

Amélioration génétique caprine à Lubumbashi (RDC): 2. Analyse de la croissance pré et post-sevrage de chevreaux locaux

H K Kalenga, S Vandenput¹, N Antoine-Moussiaux², J C K Kashala, N Moula², F Farnir² et P Leroy²

Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Lubumbashi, B.P. 1825 Lubumbashi, République Démocratique du Congo

¹ *Bibliothèque des Sciences de la Vie, Université de Liège, Quartier Hôpital, Avenue de l'Hôpital 13, Bâtiment B35, 4000 Liège 1, Belgique*

² *Département des productions animales, Faculté de Médecine vétérinaire, Université de Liège, Quartier Vallée 2, Avenue de Cureghem 6, Bâtiment B43a, 4000 Liège, Belgique*
pascal.leroy@ulg.ac.be et kalenga.hort@gmail.com

Résumé

La croissance pré et post-sevrage de chevreaux locaux dans 2 fermes des environs de Lubumbashi, Katanga, en RDC. a été étudiée. Avant le sevrage à 90 jours, sur 116 naissances pour 83 mise bas, 62,7 % de portées étaient simples, 34,9% doubles et 2,40% triples, la prolificité moyenne a été de 1,42 avec 1,49 en saison des pluies et 1,34 en saison sèche. Le taux moyen de mortalité pré-sevrage était de 14,65% avec 23,40% pour les naissances multiples et 3,90% pour les simples. Le poids moyen était de 1,75±0,46 kg (n=245) à la naissance et de 7,14±2,04 kg (n = 228) au sevrage. Le gain moyen quotidien (GMQ) en g/jour était d'environ 83,49±36,27 entre 0 et 30 jours et 46,96±25,79 entre 31 et 90 jours.

Pendant le post-sevrage (n=218), le poids vif moyen à 180 jours (6 mois) a varié suivant le sexe, la taille de la portée et la saison; Les moyennes des moindres carrés allaient de 8,20 ±0,28 à 8,22±0,25 et 8,68±0,25 à 9,46 ±0,25 kg respectivement pour les chevreaux femelles et mâles. A 270 jours (9 mois) le poids vif moyen était respectivement de 10,29 ±0,26 et 11,08 ±0,25 kg pour femelles et mâles. Le GMQ variait respectivement de 23,73±2,62 à 36,53±2,57 g/j entre 3 et 6 mois; 17,93 ± 4,45 à 26,26 ± 3,92g entre 6 et 9 mois; il variait surtout suivant la saison et le poids vif au sevrage (entre 6 et 9 mois).

La sélection serait ainsi la plus efficace à 30-90 jours puis 6-9 mois chez les mâles et à 3 mois puis 6-9 mois chez les femelles.

Mots-clés: caprin, chèvre locale, gain moyen quotidien, pré-sevrage, post-sevrage, poids vif, sélection, République Démocratique du Congo

Goat breeding in Lubumbashi (DRC): 2. Local kids pre and post weaning growth analysis

Abstract

A study was conducted on pre and post-weaning growth of local kids in two farms near Lubumbashi, Katanga, DRC. Before weaning at 90 days, on 116 births recorded for 83 farrowing, 62.7% of litters were simple, 34.9% double and 2.40% triple. The average litter size was 1.42 with 1.49 in rainy season and 1.34 in the dry season. The pre-weaning average mortality was 14.65% with 23.40% for multiple births and 3.90% for single. The average weight was 1.75 ± 0.46 kg ($n = 245$) at birth and 7.14 ± 2.04 kg ($n = 228$) at weaning. Average daily gain (ADG) in g / day was about 83.49 ± 36.27 between 0 and 30 days and 46.96 ± 25.79 between 31 and 90 days.

During post-weaning period ($n = 218$), the average live weight at 180 days (6 months) varied according to sex, litter size and season; The least squares mean ranged from 8.20 ± 0.28 to 8.22 ± 0.25 and 8.68 ± 0.25 to 9.46 ± 0.25 kg for the male and female goats. At 270 days (9 months) average live weight was 10.29 ± 0.26 and 11.08 ± 0.25 kg respectively for females and males. ADG ranged respectively from 23.73 ± 2.62 to 36.53 ± 2.57 g / d between 3 and 6 months; $17, 93 \pm 4.45$ to 26.26 ± 3.92 g/d from 6 to 9 months; it varied according to the season and especially the live weight at weaning (6 to 9 months).

The selection would be most effective in 30-90 days and 6-9 months in males and 3 months and 6-9 months in females.

Keywords: *average daily gain, body weight, local goat breeding, pre-weaning and post-weaning, Democratic Republic of Congo*

Introduction

Lubumbashi, deuxième ville en terme démographique de la République Démocratique du Congo avec ses 1 700 000 habitants (France-diplomatie-ministère 2012), n'échappe pas à la croissance démographique et urbaine observée dans les villes de nombreux pays en développement (Agence Française de Développement 2010; Fonds des Nations Unies pour l'enfance 2012). La ville connaît une forte démographie suite à l'exode rural et/ou au déplacement des populations suite aux conflits armés; cela a engendré le chômage. Pour survivre, la population s'engage souvent dans certaines activités génératrices de revenus, comme l'agriculture urbaine.

D'une enquête menée en 2005, il ressort qu'après les volailles, les caprins sont les animaux les plus couramment élevés à Lubumbashi (Kalenga et al 2012). Les élevages caprins sont de type fermier ou familial. Certains fermiers ont introduit du bétail caprin de race Boer importé de l'Afrique du Sud pour améliorer la productivité de leur cheptel du reste très faible.

Les élevages familiaux sont caractérisés par des effectifs réduits, 3 à 12 chèvres de type local par ménage (Kalenga 2008), ainsi que par la divagation et l'absence de soins vétérinaires et de suppléments alimentaires (Kalenga 2008, Lapeyre et al 2011).

Dans les ménages agricoles, l'élevage caprin est une activité secondaire; les chèvres détenues, d'un petit gabarit, jouent plutôt un rôle d'épargne sur pieds ou un rôle socioculturel (dot, frais de scolarité, frais funéraires, ...). Cependant la valeur marchande de la chèvre est souvent sous ou surévaluée.

L'objectif de l'étude est d'évaluer l'évolution pondérale des chevreaux locaux afin de déterminer les moments idéaux pour opérer une sélection de meilleurs reproducteurs afin d'améliorer la productivité de la chèvre locale.

Milieu, matériel et méthodes

Milieu de l'étude

Le territoire urbain de Lubumbashi, capitale de la province du Katanga, est situé dans la zone tropicale sud de la République Démocratique du Congo à 27°10', 27°62' de longitude Est et -11°46', -11°82' de latitude Sud (Ngongo et al 2009), à 1298 mètres d'altitude moyenne. La superficie de ce territoire est de 900 km².

Le climat est de type Cw6, suivant la classification de Köppen, avec environ 6 mois de saison sèche (avril à octobre) et 6 mois de saison des pluies (novembre à mars). La pluviométrie moyenne annuelle est de 1230 mm. La température moyenne annuelle est de 20,3°C, avec des maxima et des minima pouvant atteindre respectivement 31,9°C au mois d'octobre et 8,5°C au mois de juillet (Malaisse 1997).

La végétation est de type soudano-guinéen dont le paysage est principalement dominé par les forêts claires mêlées de bambouseraies et d'importantes savanes à Acacias (Lemba Disu et al 2005).

Animaux

Des chevreaux appartenant à la population locale élevés dans la région de Lubumbashi et de sa proche périphérie (n=116 à la Ferme du Domaine Agropastoral de Bakongolo ou DAB et 129 à la Ferme Nazem) ont fait l'objet de la présente étude. En plus de l'étude de la croissance pré et post sevrage, le suivi de l'élevage des 116 chevreaux nés vivant à la ferme DAB a permis l'évaluation de certains paramètres comme la taille de la portée, le type de naissances, le taux de mortalité pré sevrage. Pour la croissance post sevrage, 99 chevreaux issus des 116 du départ de la Ferme DAB et les 129 de la Ferme Nazem (soit au total 228 chevreaux) ont fait l'objet d'étude. Les données ont été collectées de mars 2009 à juillet 2012. Cette population locale est apparentée à la Chèvre naine d'Afrique de l'Est, mais hétérogène (voir la partie 1: Analyse des mensurations de la population).

Les animaux sont maintenus en permanence sur un parcours de type savane boisée composée essentiellement des espèces végétales telles, *Juberia pennaculata*; *Albizia lebeck*; *Fucus tonijii*; *Milenianu spp.*; *Hyparrhenia spp.*; *Imperata cylindrica*; *Panicum maximum* (herbe de Guinée); *Sporobolus pyramidalis*; *Biden spilosa*; *Setarias phacelata*; *Digitaria spp.*; *Tripsacum laxum* et *Cajanus cajan* (pois d'Angole). Pour compenser la faible valeur alimentaire de l'herbe du pâturage, les animaux reçoivent un supplément de drèche de brasserie à volonté. Tous les animaux ont accès à l'eau et à un complément minéral. Les animaux ont été déparasités au début et à la fin de la saison des pluies.

Méthodes

Les chevreaux ont été pesés immédiatement après leur naissance, à 10 jours, à 1 mois, à 3 mois, à 6 et à 9 mois. La procédure PROC MEANS (SAS, 2001) a été utilisée pour établir les statistiques descriptives du poids aux différents âges retenus et des différents gains moyens quotidiens. L'analyse de la variance par la procédure PROC GLM a permis de mettre en évidence les effets des différentes sources de variation sur les gains moyens quotidiens et de calculer les moyennes des moindres carrés et les erreurs standards. La variation du poids à des âges-types a été analysée par la procédure PROC MIXED de SAS. La structure de covariance utilisée est la structure autorégressive 1 (AR (1)) et la méthode REML (maximum de vraisemblance restreint) a été utilisée pour les estimations.

Résultats

Taille de la portée à la naissance et taux de sevrage

116 naissances de chevreaux nés vivants ont été enregistrées à la Ferme DAB pour 83 mises-bas dont 62,6% de portées simples, 34,9% de portées doubles et 2,41% de portées triples. La prolificité moyenne atteint 1,40 chevreau par mise-bas, 1,49 en saison des pluies et 1,34 en saison sèche. Durant les mois de transition, on enregistre respectivement 1,57 pour le mois d'octobre et 1,06 pour le mois d'avril. Le taux de sevrage était de 85,3%.

Mortalité pré-sevrage

Le taux de mortalité pré-sevrage moyen à la Ferme DAB a atteint 14,65% (n = 116). Il était significativement plus élevé pour les chevreaux issus de naissances multiples (23,40%; n = 64) que pour les naissances simples (3,90%; n = 52) (p<0,05). Ce taux était plus élevé pendant la saison des pluies (17,1%; n=75) que pendant la saison sèche (11,8%; n=41); légèrement élevé aussi chez les chevreaux mâles (15,0%, n=60) que chez les chevreaux femelles (14,28%, n=56).

Performances de croissance des chevreaux

Le travail a porté sur un échantillon de 245 animaux. Les moyennes ont été calculées suivant la disponibilité des données dans les différents milieux de collecte.

La déviation standard, le poids minimal et maximal à la naissance, à 30 jours, à 90 jours, à 180 jours et à 270 jours sont également déterminés.

Tableau 1. Statistiques descriptives du poids (kg) des chevreaux à la naissance, à 30 jours, à 90 jours, à 180 jours et à 270 jours

Variable	N	Moyenne	Déviati on standard	Minimum	Maximum
P0					
Moyenne cheptel	245	1,75	0,46	0,5	2,8
Femelles	119	1,74	0,36	0,6	2,5
Mâles	126	1,75	0,54	0,5	2,8
P10jours					
Moyenne cheptel	111	2,69	0,59	1,4	5
Femelles	54	2,62	0,47	1,6	3,9
Mâles	57	2,77	0,69	1,4	5
P30jours					
Moyenne cheptel	235	4,28	1,04	1,8	8,9
Femelles	113	4,2	0,96	2	6,1
Mâles	122	4,34	1,12	1,8	8,9
P90jours					
Moyenne cheptel	228	7,14	2,04	3,2	12,3
Femelles	111	6,82	2,05	3,2	10,6
Mâles	117	7,46	1,99	3,7	12,3
P180jours					
Moyenne cheptel	218	10,22	2,15	4,2	14,4
Femelles	105	9,9	2,18	4,2	14,4
Mâles	113	10,52	2,09	5,3	13,4
P270jours					

Moyenne cheptel	216	13,87	3,47	5,5	19,4
Femelles	104	13,28	2,9	5,5	17,1
Mâles	112	14,41	3,87	6,6	19,4

P0: poids à la naissance, P10jours: poids à 10 jours, P30jours: poids à 30 jours, P90jours: poids à 90 jours, P180jours: poids à 180 jours, P270jours: poids à 270 jours, kg: kilogramme.

Croissance pré-sevrage

Analyse de la variance

Tous les effets fixes (sexe, saison de naissance, taille de la portée, âge) ont une influence significative dans le modèle ainsi que les interactions sexe*taille de portée, saison de naissance*taille de portée, saison de naissance*âge, sexe*âge, au seuil de signification de 5%.

Tableau 2. Test de type III pour effets fixes

Effets fixes	Num	Den	F Value	Pr > F
	DF	DF		
Sexe	1	465	8,48	0,0038
Saison de naissance	1	465	21,0	<,0001
Taille de la portée	1	465	4,90	0,0274
Age	5	465	972	<,0001
Sexe* taille portée	11	465	2,28	0,0101
Saison de naissance* taille portée* âge	11	465	5,06	<,0001
Saison de naissance* âge	5	465	9,51	<,0001
Sexe* âge	5	465	3,90	0,0018

La saison n'a pas eu d'influence sur le poids des chevreaux à la naissance, sauf à 90 jours ($\alpha = 0,05$): les chevreaux simples de saison des pluies ont eu un poids nettement supérieur par rapport aux chevreaux multiples et aux simples et multiples de la saison sèche. L'interaction sexe, taille de portée et âge, n'influence pas significativement le poids des chevreaux à la naissance. La différence devient significative à 30 jours: les mâles simples affichent un poids significativement élevé à celui de leurs congénères; le sexe a influencé donc significativement le poids au sevrage quelle que soit la taille de la portée. Le poids au sevrage a varié selon la taille de la portée et le sexe: les chevreaux simples ont été légèrement plus lourds que les multiples; les mâles plus lourds que les femelles.

Tableau 3. Moyennes des moindres carrés (LSM \pm Erreur standard) du poids à la naissance, à 10, 30 et 90 jours suivant les facteurs de variation

Sources de variation	N 116	Poids à la naissance	N 111	Poids à 10 jours	N 106	Poids à 30 jours	N 99	Poids à 90 jours
Saison naiss.* âge								
SP	41	1,72 \pm 0,16 ^a	38	2,75 \pm 0,16 ^a	35	3,92 \pm 0,17 ^a	33	6,33 \pm 0,17 ^a
SS	75	1,80 \pm 0,16 ^a	73	2,64 \pm 0,16 ^a	71	3,58 \pm 0,17 ^a	66	5,51 \pm 0,17 ^b
Taille de la portée *âge								
Simple	51	1,84 \pm 0,17 ^a	50	2,75 \pm 0,17 ^a	49	3,98 \pm 0,17 ^a	49	6,14 \pm 0,17 ^a
Multiple	65	1,68 \pm 0,15 ^a	61	2,64 \pm 0,16 ^a	57	3,51 \pm 0,16 ^a	50	5,70 \pm 0,17 ^a
Sexe* âge								
F	56	1,78 \pm 0,16 ^a	54	2,61 \pm 0,17 ^a	50	3,62 \pm 0,17 ^a	48	5,40 \pm 0,17 ^a

M	60	1,74 ± 0,16 ^a	57	2,78 ± 0,16 ^a	56	3,88 ± 0,16 ^a	51	6,43 ± 0,17 ^b
Sexe* tailleportée*âge								
F multiple	34	1,74 ± 0,21 ^a	32	2,60 ± 0,22 ^a	28	3,55 ± 0,23 ^a	26	5,20 ± 0,24 ^a
M multiple	31	1,62 ± 0,22 ^a	29	2,67 ± 0,23 ^a	29	3,49 ± 0,23 ^a	24	6,24 ± 0,24 ^b
F simple	22	1,83 ± 0,26 ^a	22	2,64 ± 0,26 ^a	22	3,67 ± 0,26 ^a	22	5,63 ± 0,26 ^a
M simple	29	1,85 ± 0,23 ^a	28	2,86 ± 0,24 ^a	27	4,31 ± 0,24 ^b	27	6,70 ± 0,24 ^b
Saison naiss.*taille portée*âge								
SP multiple	27	1,60 ± 0,20 ^a	24	2,67 ± 0,21 ^a	22	3,56 ± 0,22 ^a	20	5,87 ± 0,23 ^a
SP simple	14	1,83 ± 0,26 ^a	14	2,81 ± 0,26 ^a	13	4,31 ± 0,26 ^b	13	6,82 ± 0,26 ^b
SS multiple	38	1,77 ± 0,23 ^a	37	2,60 ± 0,23 ^a	35	3,49 ± 0,24 ^a	30	5,56 ± 0,25 ^a
SS simple	37	1,85 ± 0,23 ^a	36	2,69 ± 0,24 ^a	36	3,66 ± 0,24 ^{ab}	36	5,51 ± 0,24 ^a

Saison naiss. = saison de naissance; SP = saison de pluies, SS = saison sèche, F = femelle, M = mâle. Les valeurs d'une même colonne se rapportant à une même source de variation et portant des indices différents sont significativement différentes au seuil de $\alpha = 5\%$.

Tableau 4. Valeurs de F-ratio et niveau de signification pour les gains quotidiens moyens suivant les facteurs de variation

Source de variation	Saisnai.	Tailpor.	Sexe	Saisnai.*Tailpor.	Saisnai.*sexe	Tailpor.*sexe	R ²
Ddl	1	1	1	1	1	1	-
GQM 0-10	4,73*	0,05	2,46	1,88	0,01	0,68	0,07
GQM 10-30	4,30*	5,26*	2,06	5,34*	1,54	4,53*	0,15
GQM 30-90	7,46*	0,01	3,91	1,48	0,60	2,10	0,17
GQM 0-90	0,32	0,86	9,89*	0,00	1,72	0,10	0,14

* $p < 0,05$ Saisnai. = saison de naissance; Tailpor. = taille de portée; ddl = degré de liberté; GMQ 0-10 = gain moyen quotidien de la naissance à 10 jours; GMQ 10-30 = gain moyen quotidien de 10 à 30 jours; GMQ 30-90 = gain moyen quotidien de 30 à 90 jours; GMQ 0-90 = gain moyen quotidien de la naissance au sevrage.

La saison de naissance a influencé la croissance des chevreaux: les chevreaux nés en saison des pluies ont affiché une croissance significativement supérieure à ceux nés en saison sèche. L'interaction saison de naissance et taille de la portée n'a pas eu d'influence sur la vitesse de croissance.

Tableau 5. Moyennes des moindres carrés (LSM±Erreur standard) du gain moyen quotidien suivant les sources de variation

Sources de variation	N 116	GMQ 0-10 (g/j)	N 111	GMQ 10-30 (g/j)	N 106	GMQ 30-90(g/j)	N 99	GMQ de la naissance au sevrage (g/j)
Saison de naissance								

SP	41	101 ± 7,24 ^a	38	65,18 ± 6,03 ^a	35	23,67 ± 3,75 ^a	33	42,18 ± 2,75 ^a
SS	75	80,61 ± 6,37 ^b	73	48,51 ± 5,32 ^b	71	37,29 ± 3,29 ^b	66	44,26 ± 2,42 ^a
Taille de la portée								
Simple	51	92,22 ± 7,27 ^a	50	65,96 ± 5,98 ^a	49	30,23 ± 3,59 ^a	49	44,90 ± 2,64 ^a
Multiple	65	89,98 ± 6,54 ^a	61	47,73 ± 5,30 ^b	57	30,73 ± 3,41 ^a	50	41,54 ± 2,51 ^a
Sexe								
F	56	83,61 ± 6,73 ^a	54	51,16 ± 5,64 ^a	50	25,61 ± 3,45 ^a	48	37,53 ± 2,53 ^a
M	60	98,58 ± 6,84 ^a	57	62,53 ± 5,64 ^a	56	35,35 ± 3,56 ^a	51	48,91 ± 2,62 ^b
Saisnai.*tailpor.								
SP multiple	27	93,86 ± 8,80 ^{ab}	24	46,77 ± 7,29 ^a	22	26,94 ± 4,76 ^b	20	40,40 ± 3,50 ^a
SP Simple	14	109 ± 11,4 ^b	14	83,56 ± 9,58 ^b	13	20,39 ± 5,74 ^b	13	43,97 ± 4,22 ^a
SS multiple	38	86,1 ± 9,00 ^{ab}	37	48,69 ± 7,73 ^a	35	34,51 ± 4,92 ^{ab}	30	42,69 ± 3,61 ^a
SS Simple	37	75,12 ± 8,99 ^a	36	48,32 ± 7,25 ^a	36	40,07 ± 4,35 ^a	36	45,83 ± 3,20 ^a
Saisnai.*sexe								
SP F	24	93,72 ± 9,46 ^{ab}	23	54,55 ± 7,83 ^{ab}	21	16,88 ± 4,76 ^a	21	34,09 ± 3,5 ^a
SP M	17	109 ± 10,7 ^a	15	75,82 ± 9,03 ^a	14	30,46 ± 5,74 ^{abc}	12	50,28 ± 4,22 ^b
SS F	32	73,50 ± 9,53 ^b	31	47,77 ± 8,15 ^b	29	34,35 ± 5,01 ^b	27	40,97 ± 3,70 ^{a,b,c}
SS M	43	87,72 ± 8,47 ^{ab}	42	49,24 ± 6,83 ^b	42	40,24 ± 4,25 ^{b,c}	39	47,54 ± 3,13 ^{b,c}
Tailpor.*sexe								
Multiple F	34	86,44 ± 8,62 ^a	32	50,54 ± 7,62 ^a	28	22,27 ± 4,76 ^a	26	35,29 ± 3,50 ^a
Multiple M	31	93,52 ± 9,18 ^a	29	44,93 ± 7,40 ^a	29	39,18 ± 4,92 ^b	24	47,8 ± 3,61 ^b
Simple F	22	80,79 ± 10,3 ^a	22	51,78 ± 8,36 ^a	22	28,95 ± 5,01 ^b	22	39,78 ± 3,68 ^{a,b,c}
Simple M	29	103 ± 10,0 ^a	28	80,14 ± 8,45 ^b	27	31,52 ± 5,08 ^b	27	50,03 ± 3,73 ^{c,b}

Tailpor. = taille de la portée; *saisnai.* = saison de naissance; *SP* = saison de pluies; *SS* = saison sèche; *F* = femelle; *M* = mâle; *GMQ 0-10* = gain moyen quotidien de la naissance à 10 jours; *GMQ 10-30* = gain moyen quotidien de 10 à 30 jours; *GMQ 30-90* = gain moyen quotidien de 30 à 90 jours; *GMQ 0-90* = gain moyen quotidien de la naissance au sevrage.

En ce qui concerne l'interaction saison de naissance*sexe, les femelles nées en saison sèche ont eu un GMQ 0-10 et 10-30 significativement inférieur aux mâles nés en saison des pluies. Ensuite, ce sont les femelles nées en saison des pluies qui ont eu une vitesse de croissance (GMQ 30-90) significativement lente par rapport aux chevreaux nés en saison sèche.

Influence du poids à la naissance et de l'interaction sexe*poids à la naissance sur les GMQ 0-

30, GMQ 30-90

La procédure GLM révèle que le poids à la naissance influence significativement le GMQ 0-30 ($p < 0,0001$), mais n'explique qu'environ 10% de la variation du GMQ ($R^2 = 0,09$). Ces résultats montrent que pour chaque kg supplémentaire de poids à la naissance, les chevreaux perdent $24,45 \pm 4,99$ g de gain moyen quotidien. Le GMQ moyen pour cette période est de $83,49$ g/j. Le poids à la naissance ainsi que l'interaction sexe*poids à la naissance n'ont pas influencé significativement le GMQ 30-90 jours ($p > 0,05$).

Corrélation entre la taille de la portée et le poids à âge-type

Toutes les corrélations phénotypiques entre la taille de la portée et le poids aux différents âges de la naissance au sevrage ont été négatives et ont varié de $-0,0995$ (taille de la portée et le poids à 90 jours) à $-0,2767$ (poids à 30 jours et la taille de la portée). La corrélation phénotypique entre la taille de la portée et le poids à la naissance a été de $-0,1640$, tandis qu'elle a été de $-0,1738$ entre la taille de la portée et le poids à 10 jours.

Croissance post-sevrage

Les résultats obtenus par l'application du modèle mixte repris dans le tableau 6 font suite à ceux obtenus pour la période pré-sevrage.

Tableau 6. Moyennes des moindres carrés (LSM \pm Erreur standard) du poids à 180 et 270 jours suivant les facteurs de variation

Sources de variation	n = 88	Poids à 180 jours	N=86	Poids à 270 jours
Saison de naissance				
SP	31	$9,29 \pm 1,52^a$	31	$11,53 \pm 1,60^a$
SS	57	$8,21 \pm 1,74^b$	55	$10,14 \pm 2,12^b$
Taille de portée				
Simple	43	$8,69 \pm 1,94^a$	43	$10,73 \pm 2,43^a$
Multiple	45	$8,51 \pm 1,50^a$	43	$10,55 \pm 1,62^a$
Sexe				
F	41	$8,28 \pm 1,59^a$	40	$10,59 \pm 1,83^a$
M	47	$8,89 \pm 1,82^a$	46	$10,68 \pm 2,26^a$
Sexe*taille de portée				
F multiple	23	$8,22 \pm 0,25^a$	22	$10,2 \pm 0,26^a$
M multiple	22	$8,68 \pm 0,25^a$	21	$10,5 \pm 0,26^a$
F simple	18	$8,20 \pm 0,28^a$	18	$10,6 \pm 0,28^{a,b}$
M simple	25	$9,46 \pm 0,25^b$	25	$11,0 \pm 0,25^b$
Saison de naissance*taille portée				
SP multiple	20	$9,16 \pm 0,25^a$	20	$11,3 \pm 0,25^a$
SP simple	11	$9,63 \pm 0,30^a$	11	$11,4 \pm 0,30^a$
SS multiple	25	$7,74 \pm 0,26^b$	23	$9,53 \pm 0,27^b$
SS simple	32	$8,02 \pm 0,24^b$	32	$10,2 \pm 0,24^c$

SP = saison des pluies, SS = saison sèche, F = femelle, M = mâle. Les valeurs d'une même colonne se rapportant à une même source de variation et portant des indices différents sont significativement différentes au seuil de $\alpha = 5\%$.

L'interaction sexe*taille de la portée révèle que les mâles nés simples ont eu un poids significativement élevé ($p < 0,05$) par rapport aux femelles nées simples et aux chevreaux issus des

portées multiples à l'âge de 6 mois, sauf à 9 mois. En se basant sur l'interaction saison de naissance*taille de la portée, il ressort qu'à 6 mois d'âge, les chevreaux nés pendant la saison des pluies ont pesé plus que ceux nés en saison sèche ($p < 0,05$). A 9 mois, la différence est toujours significative, sauf que les chevreaux nés simples en saison sèche ont eu un poids significativement élevé par rapport à ceux issus des portées multiples de la même saison.

La saison de naissance, la taille de la portée, le sexe et les différentes interactions n'ont eu aucune influence significative sur le gain quotidien moyen entre le 6^e et le 9^e mois. Par contre, la saison de naissance*taille de la portée a influencé significativement le gain quotidien moyen entre le 3^e et le 6^e mois ($p < 0,05$) (Tableaux 7 et 8). Les chevreaux nés la saison des pluies ont eu une croissance rapide comparativement à leurs congénères nés la saison sèche. Enfin, l'interaction taille de la portée*sexe n'a exercé aucune influence significative sur la vitesse de croissance des chevreaux après le sevrage.

Tableau 7. Valeurs de F-ratio et niveau de signification des facteurs d'influence sur le gain quotidien moyen

Source de variation	Saison de naissance	Taille de portée	Sexe	Saisnai.*Tailpor	Saisnai.*Sexe	Tailpor.*sexe	R ²
Ddl	1	1	1	1	1	1	-
GQM 3-6	13,0**	0,05	0,01	1,34	0,05	4,45*	0,19
GQM 6-9	0,03	0,00	2,38	0,72	0,30	0,91	0,044

Ddl = degré de liberté; GMQ 3-6 = gain moyen quotidien entre le 3^e et le 6^e mois; GMQ 6-9 = gain moyen quotidien entre le 6^e et le 9^e mois; saisnai. = saison de naissance; tailpor. = taille de la portée.

Tableau 8. Moyennes des moindres carrés (LSM±ET) du gain moyen quotidien suivant les sources de variation

Sources de variation	N 88	GMQ 3-6(g/j)	N 86	GMQ 6-9(g/j)
Saison de naissance				
SP	31	35,2 ± 2,01 ^a	31	22,0 ± 2,98 ^a
SS	57	25,5 ± 1,78 ^b	55	22,7 ± 2,71 ^a
Taille de la portée				
Simple	43	30,5 ± 1,94 ^a	43	22,4 ± 2,88 ^a
Multiple	45	30,1 ± 1,8 ^a	43	22,3 ± 2,78 ^a
Sexe				
F	41	30,5 ± 1,90 ^a	40	25,4 ± 2,86 ^a
M	47	30,2 ± 30,29 ^a	46	19,3 ± 2,80 ^a
Saison de naissance*taille de portée				
SP multiple	20	36,5 ± 2,57 ^a	20	23,7 ± 3,81 ^a
SP Simple	11	34,0 ± 3,08 ^{a,c}	11	20,4 ± 4,56 ^a
SS multiple	25	23,7 ± 2,62 ^b	23	21,0 ± 4,07 ^a
SS Simple	32	27,4 ± 2,39 ^c	32	24,4 ± 3,55 ^a
Saison de naissance*sexe				
SP F	19	35,7 ± 2,64 ^a	19	26,2 ± 3,92 ^a
SP M	12	34,8 ± 3,00 ^a	12	17,9 ± 4,45 ^a
SS F	22	25,4 ± 2,74 ^b	21	24,7 ± 4,17 ^a
SS M	35	25,7 ± 2,27 ^b	34	20,7 ± 3,45 ^a
Taille de portée*sexe				
Multiple F	23	33,0 ± 2,57 ^a	22	23,5 ± 3,92 ^a
Multiple M	22	27,1 ± 2,62 ^a	21	21,2 ± 3,96 ^a
Simple F	18	28,0 ± 2,81 ^a	18	27,4 ± 4,17 ^a
Simple M	25	33,4 ± 2,66 ^a	25	17,4 ± 3,94 ^a

SP = saison des pluies, SS = saison sèche, F = femelle, M = mâles, saïnai = saison de naissance, tailpor = taille de la portée. GMQ 3-6: gain moyen quotidien de 3 à 6 mois; GMQ 6-9: gain moyen quotidien de 6 à 9 mois; g/j: gramme par jour. Les valeurs d'une même colonne se rapportant à une même source de variation et portant des indices différents sont significativement différentes au seuil de $\alpha=5\%$.

Influence du poids au sevrage et de l'interaction sexe*poids au sevrage sur les GMQ 3-6 mois et GMQ 6-9 mois

Le poids au sevrage n'a pas influencé significativement la vitesse de croissance post-sevrage entre 3 et 6 mois ($p>0,05$). Cette influence a été hautement significative entre le 6^e et le 9^e mois ($p<0,0001$; $R^2 = 0,21$). A chaque kg de plus par rapport au poids minimum au sevrage (3,2 kg), les chevreaux ont gagné $4,87 \pm 0,64$ g. Le gain de poids moyen entre 6 et 9 mois a été de 40,36 g/jour. L'interaction sexe*poids au sevrage n'a pas influencé significativement le gain de poids quotidien entre 6 et 9 mois ($p>0,05$).

Estimation des corrélations phénotypiques entre les caractères de croissance: poids à âges types et gains quotidiens moyens

Les corrélations entre le poids à la naissance et les autres caractères de croissance retenus dans cette étude ont toutes été négatives. Les corrélations phénotypiques entre les poids adjacents ont été élevées et positives. Elles ont été croissantes de la naissance à 3 mois et décroissantes de 3 mois à 9 mois. Par contre, elles ont décliné quand l'écart entre les périodes considérées augmentait.

Il existe des corrélations phénotypiques positives et plus ou moins élevées entre le poids à 1 mois (30 jours) et les poids à 3, 6 et 9 mois, tout comme elle est très élevée entre le GMQ 0-30 et le poids à 1 mois. Elle est négative entre le GMQ 3-6 et le poids à 3 mois.

Discussion

Taille de la portée à la naissance et taux de sevrage

La population caprine locale de Lubumbashi a des mises-bas étalées tout au long de l'année. Toutefois, le taux de mises-bas semble légèrement plus élevé en saison sèche qu'en saison des pluies. La prolificité moyenne trouvée dans ce travail se rapproche de celle proposée par Huart (1987) comme moyenne acceptable pour cette chèvre. Elle est identique à celle de la chèvre du Draa (Boujenane et al 2010) et proche de celle trouvée par Mellado et al (2011), soit en moyenne $1,47 \pm 0,55$ chevreaux par portée. Par contre, bien que variant selon les saisons de naissance, elle est de loin inférieure à celle observée par Alexandre et al (1997) chez les chevreaux créoles (2,13 chevreaux/mise-bas).

Le nombre de portées simples est de loin supérieur à celui des portées multiples, avec seulement 2,4% de portées triples. Ces résultats sont semblables à ceux trouvés par Boujenane et al (2010) pour la chèvre du Draa, respectivement 61,7, 36,4 et 1,9 pour les simples, doubles et triples; mais différents de ceux de Turkson et al (2004), 52,3%, 45,4% pour les portées simples et doubles dans leur étude sur les facteurs de risques influant sur la mortalité des chevreaux chez les chèvres naines d'Afrique de l'Ouest placés sous un système de gestion intensive au Ghana. Cela résulte probablement du faible statut de nutrition des mères. Hailu et al (2006) corroborent cette assertion, tandis que Boujenane et al (2010) rapportent que l'intensification du mode d'élevage peut modifier, voire améliorer la taille de la portée. Rashidi et al (2011) ont trouvé 58,2% de portées simples,

41,1% de portées doubles et 0,7% de portées triples sur la chèvre Markhoz de l'Iran. De leur part, Mellado et al (2011) ont estimé lors de leur étude portant sur les relations existant entre le poids à la naissance et la taille de la portée de 5 génotypes caprins différents, que les portées simples étaient plus fréquentes (56,2%), suivies par les portées doubles (41,1%). Ils abordent un autre aspect, expliquant ainsi la faible prolificité, à savoir l'exposition à des fortes températures ambiantes qui diminue la prolificité. Le taux de sevrage observé lors de cette étude (85,4%) concorde avec celui proposé par Huart (1987) comme moyenne acceptable pour la province du Katanga (dont Lubumbashi est la capitale).

Mortalité pré-sevrage

Le taux de mortalité pré-sevrage moyen des chevreaux dans cette étude (14,65%) est proche de celui trouvé par Alexandre et al (1997) dans une étude sur les chevreaux créoles (15,7%). Mais il est de loin inférieur à celui trouvé par Awemu et al (1999) sur les Red Sokoto (38%) et El-Abid et Abu Nikhaila (2009) pour les chevreaux de race nubienne soudanaise, et supérieur au taux de mortalité (10%) de la chèvre Markhoz de l'Iran (Rashidi et al 2011).

D'une manière générale, les chevreaux qui ont un poids inférieur ou égal à 1,5 kg à la naissance présentent un taux de mortalité élevé. Ce résultat est semblable à celui trouvé par Mbayahaga (2000) sur la chèvre de l'Afrique de l'Est et Awemu et al (1999) sur les Red Sokoto. Turkson et al (2004), Hailu et al (2006), El-Abid et Abu Nikhaila (2009) ont trouvé que le taux de survie augmente proportionnellement au poids de naissance et expliquent cela par le fait que les chevreaux à faible poids, en raison de leurs faibles réserves énergétiques, sont plus sensibles aux effets des facteurs environnementaux que ceux qui naissent avec un poids proche ou supérieur à la moyenne. Rashidi et al (2011) ont observé une corrélation environnementale négative entre le poids à la naissance et la mortalité pré-sevrage, et suggèrent que le taux de mortalité des chevreaux pourrait être réduit par l'amélioration des facteurs environnementaux, tels que la qualité et la quantité de la nourriture durant les six dernières semaines de gestation de la mère. Dans cette étude, le taux de chevreaux ayant un poids à la naissance \leq 1,5 kg est de 25%; ce résultat indique que l'amélioration du poids à la naissance peut se faire facilement par sélection vu que trois quart des chevreaux ont un bon poids de naissance ($>1,5$ kg).

Contrairement aux résultats obtenus par Alexandre et al (1997), dans notre étude, les chevreaux issus des portées multiples ont un taux de mortalité élevé. Ces résultats corroborent les affirmations de Hailu et al (2006), selon lesquelles le type de naissance a une influence significative sur la mortalité pré-sevrage des chevreaux. Le faible poids à la naissance, associé à la faible production de lait de la mère (Awemu et al 1999) et à la compétitivité à la mamelle semblent être à la base du taux de mortalité élevé enregistré chez les chevreaux issus de portées multiples (23,4%). En effet, il a été constaté que la majorité des chevreaux des portées multiples qui meurent ont un poids faible par rapport à leurs jumeaux, bien que variant entre 1,4 et 2,2 kg. Par contre, le poids des chevreaux morts issus des portées simples est très faible et varie entre 1 et 1,1 kg. Le faible taux de mortalité observé chez ces derniers (3,90 %) est favorisé par l'absence de compétitivité à la mamelle. Hussain et al (1995) ont abouti à la même conclusion. Une autre raison expliquant le taux de mortalité élevé dans les portées multiples est l'augmentation de la durée de parturition qu'elles peuvent occasionner. Ainsi, Herpin et Le Dividich (1998) affirment que chez les porcelets, lorsque la mise-bas se prolonge, ce qui peut être observé dans les portées nombreuses, le risque d'hypoxie intra-utérine existe, même s'il n'est pas nécessairement mortel et aussi que le statut immunitaire des porcelets est hétérogène. En effet, la teneur en immunoglobulines du colostrum décroît fortement au cours des heures qui suivent la mise bas. Ces assertions sont également valables chez les agneaux comme l'a constaté Thériez (1991) sur les agneaux, et peuvent aussi être en rapport avec cette étude, pour les chevreaux.

Les chevreaux mâles présentent un fort taux de mortalité plus que les femelles, principalement entre le 30^e et le 90^e jour. Ces résultats sont semblables à ceux de Turkson et al (2004) et El-Hassan et al

(2009). Singh (1991), attribue le taux élevé de mortalité des mâles, à l'incapacité des mères de combler leurs besoins élevés en lait. Cette dernière hypothèse semble plausible pour les chevreaux dont il est question dans cette analyse dans la mesure où la plupart des chevreaux mâles qui meurent sont issus de portées multiples et subissent les conséquences de la compétitivité à la mamelle.

La présente étude, comme celle menée par Perez-Razo et al (1998) montre également que la saison de naissance a une influence significative sur la mortalité pré-sevrage. En effet, il a été constaté que les chevreaux nés pendant la saison des pluies meurent beaucoup plus que ceux qui naissent au cours de la saison sèche, particulièrement au mois de janvier pendant qu'il pleut abondamment et où les femelles ne vont au pâturage que quand il arrête de pleuvoir. Les chevreaux qui naissent avec un faible poids à la naissance, au mois de janvier, c'est-à-dire ceux qui n'ont pas suffisamment de réserves corporelles meurent les premiers jours de naissance. Il a été observé également un fort taux de mortalité des chevreaux nés au mois de novembre entre le 10^e et le 30^e jour. Ces mortalités, comme le suggèrent Turkson et al (2004) sont à mettre sur le compte d'une pression des endoparasites. Awemu et al (1999) ont également observés une forte mortalité des chevreaux nés pendant la saison des pluies qu'ils attribuent à la forte incidence des agents pathogènes au cours de cette saison.

Performances de croissance pré-sevrage des chevreaux

Les moyennes des poids à la naissance ($1,75 \pm 0,46$ kg) et au sevrage ($7,14 \pm 2,04$ kg), ont été supérieures à celles observées par Turkson et al (2004) sur la chèvre naine d'Afrique de l'Ouest au Ghana (1,2 kg et 4,2 kg). Le poids au sevrage quant à lui, est proche de celui trouvé par Alexandre et al (1997) sur les chevreaux créoles ($7,75 \pm 1,76$ kg).

Le sexe n'influence pas significativement le poids à la naissance, malgré que les chevreaux mâles affichent un poids moyen légèrement supérieur à celui des femelles. Pralomkarn et al (1991) ont trouvé des résultats similaires. Ceci permet d'affirmer que le sexe n'influence pas nécessairement le poids à la naissance des chevreaux.

La moyenne générale du poids à 30 jours est supérieure à celle trouvée par Oumara (1989) chez la chèvre Rousse de Maradi élevée en station au Niger. Par contre, le poids au sevrage est légèrement inférieur. Les résultats obtenus au Niger sont expliqués par l'amélioration qualitative et quantitative de l'alimentation des caprins ainsi qu'au renforcement des soins vétérinaires suite à la détérioration du pâturage de la station par les bovins.

Bien que les chevreaux nés des portées simples semblent afficher à la naissance un poids supérieur à celui des portées multiples, l'interaction taille de la portée*sexe n'a pas une influence significative. Par contre, cette influence devient significative sur le poids à 30 jours, les chevreaux mâles des portées simples étant plus lourds que ceux issus des portées multiples et les femelles des portées simples. Dans cette étude, le poids moyen à la naissance des jumeaux et des triplés représente respectivement 93,4 et 84,2% du poids moyen des chevreaux simples. Mellado et al (2011) ont trouvé qu'en moyenne le poids des jumeaux, triplés et quadruplés représente respectivement 92%, 87% et 83% du poids moyen des simples. Al-Shorepy et al (2002) ont trouvé chez les chevreaux des Emirats Arabes-Unis, que les mâles étaient plus lourds que les femelles et que les simples l'étaient plus que les multiples. Il en est de même de Mourad et Anous (1998) pour la chèvre africaine commune.

Une étude menée par Gootwine (2005) sur les agneaux révèle que l'utérus possède une capacité limitée pour la gestation. Ainsi, à mesure que la taille de la portée augmente, le poids individuel des agneaux à la naissance diminue du fait de l'interaction entre les fœtus et l'environnement maternel. Cela est également valable pour les caprins (Mellado et al 2011). En effet, Dwyer et al (2005) ont constaté chez les ovins que l'augmentation du nombre de fœtus portés par la mère entraîne une diminution du nombre de cotylédons par fœtus, réduisant ainsi l'apport en nutriments et ralentissant

les échanges métaboliques entre le fœtus et la mère.

Il sied toutefois de signaler que l'incidence du nombre de fœtus sur le poids des chevreaux à la naissance n'est pas aussi grande que chez les agneaux (Mellado et al 2011). Cela se remarque également dans cette étude. Pour Mellado et al (2011), l'absence d'une différence de poids accentuée entre les chevreaux issus des portées simples et ceux issus des portées multiples suggère qu'il n'y a pas une grande influence de la taille de l'utérus et des interférences mutuelles entre les fœtus sur leurs poids respectifs. Gardner et al (2004); Gardner et al (2007), MacLaughlin et al (2005), estiment que chez les moutons, la réduction accentuée du poids de naissance quand la taille de la portée augmente est due à l'incapacité du complexe utérus-placenta de supporter la croissance complète des fœtus. Ce qui est observé chez les caprins semble être proche des constats faits par Boyd (1985) chez un autre mammifère, le lapin sauvage européen, chez qui on enregistre une très faible réduction du poids à la naissance des suites d'une portée multiple.

Selon Osuagwuh et Aire (1990), le mécanisme physiologique limitant une réduction sévère du poids de naissance dans les portées multiples chez les caprins n'est pas encore établi. Sauf que l'on constate une distension accentuée du flanc droit de l'abdomen de la femelle en gestation dans la deuxième moitié de la gestation, phénomène non observé chez la brebis. Il apparaît que la chèvre étire suffisamment son utérus de sorte que le développement des gestations multiples n'est restreint que modérément.

Le faible poids observé à la naissance chez certains chevreaux semble être la conséquence d'une sous-alimentation de la femelle en fin de gestation. Le système d'élevage extensif et/ou semi-intensif pratiqué dans la région fait que les mères en fin de gestation ne bénéficient pas d'un traitement différent de celui du reste du troupeau. La qualité du fourrage est souvent médiocre, en particulier pendant la saison sèche, et il peut être insuffisant pour soutenir une nutrition optimale pour la gestation; d'autant plus qu'il est avéré que dans la dernière moitié de la gestation, on note non seulement une élévation des besoins de nutrition, mais aussi, une diminution de la capacité d'ingestion des mères (Wu et al 2006). Gao et al (2008) rapportent que des effets délétères peuvent être constatés sur le fœtus suite à une sous-alimentation de la mère. Sont affectés, entre autres, la taille du placenta, la croissance du fœtus, le dépôt par le fœtus des réserves de graisses à utiliser après la naissance, le développement du pis de la mère, la production du colostrum et du lait. Celi et al (2008) affirment également que le profil métabolique et hormonal des chevreaux peut être affecté. Une diminution du poids de naissance chez les descendants a été constatée chez les petits ruminants par certains auteurs dont Alexander (1978), Koritnik et al (1981), Bajhau et Kennedy (1990), Oliver et al (2001), Borwick et al (2003), Zhu et al (2004), Husted et al (2007), Tygesen et al (2008), lors de leurs études sur les restrictions alimentaires des brebis en fin de gestation.

Selon Caton et Hess (2010), le faible poids à la naissance est souvent associé à une morbidité néonatale et à des taux de mortalité élevés, mais les effets d'une sous-alimentation des mères sur les performances de croissance et les caractéristiques des carcasses ne sont significatifs que si les restrictions durant le dernier stade de gestation sont sévères.

Les animaux de ferme peuvent avoir une croissance compensatrice quand ils sont soumis à un bon plan de nutrition après une période de restriction (Hornick et al 2000). Pour Beltrand et al (2009), c'est un processus physiologique et compensatoire qui survient après une période de déficience de croissance induite par un environnement fœtal altéré et qui a pour finalité de replacer l'organisme dans la trajectoire "physiologique" de croissance et de restaurer la composition du corps.

Dans cette étude, une accélération de la croissance a été constatée en période post-natale, chez les chevreaux ayant un faible poids à la naissance. En effet, les chevreaux nés avec un poids compris entre 0,5 et 1,6 kg et qui ne meurent pas des suites du faible poids les premiers jours ont des gains de poids quotidien élevés comparativement à ceux nés avec un poids supérieur à 1,6 kg. Ils rattrapent le retard par rapport à leurs congénères au bout des 30 premiers jours de vie. De Blasio et al (2006) ont noté que le poids et la circonférence de l'abdomen des agneaux nés avec un faible poids des suites

d'une restriction placentaire étaient réduits jusqu'au 30^e jour, indiquant qu'ils avaient rattrapé les agneaux témoins pour ces deux paramètres. Laporte-Broux (2010) a noté une disparition des différences de poids et de densité dans la première ou la seconde semaine après la naissance des chevreaux issus des mères restreintes.

Cette accélération de la croissance n'est pas liée au faible poids de naissance uniquement comme l'indiquent le faible R^2 du modèle concerné. En effet, elle peut être liée au génotype, et à bien d'autres facteurs dont les facteurs environnementaux. Elle représente un phénomène de compensation et d'adaptation de courte durée, d'où sa survenue rapide dans la vie des chevreaux.

Une fois la période d'accélération passée (au-delà du 30^e jour), on observe dans cette étude un regroupement des GMQ autour de la moyenne du groupe, quel que soit le poids de naissance. Du point de vue de l'amélioration génétique, cela indique la période propice à la sélection des animaux, dans le cas où l'on veut le faire avant sevrage. Mourad et Anous (1998) proposent une sélection de masse à la naissance ou tardivement entre 30 et 60 jours d'âge. Considérant les conditions d'élevage à Lubumbashi, la sélection des chevreaux basée sur le poids à la naissance ne semblerait pas appropriée dans la mesure où les résultats pourraient être biaisés du fait que les animaux pouvant avoir un bon potentiel de croissance risqueraient d'être éliminés suite à leur faible poids à la naissance. Dans le cas où la sélection est entamée à la naissance, il conviendrait d'améliorer la gestion en veillant particulièrement à l'alimentation des mères en fin de gestation.

Le rattrapage du poids et l'uniformisation de la vitesse de croissance mettent le troupeau dans une situation propice au choix des meilleurs sur base de la vitesse de croissance. Ici entre le 30^e et le 60^e jour.

La corrélation phénotypique négative observée entre le poids à la naissance et les gains quotidiens moyens avant et après sevrage indique que les poids élevés à la naissance sont associés avec une vitesse de croissance lente. Cette relation est à mettre sur le compte des besoins alimentaires élevés des chevreaux «lourds», majoritaires dans cette étude. En effet, ces derniers ont des besoins plus élevés que les chevreaux légers pour maintenir et améliorer leur poids. En outre, il a été constaté lors de diverses enquêtes menées auprès des éleveurs que les mères ne reçoivent pas suffisamment d'eau ni de supplément alimentaire adéquat bien qu'il soit évident que le milieu dans lequel elles sont élevées est difficile. D'où, les chevreaux lourds à la naissance sont incapables d'exprimer leurs potentiels de croissance. Mugambi et al (2007) ont abouti à des résultats similaires.

En termes de productivité, les chevreaux nés simples ont une vitesse de croissance supérieure à ceux issus des portées doubles. En effet, pour le même âge de sevrage, on constate que le poids moyen de la portée des chevreaux nés simples est multiplié par 3,2; tandis que celui des chevreaux nés doubles, est multiplié par 2,6.

Boujenane et El Hazzab (2008) expliquent ces différences par la quantité de lait disponible pour les chevreaux des différentes portées. Dans le cas de cette étude, le poids au sevrage semble refléter la capacité laitière de la mère. Alexandre (1991) affirme que la croissance des chevreaux dépend étroitement de la production laitière de la mère en particulier pendant les 40 premiers jours, période pendant laquelle les coefficients de corrélation entre ces deux caractères sont les plus élevés.

Les corrélations phénotypiques négatives observées dans cette étude entre la taille de la portée et les poids à âges-types avant sevrage concordent avec celles observées par Alade et al (2010), sur les chèvres en Afrique de l'Ouest (variant de -0,29: taille de la portée et poids à la naissance, à -0,12: taille de la portée et gain de poids pré/post sevrage). Mellado et al (2011) ont également abouti à une corrélation négative entre la taille de la portée et le poids à la naissance. Mais, du point de vue génétique, Forgarty et al (1985), Al Shorepy et Notter, (1996) ainsi que Bromley et al (2001) estiment que des coefficients de corrélation aussi bien positifs que négatifs entre la taille de la portée et les caractères de croissance peuvent être retrouvés. Cette variabilité observée dépend de l'environnement et la corrélation peut de ce fait être négative en milieux difficiles. L'augmentation

de la taille de la portée ne doit donc pas y être une priorité. En rapport avec l'amélioration génétique, la présente étude implique donc que l'accroissement de la prolificité, quelle que soit la méthode mise en œuvre pour atteindre les résultats, a de nombreuses conséquences sur l'élevage des chevreaux et sur la production de viande, elle entraîne entre autres, une réduction du poids à la naissance, un taux de mortalité accru, une réduction de la vitesse de croissance. En outre, comme le soulignent Menéndez-Buxadera et al (2004), le gain de productivité par l'amélioration de la prolificité peut par ailleurs s'avérer non bénéfique dans des environnements difficiles car cela nécessite plus de soins de la part du berger (surveillance des mises bas, allaitement artificiel ...) et l'emploi de quantités importantes d'aliments concentrés tant pour les mères (fin de gestation, début de lactation) que pour l'élevage et l'engraissement des chevreaux.

Les résultats enregistrés en période pré-sevrage remettent le rôle de la femelle au centre de la problématique de sélection voire de l'amélioration des caprins à Lubumbashi. Gnanda et al (2005) ont trouvé lors de leur étude portant sur les performances laitières et pondérales de la chèvre du Sahel Burkinabé en régime de complémentation, que l'apport hydrique était le premier élément auquel était très sensible la production de lait, suivi par l'apport énergétique, malgré que ce dernier n'ait pas un effet significatif. Ils expliquent l'absence d'effet significatif par le fait qu'il semblerait que pour les races de chèvres à faible potentiel laitier, l'augmentation des apports énergétiques n'induit pas nécessairement une amélioration quantitative de la production laitière des sujets, mais entraînerait plutôt une amélioration du taux protéique du lait qui reste très sensible à l'apport énergétique. A ce régime, il est nécessaire d'associer la complémentation minérale afin de parvenir à des effets significatifs sur les performances des animaux. En effet, l'apport des minéraux est indispensable pour assurer une utilisation optimale de l'énergie et de l'azote par les sujets en lactation (Gnanda et al 2002). Les minéraux, notamment les éléments majeurs comme le sodium et le potassium, agissent en synergie avec le lactose pour assurer l'osmolarité dans la sécrétion lactée et contrôler la production quantitative et même qualitative du lait (Rousselot, 1997).

Effets de la saison

La saison de naissance n'influence pas significativement le poids des chevreaux en période pré-sevrage. Son effet ne s'observe qu'à 90 jours en faveur des chevreaux nés en saison des pluies. Toutefois, il a été constaté que pendant les 30 premiers jours, les chevreaux nés pendant la saison des pluies affichent une vitesse de croissance relativement supérieure à celle observée pendant la saison sèche. Après cette période, une forte chute, correspondant à la diminution de l'effet maternel, est observée pour les chevreaux nés pendant la saison des pluies, mais elle l'est moins chez les chevreaux nés en saison sèche. Ceci peut être expliqué par le fait que ces derniers ne subissent pas un grand stress lors de la diminution de la production du lait de la mère car ils sont habitués au faible apport en lait dû à la qualité moindre du fourrage pendant la saison sèche.

Il a été également observé que la saison des naissances influe significativement sur le taux de naissance. En effet, 54,3% des naissances ont lieu pendant la saison sèche. Il semble donc évident que la plupart des saillies fécondantes ont lieu pendant la saison des pluies, comme résultante probable d'un adoucissement de la température et d'une alimentation abondante propices à la fécondité des mères. Delgadillo et al (1997), citant Katongole et Gombe (1985) affirment que les périodes de conception des femelles se produisent généralement lorsque les fourrages sont disponibles. Mais, les mêmes auteurs révèlent que la dépendance aux précipitations n'est pas absolue et que dans certains cas, des conceptions peuvent se produire durant les périodes de sécheresse, caractérisées par la présence sur certains arbres de feuilles dont les caprins sont friands.

Performances de croissance post-sevrage des chevreaux

Les poids à 6 mois et à 9 mois sont proches de ceux trouvés par Lunumbi (2008) sur la chèvre locale de Lubumbashi au même âge.

L'interaction sexe*taille de la portée révèle la supériorité du poids vif des chevreaux nés simples, particulièrement les mâles, en période post-sevrage ($p < 0,05$).

Les résultats de Dadi et al (2008) montrent que la saison de naissance n'a aucun effet significatif sur le poids vif et le gain quotidien post-sevrage de la chèvre Arsi-bale. Cela est en contradiction avec les observations de cette étude. En effet, se basant sur la saison de naissance, les chevreaux nés pendant la saison des pluies pèsent plus que ceux nés la saison sèche aussi bien à 6 qu'à 9 mois quelle que soit la taille de la portée. L'influence sur le GMQ ne va pas au-delà du 6^e mois.

Un ralentissement de la croissance illustré par une diminution du gain moyen quotidien est enregistré entre le 90^e jour, qui correspond au sevrage, et le 180^e jour. Cela est probablement dû au fait que les chevreaux ne sont pas préparés à subir le sevrage qui constitue un stress pour eux.

Le sevrage est une phase critique caractérisée par un ralentissement ou un arrêt de croissance, voire une perte de poids. Le degré de ce choc, dit de sevrage, dépend aussi bien de l'âge et du poids de sevrage des jeunes que du programme d'alimentation avant sevrage et d'autres facteurs dont le sexe et le statut sanitaire (Hamito 2008). Ici se pose donc la question du temps favorable au sevrage. Selon Schoenian (2011), il est généralement mieux de baser le sevrage sur le poids plutôt que sur l'âge et la recommandation générale est de ne sevrer les chevreaux et les agneaux que s'ils atteignent 2,5 ou 3 fois leur poids de naissance.

En ce qui concerne cette étude, les chevreaux ont au sevrage un poids moyen équivalent à 4,32 fois le poids moyen de naissance. En outre, la distribution autour de ce dernier est telle que, plus de 90,5% des chevreaux triplent leur poids de naissance. La diminution de la vitesse de croissance n'est ici a priori pas liée au temps de sevrage, ni au poids des animaux au sevrage.

Estimation des corrélations phénotypiques entre les caractères de croissance: poids à âges types et gains moyens quotidiens

La corrélation négative observée en majorité entre le poids à la naissance et certains paramètres indique que la sélection pour le poids à la naissance ne va pas nécessairement aboutir à l'amélioration des autres caractères.

Par contre, le poids à un mois semble plus approprié pour une sélection assez tôt en raison de sa forte corrélation positive avec le poids à 3, 6 et 9 mois. Portolano et al (2002), considérant la corrélation génétique, estime que la sélection pour le poids à 30 jours peut améliorer le poids à 60 jours avec possibilité d'améliorer le poids à l'abattage.

Ricordeau et al (1972) ont, quant à eux, trouvé une corrélation génétique élevée chez la Saanen en France entre le poids à 3 mois ($r = 0,91$) d'une part et les poids à 5 et 7 mois d'autre part ($r = 0,89$). Pour ces auteurs, cela montre l'intérêt du poids à 3 mois qui permet d'avoir une idée assez précoce du poids moyen des descendants ou pour réaliser une première sélection des chevrettes destinées à la reproduction. Les résultats de la présente étude montrent également une corrélation élevée entre le poids à 3 mois d'une part et le poids à 6 mois ($r = 0,88$) et à 9 mois ($r = 0,80$) d'autre part. Ils corroborent l'avis de Ricordeau et al (1972).

Quant aux valeurs d'héritabilité, elles sont indispensables pour la prédiction des valeurs d'élevage (Poujardieu et Mallard, 1992). Nous n'avons pas pu les analyser.

Les données de littérature donnent des estimations des valeurs d'héritabilité chez quelques génotypes caprins à travers le monde. On remarque qu'à 3 mois (90 jours), ces valeurs varient de 0,06 à 0,93 (Das 1993; Tahir et al 1995; Schoeman et van Nierkerk 1997; Mourad et al 1998; Portolano et al 2002; Maignel 2005; Boujenane et El Hazzab 2008; Rashidi et al 2011), les valeurs élevées étant les plus rencontrées. Cette période peut constituer un moment idéal pour une première sélection des

chevreaux d'élevage. Kossum et al (2004) estiment qu'un progrès génétique modéré de la croissance peut être observé en menant une sélection à cette période.

Conclusion

Cette étude a permis de faire ressortir l'importance des facteurs ayant une influence significative sur les caractères de croissance des chevreaux:

- Les facteurs génétiques et l'absence de sélection, qui jouent un rôle très significatif dans la variabilité des performances de croissance, particulièrement pendant la période pré-sevrage;
- Les effets maternels sur le poids à la naissance, à 30 jours, au sevrage et pour le gain quotidien moyen pendant cette période; la femelle doit recevoir un supplément alimentaire au cours du dernier tiers de la gestation et en période d'allaitement;
- Les conditions réelles d'exploitation des animaux dans les systèmes d'élevage pratiqués localement pour le choix des critères et de la période de sélection ainsi que pour leurs conditions d'évaluation.
- Il n'est pas utile de sélectionner dès la naissance par suite de la croissance compensatrice qui suit, mais la maîtrise de ces facteurs permettra d'envisager:
- Un premier choix des chevreaux mâles futurs reproducteurs peut être fait entre 30 et 90 jours; car la croissance est excellente à cette période;
- Une première sélection sur le poids vif des chevrettes destinées à la reproduction à 3 mois;
- Une deuxième sélection à l'entrée en reproduction (entre 6 et 9 mois) aussi bien pour les mâles que pour les femelles.

Références

Agence Française de Développement 2010 Les interactions entre formes urbaines et transport dans la perspective d'un développement urbain soutenable. -Table ronde des 10 et 11 juin , AFP, Département Technique des Opérations, 38 p.

Alade N K, Mbap S T and Kwari I D 2008 Breed and Environmental Effects on Linear Measurements of Goats in a Semi-Arid Region of Nigeria. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 7(6), 689-694.

Alexander G 1978 Quantitative development of adipose tissue in fo et al et al sheep. *Australian, Journal of Biological Sciences*, 31, 489-503.

Alexandre G 1991 Croissance pré-sevrage des chevreaux en Guadeloupe, *Revue Elev. Méd. vét. Pays tropicaux*, n° spécial, 57-62.

Alexandre G, Aumont G, Fleury J, Mainaud J C et Kandassamy T 1997 Performances zootechniques de la chèvre créole allaitante de Guadeloupe. Bilan de 20 ans dans un élevage expérimental de l'INRA. *INRA, Prod. Anim.*, 10 (1), 7-20.

Al-Shorepy S A and Notter D R 1996 Genetic variation and covariation for ewe reproduction, lamb growth and lamb scrotal circumference in fall-lambing. *Journal of Animal Science*, 74 (7), 1490-1498.

Al-Shorepy S A, Alhadrami G A and Abdulwahab K 2002 Genetic and phenotypic parameters for early growth in Emirati goat. *Small Rumin. Res.* 45, 217-223.

Awemu H M, Nwakalor L N and Abubakar B Y 1999 Environmental influences on preweaning mortality and

reproductive performance of Red Sokoto does. *Small Ruminant Research.*, 34, 161–165.

Bajhu H and Kennedy J P 1990 Influence of pre- and postpartum nutrition on growth of goat kids. *Small Ruminant Research*, 3, 227-236.

Beltrand J, Nicolescu R, Kaguelidou F, Verkauskiene R, Sibony O, Chevenne D, Claris O and Lévy-Marchal C L 2009 Catch-Up Growth Following Fetal Growth Restriction Promotes Rapid Restoration of Fat Mass but Without Metabolic Consequences at One Year of Age. *Public Library of Science one*, 4(4), 8 p.

Borwick S C, Rae M T, Brooks J, McNelly A S, Racey P A and Rhind S M 2003 Under nutrition of ewe lambs in utero and in early post-natal life does not affect hypothalamic-pituitary function in adulthood. *Animal Reproduction Science*, 77, 61-70.

Boujanane I et El-Hazzab A 2008 Genetic parameters for direct and maternal effects on body weights of Draa goats. *Small Ruminant Research*, 80, 16–21.

Boujanane I, Lichir N et El-Hazzab A 2010 Performances de reproduction et de production laitière des chèvres Draa au Maroc. *Revue d'Élevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux*, 63 (3-4), 83-88.

Boyd I L 1985 Investment in growth by pregnant wild rabbits in relation to litter size and sex of the offspring. *Journal of Animal Ecology*, 54, 137–147.

Bromley C M, Van Vleck L D and Snowden G D 2001 Genetic correlations for litter weight weaned with growth, prolificacy and wool traits in Columbia, Polypay, Rambouillet and Targhee sheep. *Journal of Animal Science*, 79, 339-346.

Caton J S and Hess B W 2010 Maternal plane of nutrition: impacts on fetal outcomes and postnatal offspring responses. *Proceedings, Grazing Livestock Nutrition Conference July 9 and 10*, 104-123. In: Hess, BW.; DelCurto, T.; Bowman, JGP.; Waterman, RC., editors. *Proc. 4th Grazing Livestock Nutrition Conference; Western Section American Society of Animal Science; Champaign, IL. 2010.* http://coronasc.nmsu.edu/documents/proceedings_of_the_fourth_glnc_2010.pdf#page=112

Celi Pietro, Di Trana Adriana, Claps Salvatore, Di Gregorio Paola 2008 Effects of Perinatal Nutrition on Metabolic and Hormonal Profiles of Goat Kids (*Capra hircus*) during Their First Day of Life. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, November, 21(11), 1585 – 1591.

Dadi H, Duguma G, Shelima B, Fayera T, Tadesse M, Woldu T and Tucho T A 2008: Non-genetic factors influencing post-weaning growth and reproductive performances of Arsi-Bale goats. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 20, Article #114. <http://www.lrrd.org/lrrd20/7/dadi20114.htm>

Das S M 1993 Reproductivity parameters and productivity indices of blended goats in Malaya, Tanzania, *International Foundation for Science Workshop: Animal production Scientific Workshop for east African Goats*, Kampala, Uganda, 38–49.

De Blasio Miles J, Gatford Kathryn L, Robison Jeffrey S and Owens Julie A 2006 Placental restriction of fetal growth reduces size at birth and alters postnatal growth, feeding activity, and adiposity in the young lamb. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.*, 292, 875–886.

Delgadillo J A, Malpoux B et Chemineau P 1997 La reproduction des caprins dans les zones tropicales et subtropicales. *INRA Prod. Anim.*, 10, 33-41.

Dwyer C M, Calvert S K, Farish M, Donbavand J and Pickup H E 2005 Breed, litter and parity effects on placental weight and placentome number, and consequences for the neonatal behaviour of the lamb. *Theriogenology*, 63 (4), 1092-1110.

El-Abid K E H, Nikhaila A M A 2009 A study on some factors affecting mortality rates in Sudanese Nubian kids. *J. Dairy Sci.*, 4, 74-79.

El-Hassan K, El-Abid Abu and Nikhaila A M A 2009 A Study on Some Non-Genetic Factors and their Impact on Some Reproductive Traits of Sudanese Nubian Goats. *International Journal of Dairy Science*, 4, 152-158.

Forgarty N, Dickerson G E and Young L D 1985 Lamb Production and its components in Pure Breeds and Composite Lines. III. Genetic Parameters. *Journal of Animal Science*, 60, 40-57.

Fonds des Nations Unies pour l'Enfance 2012 La situation des enfants dans le monde: les enfants dans un monde urbain. UNICEF, février, 156 p.

France-Diplomatie-Ministère 2012 Présentation de la République Démocratique du Congo, novembre, 2012, 5 p., [en ligne] consulté le 14 nov. 2012, adresse URL, <http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/pays-zones-geo/republique-democratique->

du-congo/presentation-de-la-republique-1274/.

Gao F, Hou, X Z, Liu Y C, Wu S Q and Ao C J 2008 Effect of maternal under-nutrition during late pregnancy on lamb birth weight. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 21, 371-375.

Gardner D S, Buttery P J, Daniel Z and Symonds M E 2007 Factors affecting birth weight in sheep: maternal environment. *Reproduction (Cambridge, England)*, 133, 297–307.

Gardner D S, Jamall E, Fletcher A J, Fowden A L and Giussani D A 2004 Adrenocortical responsiveness is blunted in twin relative to singleton ovine foetuses. *Journal of Physiology*, 557, 1021–1032.

Gnanda J B, Nianogo J A, Tamboura H H et Zoundi S J 2002 Effet de la complémentation azotée et minérale sur l'utilisation de la paille de sorgho chez la chèvre du Sahel burkinabé en lactation. *J.Sci.*, 2, 40-47.

Gnanda J B, Zoundi S J, Nianogo J A, Le Masson A et Meyer C 2005 Performances laitières et pondérales de la chèvre du Sahel burkinabé en régime de complémentation basé sur l'utilisation des ressources alimentaires locales. *Revue d'Elevageet de Médecinevétérinaire en Pays tropicaux*, 58 (3), 175-182.

Gootwine E 2005 Variability in the rate of decline in birth weight as litter size increases in sheep. *British Society of Animal Science*, 81, 393-398.

Hailu D, Miesoa G, Ngatub A, Fufa D and Gamadac D 2006 The effect of environmental factors on preweaning survival rate of Borana and Arsi-Bale kids. *Small Ruminant Research.*, 66, 291-294.

Hamito D 2008 Successful of rearing lambs and kids. Technical bulletin n°15, Ethiopia Sheep and Goat Productivity Improvement Program, 12 p.

Herpin P et Le Dividich J 1998 Conséquences de l'augmentation de la prolificité des truies sur la survie et la croissance du porcelet. *INRA Prod. Anim.*, 11(3), 253-255.

Hornick J L, Van Eenaeme C, Gérard O, Dufrasne I and Istasse L 2000 Mechanisms of reduced and compensatory growth. *Domestic Animal Endocrinology*, 19, 121–132.

Huart A 1987 La chèvre au Zaïre, guide pour l'éleveur. Université de Lubumbashi, 75 p.

Hussain S S, Horst P and Islam A B M M 1995 Effect of different factors on pre-weaning survivability of Black Bengal kids. *Small Ruminant Research*, 18, 1-5.

Husted S M, Nielsen M O, Tygesen M P, Kiani A, Blache D and Ingvarste K L 2007 Programming of intermediate metabolism in young lambs affected by late gestational maternal undernourishment. *American Journal of PhysiologyEndocrinology and Metabolism*, 293, 548-557.

Kalenga K H 2008 Situations des ménages agricoles et perspectives d'optimisation de l'élevage familial des chèvres à Lubumbashi. Mémoire de Master complémentaire en gestion des ressources animales et végétales en milieux tropicaux, Université de Liège, Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux, 69 p.

Kalenga Kalamo H, Moula N et Kashala Kapalwola J C 2012 Activités agricoles familiales dans la ville de Lubumbashi (R.D.CONGO), [en ligne] consulté le 14 nov.2012, adresse URL http://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/132242/1/poster_kalenga.pdf.

Katongole J B D, Sebolai B and Madinabe E 1994 Morphological characterization of the Tswana goat. In *Small Ruminant Research and Development in Africa. Proceeding of the third Biennial conference of the African Small Ruminant Research Network*. UICC, Kampala, Uganda, 43-47.

Koritnik D R, Humphrey W D, Kaltenbach C C and Dunn T G 1981 Effects of maternal under nutrition on the development of the ovine fetus and the associated changes in growth hormone and prolactin. *Biology of Reproduction*, 24, 125-137.

Kossum N, Taskin T, Akbas Y and Kaymakci M 2004 Heritability Estimates of Birth and Weaning Weights in Saanen, Bornova and Saanen x Kilis Goats. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7, 1963-1966.

Laporte-Broux B 2010 Effets d'une restriction alimentaire pendant le dernier tiers de la gestation des chèvres sur le développement du comportement alimentaire de leur progéniture. Thèse de doctorat en sciences animales, AgroParisTech, 271p.

Lapeyre F, Lebailly P, M'bayo L M et Kyamakosa M M 2011 Le modèle de croissance Katangais face à la crise financière mondiale: enjeux en termes d'emplois; Document de travail de l'Emploi ; No.82, Bureau International du Travail,

Secteur de l'Emploi, Genève. 103p.

LembaDisu P, Makamba M A, Kashoba N, A et Mashika A 2005 Monographie de la province du Katanga (Draft 4). Unité de pilotage du processus Document de Stratégies de Réduction de la Pauvreté, Kinshasa, 147 pp.

Lunumbi O J B H 2008 Recherche de la formule baryométrique adaptable à la chèvre africaine «*Caprahircus L.*», de 0 à 12 mois, à Lubumbashi et ses environs (RDC). Thèse d'Agrégation en Médecine Vétérinaire, Université de Lubumbashi, Lubumbashi, 135 p.

MacLaughlin S M, Walker S K, Roberts C T, Kleemann D O and MacMillen I C 2005 Periconceptional nutrition and the relationship between maternal body weight changes. I. The periconceptional period and foeto-placental growth in the sheep. *Journal of Physiology*, 565, 111–124.

Maignel L 2005 L'impact de la génétique sur les entreprises caprines, Colloque sur la chèvre 2005: l'innovation, un outil de croissance. Centre de recherche en agriculture et agroalimentaire du Québec, Saint Hyacinthe, 10 p.

Malaisse F 1997 Se nourrir en forêt claire africaine: approche écologique et nutritionnelle. Presses agronomiques de Gembloux, 384 p.

Mbayahaga J, Bister J L et Paquay R 2000 Le mouton et la chèvre d'Afrique de l'Est : performances de croissance, de reproduction et de production. Presses universitaires de Namur/Namur, 33-39.

Mellado Miguel, Meza-Herrera, César A, Arévalo José R, De Santiago-Miranmontes Maria A, Rodriguez Alvaro, Luna-Orozco, Juan R and Veliz-Deras Francisco G 2011 Relationship between litter birthweight and litter size in fivego at genotypes. *Animal Production Science*, 51, (2), 144–149.

Menéndez-Buxadera A, Alexandre G et Mondonnet N 2004 Discussion on the importance, definition and genetic components of the number of animals born in the litter with particular emphasis on small ruminants in tropical conditions. *Small Ruminant Research*, 2004, 54, 1–11.

Mourad M and 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.

Mugambi J N, Wakhungu J W, Inyangala B O, Muhuyi W B and Muasya T 2007 Evaluation of the performance of the Kenya Dual Purpose Goat composites: Additive and non-additive genetic parameters. *Small Ruminant Research*, 72, 149–156.

Ngongo M L, Van Ranst E, Baert G, Kasongo E L, Verdoodt A, Mujinya B B et Mukalay J M 2009 Guide des sols en R.D. Congo. Etude et Gestion, Tome I, UniversiteitGent, HogeschoolGent, Université de Lubumbashi, 262p.

Oliver M H, Harding J E and Gluckaman P D 2001 Duration of maternal undernutrition in late gestation determines the reversibility of intrauterine growth restriction in sheep. *Prenatal and Neonatal Medicine*, 6, 271-279.

Osuagwuhaiaire T A 1990 Intrauterine growth rates of the West African dwarf goat and some foetal organs in relation to strategic feed supplementation during pregnancy. *Journal of Veterinary Medicine, Series A*, 37, 198–204.

Oumara A D 1989 Facteurs influant les poids à âge-types des chèvres rousses de Maradi en station au Niger - Factors affecting weight-for-age of red Maradi (Sokoto) goats at a Niger research station. In Wilson R T and Azeb M (eds). *African small ruminant research and development. ILCA*, Addis Ababa, Ethiopia. 524-535.

Perez-Razo M A, Sanchez F and Meza-Herrera C A 1998 Factors affecting kid survival in five goat breeds. *Canadian Journal of Animal Science*, 78, 407–411.

Potolano B, Todaro M, Finocchiaro R and Van Kaam J H B C M 2002 Estimation of the genetic and phenotypic variance of several growth traits of the Sicilian Girgentana goat. *Small Ruminant Research*, 45, 247–253.

Poujardieu B et Mallard J 1992 Les bases de la génétique quantitative. Les méthodes d'estimation de l'héritabilité et des corrélations génétiques. *INRA Prod. Anim. Hors-série*, 87 – 92, «Eléments de génétique quantitative et application aux populations animales».

Pralomkarn W, Saithanoo S, Milton J T B, Praditrungratana L, and Kochapakdee S 1991 The pre-weaning growth of Thai native kids. In S., Saithanoo and B.W. Norton, eds., *Goat Production in the Asian Humid Tropics. Proc. Inter. Hat Yai, Thailand*, 164- 170.

Rashidi A, Bishop S C and Matika O 2011 Genetic parameter estimates for pre-weaning performance and reproduction traits in Markhoz goats. *Small Ruminant Research*, 100, 100– 106.

Ricordeau G, Poujardieu B et Bouillon J 1972 Paramètres génétiques de la croissance des chevrettes Saanen en station de testage. Ann. Génét. Sél. Anim., 4 (3), 477-480.

Rousselot M C 1996 Maîtrise et amélioration de la qualité nutritionnelle du lait de chèvre par l'alimentation. In Freund G. (Ed.) Sci., Actes de colloque. Le lait de chèvre, un atout pour la santé, Niort, France, INRA, 10-21.

Schoeman J F and Van Niekerk M M 1997 Variance component of early growth traits in Boer goat. Small Ruminant Research, 26, 15-20.

Schoenian S 2011 Weaning primer, small ruminant info sheet. University of Maryland. URL <http://www.sheepandgoat.com/articles/weaning.html>.

Singh D K 1991 Prewaning survival in Black Bengal kids and half breeds with Be et al et al and Jamnapari goats. Indian J. Anim. Sci., 61, 888-890.

Tahir M, Younas M, Raza S H, Lateef M, Iqbal A and Raza P N 1995 A study on estimation of heritability of birth weight and weaning weight of Teddy goats kept under Pakistani conditions. Asian Australasian J. Anim. Sci., 8, 595-596.

Thériez M 1991 Conséquence de l'augmentation de la prolificité sur l'élevage des agneaux et sur la production de viande. INRA Production Animale, 4 (2), 161-168.

Turkson P K, Antiri Y K and Baffuor-Awuah O 2004 Risk factors for kid mortality in West African Dwarf Goats under an intensive management system in Ghana. Trop. Anim. Health Prod., 36, 353-364.

Tygesen M P, Nielsen M O, Norgaard P, Ranvig H, Harrison A and Tauson A H 2008 Late gestational nutrient restriction: Effects on ewes metabolic and homeorhetic adaptation, consequences for lamb birth weight and lactation performance. Archives of Animal Nutrition, 62, pp. 44-59.

Wu G, Bazer FW, Wallace J M and Spencer T E 2006 Board Invited Review: Intrauterine growth retardation: Implications for the animal sciences, J Anim. Sci., 84, 2316-2337.

Zhu Mei-Jun, Ford S P, Nathanielsz Peter W and Min Du 2004 Effect of Maternal Nutrient Restriction in Sheep on the Development of Skeletal Muscle. Biology of reproduction, 71, 1968-1973.

Received 1 January 2015; Accepted 11 November 2015; Published 1 December 2015

[Go to top](#)