
Flux de matière et d'énergie en rapport avec l'alimentation du cheptel du Tadla

Abdelilah ARABA¹ & Abdelilah ILHAM¹

1. INTRODUCTION

La gestion des intrants et des extrants de matières à travers le cheptel domestique revêt de plus en plus d'importance eu égard aux préoccupations en matière d'environnement. Au Maroc, le périmètre du Tadla constitue un cas d'étude intéressant vu le rôle qu'il joue dans le développement socio-économique du pays, par l'importance du cheptel bovin laitier élevé et par ses potentialités de production fourragère, plus particulièrement la luzerne.

2. EFFECTIFS DU CHEPTEL

Le Tadla est l'une des régions les plus importantes en élevage, comme le montre le tableau 1.

Le cheptel bovin, et plus particulièrement le cheptel laitier, a connu ces deux dernières décennies une amélioration importante au niveau de la structure génétique, qui s'explique par le développement de l'insémination artificielle et l'importation d'un nombre élevé de génisses de renouvellement d'Europe (estimées rien que pour la deuxième moitié des années 90 à environ 13.000 têtes).

Ainsi, actuellement, les vaches de races laitières sont estimées à 24.000, celles de type croisé à 55.000 et celles de type local à 16.000.

La répartition du cheptel bovin, ovin et caprin par race et par classe d'âge est représentée dans les tableaux 2 et 3.

¹ Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, B.P. 6202 Madinate Al Irfane,
10101 Rabat, Maroc
E-mail: a.araba@iav.ac.ma ; a.ilham@iav.ac.ma

Tableau 1. Effectif total du cheptel (ORMVAT, 2003)

Espèce	ORMVAT	DPA	Total	Part nationale
Bovins	155000	36000	191000	10-12%
Ovins	350000	446000	796000	4-5%
Caprins	30000	144000	174000	<1%
Équidés	35000	26000	61000	<1%

Tableau 2. Répartition du cheptel bovin par race ou type et par classe d'âge (ORMVAT, 2003)

Classes d'âge	Races laitières		Type croisé		Type local	
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
0-6 mois	5300	8100	17400	12000	4000	2900
6-24 mois	3100	4800	10000	7200	2400	1800
3-5 ans	500	23500	1500	34700	300	8500
≥ 6ans	0	4100	0	5900	0	1500
Total	8900	40500	28900	59800	6700	14700

Tableau 3. Répartition du cheptel ovin et caprin par classe d'âge et par sexe (ORMVAT, 2003)

Classes d'âge	Ovins		Caprins	
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
0-1 an	110000	110000	3000	3000
1-2 ans	13000	30000	1000	7000
2-6 ans	13000	57000	1000	12500
> 6ans	0	17000	0	2500
Total	136.000	214000	5000	25000

3. CONDUITE ALIMENTAIRE

En matière d'alimentation, le périmètre du Tadla dispose d'un potentiel de production fourragère élevé. La culture de la luzerne est prédominante. Les autres cultures sont le bersim, l'orge fourragère et le maïs fourrager. En moyenne, la production fourragère au Tadla représente environ 15% de celle qui est produite à l'échelle nationale.

Le tableau 4 présente les ressources alimentaires du bétail produites dans le périmètre.

Tableau 4. Ressources alimentaires du bétail produites dans le Tadla (ORMVAT, 2003)

Ressources alimentaires	Superficie (ha)	Production totale (t)
1. Cultures fourragères		
Luzerne	19600	1058000
Bersim	1740	88850
Orge fourragère	2600	83100
Mais fourrager	360	11000
Pois fourrager	100	600
2. Sous-produits		
Feuilles et collets de betterave		143000
Paille		161300
3. Aliments concentrés		
Mélasses		27600
Pulpe sèche de betterave		30000
Son de blé		10000

Il ressort du tableau 4 que la luzerne, qui représente les 4/5^{ème} de la superficie réservée aux fourrages, constitue la principale culture fourragère dans le périmètre. Elle est exploitée en vert du mois de mars à novembre et sous forme de foin durant les mois froids (novembre à février) quand la croissance de la luzerne est faible. Le rendement de la luzerne au niveau du périmètre varie entre 50 et 60 tonnes de matière verte par hectare et par an, selon la disponibilité en eau d'irrigation. Quand la campagne agricole est caractérisée par une restriction d'eau d'irrigation, les doses d'irrigation réduites affectent le rendement du fourrage.

Le bersim, culture hivernale, commence à prendre de plus en plus d'importance dans le périmètre. Il est exploité par le cheptel entre novembre et mai. Il représente environ le 1/10^{ème} de la superficie totale réservée aux cultures fourragères. Son rendement moyen est de 50 tonnes de matière verte par hectare et par an.

L'orge fourragère produite sur environ le 1/10^{ème} de la superficie fourragère est exploitée par le cheptel par déprimage, au mois de janvier.

Le maïs fourrager, utilisé sous forme d'ensilage, après un certain développement au milieu des années 90, a été en repli ces dernières années par manque d'eau d'irrigation, réservée pour la luzerne et pour l'olivier en période de restriction. La production de cette culture se limite aux éleveurs disposant de moyens de pompage.

Les sous-produits de cultures et de l'agro-industrie sont constitués, pour les aliments grossiers, de la paille et des feuilles et collets de betterave et pour les aliments concentrés de la mélasse, de la pulpe sèche de betterave et du son de blé.

La paille de céréales est l'aliment grossier le plus utilisé au cours de l'année entière comme aliment de lest et en moindre quantité comme litière. Quant aux feuilles et collets de betterave, ils sont séchés et distribués aux animaux de juillet à décembre. Les chaumes constituent aussi une ressource alimentaire importante depuis les moissons jusqu'à la fin d'août.

Les aliments concentrés, produits localement et distribués au cheptel, sont la pulpe sèche de betterave (30.000 tonnes par an), le son de blé (10.000 tonnes) et la mélasse (5.000 tonnes). Ces aliments sont distribués pratiquement toute l'année. Outre ces aliments concentrés produits localement, les éleveurs achètent des aliments concentrés, estimés par les services de l'ORMVAT, à 15.000 t d'orge et 55000 t d'autres aliments : pulpe sèche de betterave, son, luzerne déshydratée, tourteau de tournesol.

La caractérisation des aliments les plus utilisés dans l'alimentation animale au périmètre du Tadla est présentée dans le tableau 5.

Tableau 5. Valeur nutritive de quelques aliments utilisés dans l'alimentation du cheptel au Tadla (Rondia & Araba, 1997)

Aliments ^a	MS %	UFL/kg MS	MAT ^b	P ^b	K ^b	EB ^c
Cultures fourragères						
Luzerne	20-25	0,73-0,90	170-240	2-3	19-25	4,38-4,49
Bersim	11-21	0,62-0,90	160-200	2,5-3,5	-	3,96-4,20
Orge fourragère	16-21	0,76-0,95	67-168	2,6-3,8	10-20	4,19-4,24
Maïs fourrager	26-33	0,82-0,88	73-86	2,2-2,3	10-15	4,25-4,33
Pois fourrager	18-33	0,93	180-203	2,5-3	-	4,40-4,50
Sous-produits de culture						
Feuilles et collets						
betterave	13	0,70	153	2,5	-	3,16
Paille	92	0,53	38	0,7	14,2	4,34
Aliments concentrés						
Mélasse de betterave	77	0,94	103	0,3	60,7	3,76
Pulpe sèche de betterave	89	1,06	93	0,3	2	3,85
Son de blé	87	0,94	176	12,8	15,6	4,57
Orge grains	89	1,08	122	3,7	4,7	4,45
Tourteaux de tournesol	92	0,86	380	8	10,6	5,07

^a MS : Matière sèche, UFL : Unité Fourragère Lait, MAT : Matières Azotées Totales, P : Phosphore, K : Potassium

^b g/kg MS

^c kcal/kg MS

Les fourrages verts sont soit pâturés soit distribués à l'auge. La végétation spontanée provenant des « parcours » et jachères est principalement exploitée par pâturage. La végétation provenant du désherbage des cultures, distribuée aux animaux, est une autre source de fourrage vert. La valeur nutritive de ces fourrages dépend du matériel végétal (espèce, variété, stade de développement, rang du cycle végétatif) et des conditions de milieu (climat, sol, fumure). Les principales caractéristiques de la valeur nutritive présentent de ce fait des variations assez larges (Tableau 5). La teneur en matière azotée totale (MAT) est nettement plus élevée pour les légumineuses que pour les graminées.

Certains éleveurs procèdent au fanage de la luzerne en amenant sa teneur en MS à 85-90% dans le but de garantir une conservation prolongée et correcte du produit.

Les aliments concentrés sont soit produits sur l'exploitation, soit achetés au marché. Les principales caractéristiques nutritives de ces aliments sont relativement homogènes pour chaque catégorie. Ainsi, l'orge (principale céréale distribuée aux animaux) est caractérisée par sa richesse en énergie et sa relative pauvreté en MAT.

Les sous-produits de sucrerie se distinguent d'un point de vue alimentaire par une faible teneur en MAT et en phosphore. En outre, la mélasse est très riche en potassium.

Les tourteaux, dont plus particulièrement le tourteau de tournesol, sont qualifiés d'aliments azotés concentrés. En outre, leur teneur en phosphore est nettement plus élevée que celle des céréales.

Le son de blé, sous-produit de meunerie, est largement utilisé par les éleveurs. Il est moyennement azoté et riche en phosphore et en potassium.

La constitution d'une ration « type » pour les vaches laitières au niveau de la zone d'étude est détaillée aux tableaux 6 et 7.

Des rations « types » présentées dans les tableaux 6 et 7, sont retenues des compositions moyennes en nutriments en relation avec l'étude, à savoir :

- une teneur en MAT de 15% pour les femelles en lactation (vaches laitières, brebis allaitantes, chèvres allaitantes),
- une teneur en MAT de 12% pour les autres types d'animaux (en croissance ou en engraissement),
- une teneur moyenne en phosphore de 0,4%,
- une teneur moyenne en potassium de 1,5%.

Tableau 6. Ration « type » et composition en N, P et K pour des vaches laitières

Aliments	Composition moyenne					Apports			
	Brut	MS ^a (%)	MAT ^b	P ^b	K ^b	kg MS	MAT (g)	P (g)	K (g)
Luzerne	30,0	22,0	200,0	2,5	23,0	6,6	1320	16,5	151,8
Mais fourrager	15,0	30,0	80,0	2,3	15,0	4,5	360	10,1	67,5
Paille	1,0	92,0	38,0	0,7	14,2	0,9	35	0,6	13,1
Mélasse de betterave	0,5	77,0	103,0	0,3	60,7	0,4	39,7	0,1	23,4
Pulpe sèche betterave	3,0	89,0	93,0	0,3	2,0	2,7	248,3	0,8	5,3
Son de blé	2,0	87,0	176,0	12,8	15,6	1,7	306,2	22,3	27,1
Orge en grains	1,0	89,0	122,0	3,7	4,7	0,9	108,6	3,3	4,2
Tourteau Tournesol	2,0	92,0	380,0	8,0	10,6	1,8	699,2	14,7	19,5
TOTAL	54,5					19,5	3116,9	68,5	311,9
Pourcentages/MS						35,9	15,9	0,4	1,6

^aMS : Matière sèche, MAT : Matières Azotées Totales, P : Phosphore, K : Potassium ; ^bg/kg MS

Tableau 7. Ration « type » et composition en N, P et K pour des bovins en croissance-engraissement

Aliments	Composition moyenne					Apports			
	Brut	MS ^a (%)	MAT ^b	P ^b	K ^b	Kg MS	MAT	P	K
Paille	4,0	92,0	38,0	0,7	14,2	3,7	139,8	2,6	52,3
Mélasse betterave	1,5	77,0	103,0	0,3	60,7	1,2	119,0	0,3	70,1
Pulpe sèche betterave	3,0	89,0	93,0	0,3	2,0	2,7	248,3	0,8	5,3
Son de blé	2,0	87,0	176,0	12,8	15,6	1,7	306,2	22,3	27,1
Orge en grains	2,0	89,0	122,0	3,7	4,7	1,8	217,2	6,6	8,4
Tourteaux Tournesol	1,5	92,0	380,0	8,0	10,6	1,4	524,4	11,0	14,6
TOTAL	14,0					12,4	1554,9	43,6	177,8
Pourcentages/MS						88,6	12,5	0,4	1,4

^aMS : Matière sèche, MAT : Matières Azotées Totales, P : Phosphore, K : Potassium ; ^bg/kg MS

4. PRODUCTIONS

4.1. Lait

La quantité de lait collectée dans le périmètre varie ces 4 dernières années entre 100 et 120 millions de litres par an en relation avec la production fourragère. Cette quantité représente environ 15% de la quantité collectée à l'échelle nationale.

Quant à la production totale (incluant à la fois celle qui est collectée et celle qui est auto-consommée et colportée), elle est estimée à 216 millions de litres, soit environ 14% de la production nationale totale.

Selon les services de l'ORMVAT et nos propres travaux dans le périmètre, la production moyenne de lait par vache présente et par jour est de 15 litres pour les vaches Holstein, environ 8 litres pour les vaches croisées et de l'ordre de 2 litres pour les vaches locales.

4.2. Viande

La production de viandes rouges est estimée à 30000 tonnes de poids vif (soit 12% de la production nationale). Sa répartition par espèce animale est comme suit :

- Bovins : 19600 tonnes
- Ovins : 10000 tonnes
- Caprins : 400 tonnes.

Selon les services de l'ORMVAT, la croissance des animaux élevés dans le périmètre est moyenne. Elle peut être résumée schématiquement comme suit (Tableau 8).

5. MÉTHODOLOGIE

La méthode suivie pour l'étude des flux de nutriments N, P, K est basée sur les estimations suivantes :

- des quantités de nutriments apportées au vu des quantités ingérées moyennes et des teneurs moyennes en nutriments en relation avec l'étude,
- des quantités de ces nutriments retenues pour les productions animales (lait, viande).

Les quantités de nutriments rejetés à travers les déjections animales (féces et urines) ont été déterminées par différence entre les éléments ingérés et les éléments retenus par l'animal.

Tableau 8. Estimation des vitesses de croissance des animaux par espèce, race et classe d'âge

Type d'animal	Croissance (kg/j)
Bovins laitiers	
M, >3 ans	0,2
F, 6-24 mois	0,5
M, 6-24 mois	0,9
M+F, 0-6 mois	0,4
Bovins croisés	
M, >3 ans	0,1
F, 6-24 mois	0,4
M, 6-24 mois	0,8
M+F, 0-6 mois	0,4
Bovins locaux	
M, >3 ans	0,1
F, 6-24 mois	0,4
M, 6-24 mois	0,7
M+F, 0-6 mois	0,3
Ovins et Caprins	
M, >2 ans	0,1
F, 1-2 ans	0,1
M, 1-2 ans	0,1
M+F, 0-1 an	0,15

De nombreuses données sur les caractéristiques nutritionnelles des régimes alimentaires du cheptel ont été utilisées, comme les teneurs en N, P, K. Ces données sont reportées dans le tableau 5. Les quantités ingérées par les animaux et les performances de production de lait et de viande ont été obtenues des services de développement des productions animales et des diagnostics effectués dans le cadre de différentes sessions de formation continue du personnel de l'ORMVAT en matière d'alimentation du cheptel.

Les teneurs des produits animaux (lait, viande) en différents éléments (N, P, K) ont été empruntés de la bibliographie, notamment de l'INRA (1988) pour le P et le K et des analyses de ces produits effectuées au niveau national pour l'azote.

On s'est appuyés sur les données rapportées par Vermorel (1995, 1997) pour l'estimation des émissions de méthane d'origine digestive selon la nature et le niveau d'alimentation des animaux, du fait de l'inexistence de données à l'échelle nationale.

L'estimation de la production de méthane à travers l'utilisation des niveaux de production (poids vif, production de lait, croissance) a été préférée à celle faisant appel à des taux de dégradation de la matière organique des

aliments* faute d'information précise sur ce paramètre. Ainsi, pour les vaches laitières, a-t-on utilisé l'équation établie par Kirchgessner *et al.* (1994) pour prédire la quantité de méthane produite, et qui est comme suit :

Méthane produit (L/j) = A + (6,86 x Lait) + (2,1 x Poids^{0,75}),

A = 14 pour les régimes à base d'herbe, d'ensilage d'herbe ou de foin,

A = 83 pour les régimes à base d'ensilage de maïs.

Le poids moyen des vaches a été estimé à 600 kg pour les vaches Holstein, 450 kg pour les vaches croisées et 350 kg pour les vaches locales.

Comme signalé plus haut, la production laitière journalière moyenne par vache a été valorisée à 15 kg pour les Holstein, 8 kg pour les croisées et 2 pour les locales.

Les jeunes animaux sont généralement élevés à l'herbe et reçoivent une alimentation hivernale à base de paille ou de foin et d'aliment concentré. Leur émission de méthane a été estimée d'après Vermorel (1995) en se basant sur leurs poids vifs et leurs vitesses de croissance, moyennant quelques pondérations pour tenir compte des performances réalisées par le cheptel étudié.

L'émission journalière de méthane d'une brebis ou d'un bélier âgés de plus de 2 ans, et celle d'une chèvre ou d'un bouc de même classe d'âge est de 34 l/jour.animal. Celle des autres catégories d'ovins et de caprins est de 23 l/jour.animal.

6. RÉSULTATS

6.1. Flux de N, P et K

Le flux de N, P et K est influencé par le régime alimentaire (teneurs en différents nutriments) et le niveau de production des animaux. La connaissance des teneurs des régimes en ces nutriments et des performances animales journalières (lait et viande) réalisées par les catégories animales ainsi que la connaissance de leurs concentrations en ces nutriments permet de déduire la quantité de nutriments excrétés dans les fèces et les urines.

Les urines constituent la principale voie d'excrétion de quelques produits finaux du métabolisme animal. Les plus importants sont l'urée et l'acide urique résultant de la dégradation des protéines ou des sources d'azote

*À titre d'exemple, la dégradation complète de 1 kg de matière organique de fourrage dans le réticulo-rumen produirait 66 litres de méthane.

non protéique. Le K et le Na sont aussi excrétés en grande quantité dans les urines. Le P, le Ca et le N provenant de protéines non digérées se retrouvent en grande partie dans les fèces.

La quantité d'azote ingérée quotidiennement par les bovins varie de l'ordre de 57 à plus de 380 g, reflétant les différences dans les quantités ingérées et la teneur en azote des régimes alimentaires. Les quantités d'azote excrétées dans les fèces et les urines, calculées par différence entre les quantités ingérées et celles qui sont exportées dans le lait sont présentées dans le tableau 9 pour les bovins et le tableau 10 pour les ovins. Elles représentent entre 78 et 98% de l'azote ingéré.

Cette fourchette de valeur montre que:

- les vaches laitières valorisent relativement mieux l'azote ingéré,
- les bovins destinés à la production de viande ont un taux d'excrétion plus élevé que celui des vaches laitières,
- le taux d'excrétion de l'azote diminue avec le niveau de performance animale: les animaux ayant une faible croissance excrètent la presque totalité de l'azote ingéré.

La synthèse des résultats sur l'ingestion et sur l'excrétion du P et du K est présentée dans les tableaux 11, 12, 13 et 14 pour les bovins et les petits ruminants. Comme pour l'azote, le taux d'excrétion dans les fèces (et aussi dans les urines) est supérieur à 73%, et diminue avec l'augmentation du niveau de performance.

Ces résultats montrent que plus des 3/4 des nutriments N, P, K ingérés se retrouvent dans l'environnement de l'animal et que cette pollution de l'environnement est accentuée quand les performances animales sont faibles.

6.2. Émissions de méthane d'origine digestive

Les fermentations qui ont lieu dans le tube digestif des ruminants génèrent une production de méthane, de dioxyde de carbone et de chaleur. Les quantités de méthane d'origine digestive émises par animal et par an sont présentées dans les tableaux 15 et 16. Elles passeraient en moyenne de 136 m³ par an pour une vache Holstein à 102 m³ pour une croisée et 75 m³ pour une vache locale. Le cheptel bovin total produirait environ 12,6 millions de m³ par an.

Les ovins émettraient environ 3,3 millions de m³ par an et les caprins 0,3 millions de m³ par an.

Tableau 9. Synthèse des résultats : ingestion et excrétion de l'azote dans les fèces et urines chez les bovins dans le périmètre du Tadla

Type d'animal	Effectif	N ingéré (kg/an)	Production (kg/j)*	N excrété par an dans fèces		N excrété par an dans urines		Total N excrété par an		%N excrété
				P**	T**	P**	T**	P**	T**	
Bovins laitiers										
F, >3 ans	27600	140,16	15	49,58	1368333	60,59	1672407	110,17	3040740	79
M, >3 ans	500	56,06	0,2	24,44	12220	29,87	14936	54,31	27156	97
F, 6-24 mois	4800	42,05	0,5	16,82	80732	20,56	98673	37,38	179405	89
M, 6-24 mois	3100	70,08	0,9	27,52	85297	33,63	104252	61,14	189549	87
M+F, 0-6 mois	13400	21,02	0,4	7,57	101420	9,25	123958	16,82	225377	80
Total bovins laitiers	49400				1648002		2014225		3662227	
Bovins croisés										
F, >3 ans	40600	105,12	8	40,11	1628337	49,02	1990189	89,13	3618526	85
M, >3 ans	1500	56,06	0,1	24,83	37252	30,35	45530	55,19	82782	98
F, 6-24 mois	7200	42,05	0,4	17,24	124126	21,07	151709	38,31	275835	91
M, 6-24 mois	10000	70,08	0,8	27,96	279619	34,18	341757	62,14	621376	89
M+F, 0-6 mois	29400	21,02	0,4	7,57	222518	9,25	271966	16,82	494484	80
Total bovins croisés	88700				2291852		2801152		5093004	
Bovins locaux										
F, >3 ans	10000	84,10	2	36,04	360439	44,05	440537	80,10	800976	95
M, >3 ans	300	56,06	0,1	24,83	7450	30,35	9106	55,19	16556	98
F, 6-24 mois	1800	42,05	0,4	17,24	31031	21,07	37927	38,31	68959	91
M, 6-24 mois	2400	70,08	0,7	28,41	68181	34,72	83332	63,13	151513	90
M+F, 0-6 mois	6900	21,02	0,3	8,04	55488	9,83	67818	17,87	123306	85
Total bovins locaux	21400				522589		638720		1161309	
Total General	159500				4462443		5454097		9916540	

* (lait ou poids); ** P en kg/animal; T = total

Tableau 10. Synthèse des résultats sur l'ingestion et l'excrétion de l'azote dans les fèces et les urines chez les ovins et les caprins dans le périmètre du Tadla

Type d'animal	Effectif	N ingéré (kg/an)	Production (kg/j)*	N excrété par an dans fèces		N excrété par an dans urines		Total N excrété par an		%N excrété
				P**	T**	P**	T**	P**	T**	
Ovins										
F, >2 ans	74000	17,52	0,5	7,43	550129	9,09	672380	16,52	1222509	94
M, >2 ans	13000	14,016	0,1	5,91	76869	7,23	93951	13,14	170820	94
F, 1-2 ans	30000	10,512	0,1	4,31	129298	5,27	158030	9,58	287328	91
M, 1-2 ans	13000	10,512	0,1	4,28	55687	5,24	68062	9,52	123750	91
M+F, 0-1 an	220000	7,008	0,15	2,44	537689	2,99	657175	5,43	1194864	78
Total ovins	350000				1349672		1649599		2999271	
Caprins										
F, >2 ans	15000	17,52	0,5	7,43	111513	9,09	136293	16,52	247806	94
M, >2 ans	1000	14,016	0,1	5,91	5913	7,23	7227	13,14	13140	94
F, 1-2 ans	7000	10,512	0,1	4,31	30169	5,27	36874	9,58	67043	91
M, 1-2 ans	1000	10,512	0,1	4,28	4284	5,24	5236	9,52	9519	91
M+F, 0-1 an	6000	7,008	0,15	2,44	14664	2,99	17923	5,43	32587	78
Total caprins	30000				166543		203553		370095	
Total petits ruminants	380000				1516215		1853151		3369366	

* (lait ou poids); ** P en kg/animal; T = total

Tableau 11. Synthèse des résultats sur l'ingestion et l'excrétion du phosphore dans les fèces et les urines chez les bovins dans le périmètre du Tadla

Type d'animal	Effectif	P ingéré (kg/an)	Production (kg/j)*	Total P excrété par an		%P excrété
				P**	T**	
Bovins laitiers						
F, >3 ans	27600	23,36	15	18,43	508737	79
M, >3 ans	500	11,68	0,2	11,32	5658	97
F, 6-24 mois	4800	8,76	0,5	7,67	36792	88
M, 6-24 mois	3100	14,6	0,9	12,63	39150	87
M+F, 0-6 mois	13400	4,38	0,4	3,21	43041	73
Total bovins laitiers	49400				633377	
Bovins croisés						
F, >3 ans	40600	17,52	8	14,89	604615	85
M, >3 ans	1500	11,68	0,1	11,50	17246	98
F, 6-24 mois	7200	8,76	0,4	7,88	56765	90
M, 6-24 mois	10000	14,6	0,8	12,85	128480	88
M+F, 0-6 mois	29400	4,38	0,4	3,21	94433	73
Total bovins croisés	88700				901539	
Bovins locaux						
F, >3 ans	10000	17,52	2	16,86	168630	96
M, >3 ans	300	11,68	0,1	11,50	3449	98
F, 6-24 mois	1800	8,76	0,4	7,88	14191	90
M, 6-24 mois	2400	14,6	0,7	13,07	31361	90
M+F, 0-6 mois	6900	4,38	0,3	3,50	24178	80
Total bovins locaux	21400				241809	
Total Général	159500				1776725	

* (lait ou poids); ** P en kg/animal; T = total

Tableau 12. Synthèse des résultats sur l'ingestion et l'excrétion du phosphore dans les fèces et les urines chez les ovins et les caprins dans le périmètre du Tadla

Type d'animal	Effectif	P ingéré (kg/an)	Production (kg/j)*	Total P excrété par an		%P excrété
				P**	T**	
Ovins						
F, >2 ans	74000	2,92	0,5	2,76	203926	94
M, >2 ans	13000	17,52	0,1	17,34	225388	99
F, 1-2 ans	30000	13,14	0,1	12,92	387630	98
M, 1-2 ans	13000	13,14	0,1	12,92	167973	98
M+F, 0-1 an	220000	8,76	0,15	8,32	1830840	95
Total ovins	350000				2815756	
Caprins						
F, >2 ans	15000	2,92	0,5	2,76	41336	94
M, >2 ans	1000	17,52	0,1	17,34	17338	99
F, 1-2 ans	7000	13,14	0,1	12,92	90447	98
M, 1-2 ans	1000	13,14	0,1	12,92	12921	98
M+F, 0-1 an	6000	8,76	0,15	8,32	49932	95
Total caprins	30000				211974	
Total petits ruminants	380000				3027730	

* (lait ou poids); ** P en kg/animal; T = total

Tableau 13. Synthèse des résultats sur l'ingestion et l'excrétion du potassium dans les fèces et les urines chez les bovins dans le périmètre du Tadla

Type d'animal	Effectif	K ingéré (kg/an)	Production (kg/j)*	Total K excrété par an		%K excrété
				P**	T**	
Bovins laitiers						
F, >3 ans	27600	58,4	15	50,19	1385175	86
M, >3 ans	500	29,2	0,2	29,08	14538	100
F, 6-24 mois	4800	21,9	0,5	21,59	103631	99
M, 6-24 mois	3100	36,5	0,9	35,94	111419	98
M+F, 0-6 mois	13400	10,95	0,4	10,70	143404	98
Total bovins laitiers	49400				1758167	
Bovins croisés						
F, >3 ans	40600	43,8	8	39,42	1600452	90
M, >3 ans	1500	29,2	0,1	29,14	43707	100
F, 6-24 mois	7200	21,9	0,4	21,65	155893	99
M, 6-24 mois	10000	36,5	0,8	36,00	360036	99
M+F, 0-6 mois	29400	10,95	0,4	10,70	314633	98
Total bovins croisés	88700				2474721	
Bovins locaux						
F, >3 ans	10000	43,8	2	42,71	427050	98
M, >3 ans	300	29,2	0,1	29,14	8741	100
F, 6-24 mois	1800	21,9	0,4	21,65	38973	99
M, 6-24 mois	2400	36,5	0,7	36,07	86558	99
M+F, 0-6 mois	6900	10,95	0,3	10,76	74271	98
Total bovins locaux	21400				635593	
Total Général	159500				4868480	

* (lait ou poids); ** P en kg/animal; T = total

Tableau 14. Synthèse des résultats sur l'ingestion et l'excrétion du potassium dans les fèces et les urines chez les ovins et les caprins dans le périmètre du Tadla

Type d'animal	Effectif	K ingéré (kg/an)	Production (kg/j)*	Total K excrété par an		%K excrété
				P**	T**	
Ovins						
F, >2ans	74000	10,95	0,5	10,72	793419	98
M, >2ans	13000	10,95	0,1	10,89	141543	99
F, 1-2ans	30000	8,2125	0,1	8,15	244514	99
M, 1-2ans	13000	8,2125	0,1	8,15	105956	99
M+F, 0-1an	220000	5,475	0,15	5,38	1184024	98
Total ovins	350000				2469455	
Caprins						
F, >2ans	15000	10,95	0,5	10,59	158775	97
M, >2ans	1000	10,95	0,1	10,89	10888	99
F, 1-2ans	7000	8,2125	0,1	8,15	57053	99
M, 1-2ans	1000	8,2125	0,1	8,15	8150	99
M+F, 0-1an	6000	5,475	0,15	5,38	32292	98
Total caprins	30000				267158	
Total petits ruminants	380000				2736613	

* (lait ou poids); ** P en kg/animal; T = total

Tableau 15. Synthèse des résultats sur les quantités de CH₄ d'origine digestive émises par les bovins dans le périmètre du Tadla

Type d'animal	Effectif	Production (kg/j) (lait ou poids)	Total CH ₄ émis par an (m ³ /animal)	Total
Bovins laitiers				
F, >3 ans	27600	15	136,00	3753600
M, >3 ans	500	0,2	73,00	36500
F, 6-24 mois	4800	0,5	56,00	268800
M, 6-24 mois	3100	0,9	77,00	238700
M+F, 0-6 mois	13400	0,4	44,00	589600
Total bovins laitiers	49400			4887200
Bovins croisés				
F, >3 ans	40600	8	102,00	4141200
M, >3 ans	1500	0,1	65,00	97500
F, 6-24 mois	7200	0,4	50,00	360000
M, 6-24 mois	10000	0,8	69,00	690000
M+F, 0-6 mois	29400	0,4	40,00	1176000
Total bovins croisés	88700			6464700
Bovins locaux				
F, >3 ans	10000	2	75,00	750000
M, >3 ans	300	0,1	58,00	17400
F, 6-24 mois	1800	0,4	45,00	81000
M, 6-24 mois	2400	0,7	62,00	148800
M+F, 0-6 mois	6900	0,3	36,00	248400
Total bovins locaux	21400			1245600
Total Général	159500			12597500

Tableau 16. Synthèse des résultats sur les quantités de méthane d'origine digestive émises par les ovins et les caprins dans le périmètre du Tadla

Type d'animal	Effectif	Production (kg/j) (lait ou poids)	Total CH ₄ émis par an (m ³ /animal)	Total
Ovins				
F, >2 ans	74000	0,5	12,47	922780
M, >2 ans	13000	0,1	12,47	162110
F, 1-2 ans	30000	0,1	8,43	252900
M, 1-2 ans	13000	0,1	8,43	109590
M+F, 0-1 an	220000	0,15	8,43	1854600
Total ovins	350000			3301980
Caprins				
F, >2 ans	15000	0,5	12,47	187050
M, >2 ans	1000	0,1	12,47	12470
F, 1-2 ans	7000	0,1	8,43	59010
M, 1-2 ans	1000	0,1	8,43	8430
M+F, 0-1 an	6000	0,15	8,43	50580
Total caprins	30000			317540
Total petits ruminants	380000			3619520

7. CONCLUSION

Les quantités retenues des différents nutriments étudiés (N, P, K) ne représentent qu'une faible part au vu de celle qui est rejetée dans les déjections. La principale raison réside dans le fait que sauf pour la vache laitière de race « importée », le niveau de performance est faible. Les nutriments ne sont alors que peu ou pas utilisés pour la constitution des différents produits animaux. La réduction des quantités rejetées par kg de produit animal (lait ou viande) passe inévitablement par une intensification de la production.

En outre, le recours au rationnement des animaux est nécessaire pour adapter les apports aux vrais besoins des animaux et, par la même occasion, constitue un moyen pour améliorer les performances animales.

RÉFÉRENCES CITÉES

- INRA (1988) Alimentation des bovins, ovins et caprins. Éditions INRA, Paris
- Kirchgeßner M, Windisch W & Muller HL (1994) Methane release from dairy cows and pigs. *In* Energy Metabolism of Farm Animals, J. Aguilera (ed), EAAP publication n° 79 pp. 399-402
- ORMVAT (2003) Documents internes. *Service de Productions Animales*
- Rondia G & Araba A (1997) Utilisation des productions fourragères. *In* Jaritz G & Bounejmate M (éd.), Production et Utilisation des Cultures Fourragères au Maroc, pp. 321-377, INRA, Rabat
- Vermorel M (1995) Émissions annuelles de méthane d'origine digestive par les bovins en France. Variations selon le type d'animal et le niveau de production. *INRA Prod Anim* 8: 265-272
- Vermorel M (1997) Émissions annuelles de méthane d'origine digestive par les ovins, les caprins et les équins en France. *INRA Prod Anim* 10: 153-161