

Etude de la simplification et standardisation du protocole de pesées chez les ovins à viande

Ben Gara A., Rouissi H., Jurado J.J., Bodin L., Gabiña D., Boujenane I., Mavrogenis A.P., Djemali M., Serradilla J.M.

in

Gabiña D. (ed.), Bodin L. (ed.).
Data collection and definition of objectives in sheep and goat breeding programmes: New prospects

Zaragoza : CIHEAM

Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 33

1997

pages 11-34

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=97605986>

To cite this article / Pour citer cet article

Ben Gara A., Rouissi H., Jurado J.J., Bodin L., Gabiña D., Boujenane I., Mavrogenis A.P., Djemali M., Serradilla J.M. **Etude de la simplification et standardisation du protocole de pesées chez les ovins à viande.** In : Gabiña D. (ed.), Bodin L. (ed.). *Data collection and definition of objectives in sheep and goat breeding programmes: New prospects* . Zaragoza : CIHEAM, 1997. p. 11-34 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 33)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

Etude de la simplification et standardisation du protocole de pesées chez les ovins à viande

A. BEN GARA

H. ROUISSI
ECOLE SUPERIEURE D'AGRICULTURE
MATEUR, 7040
TUNISIE

J.J. JURADO

DEPARTAMENTO DE MEJORA GENETICA
ANIMAL
CIT-INIA
APDO. 8111
28080 MADRID
ESPAGNE

L. BODIN

INRA-SAGA
BP 27
31326 CASTANET TOLOSAN CEDEX
FRANCE

D. GABIÑA

INSTITUTO AGRONOMICO
MEDITERRANEO DE ZARAGOZA
(CIHEAM-IAMZ)
APDO. 202
50080 ZARAGOZA
ESPAGNE

I. BOUJENANE

DEPARTEMENT DES PRODUCTIONS
ANIMALES
INSTITUT AGRONOMIQUE ET
VETERINAIRE HASSAN II
BP 6202, RABAT-INSTITUTS
RABAT
MAROC

A.P. MAVROGENIS

AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE
1516 NICOSIA
CHYPRE

M. DJEMALI

DEPARTMENT OF ANIMAL
PRODUCTION
UAE UNIVERSITY
PO BOX 1755
AL-AIN
EMIRATS ARABES UNIS

J.M. SERRADILLA

DEPARTAMENTO DE PRODUCCION
ANIMAL
ETSIAM
UNIVERSIDAD DE CORDOBA
APDO. 3048
14080 CORDOBA
ESPAGNE

RESUME - Les systèmes de contrôle de croissance des agneaux de races Barbarine en Tunisie (11 449 agneaux), Timahdit au Maroc (19 065 agneaux), Mérinos en Espagne (8 800 agneaux), Chios (10 019 agneaux) et Awassi (1 619 agneaux) à Chypre ont été analysés. Pour alléger les systèmes de contrôle actuels, plusieurs simplifications ont été proposées. La comparaison des différentes alternatives aux systèmes actuels s'est basée sur la différence moyenne et l'écart type des différences observées pour chaque caractère. L'impact d'une simplification sur le progrès génétique est apprécié par les modifications au niveau des paramètres génétiques et par les corrélations entre valeurs génétiques. Pour la race Barbarine, un système de cinq visites consécutives pourrait être retenu. Cette même alternative donne d'assez bons résultats pour la Mérinos si le poids à 90 jours n'est pas un objectif de sélection. Pour la Timahdit, il est souhaitable de réduire la durée de la saison d'agnelage à quatre mois au plus pour les agneaux formant la base de sélection. Alors que pour les races Chios et Awassi, l'étude s'est limitée uniquement à l'estimation des paramètres génétiques.

Mots-clés : Croissance, contrôle, race, simplification, paramètres génétiques.

SUMMARY - "Study on the simplification and standardization of recording protocols in meat sheep". Growth recording systems of Barbarin lambs in Tunisia (11,449 lambs), Timahdit in Morocco (19,065 lambs), Merinos in Spain (8800 lambs), Chios (10,019 lambs) and Awassi (1,619 lambs) in Cyprus have been analysed. To simplify current recording systems, some alternatives have been proposed. The comparison of different alternatives was based on the average difference and the standard deviation of the individual differences for each trait. The effect of simplifications on the genetic progress was verified by modifications in estimated genetic parameters and correlations among breeding values. For the Barbarine breed, a recording system based on 5 consecutive rounds might be adopted. A similar system would be appropriate for the Merino breed if the 90-day weight was not the breeding objective. For the Timahdit breed, the reduction to almost 4 months of the length of lambing

season for lambs forming the selection basis would be advised. On the other hand, the study was limited to the estimation of genetic parameters for the Chios and Awassi breeds.

Key words: *Growth, recording, breed, alternative, genetic parameters.*

Introduction

Dans le souci d'une amélioration de la productivité des troupeaux ovins, un programme cohérent d'amélioration génétique s'impose. Ainsi, le contrôle de performances de croissance des agneaux nés s'avère impératif. Or pratiquement, cette opération se heurte à plusieurs contraintes dont les plus importants sont :

(i) Coût élevé du contrôle.

(ii) Difficultés de réalisation suite aux mouvements des troupeaux et l'accès difficile pendant la période hivernale.

(iii) Dérangement des éleveurs.

De ce fait, tout allègement du système permet l'élargissement de la base de sélection et par là, pouvoir diffuser le progrès génétique à plus grande échelle.

S'insérant dans ce cadre général, ce travail a pour objectifs d'analyser les différents systèmes actuels appliqués dans quatre pays méditerranéens, chercher les possibilités de simplification des protocoles de pesées actuels et essayer de bâtir l'itinéraire d'une harmonisation du système de contrôle dans les différents pays méditerranéens.

Matériels et méthodes

Dans cette étude, on a utilisé les données relatives à cinq races ovines élevées dans quatre pays méditerranéens à savoir : la race Mérinos (Espagne), la race Barbarine (Tunisie), la race Timahdit (Maroc) et les races Chios et Awassi (Chypre).

Description des données

La race Barbarine en Tunisie

Le fichier renferme 11 449 registres d'agneaux nés entre 1987 et 1993 dans 9 troupeaux appartenant à la ferme expérimentale de Jbibina-Sacouef (Office de l'Élevage et des Pâturages). La répartition des naissances sur les compagnes et les troupeaux est presque uniforme. Ces agneaux sont fils de 3 400 brebis âgées entre 2 et 11 années et 10 641 d'entre eux sont fils de 330 pères connus. Le taux de prolificité calculé est de 113%.

Le protocole de contrôle de performances prévoit 6 pesées par agneau ; pour ce faire, les moniteurs réalisent annuellement entre 6 et 8 tournées espacées de 21 jours. Parmi les agneaux inclus dans cette étude, 10 286 sont pesés au moins 5 fois pendant ces tournées. La distribution journalière de naissances, le nombre d'agneaux pesés par visite et l'âge moyen de ces agneaux sont illustrés pour la compagne 1992/93 dans la Fig. 1. Pour les autres compagnes, une distribution similaire des naissances et visites est observée. Cette distribution montre une concentration des naissances pendant les mois d'octobre et novembre (96% des naissances totales).

La race Mérinos en Espagne

Les données proviennent de deux troupeaux différents : (i) le troupeau "Almadén" localisé à la Dehesa de Castilseras, Ciudad Real ; (ii) le troupeau "Hinojosa" localisé dans la province de

Cordoue. Vu que la distribution de naissances et le système de contrôle sont différents entre les deux troupeaux, on traitera dans ce qui suit le fichier de chaque troupeau à part.

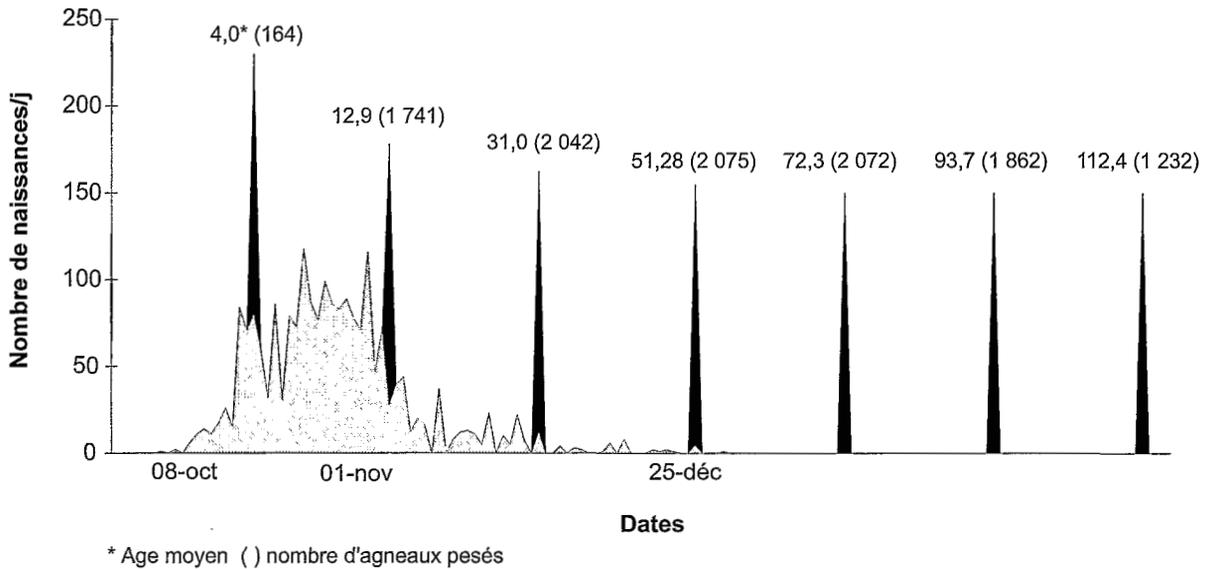


Fig. 1. La distribution de naissances et visites effectuées pendant la campagne 1992/93 chez les agneaux Barbarins en Tunisie.

Le fichier "Almadén" comprend l'information sur 5 185 agneaux nés entre 1984 et 1988. Parmi ces agneaux, 4 006 sont fils de béliers connus et 4 912 sont issus de 1 435 brebis connues. Les agnelages dans ce troupeau sont groupés en 3 époques de naissance par année : janvier, mai et septembre (Fig. 2). Par ailleurs, le troupeau montre une prolificité de 113%. Les pesées se réalisent à des intervalles de 3 semaines jusqu'à 15 semaines d'âge. A part son poids de naissance, chaque agneau est pesé au maximum 4 fois avec seulement 76% des agneaux ayant trois ou quatre pesées.

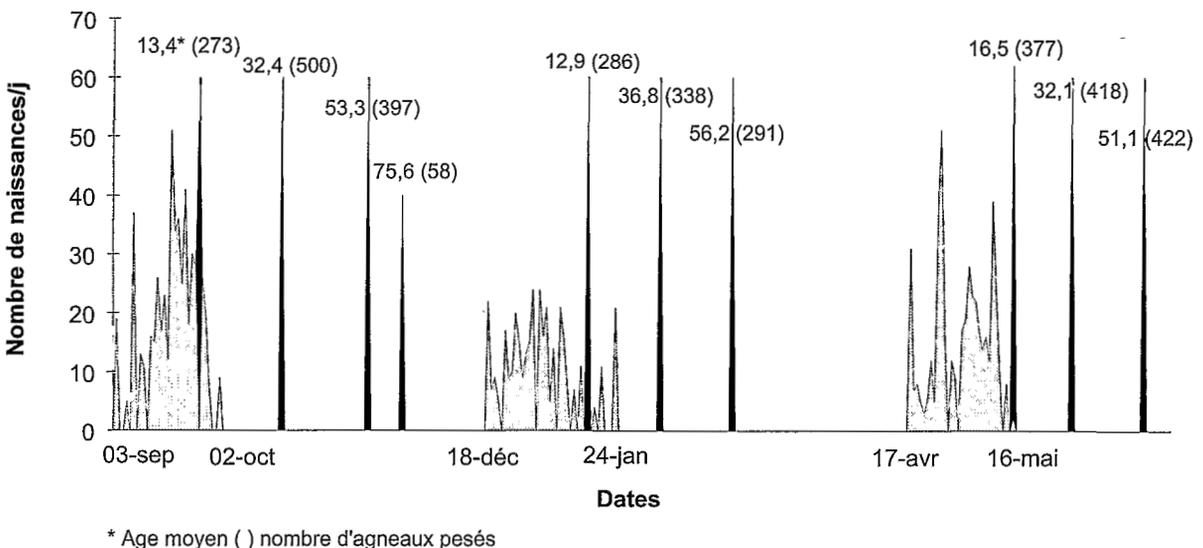


Fig. 2. La distribution de naissances et visites effectuées au troupeau Almadén pendant la campagne 1988/89.

Les données disponibles du troupeau "Hinojosa" concernent 3 615 agneaux nés entre 1987 et 1993 de 788 brebis ayant une prolificité de 135%. Parmi eux, 3 268 sont issus de pères connus. Ces données ont été collectées pour une seule époque de naissance (janvier-mars) jusqu'à l'année 90 et à partir de 1991, les naissances s'effectuent en deux époques : janvier-mars et septembre-octobre (Fig. 3). La courbe de naissances montre une concentration d'agnelage pendant le mois de février. Par ailleurs, chaque agneau est pesé cinq fois au maximum, pendant 6 ou 7 tournées.

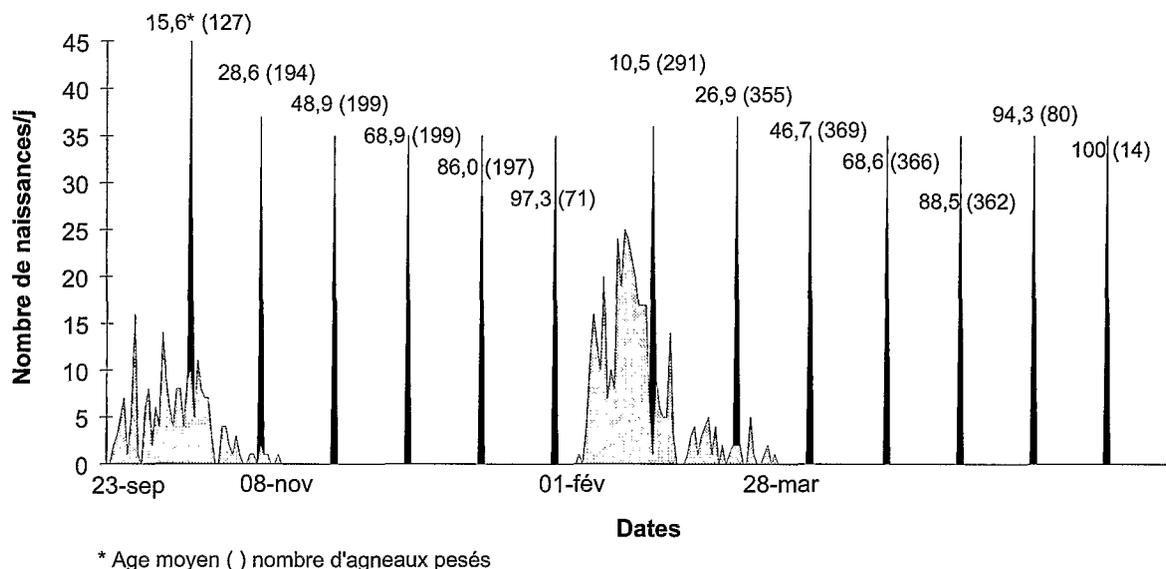


Fig. 3. La distribution de naissances et visites effectuées au troupeau Hinojosa pendant la campagne 1992/93.

La race Timahdit au Maroc

Le fichier initial renferme 19 065 observations d'agneaux nés entre 1988 et 1994 dans 48 élevages différents. Ces agneaux sont fils de 9 623 brebis et 11 286 d'entre eux ont des pères connus. L'époque de naissance des agneaux commence en août et se termine en mars (Fig. 4), avec une concentration pendant la période octobre-janvier (87,9%) aboutissant à une prolificité de l'ordre de 103%.

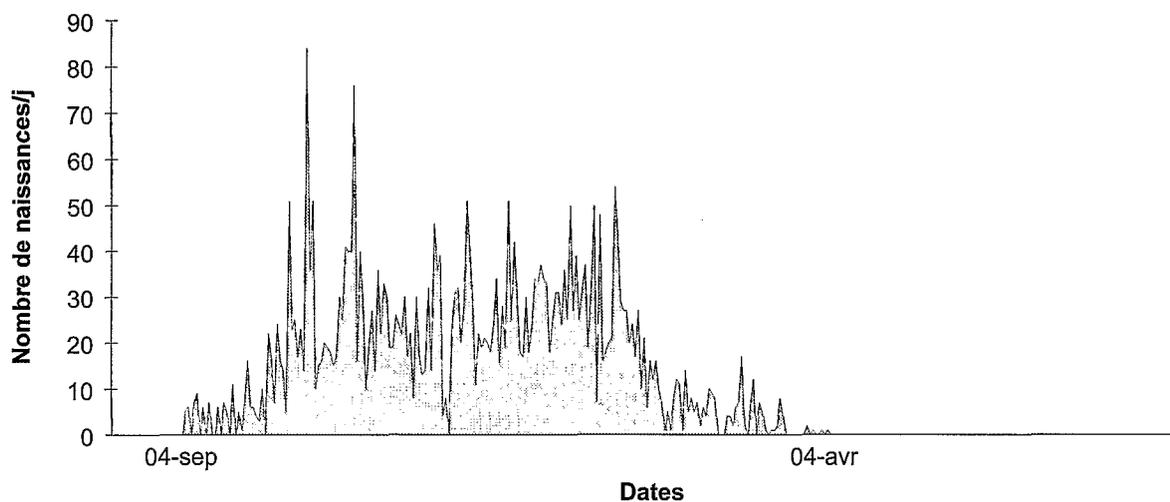


Fig. 4. Distribution de naissances pendant la campagne 1993/94 des agneaux Timahdit au Maroc.

Les moniteurs de l'Association Nationale Ovine et Caprine effectuent entre 5 et 13 visites par troupeau espacées de 21 jours pour peser les agneaux. Ces visites visent l'obtention de 4 pesées par agneau. Dans le fichier initial, 82% des agneaux ont trois ou quatre pesées.

Les races Chios et Awassi à Chypre

Les fichiers de données renferment les informations de 1 619 agneaux de race Awassi et 10 019 agneaux de race Chios nés entre 1977 et 1994, dans respectivement 2 et 3 troupeaux, pour les agneaux Awassi et Chios. Pour chaque agneau, on dispose du poids à la naissance (PN), âge et poids au sevrage (Psev), le poids à 105 jours (P105) et les croissances avant (ADG1) et après sevrage (ADG2).

Les agneaux de race Awassi sont issus de 640 mères (taux de prolificité de 110%) et 105 pères connus, alors que ceux de race Chios descendent de 2 663 brebis (taux de prolificité de 177%) et 449 béliers.

Par ailleurs, les naissances sont groupées en deux époques : septembre-novembre et janvier-mars, avec des concentrations plus élevées en octobre et février.

Estimation des poids aux âges types

Les poids à 10 jours (P10), 30 jours (P30), 70 jours (P70) et 90 jours d'âge (P90) sont estimés par interpolation et extrapolation linéaires avec priorité à l'interpolation. Pour estimer les poids aux âges type, l'agneau doit avoir au moins 3 pesées réparties comme suit : une avant 30 jours d'âge, une entre 20 et 70 jours d'âge et l'autre après 50 jours d'âge. A partir de ces poids, les croissances entre 10 et 30 jours (C1030), 30 et 70 jours (C3070) et 70 et 90 jours (C7090) sont estimées.

La stratégie de simplification du contrôle de performances

Les distributions des naissances et des visites des différentes populations sont étudiées en vue d'une simplification du protocole de contrôle de performances actuel. Pour l'établissement d'alternatives au système actuel de chaque race, nous avons examiné les possibilités d'une harmonisation. Les principales difficultés rencontrées à ce niveau se résument en des distributions de naissances très diversifiées et des objectifs de sélection différents. Pour cela, les alternatives appliquées à chaque population prennent en considération le même principe et les particularités propres à chacune d'entre elles. Le principe de simplification est de trouver un protocole où la majorité des agneaux sont pesés au moins trois fois (au début, au milieu et en fin de la période 0-90 jours d'âge).

Pour le troupeau "Almadén" (Espagne) et les troupeaux Awassi et Chios (Chypre), les possibilités de simplification sont difficiles à envisager puisque d'une part, le nombre de visites effectuées est déjà réduit à trois ou quatre, et d'autre part, le protocole de contrôle de croissance en Chypre prévoit des pesées à des âges avancés (105 et 120 jours). Pour ces raisons, les données relatives à ces deux populations ne sont utilisées que pour une fin de comparaison.

Simplifications du protocole tunisien

Actuellement, 6 à 8 visites sont réalisées (Protocole T0). Les naissances sont concentrées dans une période de 2 mois (Fig. 1) et l'âge moyen des agneaux pesés à la sixième visite est supérieur à 90 jours. Les simplifications envisagées (Table 1) portent sur des visites ou des contrôles individuels.

Le protocole T2 est établie parce que le nombre d'agneaux pesés à la première visite est généralement réduit (Fig. 1) et l'âge moyen à la deuxième visite ne s'éloigne pas du premier âge type (10 jours). Pour Les Protocoles T3 et T4, l'allègement résulterait de la réduction du nombre d'agneaux à peser pendant les dernières visites (Niaré Tiéma, 1986).

Table 1. Les protocoles simplifiés étudiés pour les agneaux Barbarins en Tunisie

Protocole	Nombre de visites ou contrôles	Visites (V _i) ou contrôles (C _j) considérés
T0	6-8	Toutes visites (actuel)
T1	5	V1, V2, V3, V4 et V5
T2	5	V2, V3, V4, V5, et V6
T3	4	C1, C2, C3 et C4
T4	4	C1, C2, C4 et C5
T5	4	V1, V2, V4 et V5
T6	4	V2, V3, V5 et V6

Simplifications du protocole espagnol : troupeau Hinojosa

Dans ce troupeau, 6 ou 7 visites sont habituellement effectuées (Protocole H0). Les naissances sont concentrées dans deux époques de un mois chacune (Fig. 3). A la septième visite, le nombre d'agneaux pesés est généralement réduit avec un âge moyen supérieur à 100 jours. Les simplifications étudiées sont résumées dans la Table 2.

Table 2. Les protocoles simplifiés étudiés pour les agneaux Mérinos en Espagne

Protocole	Nombre de visites	Visites considérées
H0	6-7	Toutes visites (actuel)
H1	5	V1, V2, V3, V4 et V5
H2	4	V1, V2, V4, et V5
H3	5	V2, V3, V4, V5, V6
H4	4	V2, V3, V5 et V6
H5	4	V2, V3, V4, V5
H6	4	V1, V2, V3, V4

Simplifications du protocole marocain : race Timahdit

Dans cette population, les agnelages sont répartis sur une longue période (6 à 8 mois). Ainsi, les tentatives de simplification visent en premier lieu, une réduction de l'époque de naissance et en second lieu, une limite du nombre de visites (Table 3).

Table 3. Les protocoles simplifiés étudiés pour les agneaux Timahdit au Maroc

Protocole	Nombre de visites	Visites considérées
M0	5-13	Toutes visites (actuel)
M1	Max. 9	Seulement les visites entre le 15/10 et le 19/04
M2	Max. 8	Seulement les visites entre le 01/11 et le 15/04
M3	5	Visites consécutives représentant le nombre le plus important d'agneaux pesés par troupeau
M4	5	Idem M3 dont la première est après le 15/10 et la dernière avant 19/04
M5	4	Idem M4 en éliminant la pesée médiane

Le modèle d'analyse

Le modèle suivant a été utilisé dans les analyses :

$$Y_{ijklmnp} = \mu + tc_i + ma_j + s_k + mn_l + a_m + u_n + e_{p(ijklmn)}$$

où :

- $Y_{ijklmnp}$ = poids ou croissance,
- μ = la moyenne générale,
- tc_i = l'effet du ième troupeau-époque d'agnelage (pour les agneaux Barbarins, Timahdit, Awassi et Chios) ou époque d'agnelage (pour les agneaux Mérinos),
- ma_j = l'effet du mois d'agnelage (pour le troupeau Almadén ce facteur n'est pas considéré),
- s_k = l'effet du sexe de l'agneau,
- mn_l = l'effet du mode de naissance,
- a_m = l'effet de numéro de l'agnelage (pour les données du Maroc et le troupeau Hinojosa, cette information n'est pas disponible),
- u_n = l'effet génétique additif directe, et
- $e_{p(ijklmn)}$ = l'effet résiduel contenant aussi les effets maternels et permanents.

Estimation des composantes de la variance

Les paramètres génétiques ont été estimés par un modèle animal multicaractère, utilisant la méthode REML sous l'algorithme Espérance-Maximisation selon décrit par Misztal *et al.* (1992). Le calcul est allégé par l'emploi des techniques de matrices creuses (Pérez-Enciso et Misztal, 1992) et par transformation canonique du système multicaractère à une série de systèmes unicaractères.

Estimation des valeurs d'élevage

Les valeurs génétiques additives directes des animaux sont estimées par BLUP selon un modèle animal multicaractère. Le calcul est allégé par l'emploi de la transformation canonique et la résolution de chaque système est faite par la méthode itérative de Gauss-Seidel.

Résultats et discussion

Courbes de croissance

D'après la Fig. 5 qui illustre l'évolution de la croissance moyenne des races Barbarine, Timahdit et Mérinos, il ressort que les agneaux Mérinos croissent mieux que ceux des deux autres races qui présentent une croissance similaire. D'autre part, la croissance après sevrage est plus élevée que celle avant sevrage chez les agneaux Mérinos alors que l'inverse est observé pour les agneaux des races tunisienne et marocaine. Ce phénomène est imputé essentiellement au mode de conduite. Par ailleurs, il convient de souligner que l'allure des courbes de croissance apparemment linéaire, présente en fait des points d'inflexion vers l'âge de 40 et 30 jours respectivement pour les agneaux Mérinos et ceux des deux autres races ; ce qui justifierait la nécessité de deux pesées de part et d'autre du point d'inflexion pour une bonne estimation des poids aux âges types, lorsque ceux-ci sont estimés par simples interpolation et extrapolation linéaires.

Etude des simplifications proposées

Les simplifications du protocole de pesées proposées dans la partie matériels et méthodes sont étudiées et comparées au protocoles actuels (témoins). Une simplification est jugée valable si les résultats aussi bien phénotypiques que génétiques obtenus concorderaient avec ceux obtenus avec les protocoles témoins.

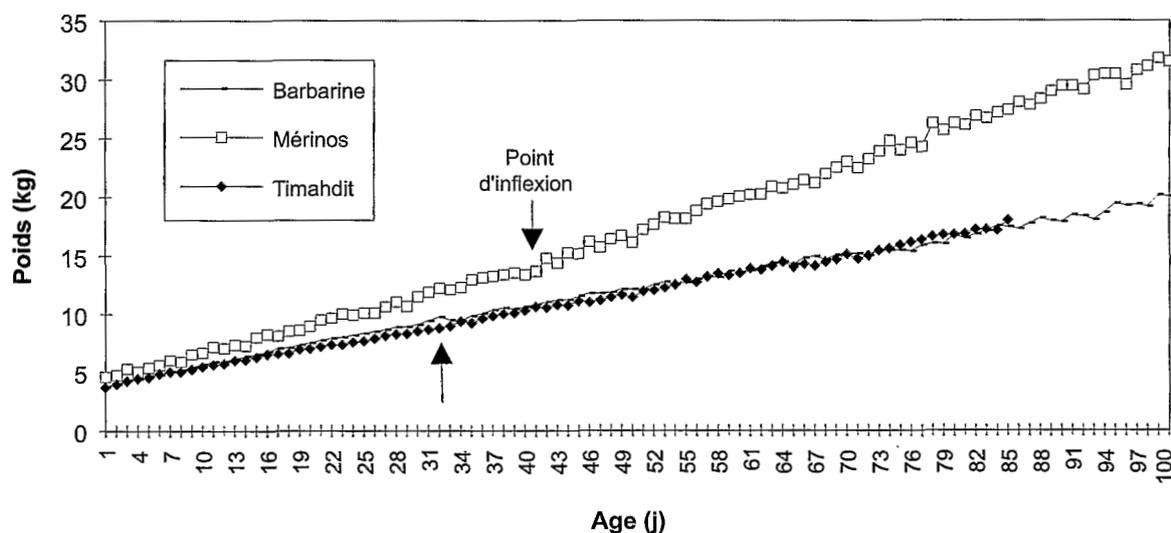


Fig. 5. Courbes de croissance moyenne des agneaux de race Barbarine (Tunisie), Timahdit (Maroc) et Mérinos (Espagne, troupeau Hinojosa).

Etude phénotypique

Les Tables 4 et 5 présentent une description des poids et croissances étudiés.

Table 4. Les moyennes (moy) et les écarts types (sd) des différents caractères estimés avec les systèmes de contrôles actuels chez les agneaux de races Barbarine (T0), Timahdit (M0) et Mérinos (A= troupeau Almadén et H0= troupeau Hinojosa)

	P10		P30		P70		P90		C1030		C3070		C7090	
	moy	sd	moy	sd	moy	sd	moy	sd	moy	sd	moy	sd	moy	sd
T0	5,4	1,60	8,8	2,71	14,4	4,43	17,2	5,34	170	67	140	52	141	64
M0	5,5	1,28	8,7	2,02	14,9	3,42	18,0	4,27	162	62	157	48	154	61
A	6,8	1,85	10,7	2,41	19,9	4,35	25,2	5,59	196	68	229	70	263	94
H0	6,6	1,48	11,5	2,45	22,8	3,75	28,8	4,98	245	97	284	62	295	110

Table 5. Les moyennes (moy) et les écarts types (sd) des caractères étudiés chez les race Chios (CH) et Awassi (AW) en Chypre

	PN		Psev		P105		ADG1		ADG2	
	moy	sd	moy	sd	moy	sd	moy	sd	moy	sd
AW	4,8	0,89	16,2	3,82	31,1	6,98	259	70	242	82
CH	3,8	0,89	13,2	2,98	28,5	6,32	228	61	239	72

Pour la race Barbarine, l'étude des simplifications proposées a aboutit aux constatations suivantes :

(i) Une perte de données modérée par rapport au témoin (Annexe 1) de l'ordre de 1 à 5% à l'exception de T5 qui a entraîné une perte de 17%.

(ii) Des corrélations élevées (supérieures à 0,90) entre les poids et croissances estimés par les différentes simplifications et le témoin (Annexe 2) à l'exception de T3 et T5 pour lesquelles des corrélations inférieures à 0,70 sont observées pour C7090. Ceci serait dû à l'emploi d'extrapolations à partir de pesées s'éloignant plus de 10 jours pour estimer P90 (Annexe 1).

(iii) La qualité de l'estimation mesurée par la moyenne (biais) et l'écart type (ETD) des différences par rapport au témoin (Table 6) a montré que :

- P10 et C1030 sont légèrement affectés pour T1, T2 et T6 (ETD= 0,36 kg). Ceci s'explique par des naissances tardives au cours de la compagne 89/90.
- L'alternative T3 donne des estimations peu précises pour P90 et C7090.
- Les alternatives T4 et T6 affectent légèrement P70 et C7090.
- L'alternative T5 affecte tous les caractères étudiés dont particulièrement C7090.

Table 6. Différences moyennes (biais) et écarts types (ETD) des différences entre chacun des systèmes alternatifs et le système actuel de contrôle de performances chez les agneaux Barbarins en Tunisie

	P10		P30		P70		P90		C1030		C3070		C7090	
	biais	ETD												
T1	-0,10	0,36	0,03	0,17	-0,00	0,14	-0,01	0,18	6,6	23,0	-0,90	3,7	-0,13	3,7
T2	-0,10	0,36	0,03	0,17	-0,00	0,14	0,00	0,22	6,6	23	-0,90	3,7	0,25	6,6
T3	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,15	0,13	1,07	0,00	0,00	-0,20	3,8	7,2	49,6
T4	-01	0,02	-0,01	0,02	0,07	0,30	0,02	0,20	0,00	0,15	1,7	7,3	-2,7	17,3
T5	0,01	0,19	0,21	0,49	0,01	0,37	0,22	0,97	9,8	22,0	-5,0	12,8	10,4	42,4
T6	-0,10	0,36	0,03	0,17	0,09	0,36	0,00	0,24	6,6	23,0	1,5	8,7	-4,5	17,8

Pour la race Mérinos, on note ce qui suit :

(i) Les simplifications H3, H4 et H5 ont entraîné une perte d'information supérieure à 20% (Annexe 1) et ont abouti à l'extrapolation de P10 à partir de pesées éloignées (>10 jours) pour 23% des agneaux. Le P10 ainsi estimé montre (Table 7) une mauvaise précision (ETD= 0,6 kg) et une corrélation de 0,90 avec le P10 de référence (Annexe 2). Ces simplifications affectent plus gravement la croissance C1030 en entraînant un ETD de 37 g et une corrélation avec C1030 de référence de seulement 0,74.

(ii) La simplification H6 a affecté la précision de l'estimation du P70 (ETD= 0,52 kg) et plus gravement P90 (ETD= 1,57 kg) et par conséquent, la croissance C7090 qui montre une très faible corrélation avec C7090 de référence (0,51). Ceci pourrait être expliqué par un recours fréquent (60% des cas) à une extrapolation à partir de pesées dont la dernière est effectuée à un âge inférieur ou égale à 80 jours (Annexe 1).

(iii) La simplification H1 a présenté un effet modéré sur l'estimation de P90 (ETD= 0,93 kg) et C7090 (ETD= 39 g), alors que H2 montre ces mêmes effets ajoutés à une légère modification de P30 et C1030 (Table 7).

Table 7. Différences moyennes (biais) et écarts types (ETD) des différences entre chacun des systèmes alternatifs et le système actuel de contrôle de performances chez les agneaux Mérinos en Espagne (troupeau Hinojosa)

	P10		P30		P70		P90		C1030		C3070		C7090	
	biais	ETD												
H1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,24	-0,13	0,93	0,00	0,00	0,50	6,0	-8,0	39,0
H2	0,04	0,15	-0,10	0,29	0,00	0,05	-0,15	0,62	-7,0	20,0	2,60	7,0	-8,0	31,0
H3	0,18	0,60	-0,04	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	-10	37,0	0,90	4,0	0,00	0,00
H4	0,18	0,60	-0,04	0,18	-0,13	0,56	0,01	0,13	-10	37,0	-2,40	15,0	7,0	30,0
H5	0,18	0,60	-0,04	0,18	0,02	0,24	0,01	0,79	-10	37,0	1,50	7,0	-0,50	36,0
H6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,52	0,21	1,57	0,00	0,00	2,00	13,0	6,3	63,0

Pour la race Timahdit :

(i) Les simplifications M1 et M2 n'ont entraîné qu'une petite perte d'information (5% et 12%, respectivement), alors que les autres propositions (M3, M4 et M5) n'ont entraîné une perte considérable au niveau des agneaux évalués (respectivement 32%, 28% et 45% pour M3, M4 et M5) (Annexe 1).

(ii) Les simplifications M2, M3, M4 et plus particulièrement M1 ont entraîné de faibles modifications (Table 8) des poids et croissances par rapport au protocole témoin (M0). En outre, les poids et croissance estimés avec ces alternatives ont montré de hautes corrélations avec ceux estimés avec le système de pesées actuels (Annexe 2).

(iii) La simplification M5 ont conduit à des modifications plus marquées au niveau de P70, P90 et C7090. La corrélation entre C7090 estimée par M5 et C7090 estimée par M0 (témoin) est faible (0,63).

Par ailleurs, l'estimation de P90 a été faite pour la plupart des agneaux (99,2%) par extrapolation, très souvent (53% des cas) à partir de pesées très éloignées (distance >10 jours). Cela montre un intérêt faible de la part des éleveurs et sélectionneurs marocains au poids à 90 jours.

Table 8. Différences moyennes (biais) et écarts types des différences (ETD) entre chacun des systèmes alternatifs et le système actuel de contrôle de performances chez les agneaux Timahdit au Maroc

	P10		P30		P70		P90		C1030		C3070		C7090	
	biais	ETD												
M1	0,01	0,11	-0,00	0,04	0,00	0,12	0,00	0,32	-0,5	7,0	0,09	3,2	0,16	10,1
M2	-0,00	0,21	-0,00	0,06	0,00	0,14	0,01	0,36	-0,03	13,0	0,09	3,8	0,29	11,3
M3	0,00	0,21	-0,01	0,11	0,00	0,18	-0,01	0,42	-0,4	14,0	0,15	5,2	-0,31	12,7
M4	0,01	0,19	-0,00	0,07	0,00	0,18	0,00	0,43	-0,6	12,0	0,11	4,8	0,06	12,8
M5	0,01	0,23	-0,00	0,09	-0,01	0,57	-0,01	1,34	-0,7	15,0	-0,23	14,3	0,17	43,3

Etude génétique

Cette étude englobe une estimation des paramètres génétiques (héritabilités et corrélations génétiques et résiduelles) et des corrélations entre les valeurs génétiques des animaux. Les principaux résultats dégagés de cette étude sont les suivants :

Pour la race Barbarine :

(i) Les héritabilités obtenues dans cette étude oscillent entre 0,49 et 0,56 pour les poids et entre 0,22 et 0,44 pour les croissances (Table 9). Ces valeurs dépassent largement celles avancées par Djemali *et al.* (1994) et Jmal *et al.* (1995).

(ii) Les simplifications T2, T3 et T4 ont présenté des héritabilités similaires au témoin (T0), des variances génétiques également similaires à l'exception d'une légère diminution de la variance de C1030 pour T2 et une augmentation assez importante de la variance C3070 pour T4 (Table 9). Les corrélations génétiques ont montré une concordance avec T0, sauf pour les corrélations entre C7090 et les autres caractères qui ont montré des valeurs légèrement plus élevées pour T3 et moins élevées pour T4 (Annexe 3).

(iii) Les simplifications T5 et T6 ont conduit à des diminutions notables des valeurs des héritabilités et des variances génétiques de la plupart des caractères étudiés et une altération des matrices de corrélations génétiques et résiduelles.

(iv) L'alternative T1 n'a entraîné qu'une légère modification des paramètres génétiques.

(v) Les valeurs des corrélations entre valeurs génétiques (Table 10) sont élevées (0,95 à 1) pour les alternatives T1, T2, T3 et T4 et moins élevées pour T5 et T6 (0,90 à 0,95). Cependant, une altération des valeurs génétiques pour C7090 (T3 et T5) et C1030 (T6). Cette même tendance a été observée au niveau de l'évaluation des béliers (Annexe 4) avec des corrélations encore plus faibles pour T5 et T6.

Pour la race Mérinos :

(i) Les héritabilités obtenues dans les deux troupeaux varient de 0,25 à 0,37 pour les poids et de 0,12 à 0,25 pour les croissances (Table 11). Ces valeurs dépassent largement celles obtenues par Jurado *et al.* (1994).

(ii) Les simplifications H1 et H2 ont entraîné par rapport à H0 une diminution de la variance génétique de C7090 et une augmentation des corrélations génétiques entre celle-ci et les autres caractères.

(iii) Pour les simplifications H3, H4 et H5 -caractérisées par la suppression de la première visite- la variance génétique a augmenté pour P10 et a remarquablement diminué pour C1030. De même, l'héritabilité de ce caractère a également diminué (Table 11).

(iv) Pour l'alternative H6, on ne note qu'une légère augmentation du coefficient de l'héritabilité pour C7090 et de ses corrélations génétiques avec les autres caractères.

(v) Concernant les corrélations entre valeurs génétiques prédites, on note une altération au niveau de la croissance C7090 pour H1, H2 et H6 et au niveau de C1030 pour les alternatives H3, H4 et H5 (Table 12). Cette même tendance a été observée au niveau des corrélations entre valeurs génétiques des béliers avec une détérioration généralisée pour les simplifications H3, H4 et H5 (Annexe 4).

Table 9. Héritabilités (h^2), Variations génétiques (Var g.) et Rapport (g) entre variances génétiques estimées avec les systèmes simplifiés et celles estimées avec le système témoin chez la race Barbarine en Tunisie

Var g.	T1		T2		T3		T4		T5		T6	
	h^2	g										
P10	0,49	0,96	0,48	1,06	0,46	0,98	0,49	0,99	0,49	0,74	0,39	0,75
P30	1,13	0,95	0,50	0,98	0,53	0,98	0,50	0,98	0,51	0,73	0,42	0,66
P70	3,35	0,92	0,53	1,00	0,57	0,97	0,55	0,98	0,55	0,76	0,45	0,67
P90	4,55	0,96	0,50	1,00	0,56	1,02	0,51	0,99	0,56	0,79	0,42	0,65
C1030	715	0,98	0,33	0,90	0,33	1,00	0,33	0,98	0,33	0,79	0,31	0,67
C3070	530	0,94	0,42	0,99	0,45	0,97	0,43	0,98	0,41	0,81	0,40	0,68
C7090	402	0,22	0,27	1,00	0,24	1,00	0,22	1,24	0,23	1,04	0,22	0,77

Table 10. Les corrélations entre valeurs génétiques des animaux estimées avec les différents systèmes alternatifs étudiés et celles estimées avec le système de contrôle actuel, chez les agneaux Barbarins en Tunisie

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
T1	0,964	0,988	0,991	0,992	0,972	0,992	0,990
T2	0,962	0,985	0,988	0,987	0,968	0,986	0,970
T3	0,996	0,995	0,991	0,979	0,987	0,984	0,775
T4	0,996	0,996	0,993	0,992	0,994	0,989	0,966
T5	0,934	0,936	0,936	0,921	0,910	0,909	0,676
T6	0,939	0,946	0,949	0,949	0,754	0,953	0,901

Table 11. Héritabilités (h^2), Variances génétiques (Var g.) et Rapport (g) entre variances génétiques estimées avec les systèmes simplifiés et celles estimées avec le système témoin chez la race Mérinos en Espagne (troupeau Hinojosa)

	H0		H1		H2		H3		H4		H5		H6		A	
	Var g.	h^2	g	h^2												
P10	0,25	0,25	1,05	0,26	1,09	0,28	1,24	0,22	1,37	0,25	1,21	0,22	0,92	0,23	0,49	0,33
P30	0,72	0,31	1,06	0,33	0,94	0,31	0,80	0,27	0,85	0,29	0,82	0,28	1,00	0,32	0,80	0,37
P70	1,95	0,30	1,09	0,32	1,06	0,31	0,88	0,28	0,87	0,28	0,93	0,29	1,03	0,30	2,54	0,34
P90	2,74	0,27	1,12	0,31	1,08	0,29	1,00	0,28	0,97	0,28	0,99	0,28	1,15	0,29	4,40	0,32
C1030	476	0,21	1,11	0,23	0,91	0,22	0,46	0,11	0,49	0,11	0,52	0,12	1,17	0,24	243	0,12
C3070	387	0,25	1,07	0,27	1,02	0,25	0,91	0,26	0,82	0,23	0,98	0,28	0,98	0,24	585	0,25
C7090	577	0,13	0,75	0,12	0,74	0,10	1,40	0,18	1,31	0,25	0,95	0,17	0,84	0,17	782	0,18

Table 12. Les corrélations entre valeurs génétiques des animaux estimées avec les différents systèmes alternatifs étudiés et celles estimées avec le système de contrôle actuel, chez les agneaux Mérinos en Espagne

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
H1	0,980	0,983	0,975	0,965	0,983	0,963	0,798
H2	0,965	0,964	0,976	0,968	0,920	0,958	0,834
H3	0,910	0,917	0,924	0,922	0,745	0,932	0,907
H4	0,905	0,912	0,911	0,911	0,743	0,898	0,819
H5	0,912	0,911	0,914	0,903	0,777	0,915	0,758
H6	0,966	0,966	0,949	0,933	0,961	0,917	0,686

Pour la race Timahdit :

(i) Les coefficients d'héritabilité estimés (Table 13) varient de 0,33 à 0,46 pour les poids et de 0,23 à 0,37 pour les croissances. Ces valeurs sont largement supérieures à ceux obtenus par Tijani et Boujenane (1993) pour le poids à 90 jours et la croissance entre 30 et 90 jours.

Table 13. Héritabilités (h^2), Variances génétiques (Var g.) et Rapport (g) entre variances génétiques estimées avec les systèmes simplifiés et celles estimées avec le système témoin chez la race Timahdit au Maroc

	M0		M1		M2		M3		M4		M5	
	Var g.	h^2	g	h^2								
P10	0,31	0,33	1,06	0,34	1,20	0,38	1,21	0,41	1,15	0,39	1,35	0,42
P30	0,76	0,44	1,05	0,46	1,07	0,47	1,05	0,51	1,05	0,50	1,07	0,51
P70	1,91	0,46	1,04	0,47	1,07	0,49	1,06	0,54	1,03	0,52	1,08	0,50
P90	2,81	0,42	1,03	0,43	1,07	0,45	1,07	0,51	1,03	0,48	1,18	0,50
C1030	589	0,36	1,02	0,37	0,97	0,35	0,81	0,34	0,85	0,34	0,80	0,31
C3070	348	0,37	1,01	0,37	1,05	0,40	1,12	0,47	1,06	0,44	1,31	0,45
C7090	438	0,23	0,92	0,22	0,96	0,24	1,00	0,27	1,01	0,27	1,23	0,41

(ii) Les simplifications M1 et M2 n'ont pas entraîné des modifications importantes au niveau des paramètres génétiques (Table 13 et Annexe 3). Les corrélations entre valeurs génétiques obtenues (Table 14) sont élevées (0,95 à 0,99).

Table 14. Les corrélations entre valeurs génétiques des animaux estimées avec les différents systèmes alternatifs étudiés et celles estimées avec le système de contrôle actuel, chez les agneaux Timahdit au Maroc

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
M1	0,991	0,992	0,991	0,987	0,978	0,970	0,973
M2	0,969	0,975	0,979	0,975	0,955	0,954	0,951
M3	0,835	0,833	0,835	0,830	0,836	0,837	0,783
M4	0,842	0,846	0,846	0,834	0,853	0,843	0,774
M5	0,774	0,765	0,758	0,737	0,773	0,741	0,611

(iii) Pour les propositions M3, M4 et M5 on observe une augmentation de la variance génétique et plus particulièrement des coefficients d'héritabilité pour la plupart des caractères (Table 13). Ceci pourrait être expliqué par une forte élimination d'agneaux et même de troupeaux lors des analyses (Annexe 1). Ces simplifications ont engendré des corrélations entre valeurs génétiques (Table 14) relativement faibles comparées à celles obtenues pour M1 et M2.

Pour les races Chios et Awassi les héritabilités et les variances génétiques sont présentées dans la Table 15, les valeurs obtenues pour les deux races sont similaires et paraissent plus faibles comparativement à celles présentée par Mavrogenis (1995) concernant la race Chios.

Table 15. Variations génétiques (Var g.) et hérédabilités (h^2) estimées chez les races Awassi et Chios en Chypre

	Awassi		Chios	
	Var g.	h^2	Var g.	h^2
PN	0,24	0,41	0,22	0,40
P105	6,60	0,20	7,11	0,25
ADG1	788	0,21	698	0,25
ADG2	753	0,16	745	0,20

Conclusions

Les coefficients d'hérédabilité obtenus pour les races Barbarine, Timahdit et Mérinos sont largement supérieurs à ceux trouvés dans des études antérieures. Ceci pourrait être dû à la méthodologie employée.

D'après les études phénotypique et génétique propres à chaque race on peut dégager ce qui suit :

(i) Pour la race Barbarine, une réduction du nombre de visites à cinq s'avère envisageable. Ces visites doivent être consécutives avec, de préférence un léger décalage de la première par rapport au système actuel. Il est également possible d'envisager une autre alternative qui consiste à alléger la tâche des techniciens par l'élimination des troisièmes et sixièmes contrôles individuels.

(ii) Pour la Mérinos, l'élimination de la première visite entraîne des modifications importantes au niveau de l'estimation du poids à 10 jours et de la croissance entre 10 et 30 jours. Ainsi, le seul système simplifié envisageable serait celui constitué des cinq premières visites si le poids à 90 jours et la croissance entre 70 et 90 jours ne sont pas des objectifs de sélection. Si non, une sixième pesée s'avère nécessaire.

(iii) Pour la race Timahdit, il est recommandé de réduire la base de sélection aux agneaux nés pendant une période limitée. En effet, une période de quatre mois (15 octobre-15 février) nous paraît adéquate.

D'après les résultats de cette étude, l'adoption d'un système commun de contrôle de croissance paraît difficile étant donné que les objectifs de sélection et les systèmes d'élevage ne sont pas les mêmes.

Remerciements

Nous remercions I. Misztal, pour l'utilisation de son programme REML (MTC).

Références

- Djemali, M., Aloulou, R. et Ben Sassi, M. (1994). Adjustment factors and genetic and phenotypic parameters for growth traits of Barbarine lambs in Tunisia. *Small Ruminant Res.*, 13 : 41.
- Jmal, S., Djemali, M., Aloulou, R. et Majdoub, A. (1995). Paramètres génétiques des caractères de productivité de la brebis Barbarine dans le semi aride tunisien. *2^{ème} Journées Nationales sur les Acquis de la Recherche Agronomique et Vétérinaire*, Hammamet, Tunisie, décembre 1995.
- Jurado, J.J., Alonso, A. et Alenda, R. (1994). Selection response for growth in Spanish Merino flock. *J. Anim. Sci.*, 72 : 1433.

Mavrogenis, A.P. (1995). Breeding systems and selection strategies for sheep improvement in Cyprus. Dans : *Third Meeting of the FAO-CIHEAM Cooperative Research Network on Sheep and Goats Subnetwork on Animal Resources*, Tunis, Tunisie.

Misztal, I., Lawlor, T.J., Short, T.H. et van Raden, P.M. (1992). Multiple trait REML estimation of variance components of production and type traits using an animal model. *J. Dairy Sci.*, 75 : 544.

Niaré Tiéma, M. (1986). *Simplification du protocole de pesées des agneaux en ferme*. Thèse Doctorale. Institut National Polytechnique de Toulouse, France.

Pérez-Enciso, M. et Misztal, I. (1992). FSPAK manual.

Tijani, A. et Boujenane, I. (1993). Estimation des paramètres génétiques et phénotypiques de croissance des agneaux de race Timahdit au Maroc. 44^{ème} Réunion Annuelle de la Fédération Européenne de Zootechnie, Aarhus, Danemark, août 1993.

Annexe 1

Résumé des pertes de données et des extrapolations selon l'éloignement des pesées utilisées (en % du nombre d'agneaux), réalisées pendant l'estimation des poids aux âges types.

1. Pour la race Barbarine

Syst.	Perte (%)	P10			P30	P70			P90		
		0-5 j	6-10 j	>10 j	0-5 j	0-5 j	6-10 j	>10 j	0-5 j	6-10 j	>10 j
T0	-	44,0	2,4	0,0	43,0	3,6	0,5	0,3	5,6	1,7	3,6
T1	5,2	45,0	2,4	0,0	41,0	21,0	4,7	2,6	25,0	16,6	45,0
T2	3,5	43,0	10,5	6,4	30,0	5,7	0,7	0,7	19,9	4,8	8,3
T3	0,0	44,0	2,4	0,0	43,0	32,0	0,5	0,3	20,0	22,0	58,0
T4	1,2	44,0	2,4	0,0	43,0	40,0	0,6	0,0	28,5	1,8	2,3
T5	17,0	40,0	1,6	0,0	20,0	27,0	0,0	0,0	28,8	19,1	37,0
T6	5,5	43,0	10,6	6,5	27,0	28,6	0,7	0,0	23,7	3,9	6,4

2. Pour la race Mérinos (Hinojosa)

Syst.	Perte (%)	P10			P30	P70			P90		
		0-5 j	6-10 j	>10 j	0-5 j	0-5 j	6-10 j	>10 j	0-5 j	6-10 j	>10 j
H0	-	45,0	13,8	1,0	31,6	1,3	0,1	0,1	20,8	1,1	2,9
H1	2,0	45,0	13,8	1,0	31,3	9,2	1,2	1,2	24,0	8,9	18,7
H2	3,0	43,0	13,8	1,0	27,0	31,5	0,4	0,0	28,4	6,0	9,1
H3	22,0	34,0	34,0	23,0	6,8	1,6	0,0	0,0	28,0	1,6	3,5
H4	22,0	34,0	34,0	23,0	6,8	11,8	0,0	0,0	28,0	1,8	3,6
H5	24,0	34,0	34,0	23,0	5,4	10,5	2,1	1,8	27,0	4,4	21,0
H6	6,5	46,0	14,4	1,1	29,0	29,0	7,4	5,0	5,6	12,9	60,0

3. Pour la race Mérinos (Almaden)

P10			P30	P70			P90		
0-5 j	6-10 j	>10 j	0-5 j	0-5 j	6-10 j	>10 j	0-5 j	6-10 j	>10 j
53,0	18,7	12,8	6,8	21,0	13,5	8,0	28,3	12,0	54,0

4. Pour la race Timahdit

Syst.	Perte (%)	P10			P30	P70			P90		
		0-5 j	6-10 j	>10 j	0-5 j	0-5 j	6-10 j	>10 j	0-5 j	6-10 j	>10 j
M0	-	50,0	6,5	0,0	33,0	27,8	1,8	1,6	22,5	23,7	53,0
M1	5,0	50,0	7,6	1,3	31,0	29,0	2,9	2,3	21,0	22,5	56,0
M2	12,0	49,0	9,2	2,7	29,0	29,5	3,1	2,5	20,8	22,0	57,0
M3	32,0	50,0	9,3	3,2	26,7	28,3	3,6	3,4	20,5	22,0	57,5
M4	28,0	50,0	8,8	2,7	27,9	28,7	3,9	3,3	20,0	21,6	58,0
M5	45,0	57,0	9,5	4,0	16,5	25,9	13,6	16,8	14,8	15,2	70,0

Annexe 2

Les corrélations entre valeurs phénotypiques des différents caractères calculés avec les différents systèmes alternatifs étudiés et ceux calculés avec le système de contrôle actuel.

1. Pour la race Barbarine

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
T1	0,95	0,99	1	1	0,91	0,99	0,99
T2	0,95	0,99	1	1	0,91	0,99	0,99
T3	1	1	1	0,96	1	0,99	0,51
T4	1	1	1	1	1	0,98	0,95
T5	0,99	0,97	0,99	0,96	0,92	0,95	0,65
T6	0,95	0,99	0,99	1	0,91	0,98	0,94

2. Pour la race Mérinos (Hinojosa)

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
H1	1	1	0,99	0,96	1	1	0,83
H2	0,92	0,98	1	0,98	0,92	0,98	0,90
H3	0,90	0,99	1	1	0,74	0,99	1
H4	0,90	0,99	0,98	1	0,74	0,94	0,90
H5	0,90	0,99	0,99	0,97	0,74	0,98	0,85
H6	1	1	0,98	0,91	1	0,95	0,51

3. Pour la race Timahdit au Maroc

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
M1	0,99	1	1	1	0,99	0,99	0,98
M2	0,98	1	1	0,99	0,98	0,99	0,98
M3	0,98	1	1	0,99	0,97	0,99	0,97
M4	0,99	1	1	0,99	0,98	0,99	0,97
M5	0,98	1	0,98	0,95	0,97	0,95	0,63

Annexe 3

Les corrélations génétiques (en haut de la diagonale) et les corrélations résiduelles (en bas de la diagonale)

A. Pour la race Barbarine

1. Le système T0

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
P10	1,00	0,93	0,80	0,76	0,66	0,52	0,43
P30	0,81	1,00	0,93	0,90	0,90	0,70	0,56
P70	0,67	0,86	1,00	0,99	0,91	0,91	0,71
P90	0,63	0,80	0,96	1,00	0,90	0,92	0,80
C1030	0,32	0,82	0,73	0,68	1,00	0,78	0,62
C3070	0,31	0,44	0,84	0,83	0,40	1,00	0,76
C7090	0,19	0,23	0,36	0,60	0,19	0,38	1,00

2. Le système T1

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
P10	1,00	0,92	0,77	0,73	0,63	0,45	0,38
P30	0,81	1,00	0,92	0,88	0,89	0,65	0,50
P70	0,66	0,86	1,00	0,99	0,90	0,89	0,74
P90	0,60	0,78	0,97	1,00	0,87	0,93	0,82
C1030	0,32	0,82	0,73	0,67	1,00	0,74	0,54
C3070	0,31	0,44	0,84	0,87	0,41	1,00	0,86
C7090	0,20	0,29	0,56	0,74	0,26	0,68	1,00

3. Le système T2

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
P10	1,00	0,93	0,80	0,76	0,66	0,52	0,40
P30	0,81	1,00	0,94	0,91	0,89	0,72	0,57
P70	0,65	0,87	1,00	0,99	0,92	0,92	0,72
P90	0,60	0,81	0,96	1,00	0,92	0,93	0,80
C1030	0,25	0,77	0,72	0,69	1,00	0,82	0,67
C3070	0,30	0,47	0,85	0,84	0,46	1,00	0,78
C7090	0,16	0,26	0,39	0,62	0,25	0,42	1,00

4. Le système T3

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
P10	1,00	0,92	0,79	0,75	0,65	0,50	0,51
P30	0,81	1,00	0,93	0,90	0,89	0,69	0,64
P70	0,67	0,86	1,00	1,00	0,91	0,91	0,86
P90	0,60	0,77	0,97	1,00	0,89	0,94	0,90
C1030	0,33	0,82	0,73	0,66	1,00	0,78	0,67
C3070	0,31	0,44	0,84	0,88	0,41	1,00	0,96
C7090	0,21	0,29	0,60	0,76	0,26	0,74	1,00

5. Le système T4

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
P10	1,00	0,92	0,80	0,75	0,65	0,52	0,34
P30	0,80	1,00	0,93	0,90	0,89	0,70	0,49
P70	0,66	0,85	1,00	0,99	0,91	0,91	0,63
P90	0,62	0,80	0,95	1,00	0,90	0,92	0,75
C1030	0,32	0,82	0,72	0,68	1,00	0,78	0,57
C3070	0,30	0,43	0,84	0,80	0,39	1,00	0,69
C7090	0,17	0,20	0,26	0,55	0,16	0,23	1,00

6. Le système T5

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
P10	1,00	0,91	0,75	0,71	0,60	0,45	0,35
P30	0,82	1,00	0,93	0,88	0,88	0,68	0,46
P70	0,67	0,88	1,00	0,99	0,91	0,91	0,67
P90	0,60	0,80	0,96	1,00	0,87	0,94	0,78
C1030	0,33	0,81	0,77	0,70	1,00	0,79	0,48
C3070	0,33	0,53	0,87	0,89	0,53	1,00	0,79
C7090	0,17	0,26	0,48	0,70	0,24	0,60	1,00

7. Le système T6

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
P10	1,00	0,90	0,76	0,71	0,54	0,47	0,23
P30	0,82	1,00	0,93	0,89	0,85	0,70	0,38
P70	0,65	0,87	1,00	0,99	0,89	0,91	0,57
P90	0,60	0,81	0,96	1,00	0,87	0,93	0,70
C1030	0,28	0,78	0,74	0,70	1,00	0,79	0,47
C3070	0,29	0,49	0,85	0,85	0,50	1,00	0,70
C7090	0,14	0,22	0,34	0,59	0,22	0,38	1,00

B. Pour la race Mérinos (troupeau de Hinojosa)

1. Le système H0

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
P10	1,00	0,92	0,75	0,66	0,63	0,34	0,11
P30	0,79	1,00	0,87	0,80	0,89	0,46	0,22
P70	0,58	0,82	1,00	0,96	0,82	0,84	0,42
P90	0,52	0,72	0,92	1,00	0,78	0,86	0,64
C1030	0,21	0,76	0,70	0,61	1,00	0,51	0,30
C3070	0,18	0,37	0,83	0,80	0,40	1,00	0,50
C7090	0,12	0,15	0,28	0,64	0,11	0,31	1,00

2. Le système H1

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
P10	1,00	0,91	0,74	0,66	0,60	0,35	0,21
P30	0,79	1,00	0,87	0,81	0,88	0,49	0,34
P70	0,58	0,82	1,00	0,98	0,83	0,85	0,65
P90	0,51	0,72	0,94	1,00	0,78	0,90	0,78
C1030	0,21	0,76	0,70	0,60	1,00	0,54	0,41
C3070	0,18	0,37	0,83	0,83	0,40	1,00	0,79
C7090	0,12	0,15	0,34	0,65	0,11	0,42	1,00

3. Le système H2

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
P10	1,00	0,90	0,73	0,64	0,53	0,38	0,12
P30	0,81	1,00	0,89	0,82	0,84	0,58	0,29
P70	0,58	0,83	1,00	0,98	0,85	0,88	0,61
P90	0,50	0,72	0,92	1,00	0,81	0,93	0,75
C1030	0,23	0,76	0,74	0,64	1,00	0,67	0,42
C3070	0,17	0,41	0,85	0,82	0,48	1,00	0,80
C7090	0,10	0,13	0,28	0,63	0,11	0,33	1,00

4. Le système H3

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
P10	1,00	0,94	0,72	0,55	0,53	0,31	-0,05
P30	0,78	1,00	0,87	0,77	0,78	0,51	0,22
P70	0,53	0,84	1,00	0,95	0,87	0,87	0,47
P90	0,44	0,72	0,91	1,00	0,92	0,89	0,71
C1030	-0,05	0,58	0,65	0,58	1,00	0,74	0,67
C3070	0,12	0,41	0,84	0,82	0,51	1,00	0,60
C7090	0,04	0,14	0,29	0,66	0,17	0,36	1,00

5. Le système H4

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
P10	1,00	0,94	0,74	0,60	0,46	0,32	0,02
P30	0,78	1,00	0,89	0,79	0,74	0,54	0,24
P70	0,51	0,83	1,00	0,95	0,84	0,86	0,46
P90	0,44	0,73	0,95	1,00	0,87	0,89	0,70
C1030	-0,06	0,58	0,65	0,58	1,00	0,74	0,57
C3070	0,09	0,40	0,84	0,86	0,52	1,00	0,58
C7090	0,09	0,19	0,44	0,70	0,18	0,54	1,00

6. Le système H5

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
P10	1,00	0,94	0,72	0,62	0,53	0,31	0,11
P30	0,78	1,00	0,87	0,78	0,79	0,51	0,23
P70	0,53	0,84	1,00	0,97	0,86	0,87	0,54
P90	0,45	0,73	0,94	1,00	0,81	0,91	0,73
C1030	-0,05	0,58	0,66	0,58	1,00	0,71	0,38
C3070	0,12	0,43	0,85	0,86	0,53	1,00	0,71
C7090	0,06	0,15	0,39	0,67	0,16	0,50	1,00

7. Le système H6

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
P10	1,00	0,89	0,73	0,64	0,58	0,36	0,25
P30	0,78	1,00	0,88	0,81	0,88	0,52	0,40
P70	0,57	0,82	1,00	0,99	0,84	0,86	0,75
P90	0,49	0,70	0,96	1,00	0,79	0,92	0,85
C1030	0,19	0,76	0,70	0,60	1,00	0,58	0,46
C3070	0,19	0,39	0,84	0,90	0,42	1,00	0,94
C7090	0,14	0,19	0,56	0,76	0,15	0,74	1,00

C. Pour la race Mérinos (troupeau Almadén)

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
P10	1,00	0,95	0,74	0,67	0,49	0,34	0,38
P30	0,79	1,00	0,84	0,77	0,73	0,46	0,49
P70	0,50	0,74	1,00	0,99	0,75	0,87	0,87
P90	0,41	0,62	0,96	1,00	0,72	0,92	0,92
C1030	-0,06	0,56	0,54	0,46	1,00	0,56	0,55
C3070	0,10	0,29	0,86	0,89	0,34	1,00	0,97
C7090	0,14	0,21	0,63	0,82	0,16	0,74	1,00

D. Pour la race Timahdit

1. Le système M0

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
P10	1,00	0,86	0,61	0,53	0,38	0,14	0,11
P30	0,79	1,00	0,88	0,79	0,80	0,46	0,28
P70	0,55	0,82	1,00	0,98	0,87	0,83	0,63
P90	0,46	0,69	0,96	1,00	0,81	0,89	0,76
C1030	0,08	0,67	0,67	0,58	1,00	0,67	0,37
C3070	0,07	0,30	0,79	0,86	0,40	1,00	0,84
C7090	0,06	0,13	0,49	0,73	0,13	0,69	1,00

2. Le système M1

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
P10	1,00	0,86	0,63	0,55	0,39	0,16	0,13
P30	0,79	1,00	0,88	0,81	0,80	0,47	0,31
P70	0,55	0,82	1,00	0,98	0,87	0,83	0,65
P90	0,46	0,69	0,96	1,00	0,82	0,89	0,77
C1030	0,08	0,67	0,68	0,58	1,00	0,68	0,41
C3070	0,07	0,30	0,79	0,86	0,41	1,00	0,86
C7090	0,07	0,13	0,50	0,73	0,13	0,70	1,00

3. Le système M2

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
P10	1,00	0,87	0,62	0,54	0,35	0,13	0,12
P30	0,79	1,00	0,88	0,80	0,77	0,47	0,32
P70	0,55	0,83	1,00	0,98	0,87	0,83	0,67
P90	0,46	0,70	0,96	1,00	0,82	0,89	0,79
C1030	0,06	0,66	0,68	0,59	1,00	0,71	0,45
C3070	0,07	0,32	0,79	0,86	0,43	1,00	0,88
C7090	0,06	0,14	0,50	0,73	0,15	0,70	1,00

4. Le système M3

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
P10	1,00	0,90	0,65	0,56	0,42	0,15	0,12
P30	0,80	1,00	0,87	0,78	0,78	0,43	0,29
P70	0,55	0,83	1,00	0,98	0,85	0,82	0,68
P90	0,46	0,70	0,96	1,00	0,80	0,89	0,80
C1030	0,05	0,64	0,67	0,58	1,00	0,65	0,42
C3070	0,06	0,31	0,79	0,85	0,43	1,00	0,90
C7090	0,07	0,14	0,49	0,72	0,14	0,68	1,00

5. Le système M4

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
P10	1,00	0,89	0,66	0,58	0,44	0,18	0,14
P30	0,80	1,00	0,87	0,78	0,80	0,43	0,26
P70	0,56	0,83	1,00	0,98	0,84	0,82	0,64
P90	0,47	0,70	0,96	1,00	0,77	0,89	0,77
C1030	0,06	0,65	0,67	0,58	1,00	0,61	0,32
C3070	0,07	0,31	0,79	0,85	0,42	1,00	0,87
C7090	0,07	0,14	0,49	0,72	0,14	0,69	1,00

6. Le système M5

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
P10	1,00	0,89	0,64	0,53	0,36	0,13	0,10
P30	0,79	1,00	0,83	0,73	0,74	0,34	0,30
P70	0,52	0,80	1,00	0,99	0,77	0,81	0,77
P90	0,43	0,68	0,98	1,00	0,73	0,89	0,86
C1030	0,00	0,61	0,63	0,55	1,00	0,52	0,47
C3070	0,04	0,27	0,80	0,88	0,40	1,00	0,99
C7090	0,06	0,17	0,68	0,82	0,20	0,91	1,00

E. Pour les races Chios^t et Awassi^{tt}

	PN	P105	ADG1	ADG2
PN	1,00	0,44 ^t 0,40 ^{tt}	0,36 0,23	0,19 0,12
P105	0,42 0,32	1,00	0,81 0,77	0,91 0,83
ADG1	0,31 0,18	0,70 0,67	1,00	0,54 0,37
ADG2	0,22 0,14	0,90 0,86	0,36 0,26	1,00

Annexe 4

Les corrélations entre valeurs génétiques des béliers (nombre de fils >10) estimées pour chacun des systèmes alternatifs et celles estimées avec le système de contrôle actuel

1. Pour la race Barbarine (238 béliers)

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
T1	0,944	0,989	0,992	0,993	0,940	0,994	0,990
T2	0,943	0,983	0,984	0,982	0,931	0,987	0,954
T3	0,992	0,994	0,990	0,961	0,986	0,988	0,594
T4	0,990	0,993	0,991	0,990	0,991	0,989	0,961
T5	0,795	0,814	0,892	0,816	0,807	0,853	0,417
T6	0,853	0,920	0,925	0,930	0,546	0,946	0,909

2. Pour la race Mérinos (67 béliers)

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
H1	0,979	0,984	0,975	0,959	0,983	0,973	0,776
H2	0,938	0,932	0,944	0,929	0,872	0,951	0,788
H3	0,797	0,792	0,814	0,845	0,549	0,896	0,898
H4	0,816	0,777	0,795	0,807	0,562	0,862	0,797
H5	0,804	0,781	0,808	0,846	0,603	0,902	0,738
H6	0,913	0,917	0,908	0,902	0,926	0,920	0,690

3. Pour la race Timahdit (97 béliers)

	P10	P30	P70	P90	C1030	C3070	C7090
M1	0,993	0,994	0,995	0,992	0,988	0,990	0,963
M2	0,909	0,945	0,962	0,960	0,940	0,967	0,918
M3	0,590	0,633	0,696	0,694	0,736	0,719	0,625
M4	0,579	0,658	0,714	0,701	0,786	0,734	0,641
M5	0,441	0,451	0,576	0,578	0,639	0,649	0,482