

## Systèmes d'alimentation, performances de croissance et qualités nutritionnelles des viandes des chevreaux élevés dans l'arganeraie au sud-ouest du Maroc

P. Bas<sup>1</sup>  
P. Morand-Fehr<sup>1</sup>  
A. El Aich<sup>2</sup>  
E. Dahbi<sup>2</sup>  
A. Araba<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut national de la recherche agronomique-Institut national agronomique de Paris-Grignon (Inra-Ina-PG), Unité mixte de recherche (UMR) 791, Physiologie de la nutrition et alimentation, 16, rue Claude Bernard, 75231 Paris Cedex 05, France  
<bas@inapg.inra.fr>  
<morand@inapg.inra.fr>

<sup>2</sup> Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Département des productions animales, BP 6202, Rabat Instituts, 10101 Rabat, Maroc  
<a.elaich@iav.ac.ma>  
<e.dahbi@iav.ac.ma>

### Résumé

Les caractéristiques de la viande de chevreaux élevés dans l'arganeraie, au sud-ouest du Maroc, ont été étudiées dans deux essais réalisés au cours de 2 années consécutives. Des chevreaux mâles ont été élevés soit en chèvrerie, soit sur parcours dans l'arganeraie, avec un aliment concentré ou uniquement avec de la pulpe d'argan. Les chevreaux élevés dans l'arganeraie, sans aliment concentré, ont présenté des vitesses de croissance très faibles dans l'essai 1 (34 g/j), mais plus élevées dans l'essai 2 (64 g/j) en raison d'une disponibilité en végétation herbacée plus importante, alors que la vitesse de croissance des chevreaux élevés en chèvrerie a été d'environ 50 g/j, dans les 2 essais. Les poids des dépôts adipeux abdominaux des chevreaux élevés dans l'arganeraie ont été nettement plus faibles que chez ceux élevés en chèvrerie. Les teneurs en lipides et en cholestérol des muscles ont été les plus faibles chez les chevreaux de l'arganeraie. Ces chevreaux ont présenté des teneurs particulièrement élevées en acides gras possédant un nombre impair d'atomes de carbone ou une ramification méthyle, en position *iso* ou *antéiso*, ainsi qu'en acides gras polyinsaturés (AGPI) *n-6* et *n-3*, mais ils ont présenté un plus faible rapport des AGPI *n-6/n-3*, dans les dépôts adipeux et les muscles, que les chevreaux élevés en chèvrerie. Les chevreaux élevés en chèvrerie ont présenté des teneurs plus élevées en acide palmitique et plus faibles en acide arachidique que les chevreaux élevés dans l'arganeraie. La faible teneur en lipides et le profil en acides gras de la viande des chevreaux de l'arganeraie sont des caractéristiques bénéfiques pour la santé des consommateurs. Les teneurs élevées en acides ramifiés et en acides polyinsaturés de la viande des chevreaux de l'arganeraie seraient spécifiques d'une alimentation à base de parcours de type arganeraie et pourraient être l'un des caractères typiques de cette viande.

**Mots clés :** productions animales ; alimentation, consommation, nutrition.

### Abstract

#### Effect of feeding system on growth performance and carcass quality of young goats raised in the argan tree forest of South-Western Morocco.

The characteristics of meat from young goats raised in the argan tree forest in the south-western part of Morocco were studied, during two consecutive years. Male young goats were reared either indoors or outdoors. Indoor-raised goats were offered only a concentrate and outdoor-raised goats were received either a concentrate or only argan fruit pulp. Outdoor-raised goats receiving argan fruit pulp had a very low growth rate in the trial 1 (34 g/d), but a relatively high growth rate in the trial 2 (64 g/d), probably because herbaceous vegetation availability was higher. Indoor-raised goats had an average daily gain of about 50 g/d in the two trials. In each trial, abdominal adipose tissues weights were the lowest in the two groups of goats raised outdoors. Lipid and cholesterol contents of muscles were lower in goats raised in the argan tree forest than in goats raised indoors. The two groups of outdoor-raised goats had particularly high percentages of odd-chain FA, branched-chain FA of *iso* and *anteiso* series and *n-6* and *n-3* polyunsaturated FA (PUFA), and a lower *n-6:n-3* PUFA ratio than indoor-raised goats at once in adipose tissues and muscles. Indoor-raised goats had a higher percentage of palmitic acid and a lower percentage of archidic acid than outdoor-raised goats. Meat of goats reared in the argan tree forest can be considered as meat with beneficial characteristics in regards to

Tirés à part : P. Bas

human health because of its low fat content and its FA profile. The high branched-chain FA and PUFA contents in the meat from goats raised in the argan tree forest might take part of the typicity of this meat.

**Key words:** livestock farming; alimentation, consommation, nutrition.

**A**u sud-ouest du Maroc, l'arganeraie représente une zone boisée de plus de 800 000 hectares où coexistent des activités variées qui paraissent souvent antagonistes (cultures d'orge et d'oliviers, production de bois de chauffage et utilitaire, production d'huile à partir des noix d'argan, production de fourrage pour les chèvres, protection du milieu et de l'écosystème...). Dans cette zone, la production de viande de caprins est dominante et constitue, avec la production d'huile d'argan, la plus grande part des revenus de la population [1]. Les caprins apparaissent mieux adaptés que les ovins à ces conditions d'élevage extensif dans un environnement difficile, en raison de leur aptitude à monter dans les arbres et donc à prélever des feuilles, des tiges et des fruits. Ils ont en effet une meilleure capacité que les ovins pour utiliser les ressources fourragères des plantes riches en parois cellulaires telles que celles provenant des arbustes et des arbres [2]. Pour les caprins, ces produits de l'arganier peuvent constituer l'élément principal de la ration lorsque la disponibilité en herbe est réduite [1, 3]. En période de sécheresse, l'apport alimentaire provenant des ressources naturelles (chaume, herbe, buissons, arbustes, arbres) devient insuffisant pour couvrir les besoins d'entretien et de croissance des animaux. Dans ce cas, les éleveurs sont contraints, soit de vendre une partie de leur cheptel, soit de fournir un complément énergétique aux caprins. Dans les systèmes intensifs ou semi-intensifs, les chèvres sont élevées principalement pour le lait, et les chevreaux sont abattus relativement jeunes, entre 1 et 3 mois. En revanche, dans les systèmes extensifs, l'élevage est plutôt orienté vers la viande et les chevreaux sont abattus plus âgés, entre 10 mois et 14 mois. Les caractéristiques des carcasses des chevreaux élevés dans des conditions intensives ont été largement étudiées [4], mais celles des chevreaux élevés de façon extensive sont moins documentées, en particulier en ce qui concerne la teneur en lipides et la proportion des différents acides gras de la

viande qui jouent un rôle important au niveau de la qualité de la viande, et ce, plus particulièrement pour la santé humaine [5].

Pour améliorer la valorisation de la viande caprine dans la zone de l'arganeraie au Maroc, il paraît important d'avoir une très bonne image de la viande caprine basée sur ses propriétés nutritionnelles. Pour améliorer la valorisation de cette production, nous avons réalisé une étude dans le cadre d'un projet PRAD (Projet de recherche agronomique pour le développement). Nous avons comparé différentes techniques d'élevage des chevreaux au pâturage dans l'arganeraie à une technique d'élevage en chèvrerie généralement utilisée au Maroc, en analysant les performances des chevreaux et les caractéristiques des lipides de leur viande ou de leurs dépôts adipeux, vis-à-vis de leurs caractéristiques nutritionnelles pour le consommateur.

## Matériel et méthode

Deux essais (1 et 2) ont été conduits sur des chevreaux, au sud-ouest du Maroc, près de Tamanar, dans la région d'Essaouira, au cœur de la zone de l'arganeraie, au cours de 2 années consécutives (2001 et 2002). Ces chevreaux mâles de race locale avaient été achetés à trois éleveurs de cette région. Ils avaient entre 8 et 10 mois d'âge et un poids vif d'environ 10 kg au début des essais. L'objectif était d'abattre ces chevreaux vers 16-17 kg de poids vif, ce qui, d'après les prévisions, correspondait à une durée d'essai de 3 mois. Chaque essai comprenait trois groupes de six chevreaux, alimentés soit exclusivement avec des produits de l'arganeraie (pâturage + pulpe d'argan ; groupe PA), soit exclusivement avec du concentré (groupe CA), soit par un régime mixte à base de concentrés et des produits de l'arganeraie (pâturage + concentré ; groupe PC). Sur le parcours, l'alimentation était constituée

de plantes herbacées, de chaume d'orge, de feuilles et de tiges d'arbustes et d'arbres, notamment de jujubier et d'olivier et, de façon prédominante, d'arganier ainsi que de fruits d'arganier. Les teneurs en lipides et la composition en acides gras ont été déterminées comme précédemment décrit [6, 7] dans les dépôts adipeux internes (situés à proximité du rumen, tissu adipeux omental – OM, et proche des reins, tissu adipeux péri-rénal – PR) ainsi que dans le muscle *Longissimus dorsi* prélevé entre la 12<sup>e</sup> et la 13<sup>e</sup> vertèbre dorsale. Les dépôts OM et PR ont été choisis en raison de la liaison étroite entre leur poids et celles du niveau d'ingestion d'énergie, de leur relative homogénéité de composition, de la facilité de leur appréciation pondérale, et pour des raisons économiques puisque leur prélèvement n'altère pas la commercialisation de la carcasse [8]. L'analyse statistique a été réalisée avec le modèle linéaire de SAS [9] avec une analyse de variance à 2 facteurs (essais (2 niveaux) × système d'alimentation (3 niveaux)) et leur interaction.

## Résultats et discussion

### Ingestion, croissance et composition de la carcasse

Les quantités de chaque aliment ingéré sur le parcours n'ont pas pu être mesurées de façon précise, mais leur appréciation indirecte par la méthode dite des coups de dents [10, 11] permet d'indiquer que les produits de l'arganeraie (feuilles, tiges et fruits) pourraient représenter plus de la moitié de la matière sèche totale ingérée, à la fin du printemps et en été [3]. Cependant, dans l'essai 2, le niveau d'ingestion de plantes herbacées et de fruits de l'arganier a été plus important que dans l'essai 1, en raison des conditions climatiques plus favorables [10, 11]. Dans ces conditions, les chevreaux qui

ont disposé d'un aliment concentré (groupes CA et PC) ont atteint, dans les deux essais, le poids vif souhaité en 3 mois environ, tandis que ceux qui ne disposaient que des produits de l'arganeraie (groupe PA) n'ont atteint le poids vif désiré que dans l'essai 2. Dans l'essai 1, les chevreaux du groupe PA n'ont pas atteint un poids vif de 16 kg, même après un allongement de 3 mois de la durée de l'essai. Dans l'essai 2, la disponibilité plus importante de plantes herbacées a eu une incidence très favorable sur la vitesse de croissance des chevreaux des groupes PC et PA. Celle-ci a permis une vitesse plus élevée de 30 % environ que celle des chevreaux élevés en chèvrerie (tableau 1).

Dans les deux essais, les dépôts adipeux internes apparaissent 4 à 5 fois plus développés chez les chevreaux élevés en chèvrerie que chez ceux élevés dans l'arganeraie. Chez ces chevreaux élevés dans l'arganeraie, la supplémentation d'aliments concentrés (groupe PC), qui a permis d'accroître la quantité d'énergie disponible, n'a pas eu d'incidence sur le développement des dépôts adipeux inter-

**Tableau 1. Croissance et poids des dépôts adipeux des chevreaux**

Table 1. Growth performance and weight of adipose tissues of goats.

Systèmes d'alimentation (SA) <sup>1</sup>	Essai 1			Essai 2			P <sup>5</sup>	I <sup>6</sup>
	CA	PC	PA	CA	PC	PA		
Poids vif initial, kg	12,9	12,8	12,3	10,6	10,4	11,1	NS	*
Poids à l'abattage, kg	16,7	16,1	13,0	15,9	15,6	16,3	**	***
GMO <sup>2</sup> , g/j	54,2	54,3	34,3	51,5	72,7	64,3	**	**
Poids de carcasse, kg	7,9	7,3	6,9	6,6	6,8	7,2	NS	**
OM poids <sup>3</sup> , g	400	126	75	315	64	103	***	*
PR poids <sup>4</sup> , g	262	72	43	193	41	41	***	*

<sup>1</sup>SA : système d'alimentation ; CA : chevreaux élevés en chèvrerie avec du concentré ; PC : chevreaux élevés dans l'arganeraie et recevant du concentré ; PA : chevreaux élevés dans l'arganeraie et recevant de la pulpe d'argan.

<sup>2</sup>GMO : gain moyen quotidien (g/j) pendant les 12 semaines communes de l'essai.

<sup>3</sup>OM : tissu adipeux omental.

<sup>4</sup>PR : tissu adipeux périrénal.

<sup>5</sup>P : effets du système d'alimentation à : \* (P < 0,05) ; \*\* (P < 0,01) ; \*\*\* (P < 0,01).

<sup>6</sup>I : interaction SA x essai.

nes. De même, le niveau d'ingestion plus élevé de fourrage au cours de l'essai 2 n'a pas eu d'incidence sur les dépôts adipeux OM et PR. En outre, la plus faible teneur en matières sèches de ces dépôts adipeux internes, de plus de 15 % environ (tableau 2), accentue cette différence

de quantité de lipides déposés entre les chevreaux élevés dans l'arganeraie et ceux élevés en chèvrerie, vu la relation étroite reliant les teneurs en matières sèches et en lipides des tissus des chevreaux [8]. Les chevreaux de race locale du sud-ouest du Maroc, élevés en chèvre-

**Tableau 2. Effets du système d'élevage sur la proportion<sup>a</sup> des acides gras des dépôts adipeux internes**

Table 2. Effects of the feeding system on fatty acid proportion<sup>a</sup> of internal adipose tissues.

Systèmes d'alimentation (SA) <sup>1</sup>	Essai 1			Essai 2			P <sup>7</sup>	I <sup>8</sup>
	CA	PC	PA	CA	PC	PA		
MS%	92,5	77,1	74,2	90,9	71,3	82,7	***	*
C16:0	32,0	27,0	29,1	26,1	21,2	21,7	***	NS
C18:0	33,5	33,0	30,8	32,8	38,7	39,1	NS	***
C18:1	20,6	22,6	19,7	28,6	24,8	23,2	*	*
C18:2n-6	0,8	1,8	1,9	1,8	2,5	2,6	***	NS
C18:3n-3	0,05	0,26	0,40	0,09	0,64	0,70	***	*
ALC <sup>2</sup>	0,05	0,06	0,05	0,05	0,09	0,04	NS	NS
AGS <sup>3</sup>	73,1	68,0	69,3	64,7	66,3	67,5	NS	NS
AGMI <sup>4</sup>	22,3	24,9	22,2	30,5	26,7	25,1	NS	*
AGPI <sup>5</sup>	1,1	3,0	3,3	2,2	3,8	4,0	***	NS
AGR <sup>6</sup>	3,1	3,4	4,5	2,3	2,7	2,9	***	**
AG impairs	3,7	4,9	5,5	3,6	4,6	4,6	***	**
AG n-6	1,0	2,2	2,4	2,0	3,0	3,1	***	NS
AG n-3	0,05	0,26	0,40	0,09	0,64	0,70	***	*
n-6/n-3	21,9	23,1	12,3	24,7	4,9	4,6	***	**

<sup>a</sup>La proportion des acides gras est exprimée en pourcentage pondéral par rapport à la totalité des acides gras détectés.

<sup>1</sup>SA : système d'alimentation ; CA : chevreaux élevés en chèvrerie avec du concentré ; PC : chevreaux élevés dans l'arganeraie et recevant du concentré ; PA : chevreaux élevés dans l'arganeraie et recevant de la pulpe d'argan.

<sup>2</sup>ALC : acide conjugué de l'acide linoléique.

<sup>3</sup>AGS : acides gras saturés linéaires totaux.

<sup>4</sup>AGMI : acides gras mono-insaturés.

<sup>5</sup>AGPI : acides gras polyinsaturés.

<sup>6</sup>AGR : acides gras ramifiés *iso* et *antéiso*.

<sup>7</sup>P : effets du système d'alimentation à : \* (p < 0,05) ; \*\* (p < 0,01) ; \*\*\* (p < 0,01).

<sup>8</sup>I : interaction SA x essai.

rie, présentent des dépôts adipeux abdominaux qui entourent le rumen ou les reins, du même ordre que ceux des chevreaux de races Alpine ou Saanen, élevés dans des conditions intensives en Europe [12-14]. En revanche, le plus faible dépôt de gras chez les deux groupes de chevreaux élevés dans l'arganeraie ne peut s'expliquer par une moindre ingestion d'énergie, mais plutôt par une dépense énergétique engendrée par une activité musculaire supérieure sur le parcours : marche et escalade dans les arganiers [15, 16]. Chez ces chevreaux, le poids des dépôts omental et péri-rénal est similaire à ceux obtenus sur d'autres chevreaux mâles entiers de race indigène [17, 18]. Dans le muscle, les deux groupes de chevreaux de l'arganeraie ont aussi présenté des teneurs en matières sèches, en lipides, en acides gras et en cholestérol plus faibles de 6,5 %, 41 %, 49 %, 22 % respectivement que les chevreaux élevés en chèvrerie (tableau 3). Les teneurs en lipides des muscles apparaissent plus faibles que celles préalablement rapportées dans la littérature [19-22]. Elles reflètent

un faible niveau de synthèse et de stockage de lipides. Les teneurs en cholestérol du muscle obtenues dans cette étude sont comparables à celles obtenues chez les bovins [23] et à la plupart des données obtenues sur chevreaux sevrés [21, 24-26]. Bien que les différences de teneurs en cholestérol entre les groupes de chevreaux soient significatives au niveau statistique, elles auraient peu de signification au niveau physiologique vu l'importance de la synthèse de cholestérol par l'organisme [27]. Néanmoins, les teneurs en lipides et en cholestérol plus faibles dans la viande des chevreaux élevés dans l'arganeraie que dans celle des chevreaux élevés en chèvrerie contribuent à une meilleure qualité nutritionnelle et donc à une meilleure image de ce produit [28-30].

Les lipides des dépôts adipeux internes et des muscles des chevreaux de ces trois groupes présentent des teneurs élevées en acides gras saturés, de faibles teneurs en acides gras polyinsaturés et des teneurs élevées en acides gras à chaîne linéaire avec un nombre impair d'atomes

de carbone et en acides gras portant un substituant méthyle sur leur pénultième (*iso*) ou antépénultième (*antéiso*) atome de carbone. Ce profil est similaire à celui observé chez les autres ruminants (dépôts adipeux [4, 18, 23], muscles [4, 20, 24, 25]). L'hydrogénation ruminale des acides gras insaturés à 18 atomes de carbone de la ration produit principalement de l'acide stéarique aux dépens des acides linoléique et linoléique. Les acides gras à chaîne impaire ou ramifiée de forme *iso* ou *antéiso* sont synthétisés par les bactéries du rumen. Leur taux élevé dans les tissus reflète l'utilisation des lipides bactériens par l'animal hôte et l'intensité de l'activité microbiologique dans le rumen pour la dégradabilité des constituants de la ration. De telles teneurs en acides gras à chaîne impaire ont été préalablement rapportées [12, 31] chez des chevreaux alimentés avec des rations riches en concentrés. Mais avec ce type de rations, l'augmentation des teneurs en acides ramifiés rapportée par certains auteurs [32] dans les dépôts adipeux et les muscles des chevreaux ne concernait que

**Tableau 3. Effets du système d'élevage sur la composition<sup>a</sup> des lipides du muscle**

Table 3. Effects of the feeding system on lipid composition<sup>a</sup> of muscle.

Systèmes d'alimentation (SA) <sup>1</sup>	Essai 1			Essai 2			P <sup>7</sup>	I <sup>8</sup>
	CA	PC	PA	CA	PC	PA		
MS%	25,2	24,1	24,0	24,6	22,4	22,6	***	NS
Lipides (%)	3,0	2,0	1,7	2,5	1,3	1,5	***	NS
Cholesterol (mg/100 g)	80	66	46	64	58	54	***	NS
C16:0	22,2	22,0	21,2	18,4	16,1	16,8	†	NS
C18:0	15,1	17,9	18,3	14,0	17,3	17,4	***	NS
C18:1	47,8	39,6	35,8	50,1	35,9	36,6	***	NS
C18:2n-6	3,1	5,3	7,1	4,1	7,5	7,4	***	NS
C18:3n-3	0,24	0,82	1,19	0,13	1,38	1,39	***	**
ALC <sup>2</sup>	0,02	0,02	0,02	0,09	0,11	0,06	NS	NS
AGS <sup>3</sup>	40,3	43,5	43,3	34,9	36,7	38,0	**	NS
AGMI <sup>4</sup>	50,3	42,2	38,5	52,6	38,5	39,5	***	NS
AGPI <sup>5</sup>	5,7	9,7	13,3	8,0	16,9	15,9	***	NS
AGR <sup>6</sup>	1,2	1,3	1,4	0,9	1,1	1,1	*	NS
AG impairs	2,6	3,1	3,1	1,9	2,5	2,4	**	NS
AG n-6	4,9	7,7	10,6	7,1	12,5	11,7	**	NS
AG n-3	0,7	1,9	2,6	0,9	4,3	4,0	***	**
n-6/n-3	6,9	4,0	4,6	8,2	2,9	2,9	***	***

<sup>a</sup>La proportion des acides gras est exprimée en pourcentage pondéral par rapport à la totalité des acides gras détectés.

<sup>1</sup>SA : système d'alimentation ; CA : chevreaux élevés en chèvrerie avec du concentré ; PC : chevreaux élevés dans l'arganeraie et recevant du concentré ; PA : chevreaux élevés dans l'arganeraie et recevant de la pulpe d'argan.

<sup>2</sup>ALC : acide conjugué de l'acide linoléique.

<sup>3</sup>AGS : acides gras saturés linéaires totaux.

<sup>4</sup>AGMI : acides gras mono-insaturés.

<sup>5</sup>AGPI : acides gras polyinsaturés.

<sup>6</sup>AGR : acides gras ramifiés *iso* et *antéiso*.

<sup>7</sup>P : effets du système d'alimentation à : \* ( $p < 0,05$ ) ; \*\* ( $p < 0,01$ ) ; \*\*\* ( $p < 0,001$ ).

<sup>8</sup>I : interaction SA x essai.

les acides gras dont la ramification était proche de la fonction carboxylique et sur un atome de carbone pair. Des niveaux aussi élevés d'acides ramifiés de forme *iso* et *antiiso* n'ont à notre connaissance jamais été observés dans des dépôts adipeux et des muscles de caprins et de ruminants.

La principale différence de composition des tissus adipeux entre les chevreaux élevés en chèvrerie et ceux de l'arganeraie est due à une augmentation des proportions des acides polyinsaturés et des acides gras impairs et ramifiés chez les chevreaux de l'arganeraie, au détriment de l'acide palmitique et des acides mono-insaturés. La teneur en acides polyinsaturés est 2 fois plus élevée chez les chevreaux de l'arganeraie, tant dans les dépôts adipeux que dans les muscles. Cet accroissement de la teneur en acides gras polyinsaturés est relativement plus important pour l'acide linoléique et ses dérivés de la série *n-3* ( $\times 7$  et  $\times 4$ , dans les dépôts adipeux et les muscles, respectivement) que pour l'acide linoléique et ses dérivés de la série *n-6* ( $\times 1,8$  et  $\times 1,8$ , dans les dépôts adipeux et les muscles, respectivement). Le rapport des acides gras *n-6/n-3* est donc 2 fois plus faible dans les dépôts adipeux et les muscles des chevreaux de l'arganeraie que chez ceux élevés en chèvrerie. Ainsi, ce rapport est inférieur à 5,0 dans les muscles des deux groupes de chevreaux élevés dans l'arganeraie. De ce fait, la consommation de la viande de ces chevreaux accroît l'apport en acides gras polyinsaturés et, de façon plus marquée, celui des acides gras *n-3*, contribuant ainsi à un meilleur équilibre entre les acides gras polyinsaturés de la ration alimentaire. C'est pourquoi la consommation de cette viande peut être considérée comme bénéfique pour la santé humaine puisqu'un rapport des acides gras *n-6/n-3* inférieur à 5,0 serait un facteur très favorable pour la prévention des maladies cardiovasculaires [33]. Cet effet est conforté par la réduction de la teneur en acide palmitique chez les chevreaux de l'arganeraie qui, elle aussi, est considérée comme très favorable pour le consommateur, en raison de l'effet athérogénique marqué de cet acide gras [34-36].

Dans l'essai 2, le profil de composition des dépôts adipeux et des muscles des chevreaux de l'arganeraie et des chevreaux élevés en chèvrerie a présenté des différences notables avec celui observé dans l'essai 1. Dans les trois groupes de chevreaux, une baisse du pourcentage de

l'acide palmitique ( $-17$  à  $-23$  %) et des acides gras ramifiés ( $-20$  à  $-28$  %) et un accroissement du pourcentage des acides gras *n-6* et *n-3* ont été observés. Cependant, l'accroissement du pourcentage des acides gras *n-6* est apparu relativement plus important pour les chevreaux élevés en chèvrerie que pour ceux élevés dans l'arganeraie ( $+110$  vs  $+31$  % et  $+43$  vs  $+32$  %, dans les dépôts adipeux internes et les muscles, respectivement) alors que l'accroissement des acides gras *n-3* est relativement plus important chez les chevreaux élevés dans l'arganeraie ( $+57$  vs  $+102$  % et  $+15$  vs  $+82$  %, dans les dépôts adipeux internes et les muscles, respectivement).

Les chevreaux de l'arganeraie recevant le concentré énergétique présentent des pourcentages d'acides gras assez similaires à ceux des chevreaux qui ne l'ont pas reçu. Les lipides des deux groupes de chevreaux de l'arganeraie ne se distinguent que par leurs pourcentages en acides gras impairs et en acides gras ramifiés qui, dans les dépôts adipeux internes, sont intermédiaires entre ceux des chevreaux élevés en chèvrerie et ceux des chevreaux de l'arganeraie n'ayant pas reçu de concentré énergétique. Il est donc apparu difficile de discriminer les deux groupes de chevreaux de l'arganeraie par leur composition en acides gras.

## Conclusion

Les conditions agroclimatiques très différentes des deux essais de cette étude, avec une année très sèche et une année plus humide, ont été un atout pour caractériser les effets de la conduite au pâturage en arganeraie (par définition, hétérogènes et variables) sur la croissance et la composition corporelle des chevreaux. Ces conditions ont principalement influencé le niveau d'apport alimentaire provenant de l'arganeraie ainsi que la répartition des parts relatives entre les plantes herbacées et les produits de l'arganier. Les répercussions les plus notables portent sur la vitesse de croissance des chevreaux. Le pâturage en arganeraie a eu comme effet majeur et constant une réduction de l'adiposité des carcasses et une modification du profil en acides gras dans un sens favorable car plus conforme aux recommandations nutritionnelles actuelles pour la santé

humaine. En effet, cette étude a montré que les chevreaux ayant accès à l'arganeraie se différenciaient de ceux engraisés en chèvrerie par des teneurs en lipides et en cholestérol plus faibles et un profil d'acides gras spécifique. Les teneurs beaucoup plus réduites en acide palmitique d'une part et plus élevées en acides gras polyinsaturés, en particulier en acides gras *n-3* d'autre part, ainsi que le meilleur équilibre entre les acides gras polyinsaturés dans la viande des chevreaux élevés dans l'arganeraie sont autant d'éléments favorables à la santé des consommateurs. Malgré la grande variabilité de composition lipidique intra-groupe et inter-essais, le profil des acides gras de la viande des chevreaux élevés dans l'arganeraie présente des spécificités qui permettent de la distinguer de celle des chevreaux élevés en chèvrerie. Des études complémentaires pourraient être développées dans ce domaine pour pouvoir reconnaître sans ambiguïté la viande issue de chevreaux élevés dans l'arganeraie.

La complémentation énergétique des chevreaux de l'arganeraie par un apport de concentré a un effet bénéfique sur l'amélioration de la vitesse de croissance des chevreaux, mais son intérêt économique est plus discutable, sauf lorsque les ressources du pâturage sont très réduites. L'impact de la disponibilité alimentaire sur le parcours n'a que de faibles répercussions sur le poids des dépôts adipeux et la composition en acides gras des tissus adipeux et des muscles.

Ce travail met l'accent sur les qualités nutritionnelles de la viande de chevreaux élevés dans l'arganeraie. Il serait maintenant nécessaire de communiquer plus largement sur les caractéristiques de cette viande pour en permettre une meilleure valorisation. ■

## Remerciements

Les auteurs remercient le ministère français des Affaires étrangères et le ministère marocain de l'Agriculture, du Développement rural et des Eaux et Forêts, la direction de l'Enseignement, de la Recherche et du Développement pour leurs participations au financement du « Projet de recherche agronomique pour le développement » (PRAD) n° 00-11, appel d'offres pour 2000. Domaine du projet : Production et santé animales.

## Références

1. El Aich A. Goat farming systems in Morocco. In: El Aich A, Landau S, Bourbouze A, Rubino R, Morand-Fehr P, eds. *Goat Production Systems in the Mediterranean*. EAAP Publication. N° 71. Wageningen (Pays-Bas) : Academic Publishers, 1995.
2. Martinez T. Summer feeding strategy of Spanish ibex *Capra pyrenaica* and domestic sheep *Ovis aries* in south-eastern Spain. *Acta Theriol (Warsz)* 2002 ; 47 : 479-90.
3. El Aich A, El Assouli N, Fathi A, Morand-Fehr P, Bourbouze A. Ingestive behavior of goats grazing in the Southwestern argan forest of Morocco. *Small Ruminant Res* 2005 (in press).
4. Banskalieva V, Sahlu T, Goetch AL. Fatty acid composition of goat muscles and fat depot : a review. *Small Ruminant Res* 2000 ; 37 : 255-68.
5. Wood JD, Richardson RI, Nute GR, et al. Effects of fatty acids on meat quality : a review. *Meat Sci* 2004 ; 66 : 21-32.
6. Rule DC. Direct transesterification of total fatty acids of adipose tissue, and of freeze-dried muscle and liver with boron-trifluoride in methanol. *Meat Sci* 1997 ; 46 : 23-32.
7. Bas P, Archimède H, Rouzeau A, Sauviant D. Fatty acid composition of mixed-rumen bacteria : effect of level and type of forage. *J Dairy Sci* 2003 ; 86 : 2940-8.
8. Bas P. *Croissance et métabolisme lipidique du ruminant autour du sevrage : étude sur modèle caprin*. Thèse doctorat, Institut national agronomique Paris-Grignon, 1993.
9. SAS User's Guide. *Statistics. Version 6th Edition*. Cary (Caroline du Nord) : SAS Inst., Inc., 1987.
10. El Assouli N. *Étude des comportements des caprins dans l'Arganaie (région de Haha) : prélèvements sur la végétation et croissance*. Mémoire de 3<sup>e</sup> cycle, IAV Hassan II, Rabat, Maroc, 2001.
11. Fathi A. *Caractérisation des prélèvements et de la valeur nutritionnelle de la ration des caprins (région de Haha)*. Mémoire de 3<sup>e</sup> cycle, IAV Hassan II, Rabat, Maroc, 2002.
12. Bas P, Hervieu J, Morand-Fehr P, Sauviant D. Facteurs influençant la composition des graisses chez le chevreau de boucherie : Incidence sur la qualité des gras de carcasses. In: Morand-Fehr P, Bourbouze A, De Simiane M, eds. *Nutrition et Systèmes d'Alimentation de la Chèvre*. (Vol. 1). Tours, France : ITOVIC-Inra, 12-15 May 1981, 1981 : 90-100.
13. Colomer-Rocher F, Kirton AH, Mercer GJK, Duganzich DM. Carcass composition of New Zealand Saanen goats slaughtered at different weights. *Small Ruminant Res* 1992 ; 7 : 161-73.
14. Fehr PM, Sauviant D, Delage J, Dumont BL, Roy G. Effect of feeding methods and age at slaughter on growth performances and carcass characteristics of entire young male goats. *Livest Prod Sci* 1976 ; 3 : 183-94.
15. Lachica M, Somlo R, Barroso FG, Boza J, Prieto C. Goats locomotion energy expenditure under range grazing conditions : seasonal variation. *J Range Manage* 1999 ; 52 : 431-5.
16. Lachica M, Aguilera JF. Estimation of energy needs in the free-ranging goat with particular reference to the assessment of its energy expenditure by the <sup>13</sup>C-bicarbonate method. A review. *Small Ruminant Res* 2003 ; 49 : 303-18.
17. Gaili ES, Ali EA. Meat from Sudan desert sheep and goats. Part 1-Carcass yield, offals and distribution of carcass tissues. *Meat Sci* 1985 ; 13 : 217-27.
18. Owen JE, Norman GA, Philbrooks CA, Jones NSD. Studies on the meat production characteristics of Botswana goats and sheep - Part III : Carcass tissue composition and distribution. *Meat Sci* 1978 ; 2 : 59-74.
19. Gaili ES, Ali EA. Meat from Sudan desert sheep and goats. Part 2-Composition of the muscular and fatty tissues. *Meat Sci* 1985 ; 13 : 229-306.
20. Babiker SA, El Khider IA, Shafie SA. Chemical composition and quality attributes of goat meat and lamb. *Meat Sci* 1990 ; 28 : 273-7.
21. Potchoiba MJ, Lu CD, Pinkerton F, Sahlu T. Effects of all milk diet on weight gain, organ development, carcass characteristics and tissue composition, including fatty acids and cholesterol contents, of growing male goats. *Small Ruminant Res* 1990 ; 3 : 583-92.
22. Johnson DD, McGowan CH, Nurse G, Anous MR. Breed type and sex effects on carcass traits, composition and tenderness of young goats. *Small Ruminant Res* 1995 ; 17 : 57-63.
23. Bas P, Sauviant D. Variations de la composition des dépôts lipidiques chez les bovins. *INRA Prod Anim* 2001 ; 14 : 311-22.
24. Park YW, Kouassi MA, Chin KB. Moisture, total fat and cholesterol in goat organ and muscle meat. *J Food Sci* 1991 ; 56 : 1191-3.
25. Madruga MS, Narain N, Souza JG, Costa RG. Castration and slaughter age effects on fat components of «Mestiço» goat meat. *Small Ruminant Res* 2001 ; 42 : 77-82.
26. Kesava Rao V, Kowle BN, Verma AK. Effect of feeding water washed (*Azadirachta indica*) seed kernel cake on the quality, lipid profile and fatty acid composition of goat meat. *Small Ruminant Res* 2003 ; 47 : 213-9.
27. Lutton C. Dynamique du cholestérol et des acides biliaires. Aspects comparatifs. *Reprod Nut Dev* 1990 ; 30 : 145-60.
28. Bas P, Morand-Fehr P. Effect of nutritional factors on fatty acid composition of lamb fat deposits. *Livest Prod Sci* 2000 ; 64 : 61-79.
29. Mahgoub O, Khan AJ, Al-Maqbaly RS, Al-Sabahi JN, Annamalai K, Al-Sakry NM. Fatty acid composition of muscle and fat tissues of Omani Jebel Akhdar goats of different sexes and weights. *Meat Sci* 2002 ; 61 : 381-7.
30. Tshabalala PA, Strydom PE, Weeb EC, Kock de HL. Meat quality of designated South African indigenous goat and sheep breeds. *Meat Sci* 2003 ; 65 : 563-70.
31. Duncan WRH, Ørskov ER, Garton GA. Fatty acid composition of triglycerides of goats fed on a barley-rich diet. *Proc Nutr Soc* 1976 ; 35 : 89A-90A.
32. Sauviant D, Bas P, Morand-Fehr P. Production de chevreaux lourds : II. - Influence du niveau d'ingestion de lait et du sevrage sur les performances et la composition du tissu adipeux. *Ann Zootech* 1976 ; 28 : 73-92.
33. Wood JD, Enser M. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *Br J Nutr* 1997 ; 78 (Suppl. 1) : S49-S60.
34. Ulbricht TLV, Southgate DAT. Coronary heart disease : seven dietary factors. *Lancet* 1991 ; 338 : 49-56.
35. Lagrost L, Mensink RP, Guyard-Dangremont V, et al. Variations in serum cholesteryl ester transfer and phospholipid transfer activities in healthy women and men consuming diets enriched in lauric, palmitic or oleic acids. *Atherosclerosis* 1999 ; 142 : 395-402.
36. Sacks FM, Katan M. Randomized clinical trials on the effects of dietary fat and carbohydrate on plasma lipoproteins and cardiovascular disease. *Am J Med* 2002 ; 113 : 13-24.