Effets de la nutrition sur l'entrée en activité ovarienne et comportementale et sur les performances de reproduction précoce de l'agnelle Sardi

Naima Hamidallah[1]*, B. Boulanouar[2], R. Belahsen[3], J.-L. Bister[4] & R. Paquay[4]

Keywords: Ewe lamb- Feeding level- Growth- Sexual activity- Fecundity- Morocco

Résumé

L'essai a pour but de déterminer si une conduite alimentaire adéquate permettrait de rendre productives dès la première année les agnelles de race Sardi, connue pour être tardives. A l'âge de 5 à 6 mois, 32 agnelles ont été divisées en 2 groupes recevant, en plus des fourrages traditionnels, une supplémentation de 200 g (groupe B) ou 500 g (groupe H) d'aliments composés par animal et par jour. La croissance, l'entrée en activité reproductrice et les performances de reproduction ont été suivies. Les animaux du groupe H ont montré une meilleure croissance (74 g de GMQ contre 44 g), une entrée en activité cyclique ovarienne normale plus précoce (322 jours contre 355) et à un poids plus élevé (40 kg contre 35).

De même, les premières chaleurs ont été observées 25 jours plus tôt dans le groupe H et à un poids supérieur de 4 kg. Enfin, alors qu'aucune agnelle du groupe B n'a agnelé, le groupe H a montré une fertilité de 56% (9/16) et les agnelages ont eu lieu à un âge de 16 à 17 mois.

Une bonne alimentation a donc avancé la puberté et l'établissement de cycles normaux et surtout augmenté fortement les chances de fécondation au début de l'activité ovarienne. L'expérience montre qu'une conduite alimentaire adéquate permet l'utilisation des agnelles dès la première année.

Summary

Effects of Nutrition on the Onset of Ovarian and Behavioural Activity and on Early Reproduction Performances of the Sardi Ewe-lamb

In order to determine if an adequate nutrition would allow the Sardi ewe lambs to mate during their first year of age, 32 ewe lambs (5-6 months of age) were divided into two groups of low (L) or high (H) nutrition plane. Each group received, in addition to a basal diet, 200 and 500 g head^{-1}.day^{-1} respectively. Ewe lambs growth, onset of reproductive activity and post-puberty reproductive performances were recorded.

During the trial, the H group showed a greater growth rate compared to the L group (74 vs 44 g per day). The H group attained normal cyclic ovarian activity earlier than the L group (322 vs 335 days) and a greater live weight (40 kg vs 35 kg). Furthermore, expression of first oestrus showed up 25 days sooner with ewe lambs 4 kg heavier in the H group as compared to the L group. While no ewe lambs in the L group lambed, following mating, 56% (9 out of 16) of the H group gave birth to a lamb at an average ranging from 16 to 17 months.

The trial demonstrated that full reproductive activity attainment in Sardi ewe lambs is variable when considering both ovarian cycles initiation and oestrus expression. An adequate nutrition plane allows an earlier puberty and particularly enhances the fecundity at this time.

Introduction

Au Maroc, l'élevage ovin est représenté par 16,2 millions de têtes. Il joue un rôle très important dans l'économie nationale comme fournisseur principal de viande rouge et de laine, et il constitue une trésorerie permanente et facilement mobilisable en milieu rural.

En fonction des conditions géographiques et climatiques, il existe au Maroc cinq systèmes de conduite d'élevage ovin où cinq races principales, dont les caractères sont aujourd'hui bien définis, se sont développées. Parmi elles figure la race Sardi traditionnellement produite en système agro-pastoral dans la zone Bour défavorable, région à climat semi-aride (4), bien adaptée, mais présentant une puberté tardive des agnelles (12 à 17 mois en race Sardi, selon les éleveurs de la région de Settat). Si on considère un taux de réforme annuel de 10% (13), cela signifie qu'au moins une brebis sur 10 est improductive.

Par ailleurs, comme l'ont démontré divers travaux, l'alimentation joue un rôle capital sur les performances des troupeaux et plus particulièrement sur la reproduction (2, 3, 7, 10). Elle influence notamment la croissance des agneaux, l'âge de la

[1] Université Hassan 1er, Faculté des Sciences et Techniques, Settat, Maroc.
[2] Institut National de la Recherche Agronomique, Rabat, Maroc.
[3] Université Chouaïb Doukkali, Faculté des Sciences, El Jadida, Maroc.
[4] Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, Rue de Bruxelles, 61, B-5000 Namur, Belgique (00 32 81 72 43 79).

Auteur correspondant: Naima Hamidallah, Université Hassan 1er, Faculté des Sciences et Techniques, Settat, Maroc.
Tél: 00.212.3400980 (poste 131); Fax: 00.212.3400969
e-mail: hamidall@ibnsina.uh1.ac.ma
Reçu le 30.08.04. et accepté pour publication le 25.05.05.

puberté, la fertilité et la prolificité des femelles.
En ce qui concerne les races marocaines et plus particulièrement la race Sardi, les effets de l'alimentation sur les mécanismes qui déclenchent la puberté et sur la capacité précoce à se reproduire sont peu connus.
Le présent travail a dès lors pour objectif de déterminer les effets du niveau de l'alimentation après sevrage sur la croissance, l'initiation de l'activité reproductrice et le succès de la mise à la reproduction à un âge précoce des agnelles Sardi.

Matériel et méthodes

Sites d'étude

L'expérience est réalisée dans la ferme de sélection des ovins des Krakra (F.S.O.K.) dépendant du Ministère de l'Agriculture et située au sud de la ville de Settat au cœur de la région du Bour défavorable. Cette ferme dispose d'un troupeau de plusieurs centaines de brebis Sardi. La conduite d'élevage est de type «semi intensif» avec lutte traditionnelle de juin à août et retrait des béliers pendant le reste de l'année. L'alimentation est basée sur l'utilisation des ressources fourragères (chaumes, jachères et fourrages) avec supplémentation par des aliments composés (principalement constitués de produits locaux) lors des périodes critiques (lutte, fin de gestation et lactation).
Les analyses de la progestéronémie sont effectuées au laboratoire de physiologie animale de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II de Rabat.

Plan expérimental

L'expérience est réalisée avec 32 agnelles Sardi nées en novembre ou en décembre, sevrées à un âge moyen de 104 ± 10 jours et rassemblées le 1er mai. Fin mai, ces agnelles sont pesées et divisées en deux groupes comparables sur base du poids. Ces groupes reçoivent ensuite, pendant 8 mois, deux régimes alimentaires différents.
Le groupe H reçoit un aliment composé, à raison de 500 g par jour et par animal, en plus du pâturage. Le groupe B ne reçoit que 200 g du même aliment en supplémentation. L'aliment composé est constitué de maïs, sorgho, issues de blé, tourteaux d'oléagineux et composé minéral vitaminé. Il contient 12% de matières protéiques, 2% de matières grasses, 9% de cellulose brute, 9% de matières minérales (0,55% de phosphore, 1% de calcium) et des vitamines (A: 500000 UI, D3: 75000 UI, E: 1000 UI).
Pendant toute l'expérience, les deux groupes d'animaux sont maintenus dans la même parcelle et ne sont séparés que lors de la distribution de concentré.
Après cette période, les animaux reçoivent pendant la fin de gestation et la lactation, l'alimentation traditionnelle utilisée à la F.S.O.K.
Les agnelles sont pesées toutes les deux semaines à partir du 1er juin et des prises de sang sont réalisées le 1er et le 15 mai puis tous les 5 jours du 1er juin à la fin octobre. Un bélier est introduit dans les groupes le 1er juillet et y reste jusqu'à fin décembre. L'activité comportementale des agnelles (manifestation des chaleurs) est suivie jusque la fin des prises de sang. Le contrôle des gestations est réalisé le 20 février et les agnelles gestantes sont suivies jusqu'à la mise-bas.

Techniques

La détection des chaleurs est réalisée par l'observation biquotidienne du comportement des brebis en présence d'un bélier actif.
Le diagnostic de gestation est réalisé par ultrasonographie en mode A grâce à un appareil «Gestoff».
Les prises de sang sont effectuées par ponction dans la veine jugulaire grâce à des tubes sous vide (Venoject sur héparine-Li); le sang est immédiatement centrifugé et les échantillons de plasma sont congelés et conservés à -20 °C jusqu'au moment des analyses.
Les dosages de la progestérone plasmatique (P4) sont réalisés par radioimmunologie (RIA), au moyen de kits «BioSource» dont le producteur annonce une sensibilité de 0,05 ng/ml et une variabilité intra-essai de 6,8% et inter-essais de 10,1%

Résultats

Croissance des agnelles

La figure 1 montre l'évolution moyenne du poids

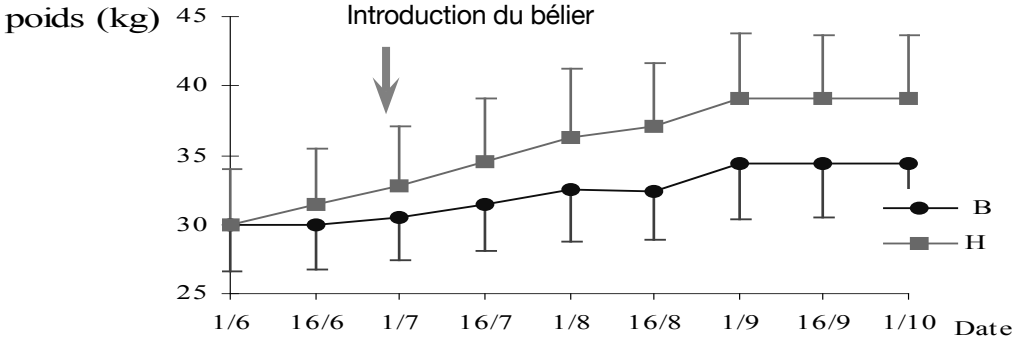

Figure 1: Poids moyen des agnelles durant la période d'expérimentation.

vif des deux groupes d'agnelles durant la période d'expérimentation. Alors que, en début d'expérience, le poids des agnelles est égal dans les deux groupes, un écart se creuse progressivement au bénéfice du groupe H. Cet écart est de 3,1 kg lors de l'introduction du bélier et atteint de 5,3 kg (différence significative, P< 0,05) deux mois plus tard.
Pour la durée de l'expérience, les gains moyens quotidiens (GMQ) sont respectivement de 74,4 ± 5,4 g pour le groupe H et de 43,9 ± 3,7 g pour le groupe B (différence significative, P< 0,01).

Activité ovarienne
On considère que l'activité ovarienne est caractérisée par des cycles normaux avec ovulation et formation de corps jaune présentant une activité de sécrétion normale lorsque la progestéronémie dépasse 1 ng/ml et que la durée du cycle est de l'ordre de 17 jours. Des cycles courts sont caractérisés par une durée inférieure à la norme et/ou une progestéronémie significativement différente des taux de base, mais inférieure à 1 ng/ml.
L'examen de l'ensemble des profils montre que jusqu'au moment de l'introduction du bélier (à un âge de 6 à 7 mois), aucune agnelle n'avait montré une activité ovarienne.
Pour analyser un éventuel «effet bélier», la progestéronémie mesurée au cours des 15 jours qui suivent l'introduction des mâles dans les groupes est analysée. Dans le lot H, 6 agnelles ont montré un démarrage d'activité lutéale à cette période dont 5 sous forme de cycles normaux et 1 sous forme d'un cycle court (Figure 2). Dans le lot B, 7 agnelles ont réagi positivement dont 5 avec des cycles normaux et 2 des cycles courts. Il n'y a aucune différence significative entre les lots.

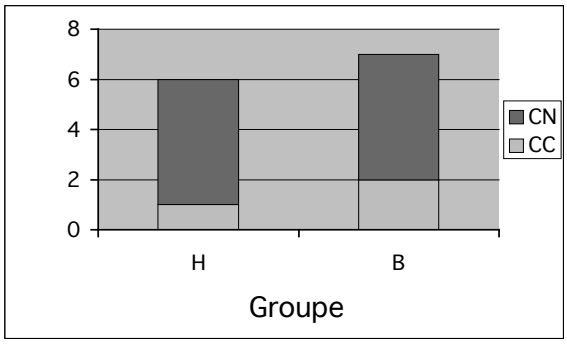

Figure 2: Nombre d'agnelles répondant à l'effet bélier par un premier cycle court (CC) ou normal (CN) dans les deux lots.

Par après, 9 agnelles du groupe H entrent en cycle dont 3 avec des corps jaunes de courte activité et 6 des cycles normaux, tandis que dans le lot B, on observe que 7 agnelles présentent un cycle court et 2 un normal (Figure 3), mais ces cycles ne se poursuivent pas régulièrement, si bien qu'en fin de période de prises de sang, 15 des 16 agnelles du groupe H sont en cycle contre seulement 9 dans le groupe L (Figure 4). L'analyse ne permet pas d'établir une différence entre le nombre d'agnelles montrant au moins un cycle pendant la période expérimentale, mais le démarrage est plus fréquemment sous forme d'un cycle court chez les agnelles du lot à niveau nutritionnel bas (P< 0,05)
Le premier cycle normal (durée de 16 à 17 jours avec progestéronémie supérieure à 1 ng/ml) se produit à 322 ± 9 jours pour le groupe H et à 355 ± 35 jours pour le groupe B. Le poids vif des agnelles est alors de 40 ± 5 kg pour le groupe H et de 35 ± 4 kg pour le groupe B.

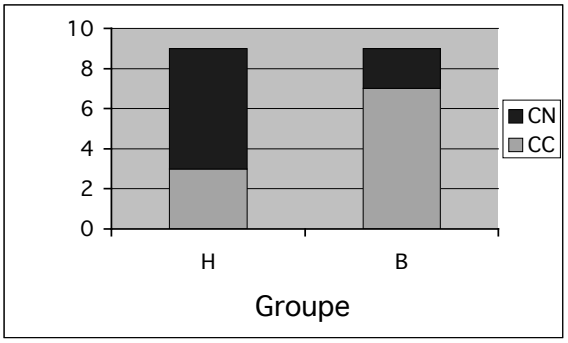

Figure 3 : Nombre d'agnelles présentant un démarrage d'activité ovarienne en dehors de l'effet bélier, sous forme de cycles normaux (CN) ou courts (CC) dans les 2 lots.

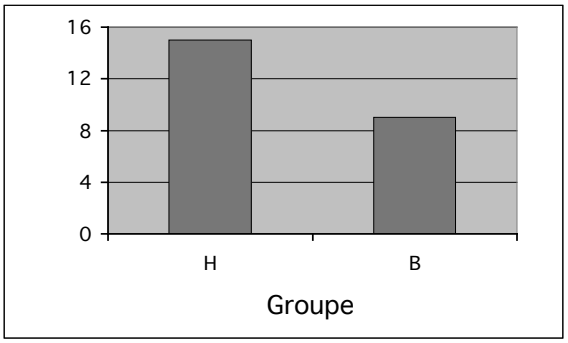

Figure 4: Nombre d'agnelles en cycle en fin d'expérience dans les 2 lots.

Activité comportementale
Contrairement à ce qui se passe pour l'activité ovarienne, l'introduction du bélier ne provoque aucune activité comportementale chez les agnelles. De même, il n'y a pas de chaleurs détectées avant le déclenchement de l'activité ovarienne, ni en même temps que l'apparition de cycles courts.
Chez 15 des 24 agnelles entrées en activité cyclique ovarienne, les premières manifestations d'œstrus sont observées après le premier cycle ovarien normal.
Ici encore, l'alimentation a un effet favorable. Une seule agnelle du groupe H n'a pas montré d'activité à la fin de l'expérience contre 7 dans le groupe B. De plus, le premier œstrus accompagnant un cycle normal se manifeste 25 jours plus tôt chez les agnelles du groupe H et à un poids supérieur de 4 kg.

Tableau 1
Caractéristiques zootechniques des agnelles ayant mis-bas

N° agnelle Groupe H	Age au 1er cycle normal avec oestrus (Jour)	Poids au 1er cycle normal avec oestrus (kg)	Date des saillies fécondantes	Age (calculé) aux saillies fécondantes (Jour)	Date d'agnelage	Age des agnelles à la mise bas (Jour)
1	297	49,5	10/11	360	10/04	510
2	314	46,5	16/11	366	16/04	516
3	321	43.0	28/10	348	28/03	498
4	321	37,6	30/10	350	30/03	500
5	314	38,6	29/10	349	29/03	499
6	326	36,0	15/11	365	15/04	515
7	314	46,4	21/11	371	21/04	521
11	319	38,5	17/11	367	17/04	517
16	309	38,0	18/11	368	18/04	518

Gestation et mise-bas

Dans le groupe H, 11 agnelles sont diagnostiquées gestantes et 9 mettent bas. Le poids moyen des 8 agneaux nés simples est de 3,7 kg et celui des jumeaux de 2,4 kg. Dans le groupe B, aucune gestation n'est détectée et aucune parturition n'a eu lieu.

Les caractéristiques zootechniques des agnelles ayant mis bas sont données dans le tableau 1. Ces agnelles ont montré leur premier cycle ovarien normal avec œstrus à un âge moyen de 316 jours pour un poids de 42 kg. Elles ont été fécondées à un âge moyen de 360 jours. L'agnelage a donc lieu à un âge de 16 à 17 mois.

Discussion

Le premier but de l'expérience était d'étudier les effets du niveau d'alimentation sur la croissance de l'agnelle Sardi. Comme attendu et en accord avec les résultats d'autres travaux (9, 10), dont certains réalisés sur la race Sardi (5, 17), une amélioration des conditions alimentaires accélère la croissance des agnelles.

Le démarrage de l'activité ovarienne cyclique à la puberté a été apprécié par l'établissement des profils de la progestéronémie. Plusieurs paramètres entrent en ligne de compte pour ce processus: l'âge des animaux, leur niveau alimentaire et leur poids et, lors de cet essai, l'effet bélier.

Au cours de notre essai, l'introduction du bélier dans des groupes d'agnelles âgées de 6 à 7 mois provoque chez un peu moins de la moitié d'entre elles l'apparition de corps jaunes, signe que des ovulations ont eu lieu. C'est l'effet bélier bien connu qui provoque une stimulation hypothalamique, une augmentation de la décharge pulsatile de LH et une ovulation chez les femelles dont l'anœstrus, ici prépubertaire, n'est pas trop profond (18). La réponse des agnelles à cette stimulation n'a pas été influencée par le niveau alimentaire auquel elles étaient soumises.

Indépendamment de cet effet bélier, le début de l'activité ovarienne au moment de la puberté est très variable et irrégulier chez l'agnelle Sardi. Des cycles courts, des cycles normaux interrompus par des périodes temporaires d'anœstrus et même une absence d'activité ovarienne sont observés. L'existence de cycles courts précédant une activité ovarienne normale a déjà été décrite (15) et pourrait s'expliquer par un corps jaune issu d'une stimulation gonadotrope insuffisante ou plus sensible à une production de PGF2α (16). Lors de nos essais, le taux de brebis manifestant des cycles courts est semblable dans les deux lots suite à l'effet bélier, mais beaucoup plus d'agnelles montrent des cycles courts et irréguliers pendant la suite de l'essai dans le lot moins supplémenté.

Le poids vif et donc l'alimentation constituent manifestement des facteurs importants pour l'apparition d'une activité ovarienne normale chez les agnelles de cette expérience. Mais lorsque l'alimentation ne permet pas une croissance suffisante, l'âge se substitue au poids comme facteur déclenchant la puberté. Une agnelle moins nourrie présente donc à la puberté un moindre poids qu'une autre recevant une alimentation abondante. Ceci constitue un handicap pour les performances ultérieures de reproduction.

De nombreux auteurs ont démontré qu'une bonne croissance durant les premiers mois de la vie de l'animal améliore les performances reproductrices des agnelles (8, 12). Nos résultats montrent que cette amélioration provient en grande partie d'une augmentation des chances de fécondation lors des premiers cycles œstraux.

De même, les effets bénéfiques d'un poids vif élevé sur les performances de reproduction des jeunes femelles ovines sont largement documentés. Il en ressort que les femelles les plus lourdes atteignent la puberté plus tôt, ont une fréquence plus élevée d'ovulations multiples et ont plus de chance d'être gestantes (11, 14).

Chez les agnelles de cet essai, l'activité comportementale (chaleurs) n'apparaît jamais avant une activité ovarienne normale et est même souvent plus tardive. Ce résultat était attendu; il est en effet bien connu (19) que l'imprégnation préalable du système nerveux central par la P4 (donc lors de la présence du corps jaune) est nécessaire pour l'obtention d'un comportement d'œstrus chez les ovins. La puberté démarre généralement par une ovulation silencieuse (20).

Dans cette étude, l'apparition des chaleurs est favorablement influencée par le niveau d'alimentation. Ceci est normal puisque l'activité ovarienne est aussi avancée.

Nos résultats démontrent clairement qu'à condition d'être nourries de manière adéquate, les agnelles Sardi peuvent être mises avec succès à la reproduction dès l'âge de 10 à 11 mois et sont capables d'avoir un premier agnelage à l'âge de 16 à 17 mois. Bien que l'on considère généralement que l'agnelle Sardi présente un premier agnelage vers l'âge de deux ans, nos résultats sont en accord avec ceux de Boutagyout (6) qui signale un étalement possible du premier agnelage entre 13 et 27 mois.

Nos résultats permettent aussi de conclure que l'apparition d'une cyclicité ovarienne normale avec œstrus ne suffit pas pour permettre une saillie fécondante. L'écart entre ces deux phénomènes est en moyenne de 44 jours. Ceci explique pourquoi le nombre d'agnelles mettant bas est souvent inférieur à celui des agnelles saillies (1). Une incapacité du système reproducteur des agnelles à conduire à bien une gestation ou les conditions climatiques liées à une saison de reproduction raccourcie constituent des raisons potentielles de ce phénomène.

Conclusion

Une alimentation adéquate des jeunes agnelles Sardi après le sevrage permet d'accélérer significativement la croissance et les mécanismes de reproduction. L'activité ovarienne cyclique apparaît de manière plus précoce et est plus rapidement normale; les premières chaleurs, y compris celles qui accompagnent un cycle ovarien normal, sont observées à un plus jeune âge et à un poids plus élevé, garant de meilleures performances ultérieures.

Ces agnelles peuvent être mises à la lutte avec succès dès l'âge de 10 à 11 mois, ce qui diminue nettement le pourcentage d'animaux improductifs.

Après l'entrée en cycle des agnelles, un niveau nutritionnel suffisant augmente nettement les chances de fécondation dès les premières chaleurs.

L'expérience permet aussi d'apporter un certain nombre d'informations sur l'initiation des mécanismes de reproduction de l'agnelle Sardi. Le début de l'activité ovarienne est très variable et irrégulier, avec une très grande dispersion de l'âge des agnelles au premier cycle et l'apparition de cycles courts et de périodes d'anœstrus entrecoupant l'activité ovarienne. De même, l'âge d'apparition de l'activité comportementale (chaleurs) est très variable selon les animaux et ne précède jamais celui de l'activité ovarienne. De plus, un écart moyen d'un mois et demi est observé entre les premières activités ovariennes normales avec œstrus et les premières saillies fécondantes.

Nos résultats permettent également de s'interroger sur la période habituelle de lutte en race Sardi. Pour les agnelles, en tout cas, cette période n'est pas propice à une bonne préparation alimentaire en système extensif ou semi-intensif. Quelle que soit la période retenue, une stratégie alimentaire adéquate doit être mise au point afin de permettre une utilisation optimale des agnelles dès la première année.

Remerciements

Les auteurs remercient l'Agence de l'Energie Atomique (A.E.A) pour le financement des kits de dosage de la progestérone et le Dr A. Guerouali pour l'accueil dans son laboratoire de physiologie animale, I.A.V Hassan II, Rabat.

Références bibliographiques

1. Bichard M., Younis A.A., Forrest P.A., & Cumberland P.H., 1974, Analysis of production records from a lowland sheep flock. 4. Factors influencing the incidence of successful pregnancy in young females. Anim. Prod. 19, 177-191.
2. Boukhliq R., 1986, Variations saisonnières de l'âge à la puberté, de la cyclicité et de l'anœstrus post-partum chez les brebis de races, D'man, Sardi et de leur produit de croisement. Thèse de Doctorat Vétérinaire, I.A.V. Hassan II, Rabat, Maroc.
3. Boulanouar B., Ahmed M., Klopfenstein T., Brink D. & Kinder J., 1995, Dietary protein or energy restriction influences age and weight at puberty in ewe lambs. Anim. Reprod. Sci. 40, 229-238.
4. Boujenane I., 1999, Les ressources génétiques ovines au Maroc, Actes Editions, 1999, Institut agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc.
5. Bourfia M. & Touchberry R.W., 1993, Diallel cross of three Moroccan breeds of sheep. II. Reproductive performance and productivity of pure breeds ewes., J. Anim. Sci. 71, 882-887.
6. Boutagyout M., 1980, Bilan de reproduction et contrôle de croissance

de la race D'man à la SODEA et SOGETA, et la Sardi à la COMAGRI. Thèse de Doctorat Vétérinaire, I.A.V. Hassan II, Rabat, Maroc.

7. Derqaoui L., 1992, Onset of puberty and development of reproductive capacity in D'man and Sardi breeds of sheep and their crosses. Doctorat ès-Sciences Agronomiques. I.A.V. Hassan II, Rabat, Maroc.
8. Dickerson G.E. & Laster D.B., 1975, Breed heterosis and environmental influences on growth and puberty in ewe lamb. J. Anim. Sci. 41, 1-9.
9. Forcada F., Abacia J.A. & Zarazago L., 1991, A note on an attainment of puberty of September-born early-maturing ewe lambs in relation to level of nutrition. Anim. Prod. 53, 407-409.
10. Foster D.L. & Oster., 1985, Effect of restricted nutrition on puberty in the lamb: patterns of tonic luteinizing hormone (LH) secretion and competency of LH surge system. Endocrinology, 116, 375-381.
11. Foster D.L. & Ryan K.D., 1994, Puberty in the female sheep. *In*: The Physiology of Reproduction. Vol. **2**, pp. 411-451 Eds E. and J.D. Neill, Raven Press, New York.
12. Hamra A.M. & Bryant M.J., 1982, The effects of level of feeding during rearing and early pregnancy upon reproduction in young female sheep. Anim. Prod. 34, 41-48.
13. Kabbali A. & Berger Y.M.,1990, L'élevage du mouton dans un pays à climat méditerranéen. Le système agropastoral du Maroc. Actes Edition, Rabat, 236 p.
14. King R.H. & Martin G.B., 1989, Relationships between protein intake during lactation, LH levels and oestrous activity in first-litter sows. Anim. Reprod. Sci. 19, 283-292.
15. Lassoued N. & Khaldi G., 1991, Interactions nutrition-reproduction chez les petits ruminants en milieu méditerranéen. Proc. Intern. Symp. on Nuclear and Related Techniques. *In:* Animal Production and Health. AEA/FAO. 15-19 April, Vienna, 379-390.
16. Lassoued N., Khaldi G., Cognié Y., Chemineau P. & Thimonier J., 1995, Effet de la progestérone sur le taux d'ovulation et la durée du cycle ovarien induits par effet mâle chez la brebis Barbarine et la chèvre locale tunisienne. Reprod. Nutr. Dev. 35, 415-426.
17. M'zian S., 1994, Analyse génétique des performances de croissance et de reproduction de la race Sardi à la ferme de sélection ovine des Krakra. Mémoire Ingénieur Agronome, IAV Hassan II, 91 p. Rabat, Maroc.
18. Poindron P., Cognié Y., Gayerie F., Orgeur P., Oldham C.M. & Ravault J.P., 1980, Changes in gonadotrophin and prolactin levels in isolated (seasonally or lactationally) anovular ewes with ovulation caused by the introduction of rams. Physiol. Behav, 25, 227-236.
19. Robinson T.J., 1989, The oestrous cycle of the ewe and doe. *In:* H.H. Cole et Cupps (eds). Reproduction in domestic animals, 291-333. Academic Press, New-York.
20. Thimonier J., Cognié Y., Lassoued N. & Khaldi G., 2000, L'effet mâle chez les ovins: une technique actuelle de maîtrise de la reproduction. INRA Prod. Anim., 13, 223-231.

Naima Hamidallah, Marocaine, Enseignante chercheur à la Faculté des Sciences et Techniques de Settat, Maroc.
B. Boulanouar, Marocain, PhD, Chef du Département de Production animale, Institut National de la Recherche Agronomique, Rabat, Maroc.
R. Belahsen, Marocain, PhD en Nutrition et Endocrinologie, Professeur de l'enseignement supérieur, Directeur de recherche, Université Chouaib Doukkali, Laboratoire de Physiologie appliquée, la Nutrition et l'Alimentation, UFR "Sciences de l'Alimentation", Faculté des Sciences, El Jadida, Maroc.
J.-L. Bister, Belge, Biologiste, Dr. en Sciences, Maître de conférence, Chef de travaux, Chargé d'enseignement, Laboratoire de Physiologie animale, Centre de recherches ovines, Centre d'Insémination et de Sélection ovines, Facultés universitaires Notre-Dame de la Paix, B-5000 Namur, Belgique.
R. Paquay, Belge, Docteur en Sciences agronomiques, Professeur, Département de médecine vétérinaire, Facultés universitaires Notre-Dame de la Paix, B-5000 Namur, Belgique.