



Impact du rythme de pesage sur l'évaluation génétique de performances de croissance des chevreaux de la population caprine locale

Impact of the rhythm of weighing on the genetic evaluation of growth performance of kids in the local goat population

Ahlem Atoui^{1*}, María J. Carabaño², Mouldi Abdennebi¹ & Sghaier Najari¹

¹ Laboratoire d'Élevage et de la Faune Sauvage, Institut des Régions Arides, Médenine, Université de Gabès, Tunisie

² INIA, Département d'amélioration génétique animale, Ctra. De La Coruña Km 7.5, 28040 Madrid, Espagne

Article info

Histoire de l'article :
Reçu le 19 Décembre 2021
Accepté le 31 Décembre 2021

Mots Clés : *Amélioration génétique, gains moyens quotidiens, chevreaux locaux, simplification, héritabilité.*

* Auteur correspondant
ahlematoui@gmail.com

Résumé

L'opération la plus importante dans un schéma d'amélioration génétique est le contrôle des performances qui doit être simple, fiable et peu coûteux. L'étude vise à simuler les méthodes alternatives de simplification de l'enregistrement des poids à âge type pour calculer les gains moyens quotidiens (GMQ) des chevreaux locaux et évaluer l'impact de leur utilisation d'un point de vue génétique pour établir la base d'une amélioration future. Un total de 945 chevreaux (531 mâles et 414 femelles), issus de 19 boucs et 285 chèvres, nés entre 1998 et 2014, ont été utilisés dans cette étude. Les paramètres génétiques ont été estimés pour cinq phénotypes : GMQ (1-30), GMQ (30-60), GMQ (60-90), GMQ (90-120), GMQ (120-150). L'âge de la mère à la mise bas, l'année et mois de naissance et le sexe du chevreau ont été inclus en tant que facteurs fixes, dans le modèle mixte. La simplification à une et deux semaines a conduit à des héritabilités directes et maternelles pour les différents gains moyens quotidiens, similaires à celles obtenues par l'enregistrement de croissance standard. Une réduction du nombre de contrôles à une et deux semaines pourrait donc être adoptée.

Article info

Received 19 December 2021
Accepted 31 December 2021

Keywords: *Genetic improvement, average daily gains, local kids, simplification, heritability.*



Copyright©2021 JOASD

* Corresponding author
ahlematoui@gmail.com

Conflict of Interest : The authors declare no conflict of interest

Abstract

The most important operation in genetic improvement scheme is the growth performance, which should be simple, reliable and inexpensive. The study aims to simulate alternative methods of simplifying the weight at particular age recording system in order to calculate the average daily gain (ADG) for local kids and assess the impact of their use for a genetic perspective to establish the basis for future improvement. A total of 945 kids (531 males and 414 females), from 19 bucks and 285 goats, born between 1998 and 2014, were used in this study. The genetic parameters were estimated for five phenotypes: ADG (1-30), ADG (30-60), ADG (60-90), ADG (90-120), ADG (120-150). Dam's age at kidding, the year and month of birth and the sex of kids were included, as fixed factors, in the mixed model. The simplification to one and two weeks led to direct and maternal heritabilities for the different average daily gain, similar to those obtained by the standard growth recording. In conclusion, the results showed that a reduction in the number of controls to one and two weeks could be adopted.

1. INTRODUCTION

L'élevage caprin agropastoral continue à jouer un rôle important grâce à sa mobilité et à la flexibilité de la conduite ambulante pour maximiser le profit des ressources maigres et

irrégulières. L'amélioration de la productivité des troupeaux est indispensable pour le regain d'intérêt à ce secteur. Toutefois, l'installation d'un programme de sélection ne doit pas altérer les caractéristiques structurelles de la conduite

pastorale transhumante (Najari, 2005). Les schémas de sélection doivent donc être adaptés aux ressources animales, techniques et environnementales du système pastoral. En effet, ce secteur ne peut pas être conçu dans les normes des élevages fixes et intensifs où les conditions sont favorables à la maîtrise des protocoles de contrôles requis pour les programmes d'amélioration. Ainsi, il est indispensable d'ajuster les méthodologies de sélection et les protocoles de suivi aux modes de la conduite et aux capacités des troupeaux à subir rigoureusement des contrôles périodiques des performances (Atoui et al., 2019). Par ailleurs, les spécificités des ressources génétiques locales et celles des facteurs de production ont largement contrarié la projection des méthodologies classiques de gestion et d'amélioration. Toutefois, la principale cause de l'échec dès la mise en œuvre des plans de gestion des ressources génétiques, techniques et animales, réside dans le coût élevé des opérations d'organisation de la conduite et du suivi des informations de production et des potentialités individuelles. Un tel coût élevé, est difficilement justifiable par les niveaux de productivité du secteur, le niveau de la technicité des organisations d'encadrement et aussi, les ressources des pays en développement. Au coût élevé, s'ajoutent des difficultés organisationnelles et techniques pour assurer un contrôle périodiques rigoureux dans des systèmes peu maîtrisés et dans des régions ayant des infrastructures insuffisantes. L'établissement des méthodologies d'évaluation des reproducteurs et d'estimation des paramètres génétiques offre des outils précieux et indispensables pour l'application des plans de sélection. Toutefois, les résultats ont été élaborés sur un troupeau expérimental qui subit un protocole assez détaillé de contrôle, des phénotypes et des relations généalogiques, et qui est rarement applicable au niveau des élevages de la région (Al-Shorepyet al., 2002). Cependant, le programme d'amélioration génétique à prévoir doit être cohérent avec les données et les informations à collecter sur des troupeaux privés de la région. Le rythme de contrôle ne peut donc pas être aussi rigoureux que celui d'un troupeau de recherche. D'autant plus que les chèvres locales sont souvent élevées dans des troupeaux pastoraux conduits en semi extensifs sur les parcours.

Dans la majorité des cas, l'élevage caprin ne peut pas être adapté à la rigueur d'une conduite qui

respecte l'enregistrement complet des phénotypes. Il faut donc rechercher comment adapter les schémas de sélection au profil de cet élevage (Ben Hamouda, 1981). Le sélectionneur doit identifier la capacité et les limites des différentes méthodologies à mettre en place selon les différents modes de contrôle des performances.

En effet, une méthodologie de sélection puissante peut ne pas être efficace si elle ne permet pas la valorisation des informations disponibles, tel que le mode d'élevage le permet. Pour contourner ces problèmes, la simplification des procédures doit être recherchée pour assurer une meilleure gestion du réservoir génétique animal existant (ICAR, 1998).

Généralement, les mesures de la croissance des chevreaux sont réalisées par des pesées régulières et périodiques qui s'étalent sur toute la vie productive de l'animal. Les données sont ensuite traitées en vue d'obtenir des résultats zootechniques comme les poids aux âges standards et les gains moyens quotidiens (Najari et al., 2002). Elles servent aussi pour l'estimation de la valeur génétique des reproducteurs. Même si le contrôle de performances en ferme est souvent justifié par des intérêts individuels et collectifs que suscitent ses différents résultats, il est devenu un programme lourd et coûteux pour des raisons tenant surtout à la pénibilité des pesés. D'autres difficultés viennent s'additionner pour faire de cette opération une charge difficilement réalisable, surtout au niveau des élevages pastoraux. En effet, la nature de la conduite traditionnelle, le déplacement des troupeaux, la dispersion géographique des élevages, ect constituent de sérieux handicaps pour le contrôle des animaux (Ben Gara et al., 1997). Ainsi, la simplification de cette opération est nécessaire pour pouvoir contrôler un nombre suffisant de troupeaux avec un coût raisonnable. Face à ces coûts qui paraissent à certains égards prohibitifs et surtout à la pénibilité du contrôle, il est indispensable de chercher un compromis entre la qualité de l'estimation des performances types et la faisabilité du contrôle de la croissance. La présente étude consiste à l'identification des impacts des différents rythmes de contrôle des poids individuels, sur les différentes étapes du programme de sélection. La structure de la base de données, et ses variations avec le protocole de suivi des phénotypes des chevreaux sera traitée comme une source de variation de l'exactitude

de l'estimation des performances types utilisées pour l'application des méthodologies BLUP d'estimation des paramètres génétiques.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Zone d'étude

La présente étude se base sur l'analyse des performances individuelles des chevreaux locaux élevés en conditions d'aridité qui constituent la majeure partie du berceau d'élevage caprins du pays. Sur le plan géographique, la région aride de la Tunisie s'étend à partir de la méditerranée jusqu'au grand Erg Oriental. Dans cette zone cadrée par la mer et le désert, tout en passant par les montagnes de Matmata, existe une large gamme de variantes de ressources naturelles affectant l'état des parcours et par la suite, l'élevage de la région (Najari et al., 2007). Cette région est caractérisée par un climat aride, avec une pluviométrie irrégulière et sporadique, inférieure à 200 mm/an en moyenne (Najari et al., 2007). La température moyenne annuelle est de 20,2 °C, avec une moyenne de 13,2 °C en décembre (le mois le plus froid) et de 30,8 °C en juillet (le mois le plus chaud). L'été est normalement la saison la plus chaude et la plus sèche avec une température maximale de 47 °C (Atoui et al., 2019).

2.2. Troupeau caprin expérimental

Le cheptel caprin local constitue une population animale rustique et à large variabilité au niveau de la morphologie (Fig. 1) comme au niveau des performances (Atoui et al., 2019). Cette population regroupe plusieurs types pigmentaires (Najari et al., 2006) à cause de l'intégration de plus d'une race ou groupe génétique dans ses origines, à l'instar de la race Nubienne considérée disparue et diluée dans la population locale. La chèvre locale est un animal de petit format (hauteur 76 cm pour le mâle et 60 cm pour la femelle) avec un poids variable selon les ressources pastorales et les stades physiologiques (Ouni, 2006). Au niveau du système pastoral, le poids des adultes mâles et femelles est de l'ordre de 38 kg et 24 kg respectivement (Najari et al., 2006). Le troupeau expérimental qui a servi pour notre étude a été composé depuis 1998 à partir des plusieurs troupeaux élevés en extensif et répartis dans les régions arides. Ce troupeau a été construit dans le cadre des programmes de recherche à l'Institut des Régions Arides pour aider à la

caractérisation de la population caprine locale. Il s'agit d'un troupeau de chèvres locales collectées à partir de quatre gouvernorats du sud tunisien (Médenine, Tataouine, Gabès et Kébeli). Cette région représente le berceau principal de l'élevage pastoral de la chèvre locale. Le troupeau expérimental est conduit sur un parcours loué ou en station pour des périodes réduites, la conduite est celle dite "traditionnelle". Outre le pâturage, le troupeau reçoit une complémentation en fourrage qui dépend du stade physiologique et de l'état des parcours. La lutte est traditionnellement réalisée durant la période estivale et le chevrotage se déroule entre décembre et janvier. On remarque toute fois certaines mises bas tardives en mars et d'avril. En effet, le saisonnement sexuel de la population locale n'est pas strict. Les chevreaux sont allaités d'abord par leur mère, à l'âge d'un mois ils commencent à consommer de l'aliment solide. Le sevrage n'est effectué qu'avec la séparation des chevreaux en Juin. Certains chevreaux vont servir au remplacement des géniteurs, les autres sont vendus après le sevrage ou peuvent être utilisés pour des recherches sur le rendement à l'abattage et la caractérisation physico-chimique des viandes caprines.



Fig. 1. Troupeau expérimental étudié.

Les animaux ont été accouplés selon un système de reproduction d'une mise bas par an. La lutte commence généralement au mois de Juillet et continue jusqu'au début de Septembre, ce qui correspond aux mises bas en automne. Les femelles sont fécondées pour la première fois

entre 12 et 18 mois d'âge, selon leur saison de naissance. Durant la période de lutte, les boucs ne sont pas lâchés ensemble, et ce afin de contrôler la paternité des chevreaux. Le bouc est changé chaque semaine, la parenté est vérifiée par la date de mise bas. Le nombre de chèvres fécondées par boucs durant la période de lute varie de 5 à 17. La saison de mise bas commence en Octobre et se poursuit jusqu'en Février, avec une concentration en Novembre et Décembre. Les mâles ont été changés périodiquement avec des remplacements de l'intérieur ou de l'extérieur des troupeaux, et ce afin de contrôler les accouplements entre apparentés. Les mâles sont sélectionnés sur la base de leurs poids au sevrage et d'une bonne conformation

2.3. Estimation des variables pondérales individuelles

Afin de conclure sur l'effet du rythme du contrôle de croissance au niveau de la gestion du secteur et sur l'opération d'amélioration génétique, l'étude consiste à la comparaison des performances estimées à partir des différents rythmes de contrôle à celles prélevées aux âges exacts. Pour cela, nous avons appliqué, durant 17 campagnes (de 1998 à 2014), Un protocole lourd de pesées individuelles des chevreaux afin d'aboutir à l'enregistrement de sept types de contrôle de croissance individuelle pour chaque chevreau suivi. Dès la naissance, les chevreaux sont pesés et une fiche est établie pour fixer les dates prévues et exactes correspondantes aux âges 10,30, 60, 90, 120 et 150 jours ; et ce pour chaque chevreau à part. Les poids aux âges indiqués sont prélevés aux dates correspondantes et déjà établies. En outre, les chevreaux sont soumis à un contrôle de poids hebdomadaire ; et ainsi, on peut organiser notre base des données pour pouvoir estimer les performances aux âges types à partir de sept rythmes de contrôles : chaque semaine qui correspond au fichier global, chaque 2 semaines en faisant le saut d'un contrôle, chaque 3 semaines en retenant une colonne sur trois, chaque 4 semaines..., chaque 5 semaines, 6 semaines et 7 semaines. Sur la base des enregistrements de poids des chevreaux locaux individuels, les gains quotidiens moyens ont été calculés en supposant un taux de croissance linéaire entre les poids appropriés. Les caractères étudiés sont : GMQ (1-30), GMQ (30 - 60), GMQ (60- 90), GMQ (90-120) et GMQ (120-150).

2.4. Analyse statistique pour l'évaluation des géniteurs et l'estimation des paramètres génétiques

Les performances individuelles ont subi toutes les étapes d'évaluation génétiques, par les modèles BLUP (Best Linear Unbiased Prediction), et pour l'estimation des paramètres génétiques. Les résultats obtenus à partir des analyses du fichier regroupant les performances observées aux âges exacts, sont considérés comme la référence de jugement des résultats issus des données obtenues par des estimations à partir divers rythmes de contrôles. Il est indispensable, pour l'évaluation de la valeur génétique héritable des chevreaux, de déterminer les sources de variation des performances étudiés qui sont dues à des facteurs non transmissibles. L'étude des sources de variation des performances des animaux a recours à une décomposition de la variance (GLM : Modèle linéaire généralisé) à l'aide du logiciel statistique SPSS.20 pour illustrer la nature statistique de l'action des différents facteurs fixes inclus dans le modèle de base. L'Année et mois de naissance, sexe et l'âge de la mère à la mise bas ont été classés comme des effets fixes. La décomposition de la variance a été suivie par un test de comparaison des moyennes de Student Newman et Keuls (S.N.K, $\alpha=0,05$), afin de comparer les moyennes des modalités de chaque facteur de variation qui illustre un effet au moins significatif ($p<0,05$ ou $p<0,01$).

Dans notre cas, le modèle de décomposition de la variance pour les analyses gains moyens quotidiens est comme suit :

$$Y_{ijkm} = \mu + A_n + M_o + S_k + A_{g_m} + \text{Interactions} + e_{ijkm}$$

Où : Y_{ijkm} : gain de poids des chevreaux (g/j) ; μ : moyenne générale, A_n : effet de l'année de naissance ($i=1998,1999,\dots,2014$), M_o : effet du mois de naissance ($j=$ Novembre, Décembre, Janvier , Février, Mars, Avril), S_k : effet du sexe ($k=$ mâle ou femelle), A_{g_m} : effet de l'âge de la mère ($n= 2,3,\dots,10$) et e_{ijkm} : erreur résiduelle.

Les composantes de la variance des GMQ (gain moyen quotidien) étudiés sont estimés par la méthode « Restricted Maximum Likelihood: REML». Une comparaison des paramètres génétiques des caractères de croissance obtenus avec le protocole simplifié et avec le protocole actuel. En effet, une simplification est jugée valable si les résultats aussi bien phénotypiques que génétiques

obtenus concorderaient avec ceux obtenus avec le protocole conventionnel (actuel).

Le modèle de régression aléatoire (RRM) à effet génétique animal et à effet d'environnement maternel suivant a été utilisé dans ces analyses.

$$Y = X\beta + Z_a a + Z_m m + e$$

Où :

Y = Vecteurs des performances des animaux (des GMQ) ;

B = Vecteurs des effets fixes (interaction Année × mois de naissance, Sexe × Mode de naissance, classe de poids de la mère à la mise bas, Age de la mère à la mises bas) ;

a = Vecteurs des effets génétique additif directs ;

m = Vecteurs des effets maternelles environnementaux ; et

e = Vecteurs des résiduelles.

3. RESULTS ET DISCUSSION

3.1. Estimation des gains moyens quotidiens selon le rythme du contrôle périodique

Le tableau 1 résume les paramètres des distributions des GMQ exacts et ceux estimés à partir des différents types des contrôles. Les GMQ exacts de chevreaux locaux élevés dans des conditions arides sont 85,6 ; 75,2 72,6 ; 50,0 et 39,2g/j respectivement pour le GMQ (1-30), GMQ (30 - 60), GMQ (60- 90), GMQ (90-120) et le GMQ (120-150). Quant aux écarts types, ils restent élevés, ce qui explique la variabilité non négligeable au niveau des caractères de croissance de la population caprine locale. Au fur à mesure que le chevreau avance en âge, son GMQ diminue. Ces résultats traduisent, outre le potentiel génétique relatif à la cinétique de la croissance, l'effet favorable de l'environnement que procure la mère à son produit pendant le premier mois d'allaitement et qui lui permet une croissance correcte durant son premier mois d'âge (GMQ (1-30) = 85,62 g/jours). Une fois le chevreau est confronté aux conditions alimentaires des parcours, sa croissance diminue même en année favorable (GMQ (120-150) = 39,21 g/jours). Le GMQ prédit aux âges standard a été sous-estimé lorsque le contrôle simplifié

Tableau 1. Variation des paramètres des gains moyens quotidiens (GMQ) en fonction du rythme du contrôle (chaque semaine, ou toutes les 2, 3, 4, 5, 6 ou 7 semaines).

Rythme de contrôle*	Paramètres	GMQ (1-30)	GMQ (30-60)	GMQ (60-90)	GMQ (90-120)	GMQ (120-150)
Age exact	Moyenne	85,6	75,2	72,6	50,0	39,2
	Minimum	31,0	42,0	36,7	40,0	35,6
	Maximum	179,1	165,0	156,0	144,6	111,0
	écart-type	37,7	23,4	23,2	24,5	14,2
1 semaine	Moyenne	85,3	74,9	71,4	49,4	39,0
	Minimum	30,4	42,0	36,0	39,1	35,4
	Maximum	176,8	164,	155,8	144,1	110,5
	écart-type	37,7	21,3	23,0	22,8	14,0
2 semaines	Moyenne	83,4	73,0	70,8	49,4	38,7
	Minimum	29,2	40,1	34,5	35,2	34,8
	Maximum	178,0	158,8	154,2	143,1	110,7
	écart-type	33,1	21,3	20,4	22,8	13,8
3 semaines	Moyenne	83,4	72,9	70,4	48,4	38,4
	Minimum	29,7	37,4	34,0	34,5	34,0
	Maximum	175,5	157,8	153,6	142,1	110,0
	écart-type	30,7	21,2	20,0	22,7	13,6
4 Semaines	écart-type	83,3	70,0	69,9	48,4	37,6
	Minimum	28,6	36,4	33,8	33,7	33,6
	Maximum	174,	156,8	152,8	141,7	100,0
	écart-type	29,1	21,2	19,8	21,8	13,5
5 semaines	Moyenne	83,2	69,9	69,1	48,4	37,5
	Minimum	28,5	35,6	33,4	33,6	33,4
	Maximum	173,8	156,0	151,5	141,1	99,9
	écart-type	28,7	20,3	19,3	20,8	13,1
6 semaines	Moyenne	83,1	69,9	69,0	48,1	37,4
	Minimum	28,0	34,7	33,2	32,8	32,9
	Maximum	172,7	155,8	150,6	140,0	98,7
	écart-type	27,8	20,2	19,0	19,8	13,0
7 semaines	Moyenne	82,2	68,8	67,8	48,1	37,1
	Minimum	21,8	33,8	32,8	31,8	31,7
	Maximum	170,6	154,7	150,1	139,1	98,0
	écart-type	26,8	19,3	19,0	18,7	12,9

était pris en compte par rapport aux GMQ pris aux âges standard, bien que la sous-estimation ait été faible. Une sous-estimation, environ 10 % des valeurs observées, a été observée pour le contrôle simplifié de sept semaines pour les GMQ (30-60).

Au niveau des moyennes des GMQ étudiés, la différence maximale entre la moyenne exacte pour le GMQ (90-120) et celle issue du contrôle de sept semaines était d'environ 1,9 g/jours. Le minimum observé pour le GMQ (1-30), estimé à partir du contrôle de cinq semaines était de 21,85g/jours ce qui représente 42% du GMQ calculé à l'âge exact.

structure du modèle varie en fonction du rythme du contrôle, par rapport au modèle établi à partir de l'analyse des performances prélevées aux âges exacts. Aussi bien le nombre total des niveaux significatifs que le degré de signification change avec le rythme du contrôle adopté. Au niveau du GMQ (1-30), le nombre des facteurs à inclure dans le modèle se voit changer lorsque le contrôle de la croissance s'effectue toutes les quatre semaines ou plus. Pour le GMQ (1-30) estimé à partir des contrôles réalisés chaque sept semaines, des facteurs de milieu comme l'année ou le mois de naissance se sont vus à effet non significatif (Tableau 2). Les coefficients

Tableau 2. Analyse de la variance du gain moyen quotidien (GMQ) (1-30 jours) des chevreaux locaux.

Source de variation	GMQ exact	Semaine							
		1	2	3	4	5	6	7	
1-30 jours	Année de naissance	**	**	**	**	NS	NS	NS	*
	Mois de naissance	**	**	**	NS	NS	NS	NS	NS
	Age de la mère	**	**	**	**	*	**	**	**
	Sexe	**	**	**	**	**	**	**	**
	Année × Mois	**	**	**	*	*	*	*	*
	Année × Sexe	**	**	**	**	**	**	**	**
	Mois × Sexe	**	**	**	*	*	*	*	*
	Sexe × Age de la mère	**	**	**	NS	NS	NS	**	**
	R ²	0,83	0,82	0,82	0,76	0,62	0,62	0,59	0,55
30-60 jours	Année de naissance	**	**	**	**	**	NS	NS	NS
	Mois de naissance	*	*	*	NS	*	NS	NS	NS
	Age de la mère	**	**	**	*	**	**	**	**
	Sexe	*	*	*	*	*	**	**	**
	Année × Mois	**	**	**	*	**	*	*	*
	Année × Sexe	**	**	**	*	**	*	NS	NS
	Mois × Sexe	*	*	*	**	*	NS	NS	NS
	Sexe × Age de la mère	**	**	**	*	**	NS	NS	NS
	R ²	0,72	0,76	0,72	0,76	0,62	0,62	0,59	0,55
120-150 jours	Année de naissance	**	**	**	*	*	*	*	*
	Mois de naissance	*	*	*	*	NS	NS	NS	NS
	Age de la mère	*	*	*	*	*	*	*	*
	Sexe	**	**	**	*	*	*	*	*
	Année × Mois	**	**	**	*	*	*	*	*
	Année × Sexe	*	*	*	*	*	*	**	*
	Mois × Sexe	*	*	*	*	*	*	*	*
	Sexe × Age de la mère	*	*	*	**	*	*	**	NS
	R ²	0,87	0,82	0,80	0,71	0,60	0,59	0,59	0,52

* = Significatif (p<0,05); ** = Significatif (p<0,01); NS = Non Significatif (p>0,05); R² = Coefficient de détermination

3.2. Effet de rythme de contrôle sur les résultats de l'analyse de la variance

Les tableaux 2 regroupent les résultats de l'analyse de la variance pour certains gains moyens quotidiens. On remarque que la

de détermination oscillent de 0,55 à 0,83 pour le GMQ (1-30).

3.3. Effet de rythme de contrôle sur les paramètres génétiques des gains moyens quotidiens

Les coefficients d'héritabilité directe (h^2_d) des GMQ correspondants, calculés par le protocole actuel sont représentés dans le tableau 3. La simplification de protocole de croissance des pesées à une et deux semaines a abouti à des h^2_d pour les différents GMQs des chevreaux, similaires à celles obtenus par le protocole des performances actuel. Pour les contrôles de croissance effectués à 3, 4, 5, 6 et 7 semaines, on observe une diminution des valeurs des h^2_d pour tous les caractères (Tableau 3). Les valeurs d' h^2_d obtenues par des rythmes de contrôles prolongés, variant de 0,02 à 0,09.

Le tableau 4 résume les coefficients de corrélation entre les GMQ calculées par les différents protocoles. En effet, pour la majorité des GMQ étudiés, le coefficient de corrélation est d'une valeur inférieure à 0,80 lorsque la durée séparant deux contrôles successifs est égale ou supérieure à 3 semaines.

4. DISCUSSION

4.1. Estimation des gains moyens quotidiens selon le rythme du contrôle périodique

Les GMQ des chevreaux sont relativement faibles. Les GMQ (10-30) et les GMQ (30-60) sont

alimentaires et de son âge. Des GMQ similaires des caprins ont été indiqués chez la plupart des races et des populations locales exploitées dans les milieux difficiles (Sharma et al., 2010). Ces résultats restent faibles par rapport à celles mentionnées par Najari (2005) pour la chèvre locale élevée en intensif et qui a trouvé des valeurs de 110,23 ; 85,74 ; 87,95 ; et 83,17 g/j respectivement pour les GMQ(10-30), GMQ (30-70), GMQ(70-90) et GMQ (N-120).

Un tel gain minime du chevreau correspond à des faibles dépenses et besoins énergétiques, ce qui peut être considéré comme une stratégie d'adaptation vis-à-vis des conditions difficiles de l'environnement. A cet égard, Najari (2005) a souligné une relation étroite entre le faible gain et l'adaptation et il s'agit bien de mécanismes particuliers d'adaptation à l'environnement restrictif et irrégulier. Toutefois, l'adaptation reste le fruit d'un cocktail interactif et indissociable de caractères morpho métriques et physiologiques à déterminisme génétique complexe et dont la résultante permet à l'animal de réduire sa souffrance et satisfaire ses besoins dans ces régions. Une fois que le chevreau est confronté aux conditions alimentaires des parcours, à un âge de 60 jours, sa croissance diminue. Najari (2005), a mentionné que même

Tableau 3 Coefficients d'héritabilité directe (h^2_d) des gains moyens quotidiens (GMQ) estimés avec le protocole actuel ou avec des mesures simplifiées (pesées toutes les 1 à 7 semaines) chez la population caprine locale.

	GMQ exact	Semaine						
		1	2	3	4	5	6	7
GMQ(10-30)	0,14	0,14	0,13	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03
GMQ(30-60)	0,15	0,15	0,12	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03
GMQ(60-90)	0,15	0,15	0,13	0,08	0,06	0,04	0,03	0,02
GMQ(90-120)	0,16	0,16	0,13	0,08	0,08	0,05	0,04	0,03
GMQ(120-150)	0,17	0,17	0,12	0,09	0,09	0,05	0,05	0,02

Tableau 4 Coefficients des corrélations phénotypiques entre les gains moyens quotidiens (GMQ) estimés par le protocole actuel et simplifié (pesées toutes les 1 à 7 semaines) chez la population caprine locale.

Rythme de contrôle	GMQ 10-30	GMQ 30-60	GMQ 60-90	GMQ 90-120	GMQ 120-150	GMQ 120-150
Semaine						
1	0,91	0,94	0,95	0,96	0,95	0,96
2	0,90	0,93	0,95	0,95	0,93	0,93
3	0,91	0,94	0,95	0,96	0,76	0,77
4	0,74	0,70	0,70	0,74	0,71	0,68
5	0,72	0,76	0,79	0,81	0,68	0,66
6	0,72	0,78	0,72	0,74	0,65	0,66
7	0,73	0,76	0,68	0,72	0,61	0,58

faibles cela correspond à la production de lait de la mère qui elle-même dépend de son

si les chevreaux sont capables de croître après l'âge de 4 ou 5 mois, les conditions alimentaires

et climatiques empêchent l'expression de leurs potentialités qui s'expriment sous une forme asymptotique. Ainsi, la grande variabilité des performances au sein de la population, par rapport à celle des races standardisées, et la grande diversité des conditions de l'élevage des zones arides peuvent expliquer les différences considérables entre les estimations issues de différentes études sur les mêmes ressources génétiques.

Le poids léger et le petit format, ainsi que les croissances journalières faibles, confèrent des besoins alimentaires réduits ce qui favorise l'achèvement du poids asymptotique que la maturité et l'entrée en reproduction dès jeune âge en dépit des conditions difficiles. Il s'agit donc d'une stratégie d'adaptation de la population caprine locale vis-à-vis des conditions de l'environnement (des attitudes biologiques similaires sont connues même chez les végétaux adaptés à l'aride). La rusticité s'exprime par la capacité de survie et la possibilité de renouvellement du groupe animal pour garantir sa continuité génétique ; ce qui ne peut être favorisé que par des animaux de petite taille et des besoins réduits eu égard les ressources disponibles.

En effet, les impacts de l'environnement aride restrictif et irrégulier, sont de nature quantitative et qualitative par l'action combinée sur les niveaux de production et sur la possibilité d'expression des génotypes les plus performants. Par ailleurs, les animaux sont constamment sollicités de manifester, non seulement les gènes de production, mais aussi leurs potentialités de contrôler les stress du milieu. Par conséquent, les phénotypes observés n'illustrent pas, outre l'effet du milieu, l'expression des gènes responsables de la production comme c'est le cas des élevages intensifs, mais aussi l'action des allèles de contrôle des stress dont le mécanisme d'action reste mal compris et non quantifiable. Entre autres, la nature de l'action du milieu, tel que l'année ou la saison, est souvent considérée fixe alors qu'elle est en réalité peu répétable dans l'environnement aride.

Dans ces milieux difficiles, où les aléas climatiques sont importants, l'atout principal pour la survie et la production d'une population animale est la rusticité (Najari, 2005). Les caractères de rusticité s'expriment essentiellement chez les animaux adultes et en particulier quand le milieu est contraignant,

sachant que les mères assurent à la fois la production et la protection des jeunes. Ces qualités d'adaptation des animaux aux conditions de milieu ne sont pas souvent prises en compte de façon explicite dans les schémas de sélection.

Les coefficients de variation du tableau 1, montrent que le rapport entre l'écart type et la moyenne ont eu des valeurs qui ne varient que légèrement avec le rythme de contrôle. Toutefois, la tendance générale est que plus les pesées successives sont écartées, plus le coefficient de variation est réduit, et ce pour tous les gains moyens étudiés.

La génétique quantitative est axée sur l'analyse des variables phénotypiques observées et qui suivent une distribution normale (Gaussienne). Les méthodes de sélection et d'évaluation des reproducteurs sont toutes des régressions pour prédire les valeurs héréditaires des géniteurs et les différents indices de sélection et le BLUP consistent à des comparaisons des performances de l'animal par rapport à la moyenne des groupes contemporaines, et les pondérations se basent sur des déviations standards. D'où l'importance de la nature de la distribution des performances observées pour l'élaboration des méthodologies de sélection.

4.2. Effet de rythme de contrôle sur les résultats de l'analyse de la variance

Les résultats antérieurs ont montré que le soulagement du rythme de contrôle n'affecte pas profondément les estimations globales des performances utilisées par l'éleveur ou le développeur. Au contraire, l'espacement des contrôles pourrait générer des gains certains à travers l'économie des moyens à déployer. Bien qu'il serait plus concluant d'apporter une évaluation génétique complète des animaux pour détecter l'effet du rythme de contrôle sur l'opération de sélection et le progrès génétique, cette opération reste limitée par la réduction du nombre des chevreaux suivis et qui ne garantit pas une opération d'évaluation fiable. Toutefois, l'impact du rythme du contrôle peut être analysé sur certaines étapes de l'évaluation, surtout au niveau de l'établissement du modèle de prédiction des valeurs génétiques.

Une analyse de la variance est généralement suffisante pour déterminer l'ensemble des facteurs du milieu et leurs interactions, qui doivent être inclus dans le modèle mixte

d'évaluation et d'estimation des paramètres génétiques. Les changements de la structure des modèles deviennent radicalement affectés lorsque les contrôles s'étalent sur des durées très longues. En effet, à partir du rythme de 4 semaines, peu de variations sont observées sur la liste des facteurs à inclure dans les modèles mixtes BLUP. A partir de l'âge de deux mois, le modèle de correction des facteurs du milieu de production se voit peu affecté par le rythme de contrôle de la croissance, ce n'est pas conforme avec le tableau 2 pour le GMQ (30-60). Ces résultats montrent que l'application la plus exacte des méthodologies de sélection nécessite une bonne précision lors de l'estimation des phénotypes, surtout pour les croissances à âge précoce (Ben Gara et al., 1997). Toutefois, des rythmes de contrôles de très courtes durées ne peuvent être préconisés que pour des troupeaux réduits et bien conduits, à l'instar des noyaux de sélection. Le tableau 2 résume les résultats de l'analyse de la variance pour les gains moyens quotidien exact et celles obtenus avec les contrôles simplifiés lors de l'analyse de GMQ (1-30) ou GMQ (30-60), respectivement. On note que l'importance des effets environnementaux sur le GMQ varie selon le rythme de contrôle, par rapport au modèle établi à partir de l'analyse des GMQ exacts. Le nombre total de niveaux significatifs et le degré de signification changent avec le type du contrôle. Les différences dans la distribution et la quantité d'informations entre les niveaux d'effets, les changements pour les différents contrôles d'enregistrement et cela semble affecter l'importance des effets. En effet, seuls les contrôles hebdomadaires ou bihebdomadaires ont donné la même signification que les GMQ exacts à la fois pour GMQ (1-30) ou GMQ (30-60).

Des schémas plus espacés ont réduit considérablement le coefficient de détermination R^2 de valeurs de 0,80 pour le gain moyen (1-30) exact, un et deux enregistrements hebdomadaires à 0,55 pour l'enregistrement toutes les sept semaines. Les facteurs les plus touchés étaient l'année et le mois de naissance et leurs interactions. Le sexe du chevreau et l'âge de la mère étaient les seuls effets présentant une signification élevée ($p < 0.01$) pour tous les schémas, probablement en raison de l'effet important du sexe sur son gain. La signification avait tendance à être plus faible pour GMQ (30-60) par rapport à GMQ (1-30), probablement en raison de la plus petite quantité de données disponibles à des stades ultérieurs. Ces résultats

montrent que l'application la plus précise des méthodes de sélection nécessite une bonne précision dans l'estimation des phénotypes, en particulier pour la croissance précoce. Cependant, des rythmes de contrôle de très courte durée ne peuvent être recommandés pour les petits troupeaux.

4.3. Effet de rythme de contrôle sur les paramètres génétiques des gains moyens quotidiens

Les estimations de h^2_d des différents GMQ exacts se situent dans la gamme des valeurs obtenues par (Sharma et al., 2010 ; Bedhiat et Djemali, 1998 ; Bedhiat et al., 2001). Cependant, elles sont inférieures à celles trouvées par Gerstmayr (1988) chez les chèvres Beetal qui a mentionné une valeur de 0,21 pour le gain moyen quotidien de la naissance jusqu'à 30 jours d'âge). Sharma et al., (2010) ont rapporté une faible estimation de h^2_d de 0,10 pour les GMQ post sevrage. Gowane et al., (2011) ont rapporté des valeurs de h^2_d faibles (0,04) pour les GMQ à six mois chez la chèvre Sirohi, tandis que Mohammadi et al., (2012) ont rapporté que le h^2_d de GMQ (90-180) est de 0,08 chez la chèvre Cashmere. Les faibles estimations de h^2_d peuvent être attribuées à la pauvreté des pâturages sur lesquels le troupeau est maintenu, ce qui entraîne une variance environnementale élevée. Les GMQ des chevreaux locaux sont classés comme des caractères faiblement héréditaires, donc les performances des animaux seront moins utiles dans l'identification des animaux avec une valeur génétique élevée, et ainsi, un faible progrès génétique sera attendu dans le cas des programmes de sélection phénotypiques sur la croissance moyenne intermédiaire. La simplification de contrôle de croissance à une et deux semaines a abouti à des estimations des hérédibilités directes pour les différents caractères de croissance des chevreaux locaux, similaires à celles obtenues par le contrôle de croissance standard. Pour les enregistrements de poids effectués à 3, 4, 5 et 7 semaines, il y a une diminution de l'hérédibilité directe pour tous les caractères étudiés.

Les valeurs de h^2_d obtenues par des rythmes de contrôles très espacés (4,5, 6 et 7 semaines), variant de 0,01 à 0,09, ne sont ni raisonnables ni explicables, et elles peuvent conduire à l'échec des travaux de caractérisation et d'amélioration de cette population. Ces résultats doivent être pris en compte pour l'élaboration des protocoles d'estimation des paramètres génétiques vue

leurs importances pour la conception des schémas de sélection et la mise au point des plans d'amélioration génétique à grande échelle. En outre, Les estimations d'héritabilité indiquent que la sélection pour les composants directs des GMQ, est possible chez cette population. Cependant, les composants directs doivent être évalués après le sevrage pour une sélection plus efficace. Néanmoins, il est recommandé d'améliorer la conduite du troupeau afin de réduire la variance environnementale et d'augmenter les estimations d'héritabilité. Ainsi, on favorise la sélection des animaux de remplacement en fonction de leur mérite génétique et non pas sur leurs phénotypes quantitatifs observés ou estimés.

En plus des paramètres de la distribution des performances, et qui ont permis de comparer certains aspects de l'exactitude de l'estimation des performances types, l'étude de la corrélation phénotypique permet de conclure sur la correspondance qualitative entre les différents protocoles de contrôles de la croissance. Les valeurs obtenues montrent que les GMQ sont positivement corrélés avec des coefficients variants entre 0,58 et 0,96. Les corrélations génétiques les plus fortes apparaissent avec les GMQ (120-150) pour le rythme de contrôle d'une semaine. Ces résultats sont conformes à ceux rapportés par Singh (1997) chez les chèvres Black Bengal et Mourad et Anous (1998) chez les chèvres africaines qui ont mentionné une valeur de 0,95 pour le GMQ (120-150). Mohammadi et al., (2012) ont attribué la corrélation phénotypique négative entre le GMQ (1-30) et le GMQ (120-150) aux besoins alimentaires, car les animaux plus lourds ont plus de besoins que ceux des plus légers pour maintenir leurs masses corporelles et augmenter leurs poids. Les résultats des corrélations phénotypiques positives obtenus suggèrent que l'amélioration de l'un de ces caractères s'accompagne d'une amélioration génétique de l'autre.

5. CONCLUSION

L'alternative de simplification des pesées présentée dans cette étude a permis de conclure qu'une réduction de nombre de passages de 1 et 2 semaines s'avère envisageable sans affecter la fiabilité des résultats, aussi bien sur le plan phénotypique (calcul des GMQ) que sur le plan génétique (paramètres génétiques). Ainsi, cette alternative de simplification des pesées

permettra d'alléger les coûts de cette opération (réduire les frais de contrôle des performances caprins) et aussi, elle soulage les taches des techniciens, et diminue la perturbation des animaux et des éleveurs pour élargir la base de sélection. Cette conscience conduit à raisonner différemment le mode de suivi périodique des animaux selon leurs utilisations ultérieures. Au sein des troupeaux de petite taille, comme c'est le cas des noyaux de sélection, on peut imposer des rythmes rapides pour identifier les modèles mixtes qui estiment les paramètres génétiques les plus exacts. Alors que pour les troupeaux pastoraux, il faut se satisfaire de protocoles réalistes et envisageables, et concevoir les approches les plus appropriées pour la valorisation de l'information obtenue.

REFERENCES

- Al-Shorepy, S.A., Alhadranu, G.A., Abdul Wahab, K. (2002). Genetic and phenotypic parameters for early growth traits in Emirati goat. *Small Ruminant Research*, 45, 217-223.
- Atoui, A., Carabaño M.J., Diaz, C., Najari S. (2019). Genetic analysis of live weight of local kids to promote genetic evaluations in the arid areas of Tunisia. *Trop. Anim. HealthProd.*, 1 (10): 1-14.
- Bedhief, S., Djemali, M. (1998). Evaluation génétique des ovins viande par le modèle animal. *Annales de l'INAT*. P13.
- Bedhief, S., Bouix, J., Clement, V., Bibé, B., François, D. (2001). 7ème Rencontres Recherches Ruminants (3R), Paris. France.
- Ben Gara, A., Rouissi, H., Jurado, J.J., Bodin, L., Gabiña, D., Boujenane, I., Mavrogenis, A.P., Djemali, M., Serradilla, J.M. (1997). Étude de la simplification du protocole de pesées chez les ovins à viande. *Cahier Options Méditerranéenne*. Série A, 33, 11-34.
- Ben Hamouda, M. (1981). Effet des facteurs du milieu sur la croissance des races ovines à viandes exploitées en Tunisie : correction pour la sélection. Mémoire de fin d'études du cycle de spécialisation, I.N.A.T.
- Gowane, G.R., Chopra, A., Prakash, V., Arora, A.L. (2011). Estimates of (co)variance components and genetic parameters for growth traits in Sirohi goat. *Tropical Animal Health Production*, 43: 189-198.
- ICAR. (1998). International won animal recording for smallholders in developing countries recommendations and summaries. Anand, India, ICAR Tech. Series N°1. Editors; K. R., Trivedi.

- Mourad, M., Anous, M.R. (1998). Estimates of genetic and phenotypic parameters of some growth traits in Common African and Alpine crossbred goats. *Small Ruminant Research*, 27: 197 – 202.
- Mohammadi, H., Moradi, S.M., Moradi, S.H. (2012). Genetic parameter estimates for growth traits and prolificacy in Raeini Cashmere goats. *Tropical Animal Health Production*, 44 :1213-1220.
- Najari, S., Ben hammouda, M., Khaldi, G. (2002). Expression of the kid's genotypes in arid regions conditions, in J. M. Elsen et V. Ducroq, 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 2002, Montpellier: France, 33: 401-404.
- Najari, S. (2005). Caractérisation zootechnique et génétique d'une population caprine. Cas de la population caprine locale des régions arides tunisiennes. Thèse de doctorat d'Etat. Institut National Agronomique, Tunisie, 214 p.
- Najari, S., Gaddour, A., Abdennebi, M., Ben Hamouda, M, Khaldi G. (2006). Caractérisation morphologique de la population caprine locale des régions arides tunisiennes. *Revue des Régions Arides*, 17, 23-41.
- Najari, S., Gaddour, A., Ouni, M., Abdennabi, M., Ben Hamouda, M., (2007). Non genetic factors affecting local kids' growth curve under pastoral mode in Tunisian arid region. *Journal of Biological Sciences*, 7, 1005-1016.
- Ouni, M., (2006). Caractérisation morphométrique du groupe génétique caprin dans les régions arides Tunisiennes. Mastère en génétique et bio ressources. Faculté des Sciences de Tunis, 98 p.
- Singh, D.K. (1997). Genetic studies on post-weaning body weights of Black Bengal and its half breeds with Jamunapari and Beetal goats. *Journal of Indian Animal Science*, 67:1015-1017.
- Sharma, M.C., Pathodiya, O.P., Tailor, S.P. (2010). Growth performance of Sirohi kids under farmer's flock. *Indian Journal of Small Ruminants*, 16: 127-130.