

Paramètres génétiques des caractères de croissance de races ovines élevées en Afrique (synthèse bibliographique)

Ramsès Monkotan ⁽¹⁾, Mahamadou Dahouda ^(1,2), Marcel Senou ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Université d'Abomey-Calavi. Faculté des Sciences Agronomiques. École des Sciences et Techniques de Production Animale. 01 BP 526. Cotonou (Bénin). E-mail : ramsesmonkotan@yahoo.fr

⁽²⁾ Université d'Abomey-Calavi. École Polytechnique d'Abomey-Calavi. Département de Production et Santé Animale. BP 2009. Cotonou (Bénin).

Reçu le 20 mai 2020, accepté le 2 juin 2021, mis en ligne le 14 juin 2021.

Cet article est distribué suivant les termes et les conditions de la licence CC-BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fr>)

Introduction. En raison de l'importance de l'élevage ovin, les paramètres génétiques des caractères de croissance de plusieurs races élevées en Afrique ont été estimés et reportés dans plusieurs études scientifiques. Cette revue de la littérature fait le point sur ces différentes estimations.

Littérature. Les valeurs des paramètres génétiques dans cette synthèse concernent 21 races ovines et sont présentées selon les différentes zones géographiques du continent. La synthèse indique, pour chaque caractère, les différentes méthodes d'estimation et les modèles utilisés. Les coefficients d'héritabilité des différents caractères, notamment ceux estimés en Afrique de l'Ouest et du Centre, témoignent d'une amélioration significative des caractères de croissance pondérale si un schéma de sélection était adopté pour les races considérées.

Conclusions. Les paramètres génétiques des caractères de croissance de races ovines élevées en Afrique sont compilés dans cette synthèse et l'accent est mis sur les spécificités de chaque zone géographique. On remarque que les valeurs estimées l'ont été à partir de données prises sur plusieurs années consécutives en milieu contrôlé (station de recherche).

Mots-clés. Ovin, héritabilité, corrélation génétique, gains de poids, pays africains.

Genetic parameters of growth traits of sheep reared in Africa. A review

Introduction. Due to the importance of sheep farming, the genetic parameters of the growth traits of several breeds in Africa have been estimated and reported in various scientific studies. This review takes stock of these different estimates.

Literature. The values of the genetic parameters in this review concern 21 sheep breeds and are categorized according to the different geographic areas of the continent. The review indicates for each characteristic the estimation methods and the models used. The heritability coefficients of the characteristics, in particular, those estimated in West and Central Africa, testify to a significant improvement in cases where a selection scheme was adopted.

Conclusions. The genetic parameters of the growth traits of sheep reared in Africa are compiled in this review with a particular emphasis on the specificities of each geographic area. Note that the values were estimated from data taken over several consecutive years in a controlled environment (research station).

Keywords. Sheep, heritability, genetic correlation, weight gain, African countries.

1. INTRODUCTION

L'élevage ovin, du fait de son potentiel et de sa multifonctionnalité, revêt un intérêt socio-économique et environnemental très important (Boujenane et al., 1995). En Afrique, la diversité des systèmes d'élevage ovin témoigne de la flexibilité du mouton et de sa capacité d'adaptation aux conditions environnementales. Aussi, les paramètres de croissance pondérale constituent

d'importants éléments dans la gestion et la sélection des espèces animales (Thiruvankadan et al., 2009). Connaître les variations génétiques et les liens entre les caractères de production s'avère indispensable aussi bien pour la conception d'un programme efficace de sélection que pour l'estimation des progrès génétiques attendus (Safari & Forgyat, 2003). En outre, l'estimation des paramètres génétiques des races ovines, réalisée dans une perspective de sélection,

participe indirectement à la conservation des ressources génétiques locales. C'est ainsi que plusieurs études se sont penchées sur l'estimation desdits paramètres en Afrique (Gbangboche et al., 2005 ; Gizaw et al., 2007 ; Kariuki et al., 2010 ; Boujenane & Diallo, 2016 ; Monkotan et al., 2018 ; Yérou et al., 2018).

Cette synthèse, qui se présente sous la forme de tableaux synoptiques, a consisté en l'exploitation de communications et d'articles scientifiques publiés entre 1990 et 2019. Ces différents documents scientifiques, relatifs aux paramètres génétiques des caractères de croissance de moutons, concernent 21 races ovines élevées en Afrique. Les résultats sont présentés de manière à faire apparaître en un bloc les valeurs disponibles des paramètres génétiques des caractères de croissance de ces races ovines en vue de procéder à une analyse croisée et de poser un regard critique sur les performances génétiques. Cette revue de la littérature permet en outre d'apprécier la sensibilité des caractères par rapport aux programmes de sélection. En plus des valeurs des paramètres génétiques exposées, certaines données quantitatives et zootechniques des différents cheptels sont présentées lorsqu'elles sont disponibles. Celles-ci permettent d'analyser le cadre général ayant servi à l'estimation des coefficients d'héritabilité et des corrélations phénotypiques et génétiques.

La recherche bibliographique de la présente synthèse a été réalisée en consultant les bases de données *Google*, *Google Scholar* et HAL. Les mots-clés suivants et leurs équivalents en anglais ont été utilisés : ovins, paramètres génétiques, coefficients d'héritabilité, caractères de croissance, Afrique. Pour une exhaustivité maximale, la recherche bibliographique a porté sur les 54 pays du continent africain. Cependant, seules les études relatives à 12 pays ont été retenues car suffisamment documentées (Afrique du Sud, Algérie, Bénin, Cameroun, Égypte, Éthiopie, Gambie, Ghana, Kenya, Maroc, Tunisie, Zimbabwe).

2. DIMENSION DE LA SYNTHÈSE ET CARACTÈRES ÉTUDIÉS

Cette revue de la littérature prend en compte 38 études scientifiques ayant pour objet l'estimation des paramètres génétiques. Elles concernent 21 races de moutons à viande ou à laine et les produits issus de croisements (El Fadili et al., 2000a ; Gizaw & Joshi, 2004). Une race se définit comme un sous-groupe spécifique de bétail domestique avec des caractéristiques externes définies et identifiables lui permettant d'être distingué par évaluation visuelle d'autres groupes pareillement définis au sein de la même espèce (FAO, 1999). Dans le contexte africain, et particulièrement dans les pays en voie de développement, les communautés

d'éleveurs et les gouvernements identifient davantage les races en fonction de la localisation géographique, l'appartenance ethnique ou encore les traditions des éleveurs (FAO, 2013). Cependant, les travaux de caractérisation phénotypique (Birteeb et al., 2014 ; Adjibode et al., 2016), qui ont précédé l'estimation des paramètres génétiques dans les pays sus-cités, justifient l'utilisation rigoureuse de ce concept. La littérature consultée couvre la période comprise entre les années 1990 et 2019. Les caractères de croissance pondérale, présents dans cette synthèse, sont les poids à âges fixes et les gains moyens quotidiens respectivement exprimés en kilogrammes et en grammes. Les études retenues dans le cadre de cette synthèse indiquent que les troupeaux utilisés pour l'estimation des paramètres génétiques sont élevés en conditions contrôlées selon un mode de conduite de type semi-intensif. Cet aspect démontre l'importance de l'amélioration des conditions d'élevage dans la réussite des programmes de sélection. Les estimations des coefficients d'héritabilité des caractères P(76_160)_j et P(161_270)_j, qui désignent les poids aux âges compris entre 76 et 160 jours et entre 161 et 270 jours, ont été observées dans une étude (Zishiri et al., 2013) et incluses dans cette synthèse.

Les tableaux relatifs à chaque zone géographique du continent africain comprennent pour chaque caractère : l'estimation de l'héritabilité directe, la moyenne arithmétique, le coefficient de variation, le nombre d'années consécutives de données ayant servi pour l'estimation, la moyenne des demi-frères, l'effectif des ascendants, la race ovine concernée et les références bibliographiques. En exposant de chaque race, se trouvent des nombres qui renvoient au pays où les données ont été relevées. Les valeurs des coefficients d'héritabilité sont suivies de nombres et de lettres qui indiquent respectivement la méthode d'estimation utilisée et le modèle d'analyse pris en compte. Les corrélations génétiques (r_g) et phénotypiques (r_p) entre le poids à la naissance et les autres caractères à âges fixes sont rapportées dans différents tableaux (voir **Annexes**). Dans les différentes discussions, l'accent est mis sur les valeurs extrêmes en ce qui concerne les corrélations entre lesdits caractères. La synthèse reprend les noms des races tels que mentionnés dans les articles afin de rester fidèle aux propos des auteurs. Les tableaux complets sont mis en annexe mais une synthèse est fournie dans le **tableau 1**.

3. RACES OVINES EN AFRIQUE DE L'OUEST ET DU CENTRE

Parmi les races ayant fait l'objet d'études sur les paramètres génétiques des caractères de croissance en Afrique de l'Ouest et du Centre, le mouton Djallonké est le plus répandu (Agbolosu et al., 2005 ; Bosso et al.,

Tableau 1. Précis des valeurs d'héritabilité — *Summary of heritability values.*

Race	Caractère	h ²	Modèles	Méthodes d'estimation	Nombre de publications scientifiques
Djallonké	P_0j	0,21 à 0,51	a ; b	1 ; 4	4
Barbarine	P_0j	0,26 à 0,43	a	3 ; 4 ; 5	2
Barki	P_0j	0,1 à 0,24	b ; e	4	2
D'man	P_0j	0,05 à 0,34	a ; d	1 ; 4	2
Sardi	P_0j	0,07 à 0,21	a ; c	1 ; 4	2
Timahdite	P_0j	0,05 à 0,18	e ; c	4	3
Dorper	P_0j	0,11 à 0,18	a ; e	1 ; 4	4
Menz	P_0j	0,27 à 0,46	a ; b	1 ; 4	2
Djallonké	Poids au sevrage	0,07 à 0,71	a ; b	1 ; 4	4
Barbarine	Poids au sevrage	0,05 à 0,36	a ; e	3 ; 4 ; 5	3
Sardi	Poids au sevrage	0,05 à 0,10	a ; d	1 ; 4	2
Timahdite	Poids au sevrage	0,06 à 0,5	c ; e	4	3
D'man	Poids au sevrage	0,08 à 0,52	a ; e	1 ; 4	2
Menz	Poids au sevrage	0,23 à 0,47	a ; b	1 ; 4	2
Dorper	Poids au sevrage	0,08 à 0,28	a ; e	1 ; 4	4
Barki	Poids au sevrage	0,20 à 0,24	b ; e	4	2
Merino	Poids au sevrage	0,14 à 0,29	b ; c ; d ; e	4	3

Dans la colonne modèles — *in models column* : a = modèle père — *sire model*, b = modèle animal sans effet génétique maternel ni effet environnemental permanent — *animal model without maternal genetic effect or permanent environmental effect*, c = modèle animal avec seulement effet génétique maternel — *animal model with only maternal genetic effect*, d = modèle animal avec seulement effet environnemental permanent — *animal model with only permanent environmental effect*, e = modèle animal avec effet génétique maternel et effet environnemental permanent — *animal model with maternal genetic effect and permanent environmental effect* ; dans la colonne méthodes d'estimation — *in estimation methods column* : 1 = analyse de variance ou méthode des moindres carrés — *analysis of variance or least squares method*, 2 = régression linéaire — *linear regression*, 3 = maximum de vraisemblance — *maximum likelihood*, 4 = maximum de vraisemblance restreinte — *restricted maximum likelihood*, 5 = estimateur non biaisé de moindre variance quadratique — *minimum variance quadratic unbiased estimator*.

2007 ; Monkotan et al., 2018). La grande variabilité des performances observées au sein des individus de cette race laisse entrevoir des progrès sensibles grâce à la sélection, ce qui justifie les travaux d'estimation des paramètres génétiques des caractères de croissance (Adote et al., 2011). Les coefficients d'héritabilité du poids à la naissance pour cette race sont compris entre 0,21 et 0,51 (**Annexe 1**). Les valeurs d'héritabilité du poids post-sevrage, toutes races confondues, sont supérieures à 0,20 à l'exception de celles estimées par Gbangboche et al. (2005) au Bénin pour le poids à 4 mois (0,08), le poids à 5 mois (0,10) et le poids à 6 mois (0,09).

Les corrélations phénotypiques et génétiques entre le poids à la naissance et les différents caractères de croissance pondérale, comprises entre 0,12 et 0,99, sont toutes positives et élevées (**Annexe 2**). Pour la race Djallonké, Gbangboche et al. (2005) ont toutefois relevé une corrélation génétique négative (-0,14) entre le poids à 60 jours et le poids à 90 jours et entre le poids à 60 jours et le poids à 120 jours (-0,11). Hormis celles

indiquées par Ebangi et al. (2001) au Cameroun pour la race Fulbe, les valeurs d'héritabilité ont été estimées à partir de modèles ne prenant pas en compte l'effet génétique maternel. En outre, aucune étude en Afrique de l'Ouest ne considère l'effet environnemental permanent dû à la mère pour l'estimation des paramètres génétiques.

Les valeurs élevées des coefficients d'héritabilité des caractères de croissance suggèrent qu'une augmentation significative de la productivité serait possible dans la perspective de la mise en place d'un plan de sélection efficace.

4. RACES OVINES AU MAGHREB

Les valeurs des paramètres génétiques de huit races ovines élevées en Afrique du Nord sont reportées dans cette synthèse, ainsi que celles issues du produit obtenu entre le croisement de la race D'man et de la race Timahdite (El Fadili et al., 2000a). Les valeurs

d'héritabilité du poids à la naissance varient entre 0,02 et 0,43. Les coefficients d'héritabilité du gain moyen quotidien entre 30 jours et 70 jours, toutes races confondues, sont compris entre 0,04 et 0,34 (**Annexe 3**), à l'exception de l'héritabilité estimée par Boujenane & Kerfal (1990) pour la race D'man (0,56). Les corrélations génétiques des caractères varient entre 0 et 0,89 (**Annexe 4**). L'exploitation des articles révèle que toutes les valeurs négatives ont été constatées pour les couples de caractères impliquant le gain moyen quotidien. C'est le cas de la corrélation génétique (-0,13) entre le poids à 10 jours et le GMQ10j_30j pour la race Noire de thibar (Chalh et al., 2007). La même remarque est faite en ce qui concerne la corrélation entre le poids à 30 jours et le GMQ30_90j respectivement pour la race Hamra (-0,13) et la race Béni-guil (-0,11) (Boujenane & Mharchi, 1992 ; Yerou et al., 2018). Les valeurs phénotypiques sont toutes élevées et positives. Cependant, Boujenane & Diallo (2016) observent une corrélation de -0,01 entre le poids à la naissance et le gain moyen quotidien entre 0 et 30 jours pour la race Sardi.

Au sein d'une même étude, certains auteurs (Boujenane & Mharchi, 1992 ; Djemali et al., 1995) ont estimé les coefficients d'héritabilité en se servant de plusieurs méthodes d'estimation, ce qui conduit à des valeurs peu ou prou différentes. Ces différences dans les valeurs d'héritabilité pour un même caractère s'observent aussi lorsque plusieurs modèles d'analyse ont été utilisés avec inclusion ou non de l'effet maternel, et/ou de l'effet environnemental permanent dû à la mère (Boujenane & Diallo, 2016). Le choix du meilleur modèle, donc du coefficient d'héritabilité le mieux utilisable, est alors déterminé en se basant sur les valeurs du critère d'information d'Akaike (Akaike, 1973). Par ailleurs, Boujenane et al. (2015), dans leurs estimations des paramètres génétiques, prennent aussi en compte l'effet environnemental temporaire dû à la mère. Il s'agit par ailleurs de la seule étude ayant intégré ce facteur fixe dans les différents modèles d'estimation.

5. RACES OVINES EN AFRIQUE AUSTRALE

Sept races en Afrique australe ont fait l'objet d'études sur l'estimation des paramètres génétiques. Les coefficients d'héritabilité des caractères de croissance sont relativement élevés et compris entre 0,11 et 0,6 (**Annexe 5**). Les valeurs les plus élevées ont été remarquées au niveau des caractères de croissance post-sevrage (le poids à 7 mois, 8 mois, 9 mois, 10 mois, 11 mois et à 1 an), comme en témoignent les travaux de Snyman et al. (1995) pour la race Safrino ; Cloete et al. (2001) pour les races Mérino, Dohne Mérino et South African Merino ; et Zishiri et al. (2013) pour la race

Dorper (**Annexe 5**). Les corrélations génétiques entre le poids à la naissance et les différents autres caractères varient entre 0,04 et 0,51 (**Annexe 6**). Par ailleurs, seuls Nesper et al. (2001) ont procédé à l'estimation de corrélations phénotypiques, lesquelles sont comprises entre 0,38 à 0,68 pour les caractères considérés (poids à la naissance, poids à 42 jours et poids à 100 jours) et ceci uniquement pour la race Dorper.

Si les modèles utilisés sont différents d'une étude à une autre, la méthode d'estimation utilisée par les auteurs ne change pas et la préférence est accordée à la méthode du maximum de vraisemblance restreinte pour l'estimation des paramètres génétiques (Snyman et al., 1995 ; Nesper et al., 2000 ; Cloete et al., 2001 ; Duguma et al., 2002 ; Matika et al., 2003). On remarque que les travaux d'estimation des paramètres génétiques se sont plus portés sur les caractères de croissance post-sevrage.

6. RACES OVINES EN AFRIQUE DE L'EST

Les valeurs présentes concernent trois races ainsi que les produits nés du croisement entre la race Menz et Awassi (**Annexe 7**). Les coefficients d'héritabilité du poids à la naissance des races étudiées en Afrique de l'Est varient entre 0,13 à 0,46. Ceux du poids à 90 jours sont tous supérieurs à 0,18 excepté la valeur estimée par Kiriro (1994) au Kenya pour la race Dorper (0,08). Les valeurs d'héritabilité estimées des vitesses de croissance sont comprises entre 0,09 et 0,78. Cette valeur maximale a été indiquée pour le coefficient d'héritabilité du gain moyen quotidien entre 0 et 180 jours, des produits nés du croisement entre la race Menz et la race Awassi (Gizaw & Joshi, 2004). Les corrélations génétiques entre le poids à la naissance et les autres caractères sont positives et varient entre 0,15 et 0,95 à l'exception de la valeur indiquée par Gizaw & Joshi (2004) entre le poids à la naissance et le poids à 1 an en Éthiopie pour la race Menz (-0,06) (**Annexe 8**). Des valeurs négatives ont été constatées pour les couples de caractères impliquant le gain moyen quotidien. C'est le cas des corrélations génétiques entre le poids à la naissance et le GMQ0_90j, qui sont de -0,03 et -0,18 respectivement pour la race Menz (Kiriro, 1994) et Dorper (Gizaw & Joshi, 2004) (**Annexe 8**).

7. DISCUSSION GÉNÉRALE

Un agencement par race ayant fait l'objet d'au moins deux études scientifiques permet d'obtenir un précis des valeurs d'héritabilité du poids à la naissance et du poids au sevrage (**Tableau 1**). À l'exception de la race Dorper, dont les valeurs ont été estimées en Afrique de l'Est et en Afrique australe, aucune autre race ne

se retrouve dans plusieurs zones géographiques du continent.

Les modèles qui incluent l'effet maternel sont les plus utilisés et représentent environ 37 % des estimations des valeurs d'héritabilité. Pour chaque race, au moins une étude scientifique a été réalisée en se servant du maximum de vraisemblance restreinte comme méthode d'estimation.

Les valeurs d'héritabilité des caractères de la race Djallonké sont les plus élevées (Gbangboche et al., 2005 ; Bosso et al., 2007). Dans une population qui n'a pas fait l'objet d'un véritable programme de sélection, une plus grande variabilité des performances zootechniques est généralement observée mais cela n'explique pas nécessairement l'obtention de coefficients d'héritabilité aussi élevés. En effet, ces estimations ont été calculées à partir d'un modèle qui ne tient pas compte de l'effet génétique maternel. Cependant, ignorer les effets maternels pourrait entraîner une surestimation des paramètres génétiques (Bedhiac et al., 2000 ; Ghafouri-Kesbi & Eskandarinasab, 2008). Ainsi, plusieurs études (Mohammadi et al., 2010 ; Boujenane et al., 2015) ont démontré que l'inclusion de l'effet génétique maternel dans les différents modèles d'estimation des paramètres génétiques a un impact important sur la valeur estimée de l'héritabilité directe.

Ainsi, le choix du modèle d'analyse est décisif pour une bonne estimation des paramètres génétiques. Il paraît donc essentiel de considérer, dans le modèle animal, l'ensemble des effets génétiques susceptibles d'intervenir sur le déterminisme des caractères étudiés. Le modèle animal avec effet génétique maternel et effet environnemental permanent a été utilisé pour l'estimation des paramètres génétiques des races D'man, Barki, Dorper et Timahdite.

Dans la mesure où les stations de recherche ont servi de cadre à plusieurs études, se pose la question de la représentativité des valeurs génétiques estimées à celle des populations locales. Dès lors, l'établissement d'un programme d'amélioration des performances pondérales, basé sur ces valeurs obtenues en station, pourrait ne pas être optimum.

8. CONCLUSIONS

Les ovins représentent une part importante des ressources animales en Afrique. La synthèse bibliographique présente les valeurs des paramètres génétiques des caractères de croissance de races ovines élevées dans différentes zones géographiques du continent africain. Elle renseigne aussi sur la structure des données utilisées pour leur estimation. L'étendue des valeurs des paramètres génétiques pour les différents caractères de croissance témoigne de

la disparité entre le niveau génétique des différentes races considérées, d'une part et de la sensibilité de ces caractères à la sélection en race pure, d'autre part. Un nombre important d'enregistrements des performances et l'identification du pedigree des animaux sont nécessaires pour une estimation précise des valeurs des paramètres génétiques. Aussi, l'estimation ne peut se faire en milieu réel dans beaucoup de pays car les différents systèmes d'élevage rencontrés ne permettent pas de remplir ces exigences. L'estimation des paramètres génétiques est alors effectuée en station de recherche et il n'est pas rare de retrouver deux études, voire davantage, qui se sont servies du même milieu pour leurs estimations. Afin d'aboutir à un schéma de sélection efficace des races ovines élevées en Afrique, des méthodes d'estimation des paramètres génétiques, qui prennent en compte les caractéristiques du milieu réel, devraient être privilégiées.

Bibliographie

- Abegaz E., Negussie E., Duguma G. & Rege J.E.O., 2002. Genetic parameter estimates for growth traits in Horro sheep. *J. Anim. Breed. Genet.*, **119**, 35-45, doi.org/10.1046/j.1439-0388.2002.00309.x
- Adjibode G. et al., 2016. Variability of body morphometric parameters of dwarf sheep of Djallonke breed according to the ecotype (North and South), age and type of birth. *J. Anim. Prod. Adv.*, **6**(10), 999-1007, doi.org/10.5455/japa.19691231040001
- Adote H., Azando E. & Awohouedji Y., 2011. Biodiversité dans les zones d'élevage : les petits ruminants. In : Sinsin B. & Kampann D., eds. *Atlas de la biodiversité d'Afrique de l'Ouest. Tome I. Biota*, 506-517.
- Agbolosu A.A., Ahunu B.K. & Aboagye G.S., 2005. Heritability estimates of growth traits and factors affecting them in Djallonke lambs at the Ejura sheep breeding station. *J. Ghana Sci. Assoc.*, **7**(2), 30-36.
- Akaike H., 1973. Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. In: Petrov B.N. & Csaki F., eds. *Proceedings of the 2nd International symposium on information theory, Akademiai Kiado, Budapest, Hungary*, 267-281.
- Aloulou R. et al., 2002. Genetic parameters of growth traits of D'man sheep in Tunisia. In: *Proceedings of the 7th World congress on genetics applied to livestock production, August 19-23, 2002, Montpellier, France*.
- Bedhiac S. et al., 2000. Importance du choix du modèle d'analyse dans l'estimation des paramètres génétiques de croissance des ovins à viande en Tunisie. In : *7^e Rencontres autour de la Recherche sur les Ruminants, 6-7 décembre 2000, Paris, France*, 169-172.
- Bedhiac-Romdhani S. & Djemali M., 2006. New genetic parameters to exploit genetic variability in low input production systems. *Livest. Sci.*, **99**, 119-123, doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.06.005

- Birteeb P.T., Sunday O.P. & Ozoje M.O., 2014. Analysis of the body structure of Djallonké sheep using a multideterminant approach. *Anim. Genet. Resour.*, **54**, 65-72, doi.org/10.1017/S2078633614000125
- Bosso N.A. et al., 2007. Genetic and phenotypic parameters of body weight in West African Dwarf goat and Djallonké sheep. *Small Ruminant Res.*, **67**, 271-278, doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.11.001
- Boujenane I. & Kerfal M., 1990. Estimates of genetic and phenotypic parameters for growth traits of D'man lambs. *Anim. Prod.*, **51**, 173-178, doi.org/10.1017/S0003356100005274
- Boujenane I. & Mharchi A., 1992. Estimation des paramètres génétiques et phénotypiques des performances de croissance et de viabilité des agneaux de race Béni Guil. *Actes Inst. Agron. Vet.*, **12**(4), 15-22.
- Boujenane I., Ait Bihi N. & Boukallouche A., 1995. Amélioration génétique des ovins au Maroc. In : Gabiña D., éd. *Strategies for sheep and goat breeding*. Zaragoza, Espagne : CIHEAM, 109-119.
- Boujenane I., M'zian S. & Sadik M., 2001. Estimation des paramètres génétiques et phénotypiques de la croissance des ovins de race Sardi. *Actes Ins. Agron. Vet.*, **21**(3), 177-183.
- Boujenane I. & Kansari J., 2002. Estimates of (co)variances due to direct and maternal effects for body weights in Timahdite sheep. *Anim. Sci.*, **74**, 409-414, doi.org/10.1017/S1357729800052553
- Boujenane I., Chikhi A., Ibelbachyr M. & Mouh F.Z., 2015. Estimation of genetic parameters and maternal effects for body weight at different ages in D'man sheep. *Small Ruminant Res.*, **130**, 27-35, doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.07.025
- Boujenane I. & Diallo I.T., 2016. Estimates of genetic parameters and genetic trends for pre-weaning growth traits in Sardi sheep. *Small Ruminant Res.*, **146**(1), 61-68, doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.12.002
- Chalh A., El Gazzah M., Djemali M. & Chalbi N., 2007. Genotypic and phenotypic characterization of the Tunisian Noire de Thibar lambs of their growth traits. *J. Biol. Sci.*, **7**(8), 1347-1353, doi.org/10.3923/jbs.2007.1347.1353
- Cloete S.W.P., Schoeman S.J., Coetzee J. & Morris J.D., 2001. Genetic variances for live weight and fleece traits in Merino, Dohne Merino and South African Meat Merino sheep. *Aust. J. Exp. Agric.*, **41**, 145-153, doi.org/10.1071/EA00030
- Djemali M., Aloulou R. & Ben Sassi M., 1994. Adjustment factors and genetic and phenotypic parameters for growth traits of Barbarine lambs in Tunisia. *Small Ruminant Res.*, **13**, 41-47, doi.org/10.1016/0921-4488(94)90029-9
- Djemali M., Aloulou R. & Ben Sassi M., 1995. Estimation de l'héritabilité des caractères de croissance des agneaux de race Barbarine par trois méthodes : MIVQUE(0), ML et REML. In : Caja G., éd. *L'élevage ovin en zones arides et semi-arides*. Zaragoza, Espagne : CIHEAM, Options méditerranéennes, 6, 101-106.
- Duguma G., Schoeman S.J., Cloete S.W.P. & Jordaan G.F., 2002. Genetic parameter estimates of early growth traits in the Tygerhoek Merino flock. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, **32**(2), doi.org/10.4314/sajas.v32i2.3747
- Ebangi A.L. et al., 2001. Genetic and phenotypic parameters of birth weight traits in Fulbe sheep in Cameroon. *Rev. Élevage Méd. Vét. Pays Trop.*, **54**(2), 147-151.
- El Fadili M., Michaux C., Boulanouar B. & Leroy P.L., 2000a. Environmental and genetic effects on growth in Timahdite and crossbred lambs in Morocco. *Rev. Élevage Méd. Vét. Pays Trop.*, **53**(1), 75-83.
- El Fadili M., Michaux C., Detilleux J. & Leroy P.L., 2000b. Genetic parameters for growth traits of the Moroccan Timahdit breed of sheep. *Small Ruminant Res.*, **37**, 203-208, doi.org/10.1016/S0921-4488(00)00126-7
- El-Awady H.G., 2011. Different animal models for estimating genetic parameters of Barki sheep in Egypt. *J. Am. Sci.*, **7**(9), 882-887.
- El-Wakil S.I., Salwa I. & Elsayed M., 2013. Genetic phenotypic and environmental trends towards improving body weight in Barki sheep. *Egypt. J. Sheep Goats Sci.*, **8**(2), 11-20.
- FAO, 1999. *The global strategy for the management of animal genetic resources: executive brief*. Roma: FAO.
- FAO, 2013. *Caractérisation phénotypique des ressources génétiques animales. Directives FAO sur la production et la santé animales No. II*. Rome : FAO.
- Gbangboche A.B., Abiola F.A., Michaux C. & Leroy P.L., 2005. Paramètres génétiques et non-génétiques des caractères de croissance du mouton Djallonké au Bénin. In : *12^e Rencontres autour des recherches sur les ruminants, 18 décembre 2005, Paris, France*, 297.
- Ghafouri-Kesbi F. & Eskandarinasab M.P., 2008. An evaluation of maternal influences on growth traits: the Zandi sheep breed of Iran as an example. *J. Anim. Feed. Sci.*, **17**, 519-529, doi.org/10.22358/jafs/66679/2008,
- Gizaw S. & Joshi B.K., 2004. Estimates of genetic parameters of growth traits in Menz and Awassi x Menz crossbred sheep in Ethiopia. *Indian J. Anim. Sci.*, **74**(8), 864-867.
- Gizaw S., Lemma S., Komen H. & Van Arendonk J.A.M., 2007. Estimates of genetic parameters and genetic trends for live weight and fleece traits in Menz sheep. *Small Ruminant Res.*, **70**(2-3), 145-153, doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.02.007
- Inyangala B.A.O., Rege J.E.O. & Itulya S., 1992. Growth traits of the Dorper. II. Genetic and phenotypic parameters. In: Rey B., Lebbie S.H.B. & Reynolds L., eds. *Ruminant Research and Development in Africa, Proceedings of the First Biennial Conference of the African Small Ruminant Network, 10-14 December, 1990, ILRAD, Nairobi, Kenya*, 517-526.
- Kariuki C.M., Ilatsia E.D., Kosgey I.S. & Kahi A.K., 2010. Direct and maternal (co)variance components, genetic

- parameters and annual trends for growth traits of Dorper sheep in semi-arid Kenya. *Trop. Anim. Health Prod.*, **42**, 473-481, doi.org/10.1007/s11250-009-9446-0
- Kiriro P.M., 1994. Estimates of genetic and phenotypic parameters for the Dorper, Red Maasai and their crosses. In: Lebbie S.B.H., Rey B. & Irungu E.K., eds. *Small ruminant research and development in Africa, Proceedings of the Second Biennial Conference of the African Small Ruminant Research Network, 7-11 December, 1992, AICC, Arusha, Tanzania*, 229-234.
- Manjely Y., Tchoumboue J. & Njwe R.M., 2003. Phenotypic and genetic parameters of body weights of Blackbelly sheep. *J. Cameroon Acad. Sci.*, **3**(2), 81-86.
- Matebesi P.A., Cloete S.W.P. & Van Wyk J.B., 2009. Genetic parameter estimation of 16-month live weight and objectively measured wool traits in the Tygerhoek Merino flock. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, **39**(1), doi.org/10.4314/sajas.v39i1.43549
- Matika O., Van Wyk J.B., Erasmus G.J. & Baker L.R., 2003. Genetic parameter estimates in Sabi sheep. *Livest. Prod. Sci.*, **79**, 17-28, doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00129-X
- Mohammadi Y., Rashidi A., Mokhtari M.S. & Esmailzadeh A.K., 2010. Quantitative genetic analysis of growth traits and Kleiber ratios in Sanjabi sheep. *Small Ruminant Res.*, **93**, 88-93, doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.05.005
- Monkotan K.R.E., Senou M. & Dahouda M., 2018. Estimates of heritability coefficients for growth traits of Djallonke sheep reared on the state farm of Betecoucou in Benin. *Int. J. Agric. Environ. Biores.*, **3**(6), 1-9.
- Neser F.W.C., Erasmus G.J. & Van Wyk J.B., 2000. Genetic studies on the South African mutton Merino: growth traits. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, **30**, 172-177, doi.org/10.4314/sajas.v30i3.3849
- Neser F.W.C., Erasmus G.J. & Van Wyk J.B., 2001. Genetic parameter estimates for pre-weaning weight traits in Dorper sheep. *Small Ruminant Res.*, **40**, 197-202, doi.org/10.1016/S0921-4488(01)00172-9
- Safari A. & Fogarty N.M., 2003. *Genetic parameters for sheep production traits: estimates from the literature. Technical Bulletin 49*. Orange, Australia: NSW Agriculture, Orange Agricultural Institute.
- Snyman M.A., Erasmus G.J., Van Wyk J.B. & Olivier J.J., 1995. Direct and maternal (co) variance components and heritability estimates for body weight at different ages and fleece traits in Afrino sheep. *Livest. Prod. Sci.*, **44**, 229-235, doi.org/10.1016/0301-6226(95)00071-2
- Snyman M.A., Olivier J.J. & Olivier W.J., 1996. Variance components and genetic parameters for body weight and fleece traits of Merino sheep in an arid environment. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, **26**(1).
- Thiruvenkadan A.K., Panneerselvam S. & Rajendran R., 2009. Non-genetic and genetic factors influencing growth performance in Murrah buffalos. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, **39**, 102-106, doi.org/10.4314/sajas.v39i1.61326
- Van Wyk J.B., Erasmus G.J. & Konstantinov K.V., 1993. Variance component and heritability estimates of early growth traits in the Elsenburg Dorper sheep stud. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, **23**, 72-76.
- Yerou H. et al., 2018. Estimates of genetic parameters for growth traits of local Hamra breed threatened with extinction in southwestern arid rangeland of Algeria. *Biotechnol. Anim. Husb.*, **34**(4), 433-441, doi.org/10.2298/BAH1804433Y.
- Zishiri O.T., Cloete S.W.P., Olivier J.J. & Dzama K., 2013. Genetic parameters for growth, reproduction and fitness traits in the South African Dorper sheep breed. *Small Ruminant Res.*, **112**, 39-48, doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.01.004

(50 réf.)