui ont rapporté des poids moyens de 5,4 Kg, 9,2 Kg, 15,6 Kg et 18,4 kg respectivement à 10, 30, 70 et 90 jours et des gains

moyens de 187,0 g, 161,0 g et 158,3 g respectivement pour le GMQ 10-30, GMQ 30-70 et GMQ 30-90. Ces valeurs relativement élevées sont réalisées sur tout le territoire tunisien y compris le nord où les disponibilités fourragères et pastorales sont meilleures provenant de parcours améliorés, aménagés et sous des conditions climatiques favorables. Par ailleurs certaines mesures proviennent même de stations expérimentales. Les différents poids aux âges types augmentent jusqu'il atteint son maximum chez les brebis âgées de 5 ans puis diminuent, les valeurs maximales des poids aux âges types ont été obtenues chez

les brebis âgées de 4, 5 et 6 ans. Ce sont les primipares qui donnent les agneaux les moins lourds car c'est à partir de 4 ans que l'état corporel de la brebis et sa production laitière devient plus favorable à une bonne croissance de l'agneau. Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés par Bendhiaf *et al.* (2000) qui ont signalé que les performances de croissance les plus élevées sont obtenues chez les agneaux issus de mères âgées de 5 ans. Comme on constate une chute des performances au delà de 7 ans d'âge des brebis. Ces résultats confirment ceux de Bendhiaf *et al.* (2000). On a constaté lors de la comparaison entre les

Tableau 1: Performances moyennes de croissance des poids aux âges types

		P10			P30			P50			P70			P90		
		N	Moy,	ET	N	Moy,	ET	N	Moy,	ET	N	Moy,	ET	N	Moy,	ET
Écotype																
	BTN	4254	5,07	1,39	4029	7,95	2,35	2661	10,8	3,02	877	14,6	3,44	423	17,2	3,74
	BTR	7987	5,33	1,29	7306	8,50	2,27	4482	11,5	3,43	1835	15,2	3,43	567	17,7	3,65
Sexe*Mode																
	11	4972	5,56	1,30	4576	8,84	2,31	2861	12,0	3,01	1055	16,3	3,11	359	19,5	3,09
	12	858	4,16	1,03	808	6,46	1,82	513	8,89	2,31	238	12,0	2,52	117	14,4	2,76
	21	5393	5,34	1,24	4983	8,49	2,15	3097	11,5	2,76	1115	15,4	2,98	372	18,1	2,81
	22	1018	4,04	1,04	968	6,34	1,68	672	8,70	2,17	304	11,2	2,46	142	13,3	2,82
Age mère																
	2 ans	906	4,77	1,19	838	7,31	2,07	463	10,2	2,75	41	12,6	3,42			
	3 ans	1445	5,12	1,35	1343	8,18	2,40	708	10,6	3,11	45	13,6	3,99			
	4 ans	2098	5,27	1,35	1928	8,39	2,41	1060	10,9	3,08	62	14,7	4,30			
	5 ans	2121	5,26	1,44	1927	8,46	2,49	1015	11,0	3,24	60	15,1	4,14			
	6 ans	1401	5,35	1,39	1265	8,56	2,44	641	11,2	3,16	46	14,7	3,91			
	7 ans	829	5,20	1,33	731	8,21	2,22	397	11,1	2,82	35	13,3	3,62			
	8 ans	456	5,04	1,30	384	7,72	2,32	189	10,2	2,63	5	12,6	5,23			
	9 ans	202	5,05	1,31	175	7,57	2,03	68	10,7	2,91	6	12,8	3,85			
	10 ans	167	4,97	1,34	142	7,39	2,14	68	10,3	2,69	5	12,5	3,31			
Étage bioclimatique																
	Semi-aride	7729	5,12	1,39	7020	8,07	2,42	4100	10,7	3,05	284	13,8	3,94			
	Arde	4512	5,43	1,19	4315	8,68	2,08	3043	12,1	2,75	2428	15,1	3,35	990	17,5	3,69

Tableau 2: Performances moyennes des gains moyens quotidiens

		GMQ 10-30			GMQ 30-50			GMQ 30-70			GMQ30-90		
		N°obs	moy.	Sd.	N°obs	moy.	Sd.	N°obs	moy.	sd.	N°obs	moy.	sd.
Écotype													
	BTN	4029	144,4	71,3	2661	150,6	67,8	877	208,2	58,7	423	145,5	34,8
	BTR	7304	160,3	71,6	4481	163,4	63,1	1835	219,2	61,7	567	157,4	36,5
Sex *mode													
	11	4575	165,2	73,9	2861	170,0	67,2	1055	234,6	60,8	359	170,4	33,4
	12	808	116,7	67,1	513	124,4	71,8	238	181,9	52,4	117	133,4	33,4
	21	4982	158,6	68,6	3096	161,7	59,6	1115	218,8	54,9	372	153,9	28,8
	22	968	115,8	58,5	672	122,2	53,7	304	164,3	48,1	142	117,7	30,6
Age mère													
	2 ans	838	129,9	65,6	463	141,1	66,2	41	181,0	75,8	.	.	.
	3 ans	1343	154,6	78,5	708	145,2	57,6	45	194,3	57,6	.	.	.
	4 ans	1928	158,3	78,2	1060	150,8	71,8	62	201,4	76,9	.	.	.
	5 ans	1927	161,5	75,7	1015	155,7	70,1	60	205,2	66,4	.	.	.
	6 ans	1265	162,2	76,4	641	154,6	66,1	46	199,1	72,6	.	.	.
	7 ans	731	152,7	70,0	397	154,6	62,7	35	190,4	66,3	.	.	.
	8 ans	384	136,7	73,1	189	144,5	70,2	5	166,6	106,7	.	.	.
	9 ans	175	128,8	70,9	68	150,7	60,6	6	151,8	61,9	.	.	.
	10 ans	142	123,0	70,0	68	140,4	56,7	5	173,1	51,2	.	.	.
Étage													
	Semi-aride	7020	149,5	75,7	4100	146,9	67,9	284	189,7	68,4	.	.	.
	Arde	4313	163,1	64,4	3042	174,5	57,8	2428	218,6	59,3	990	152,3	36,2

deux sexes que les performances moyennes de croissance des mâles sont supérieures à celles des femelles pour tous les caractères étudiés. Ces résultats sont similaires à ceux de Rekik *et al.* (2008) qui ont signalé la supériorité de la croissance des mâles en travaillant sur la race D'man au sud tunisien. En effet, les moyennes des poids à différents âges types des mâles simples sont 5,56; 8,84; 12,00; 16,3 et 19,5 respectivement pour le poids 10, 30, 50, 70 et 90 jours. Les produits nés simple ont des poids supérieurs à ceux des nés multiple à différents âges types et ceci en raison de leur poids supérieur à la naissance et de leur consommation de lait individuellement plus importante que celle des multiples. Ceci est en accord avec les suggestions de Bendhiab *et al.* (2000) qui ont trouvé que les agneaux nés simples ont des poids significativement supérieurs à ceux des nés multiples.

Les poids et les GMQ évoluent inversement au mode de naissance du fait que les doubles ont des moyennes plus faibles que les simples. Ces résultats confirment ceux de Rekik *et al.* (2008) et Kerfal *et al.* (2005) qui confirment que le poids à la naissance diminue significativement avec l'accroissement de la taille de la portée. D'après le nombre d'observation, on remarque que le pourcentage des produits simples est très supérieur par rapport au pourcentage des produits double ce qui reflète la faible prolificité de la race Barbarine. En moyenne, une brebis Barbarine produit annuellement 0,85 agneau dans le nord et 0,7 agneau dans le centre et le sud (Khaldi, 1984).

En étudiant les GMQ, on a remarqué que le GMQ10-30 et relativement inférieurs au GMQ 30-90 pour les deux écotypes de la race Barbarine ce qui indique que la production laitière des brebis est faible car la croissance pendant le premier mois dépend essentiellement de la production laitière maternelle alors que la croissance postérieure dépend de la capacité de l'agneau à se procurer de la nourriture sur des parcours. Comme on a trouvé des faibles GMQ pour les agneaux doubles et ce ralentissement de croissance est la résultante aussi de la faible capacité laitière de la brebis de la race Barbarine.

L'ajustement des courbes de croissance des agneaux

Les estimés des paramètres des équations de croissances sont représentés dans les tableaux 3 et 4. Elles sont différentes d'une équation à une autre et d'un écotype à un autre. Leurs interprétations sont un peu délicates, surtout au niveau du poids moyen adultes (A).

D'après les tableaux 3 et 4 le poids moyen adulte estimé par la fonction exponentielle est plus élevé par rapport au poids moyens adultes estimés par les autres fonctions pour les deux écotypes. Les moyennes de moindres carrées de ce dernier semblent être plus important pour les agneaux de la race Barbarine à tête rousse, ces moyennes de moindres carrées de la Barbarine tête rousse sont de l'ordre de 55,8 Kg; 22,5 Kg; 18,8 Kg et 26,9 Kg respectivement pour la fonction Brody, la fonction Gompertz, la fonction Logistique et la fonction Von Bertalanffy. Alors que pour le gain potentiel réalisé par l'animal en croissance (B) et le taux de croissance (C) sont légèrement faibles pour les agneaux à têtes noires.

Les moyennes de moindres carrées du paramètre (B) pour la Barbarine tête rousse sont 0,9418; 1,7691; 4,0848 et -0,3273 respectivement pour la fonction Brody, la fonction Gompertz, la fonction Logistique et la fonction Von Bertalanffy. Alors que celles du paramètre (C) sont de l'ordre de 0,0130; 0,0269; 0,0406 et 0,09417 respectivement pour la fonction Brody, la fonction Gompertz, la fonction Logistique et la fonction Von Bertalanffy. Les trois dernières fonctions admettent un point d'inflexion.

Les moyennes des moyennes de moindres carrées des poids au point d'inflexion pour la race Barbarine sont 8,12 Kg; 9,15 Kg et 7,55 Kg respectivement pour la fonction Gompertz, la fonction Logistique et la fonction Von Bertalanffy. Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés par Ben Hamouda (2012) qui a cité que ces trois dernières fonction admettent un point d'inflexion à 0,5; 0,37 et 0,29 de la valeur asymptotique A.

La qualité de l'ajustement a été appréciée par la somme des carrés des écarts résiduels (SCER) et le coefficient de

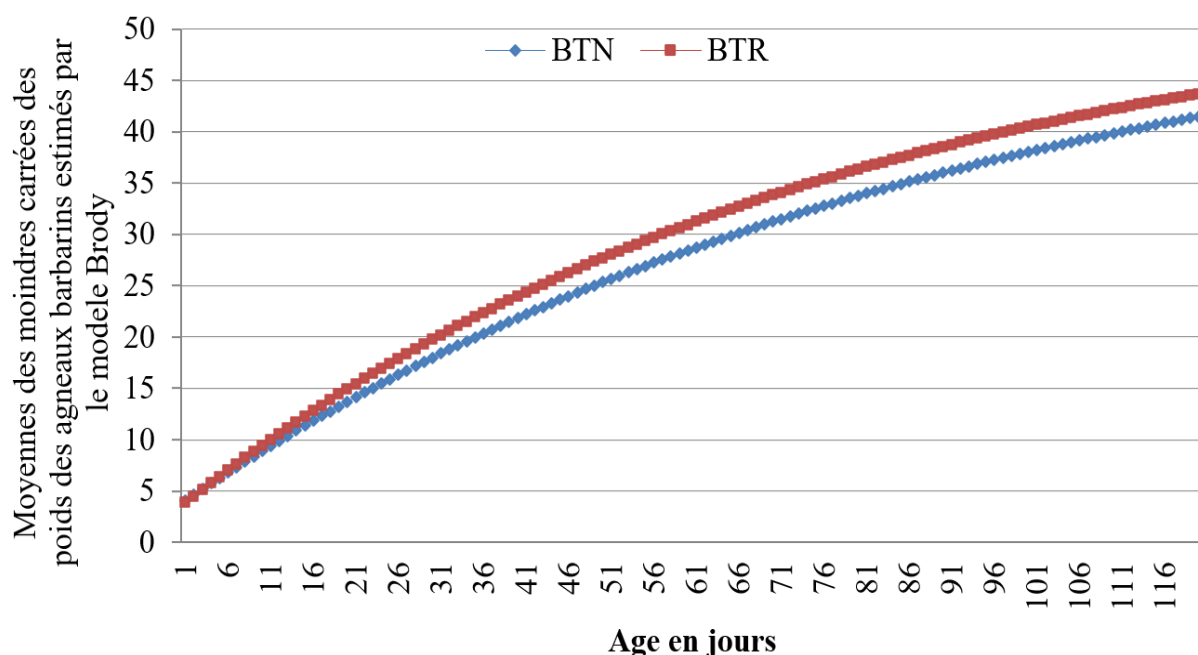


Figure 1: Les courbes de croissances des agneaux Barbarins ajustées par le modèle de Brody selon l'écotype de la race

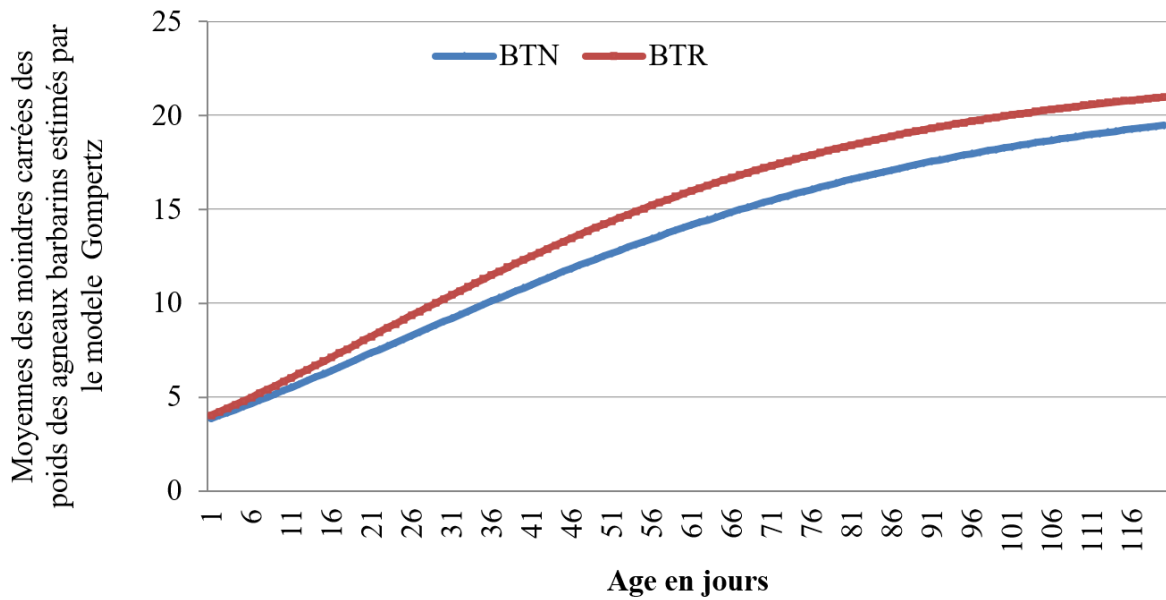


Figure 2: Les courbes de croissances des agneaux Barbarins ajustées par le modèle de Gompertz selon l'écotype de la race

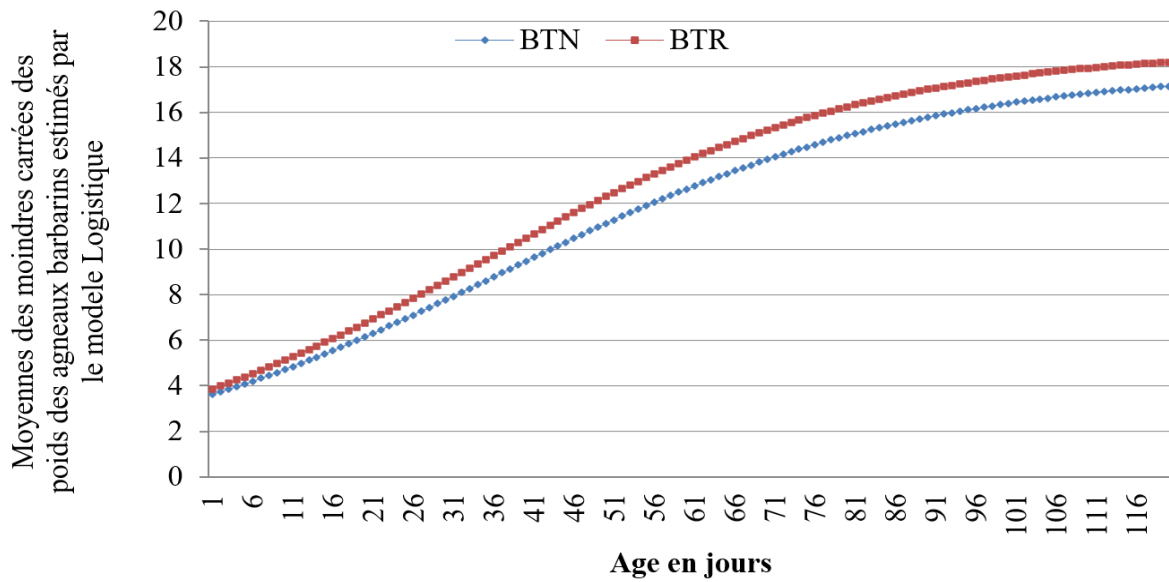


Figure 3: Les courbes de croissances des agneaux Barbarins ajustées par le modèle de Logistique selon l'écotype de la race

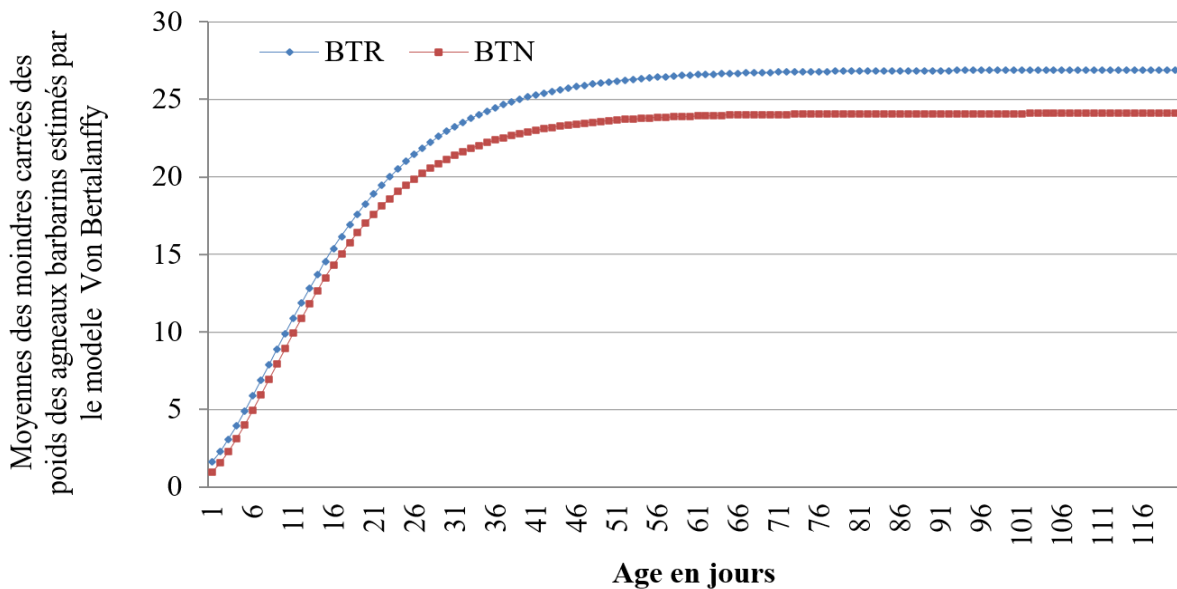


Figure 4: Les courbes de croissances des agneaux Barbarins ajustées par le modèle de Von Bertalanffy selon l'écotype de la race

détermination du modèle (R^2). Les critères d'appréciation de la qualité de l'ajustement des fonctions non linéaires à la croissance pondérale des agneaux de race Barbarine avec ces deux écotypes sont détaillés dans les tableaux 15 et 16. Les fonctions de Von Bertalanffy et Logistique ont donné les coefficients de détermination les plus élevés. On a constaté que, pour les deux écotypes des agneaux de la race Barbarine, le meilleur modèle est représenté par l'équation Logistique. Elle a donné le plus grand coefficient de détermination qui est de l'ordre de 99,0% et 99,2% respectivement pour la souche à tête noire et la

souche tête rousse. Cette fonction est appréciée aussi par sa somme carrée des erreurs qui est plus proche de zéro. La SCER est de l'ordre de 0,29 et 0,40 respectivement pour la Barbarine à tête noire et la Barbarine à tête rousse. Ces résultats ne s'accordent pas avec ceux trouvés par Ben Hamouda (2012) qui a indiqué que Gompertz et la meilleure fonction qui décrit la croissance des agneaux barbarins. Les figures 1, 2, 3 et 4 illustrent l'ajustement des courbes de croissances de ses agneaux Barbarins selon les deux différents écotypes.

Tableau 3: Estimation des paramètres des courbes individuelles de croissance des différentes équations de croissance des agneaux de la race Barbarine à tête noire

	BTN			Brody			Gompertz			Logistique			Von Bertalanffy		
	N	Moyenne	Écart-type	N	Moyenne	Écart-type	N	Moyenne	Écart-type	N	Moyenne	Écart-type	N	Moyenne	Écart-type
A	1689	54.46	32.19	3024	21.68	9.01	3220	17.86	5.74	3239	24.097	22.76			
B	1689	0.9418	0.3322	3024	1.7665	0.5273	3220	4.0848	0.9661	3239	-0.3273	0.6754			
C	1689	0.0130	0.0404	3024	0.02332	0.0342	3220	0.0381	0.0202	3239	0.09417	0.1938			
SCER	1689	1.83	8.93	3024	4.950	10.58	3220	0.29	2.82	3239	0.6754	4.49			
Poids d'inflexion	.	.	.	3024	7.9765	3.316	3220	8.93	2.87	3239	7.14	6.74			
R^2		94.9%			86.2%			99.0%			98.3%				

Tableau 4: Estimation des paramètres des courbes individuelles de croissance des différentes équations de croissance des agneaux de la race Barbarine à tête rousse

	BTR			Brody			Gompertz			Logistique			Von Bertalanffy		
	N	Moyenne	Écart-type	N	Moyenne	Écart-type	N	Moyenne	Écart-type	N	Moyenne	Écart-type	N	Moyenne	Écart-type
A	1689	55.77	32.92	6304	22.503	8.66	6255	18.767	5.35	6111	26.88	26.62			
B	1689	0.9364	0.2562	6304	1.7691	0.5529	6255	4.0074	0.9984	6111	-0.4109	0.9608			
C	1689	0.0108	0.0315	6304	0.0269	0.0466	6255	0.0406	0.0292	6111	0.08510	0.2246			
SCER	1689	2.04	8.68	6304	4.6570	10.87	6255	0.4087	0.0591	6111	0.808	4.84			
Poids d'inflexion	.	.	.	6304	8.27	3.18	6255	9.38	2.67	6111	7.96	7.89			
R^2		93.4%			87.7%			99.2%			97.5%				

A: poids asymptotique; B: gain potentiel; C: vitesse de croissance; SCER: sommes carrées des erreurs résiduelles; R^2 : coefficient de détermination.

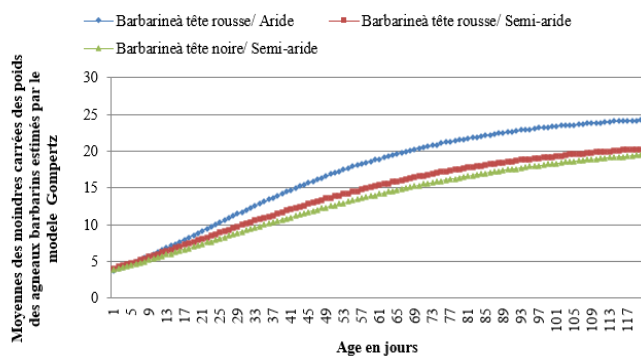


Figure 5: Les courbes de croissances des agneaux Barbarins ajustées par le modèle de Gompertz, selon l'interaction écotype-âge bioclimatique

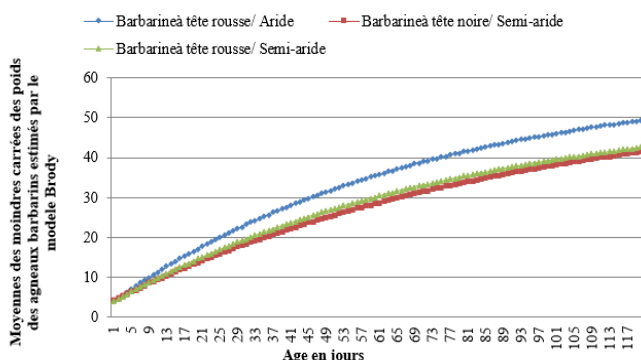


Figure 6: Les courbes de croissances des agneaux Barbarins ajustées par le modèle de Brody selon l'interaction écotype-âge bioclimatique

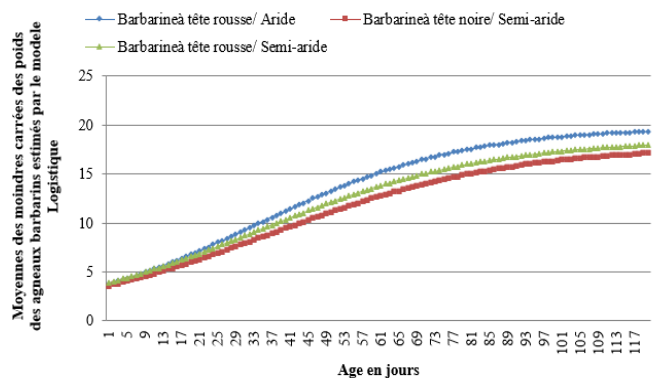


Figure 7: Les courbes de croissances des agneaux Barbarins ajustées par le modèle de Logistique selon l'interaction écotype-âge bioclimatique

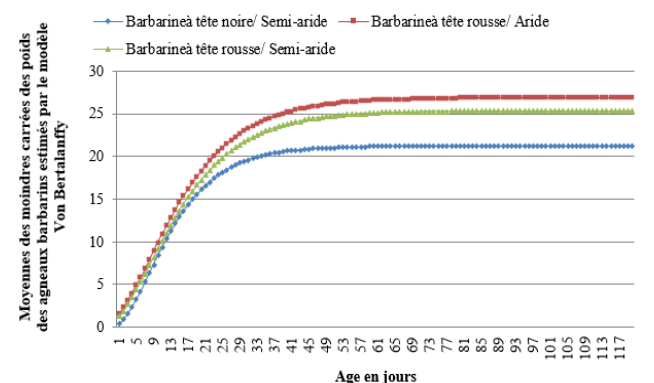


Figure 8: Les courbes de croissances des agneaux Barbarins ajustées par le modèle de Von Bertalanffy selon l'interaction écotype-âge bioclimatique

Ajustement des courbes selon l'étage bioclimatique et l'écotype de la race

Le tableau 5 résume les paramètres estimés des fonctions de croissance des agneaux Barbarins dans le sud et le centre tunisien selon l'écotype de la race. D'après les critères d'appréciation, on a enregistré que l'équation Logistique est la plus adaptée à la description du phénomène de croissance chez les agneaux Barbarins dans le centre et le sud tunisien, ce modèle a le plus haut coefficient détermination (R^2) 99,2%; 99,2% et 99,0% respectivement pour la Barbarine à tête rousse sous l'étage bioclimatique aride, la Barbarine à tête rousse sous l'étage bioclimatique semi-aride et la barbarine à tête noire sous l'étage bioclimatique semi-aride) et la plus faible valeur des erreurs quadratiques, alors que le modèle de Gompertz a enregistré les R^2 les plus faibles et la somme carrée des erreurs résiduelles la plus élevée. Ces résultats ne s'accordent pas avec ceux de Ben Hamouda (2012) et Topal *et al.* (2004) qui ont bien apprécié la qualité de l'ajustement de la fonction non linéaire Gompertz à la croissance pondérale des agneaux.

On remarque, d'après le tableau 5, que les agneaux BTR dans les zones arides atteignent des poids adultes supérieurs à ceux des agneaux des zones semi-arides, ceci peut être expliqué par l'importance de la charge animale par unité de surface et par la faible production pastorale. En effet, les zones pastorales destinées en général à l'exploitation par les troupeaux ovins dans le centre et le sud sont menacées de dégradation et de la désertification. Suite à la surexploitation et à la rareté des pluies dans ces zones, il a eu un déficit de régénération du couvert végétal des parcours ce qui a mené à une diminution de la production et une déstabilisation. Et ceci a été prouvé par Snoussi et M'Hamdi (2008) qui ont mentionnée que la Tunisie a la densité la plus élevée en Afrique pour l'élevage ovin. Cette densité est de 40,3 moutons par Km².

Les figures 5, 6, 7 et 8 illustrent l'ajustement des courbes de croissances de ses agneaux Barbarins selon les deux différents écotypes.

RÉFÉRENCES

Bedhif S., Bouix J., Clement V., Bibe B., François D. (2000). Importance du choix du modèle d'analyse dans l'estimation des paramètres génétiques de la croissance des ovins à viande en Tunisie. *Renc. Rech. Ruminants*, 7: 169-172.

Bedhif-Romdhani S., Djemali M., Bello A.A. (2008). Inventaire des différents écotypes de la race Barbarine en Tunisie. *Animal Genetic Resources Information*, 43: 41-47.

Ben Gara A. (2000). Définition des objectifs de sélection des ovins de race Barbarine en Tunisie. *Options Méditerranéennes, Series A*, 43: 111-116.

Ben Hamouda M. (2012). Contrôle de croissance des ovins allaitants en Tunisie. I. Ajustement d'une courbe globale et analyse critique du protocole officiel *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 65: 31-39.

Brahmi M., Bouallègue A., Bouzaiène H., Khaldi G. (2011). Analyse de la durabilité de l'élevage de la race Barbarine élevée sous des conditions tunisiennes du système de production semi-aride. *Options Méditerranéennes. Série A*, 100: 133-137.

Djemali M. (2003). Rapport Nationale sur les Ressources Génétiques en Tunisie. 3-6-11- 12-13.

Kerfal M., Chikhi A., Boulanouar B. (2005). Performances de reproduction et de croissance de la race D'Man au Domaine Expérimental de l'INRA d'Errachidia au Maroc. *Rencontres de la Recherche sur les Ruminants*, 12: 206-207.

Khaldi G. (1984). Variations saisonnières de l'activité ovarienne, du comportement d'oestrus et de la durée de l'anoestrus post-partum des femelles ovines de race Barbarine: influences du niveau alimentaire et de la présence du mâle, Thèse de doctorat d'état. Académie de Montpellier. pp 168.

Rekib B., Ben Gara A., Rouissi H., Barka F., Grami A., Khaldi Z. (2008). Performances de croissance des agneaux de la race D'man dans les oasis Tunisiennes. *Livestock Research for rural development*, 20: 162.

Snoussi S., M'hamdi N. (2008). L'élevage des ruminants en Tunisie: évolution et analyse de durabilité. Colloque international «Développement durable des productions animales enjeux, évaluation et perspectives», Alger, 20-21 Avril 2008.

Topal M., Ozdemir M., Aksakal V., Yildiz N., Dogru U. (2004). Determination of the best nonlinear function in order to estimate growth in Morkaraman and Awassi lambs. *Small Ruminant Research*. 55: 229-232.

Tableau 5: Estimation des paramètres des courbes de croissances, coefficient de détermination et la somme carrées des écarts résiduelles pour les équations d'ajustement selon l'interaction écotype – étage bioclimatique

	Aride/Barbarinetêterousse			Aride/ Barbarinetête noire			Semi – aride/ Barbarinetêterousse			Semi – aride/ Barbarinetête noire		
	N	Moyenne	Ecart – type	N	Moyenne	Ecart – type	N	Moyenne	Ecart – type	N	Moyenne	Ecart – type
Brody												
A	448	59.68	31.21	.	.	.	1689	55.77	32.92	2115	53.35	32.30
B	448	0.9485	0.1979	.	.	.	1689	0.9364	0.2562	2115	0.9404	0.3542
C	448	0.0141	0.0492	.	.	.	1689	0.0108	0.0315	2115	0.0127	0.03826
SCER		1.92	11.04	.	.	.	1689	2.04	8.68	2115	1.81	8.42
R ²		96.6%						93.4%			94.6%	
Gompertz												
A	394	25.42	11.65	.	.	.	1892	21.89	7.76	1504	21.68	9.01
B	394	1.9750	0.5762	.	.	.	1892	1.7262	0.0538	1504	1.7665	0.5273
C	394	0.0313	0.06317	.	.	.	1892	0.0260	0.0423	1504	0.0233	0.0342
SCER	394	4.64	10.29	.	.	.	1892	4.66	10.99	1504	4.95	10.58
R ²		90.6%						87.1%			86.2%	
Logistique												
A	448	19.78	4.98	.	.	.	1999	18.53	5.40	1631	17.86	5.74
B	448	4.4375	0.8008	.	.	.	1999	3.9110	1.0130	1631	4.0848	0.9661
C	448	0.0440	0.0355	.	.	.	1999	0.0398	0.0275	1631	0.0381	0.0202
SCER	448	0.50	0.50	.	.	.	1999	0.38	3.95	1631	0.29	2.82
R ²		99.2%						99.2%			99.0%	
VonBertalanffy												
A	3239	26.88	26.62	.	.	.	4238	25.37	23.83	1873	21.21	
B	3239	-0.4109	0.9608	.	.	.	4238	-0.3775	0.6507	1873	-0.2137	
C	3239	0.0851	0.2246	.	.	.	4238	0.0868	0.1999	1873	0.1107	
SCER	3239	0.80	4.84	4238	0.78	5.07	1873	0.42	
R ²		97.5%						97.9%			99.2%	