

Elevage et alimentation du cerf

(*Cervus Elaphus*).

1. Caractéristiques physiologiques, besoins alimentaires et élevage des adultes.

L'élevage des cervidés se développe actuellement en France comme le montrent la création récente de syndicats ou d'associations d'éleveurs de cervidés et une enquête de l'Office National de la Chasse selon laquelle le tiers des élevages enquêtés en 1986 avait moins de 6 ans. Un premier troupeau de cerfs et de biches ayant été introduit au centre INRA de Clermont-Ferrand Theix en 1988, l'établissement d'un programme de recherches sur l'élevage de cette espèce a nécessité une étude des données bibliographiques disponibles. Cette étude est présentée en 3 parties dont la première fait l'objet de cet article, les deux suivantes : Croissance des jeunes et production de viande et Physiologie de la reproduction des cervidés seront publiées dans les prochains numéros de « Productions Animales ».

Espèce la plus fréquemment présente dans les sites archéologiques du Paléolithique et du Mésolithique de l'Europe Occidentale, le cerf représentait une ressource importante pour l'homme préhistorique (viande, peau mais aussi bois utilisés comme outil).

Si certaines espèces ont été domestiquées (bovin et porc en Europe, mouton et chèvre au Moyen-Orient), il n'en n'a pas été de même pour le Cerf qui est resté un gibier. Sa raréfaction progressive a modifié son statut, il est devenu le « gibier des rois » et toute une législation complexe a été mise en place pour le protéger du braconnage. De nos jours encore, le cerf et le chevreuil demeurent des « espèces nobles ».

Résumé

L'élevage du cerf pour la production de viande se développe actuellement en France, après l'Ecosse et la Nouvelle-Zélande où les premiers élevages ont été créés il y a une vingtaine d'années.

Cette espèce se différencie des ruminants domestiques traditionnels par un certain nombre de points dont en particulier une variation très importante de la capacité d'ingestion avec la saison (elle varie du simple au double entre l'hiver et l'été sous l'effet des variations de la photopériode) et une moindre digestibilité des fourrages grossiers (5 à 7 % de moins que le mouton). Les besoins d'entretien des cerfs sont voisins de ceux des bovins ; s'y ajoutent, chez le mâle, des besoins spécifiques pour la croissance annuelle des bois (énergie et surtout minéraux dont une partie provient d'une déminéralisation du squelette).

Les naissances gémellaires sont très rares chez la biche dont la fertilité dépend essentiellement du poids au moment du rut (les biches doivent peser 60 kg ou plus). Le poids des faons à la naissance est voisin de 8-9 kg, il varie avec leur sexe et selon le niveau alimentaire moyen du troupeau. La production laitière des biches varie entre 120 et 200 litres en 100 jours selon la qualité du pâturage. Leur lait est très riche en lipides et en protéines (respectivement 10,3 et 7,6 % au cours du second mois de lactation) soit deux fois plus que le lait de vache.

Le marché de la venaison ou la nécessité de mieux exploiter les ressources naturelles ont entraîné la création de stations expérimentales destinées à étudier les possibilités d'élevage du cerf au Royaume-Uni et en Nouvelle-Zélande. Dans ce pays, l'élevage du cerf est devenu une activité agricole à part entière et le troupeau néo-zélandais qui atteint en 1988 un million de têtes environ est en développement régulier. Un tel élevage se développe en France où le cerf se substitue aux bovins et aux ovins pour la production de viande, voire aux vaches laitières chez les éleveurs dépassant leurs quotas laitiers. Le cerf offre en effet de nombreux avantages par rapport aux autres ruminants : pour l'éleveur, un prix de vente supérieur à celui des produits traditionnels ; pour le consommateur, un choix accru et surtout une viande maigre répondant aux recommandations du corps médical.

Dans le texte qui suit, les données disponibles sont présentées en deux parties regroupant les

particularités physiologiques de l'espèce et les besoins alimentaires correspondants puis les résultats d'élevage. Ces données sont rapprochées de celles concernant les animaux domestiques (ovins, bovins ou chevaux).

1 / Caractéristiques physiologiques et besoins alimentaires

1.1 / Consommation volontaire et utilisation digestive des aliments

La consommation volontaire de fourrage par les cerfs varie, comme chez les autres ruminants, avec le poids de l'animal et son état physiologique, mais également selon la saison. Ainsi, d'après Adam (1986), une biche adulte consomme en moyenne 1,7 kg de matière sèche de fourrage en septembre (biche tarie), 2,0 kg en novembre (début de gestation), 2,3 kg en avril (fin de gestation) et 3,0 kg en juin (début de lactation). Le cerf présente des variations encore plus importantes puisque sa consommation est voisine de zéro en octobre (période de rut), s'élève à 3,0 kg en décembre et 4,0 kg en juin. Ces fortes variations de consommation dépendent de la photopériode, comme l'activité de reproduction, la chute puis la croissance ultérieure des bois et la mue.

Cette variation de la capacité d'ingestion sous l'effet de la photopériode est illustrée par la figure 1. Les auteurs, qui ont offert à volonté pendant 3 ans un régime très ingestible à base d'orge à 6 cerfs âgés de 4 mois en début d'expérience, ont observé une variation cyclique de la consommation avec un niveau élevé en été et réduit en hiver. Les chutes de consommation en automne correspondent à la période du rut et sont suivies par des périodes d'ingestion accrue.

Figure 1. Evolution de la consommation de matière sèche par des cerfs recevant à volonté un même régime jusqu'à l'âge de 3 ans (Suttie et al 1983).

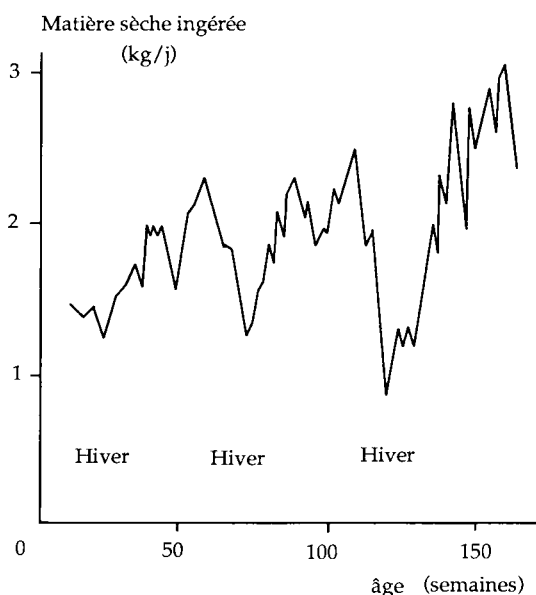
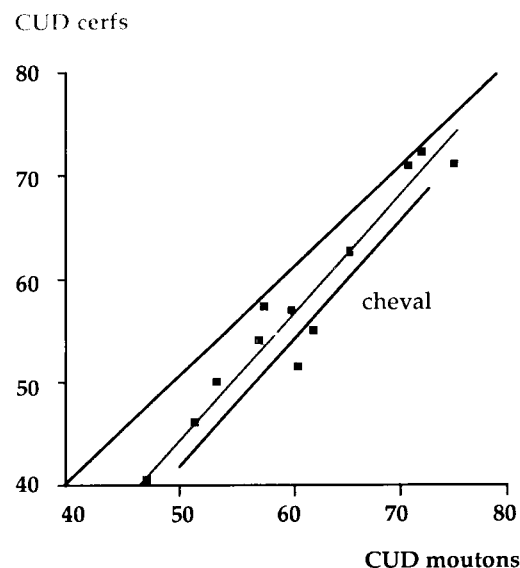


Figure 2. Digestibilité comparée de la matière sèche ou de la matière organique chez le cerf, le cheval et le mouton.



Les traitements photopériodiques artificiels : simulation en 6 mois des variations annuelles de la durée du jour (Suttie et Simpson 1985, Kay 1985) ou succession de périodes d'éclaircissement fixe de 2 mois (16 heures de lumière et 8 heures d'obscurité ou l'inverse, Suttie et al 1984) ont permis de confirmer l'effet de la photopériode sur la capacité d'ingestion du cerf. Ces essais ont montré en outre que les animaux ont un rythme régulateur endogène que la photopériode artificielle ne peut annuler et qui entraîne un retard de 2 à 3 mois entre les pics d'éclaircissement ou les changements de traitement et les pics (ou les minima) de consommation. Dans de tels essais, les maxima de consommation se produisent en effet en jours courts et les minima en jours longs. Les biches présentent les mêmes variations de la capacité d'ingestion que les cerfs (Suttie et Simpson 1985, Suttie et al 1987) mais avec moins d'amplitude et avec un retard plus important par rapport au cycle photopériodique : la consommation atteint son maximum 7 semaines après le solstice d'été pour les mâles ; 10,3 pour les femelles (Suttie et Simpson 1985).

De telles variations de consommation s'observent également chez les jeunes en croissance. Suttie et al (1987) ont distribué à des jeunes mâles et femelles, à partir de l'âge de 5 mois, un régime broyé et aggloméré à base d'orge. Ils ont observé des consommations de 1,42 kg vers l'âge de 5 mois (en automne) qui ont diminué jusqu'à 1,14 kg à l'âge de 7 mois (hiver) pour augmenter ensuite régulièrement avec un maximum de 2,07 kg en mai pour les femelles et 2,71 kg en juillet pour les mâles.

L'ensemble des expériences précédentes a été réalisé avec des animaux recevant, à volonté, des régimes broyés et agglomérés contenant 70 % environ de céréales et de tourteau afin d'amplifier les variations de consommation. De telles variations s'observent également avec des régimes

L'appétit des cerfs dépend beaucoup de la saison : il est maximal en été et minimal en hiver, l'écart étant plus accentué chez le mâle.

moins concentrés ou avec des fourrages. Ainsi Milne *et al* (1978) ont distribué à volonté différents aliments à des cerfs et ont observé une augmentation de consommation de 43 % de novembre à juillet avec des bouchons d'herbe déshydratée (57 et 82 g de matière organique/kg P^{0.75}/j), de 83 % avec un mélange agrostis-fétuque (38,3 et 70 g MO/kg P^{0.75}/j) et de 61 % pour de la bruyère (34,1 et 54,9 g de MO/kg P^{0.75}/j).

Consommation volontaire et digestibilité comparées de régimes offerts à des cerfs et à des moutons.

Les mesures de consommation et de digestibilité d'aliments sur cerfs sont rares alors qu'elles sont très nombreuses sur moutons (INRA 1988). C'est pourquoi un certain nombre d'auteurs ont comparé la capacité d'ingestion et la digestion de ces 2 espèces (tableau 1). Leurs résultats permettent de mettre en évidence un certain nombre de différences entre espèces :

- la digestibilité d'une même ration est, à l'exception de la bruyère, toujours plus faible chez le cerf que chez le mouton (figure 2). L'écart entre les 2 espèces est très limité, 1 à 2 points, pour les régimes très digestibles (digestibilité de 70 % et plus), de l'ordre de 5 points pour les régimes dont



Le cerf peut facilement s'approprier s'il a été fréquemment en contact avec l'Homme au cours de son jeune âge.

Tableau 1. Ingestion et digestibilité comparées de fourrages ou de régimes offerts à volonté à des cerfs et à des moutons (quantités ingérées en g de matière sèche ou de matière organique par kg de poids métabolique et par jour).

Référence	Nature de l'aliment	Date de la mesure	Quantités ingérées		Digestibilité (en % de)			
			cerfs	moutons	matière organique ou matière sèche		matières azotées	
					cerfs	moutons	cerfs	moutons
Milne <i>et al</i> (1978) (résultats exprimés en matière organique)	herbe déshydratée broyée et agglomérée	Novembre	57,3	71,3	62,7	66,5	60,9	65,6
	<i>idem</i>	Juillet	82,3	88,2	57,3	58,5	58,9	60,4
	herbe déshydratée hachée	Juillet	53,2	62,6	70,8	71,8	67,4	69,4
	mélange agrostis-fétuque	Décembre	38,3	20,2	40,5	47,5	20,1	16,5
	<i>idem</i>	Avril	70,0	24,6	46,0	52,0	39,0	43,2
	bruyère	Décembre	34,1	17,0	46,7	40,5	11,6	2,8
<i>idem</i>	Avril	54,9	23,8	46,9	44,1	26,9	0	
Kay et Goodall (1976) (résultats exprimés en matière sèche)	foin	non précisée	65,3	61,9	54,0	58,0	-	-
	herbe déshydratée hachée	<i>idem</i>	84,2	65,1	71,0	76,0	-	-
Maloy <i>et al</i> (1968) (résultats exprimés en matière sèche)	régime 1*	<i>idem</i>	limitées	limitées	57,0	61,0	-	-
	régime 2	<i>idem</i>	limitées	limitées	55,0	64,0	-	-
Sanchez-Hermosillo et Kay (1979) (résultats exprimés en matière sèche)	foin haché	<i>idem</i>	limitées	limitées	51,5	61,5	-	-
	foin broyé	<i>idem</i>	limitées	limitées	50,0	54,0	-	-
Simpson <i>et al</i> (1978a) digestibilité de l'énergie)	régime foin-concentré	<i>idem</i>	limitées	limitées	72,1	73,0	71,1	70,2

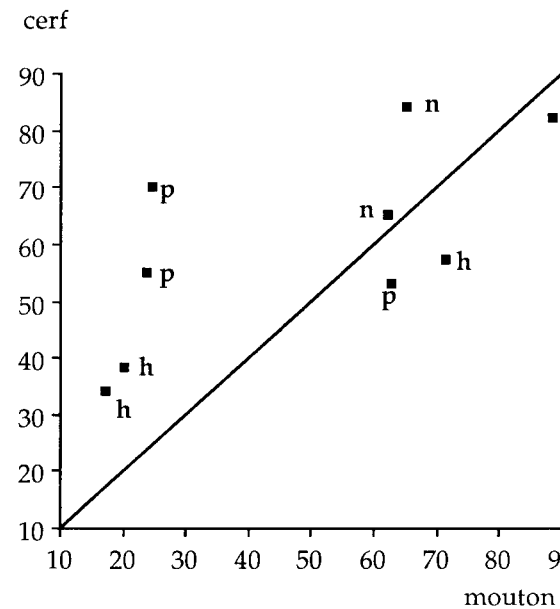
* régime 1 : 53 % de paille d'orge, 43 % de maïs grain et arachide (16 % de MAT)
régime 2 : 53 % de paille d'orge, 43 % de maïs grain et huile de maïs (5 % de MAT).

la digestibilité est voisine de 60 % et peut atteindre 7 points pour les fourrages pauvres (digestibilité inférieure à 50 %). A ce titre le cerf peut être rapproché du cheval qui digère de manière analogue au mouton les rations de très bonne qualité et beaucoup moins que ce dernier les régimes de mauvaise qualité (Martin-Rosset 1984).

- la consommation volontaire de matière sèche des cerfs et des moutons est analogue pour des régimes de bonne qualité (digestibilité de 60 % ou plus), elle est supérieure chez le cerf pour des régimes de mauvaise qualité (digestibilité de 50 % et moins) et la différence est beaucoup plus importante au printemps et en été qu'en hiver (figure 3).

L'origine de ces différences entre espèces est reliée à l'anatomie et à la physiologie digestive de chacune d'elles. Selon leurs préférences alimentaires, les ruminants peuvent, en effet, être classés en consommateurs d'aliments riches (Concentrate Selectors), qui trient les parties les plus digestibles des plantes disponibles et dont le chevreuil constitue le modèle, ou en consommateurs d'aliments grossiers (Grass-Eaters) beaucoup moins sélectifs tels les ovins et les bovins, avec des types intermédiaires, tels la chèvre et le

Figure 3. Quantité de matière sèche ou de matière organique ingérée par des cerfs et des moutons.



mesures réalisées : h = hiver
p = printemps - été
n = date non précisée

cerf, qui s'adaptent à différents régimes. Ces différences de préférence alimentaires entraînent (ou sont dues à) des spécificités anatomiques du tube digestif. Selon Hofmann (1985), les premiers se caractérisent par un rumen simple et peu développé, une caillette petite, un intestin grêle court (12 à 15 fois la longueur du corps) et un caecum relativement important. Ces particularités entraînent un passage rapide des aliments dans le tube digestif avec un temps de séjour bref dans le rumen et une vitesse de fermentation élevée. Chez les consommateurs de fourrages grossiers le rumen est au contraire formé de plusieurs sacs et leur intestin grêle représente 25 à 30 fois la longueur du corps. Le transit des aliments et leur fermentation dans le rumen sont lents. Le comportement alimentaire de ces 2 types de ruminants est également différent : de nombreux repas courts chez les consommateurs d'aliments riches, des repas plus longs et plus espacés dans le temps pour les consommateurs de fourrages grossiers. La flore et la faune du rumen sont adaptées à ces particularités : si les mêmes espèces de bactéries et de protozoaires se retrouvent dans les différents types de ruminants, les proportions relatives des bactéries amylolytiques et cellulolytiques et la densité de protozoaires sont par contre variables (Hobson 1976, cité par Kay et Staines 1981).

Le cerf, intermédiaire entre ces 2 types extrêmes, se différencie du mouton par son comportement alimentaire : de 5 à 8 périodes d'ingestion par jour et jusqu'à 11 avec des fourrages de mauvaise qualité, soit 2 à 3 fois plus que le mouton. La durée de transit des aliments dans le tube



digestif du cerf est réduite par rapport à celle du mouton (7,3 h au lieu de 9,4 h avec des bouchons d'herbe déshydratée et broyée ; 9,6 vs 10,8 h avec l'herbe déshydratée hachée ; 6,9 h vs 14,9 h avec un mélange agrostis-fétuque et 10,7 vs 15,2 h pour la bruyère, selon Milne *et al* 1978). Kay et Goodall (1976) ont également observé un temps de rétention des aliments inférieur chez le cerf par rapport au mouton (54 h au lieu de 62 h avec du foin et 56 h au lieu de 64 h avec de l'herbe déshydratée) alors que Sanchez-Hermosillo et Kay (1979) ont observé l'inverse avec du foin broyé finement (51 h chez le mouton, 63 h chez le cerf) ou haché (53 h chez le mouton, 72 h chez le cerf) bien que dans cet essai la digestibilité du fourrage soit supérieure chez le mouton.

Une vitesse de transit élevée, l'élimination rapide des résidus indigestibles et une faible variation de la capacité d'ingestion selon la qualité des fourrages peuvent traduire une forme d'adaptation aux conditions naturelles d'alimentation. Le cerf sauvage qui dispose, en hiver en particulier, d'une masse importante de végétation de mauvaise qualité, peut ainsi ingérer plus de matière sèche digestible que le mouton, malgré une moindre utilisation digestive de son régime (Kay et Staines 1981).

Si l'écart de digestibilité des fourrages entre cerf et mouton est d'autant plus grand que ceux-ci sont moins digestibles, les résultats du tableau 1 montrent que l'inverse s'observe avec la bruyère. En fait celle-ci est un fourrage très particulier, riche en composés phénoliques. Or les résultats de Hobson (1969) ont montré que la flore microbienne du cerf est moins sensible que celle du mouton à l'action inhibitrice de ces composés.

1.2 / Besoin d'entretien

a / Besoins énergétiques

Selon les auteurs, le besoin d'entretien des mâles et des femelles sous abri est compris entre 99 (Simpson *et al* 1978) et 136 kcal d'énergie métabolisable par kg de poids métabolique et par jour (EM/kg P^{0,75}/j) (Fennessy *et al* 1981). Ces valeurs sont voisines de celles retenues pour les bovins et pour les chevaux (115 à 120 kcal EM/kg P^{0,75}) et supérieures d'environ 30 % à celles des

ovins (95 kcal EM/kg P^{0,75}). Compte tenu du faible nombre d'expériences réalisées et des effectifs limités utilisés pour chacune d'elles (tableau 2), il est difficile de dégager des facteurs qui modifient ce besoin. On peut cependant relever les éléments suivants :

- les biches auraient un besoin d'entretien légèrement inférieur à celui des cerfs : 124 kcal EM/kg P^{0,75}/j au lieu de 136 (Suttie *et al* 1987).

- le besoin d'entretien des jeunes augmenterait avec l'âge, passant de 99 à 122 kcal EM/kg P^{0,75}/j entre novembre et juin chez des faons pesant alors respectivement 35 et 50 kg (Simpson *et al* 1978). Cette augmentation pourrait cependant correspondre aussi à un effet de la saison puisque les auteurs, qui ont réalisé aux mêmes dates des mesures analogues sur des agneaux, animaux moins sensibles à la photopériode, ont observé une diminution du besoin d'entretien de ces derniers avec l'âge (85 kcal EM/kg P^{0,75}/j en novembre, 77 en avril).

- la température extérieure, qui peut fortement augmenter les pertes de chaleur (+ 13 % entre + 18° C et + 8° C, Brockway et Maloy 1968), entraîne de très fortes variations du besoin d'entretien. Selon Fennessy *et al* (1981) celui-ci s'élèverait à 136 et 203 kcal EM/kg P^{0,75}/j pour des cerfs logés en bâtiment ou hivernant en plein air (températures non précisées). Cet accroissement de 50 % observé en Nouvelle-Zélande avec des hivers peu rigoureux doit vraisemblablement être beaucoup plus important lorsque la température descend en-dessous de 0° C. Ces fortes variations des pertes de chaleur et donc du besoin d'entretien selon la température proviennent de la faible isolation thermique des cerfs qui déposent très peu de graisse sous-cutanée. La température critique inférieure d'un faon de 8 mois pesant 46 kg serait de + 5° C avec un vent de 10 m/min alors qu'elle serait de 0° C pour un agneau de 36 kg et de - 5° C pour un taurillon de 220 kg dans les mêmes conditions (Simpson *et al* 1978 b). Cette température critique serait de + 10° C pour le cerf adulte au jeûne (Kay et Staines 1981).

Le rendement d'utilisation de l'énergie métabolisable pour l'entretien (km) a été mesuré par Simpson *et al* (1978 b) avec 4 cerfs recevant un régime composé de 20 % d'herbe déshydratée et de 80 % de concentrés dont le rapport q = EM/EB

Les rations sont toujours moins bien digérées par le cerf que par le mouton, surtout lorsque les fourrages sont de mauvaise qualité.

Tableau 2. Besoin énergétique d'entretien.

Référence	Sexe	Age	Poids vif (kg)	Température	Besoin d'entretien kcal EM/kg P ^{0,75}
Suttie <i>et al</i> (1987)	femelle	5 à 7 mois	60 à 80	intérieur	124
Fennessy <i>et al</i> (1981)	mâle	non précisé	113 à 140	extérieur	203
		6 à 18 mois	50 à 110	intérieur	136
	mâle	13 à 20 mois	80 à 105	intérieur	136
		5 à 13 mois	30 à 53	16 à 18° C	108 en décembre 119 en juin
Simpson <i>et al</i> (1978a)	mâle	5 à 13 mois	30 à 53	16 à 18° C	108 en décembre 119 en juin
Brokway et Maloy (1968)	femelle	adultes	49 à 67	8° C	131
				18° C	116
Kay (1985)	femelle	adultes		intérieur	136

était de 0,63. Ces auteurs ont obtenu une valeur du km (0,75) très proche de celle prévue pour les ovins et pour les bovins (0,73).

b / Besoins azotés

Très peu d'essais ont été réalisés sur la nutrition azotée des cerfs, on ne dispose que de résultats sur la digestion des matières azotées.

Simpson *et al* (1978 a), qui ont distribué à 3 faons et à 3 agneaux en croissance un régime à base d'herbe déshydratée (20 %) et de concentré (80 %), ont observé la même digestibilité de l'azote dans les 2 espèces. Un résultat analogue a été également obtenu par Maloy *et al* (1970) avec des biches adultes.

c / Besoins en minéraux

Il existe également peu de publications sur les besoins en minéraux des cervidés. Des cas d'inappétence ont cependant été observés chez des animaux recevant des régimes pauvres en phosphore et en calcium ou déséquilibrés en ces éléments (tels les pâturages de bruyère d'Ecosse qui contiennent 4,2 g de Ca mais 1,2 g seulement de P/kg de MS). Ces troubles apparaissent le plus souvent en hiver et accentuent les effets négatifs de la photopériode sur la consommation des animaux. Un essai réalisé en Ecosse (Blaxter *et al* 1988) avec des régimes semi-synthétiques contenant 4,7 g de Ca/kg MS et 1,3 ; 1,9 ou 2,2 g de P/kg MS, offerts à volonté à de jeunes mâles en croissance, a montré que ces trois niveaux d'apport n'avaient pas d'effet sensible sur la consommation et la croissance des animaux pendant les 6 premiers mois (novembre à avril). Par contre, les

faons qui recevaient le premier régime (1,3 g de P/kg MS) ont souffert d'inappétence à partir d'avril. Abattus en août à 13 mois, ils pesaient 13 kg de moins que les animaux des autres lots et de légers défauts de minéralisation du squelette ont été mis en évidence.

D'une manière générale, du fait de leur faible productivité et de l'effet limité de la digestibilité de la ration sur leur consommation, les cervidés semblent moins sensibles que les ovins aux carences en minéraux (éléments majeurs et oligo-éléments).

1.3 / Les bois

Les cervidés se caractérisent par la production de bois, caractère sexuel secondaire des mâles de toutes les espèces à l'exception du renne (*Rangifer tarandus*) chez lequel les femelles en portent également.

Les bois sont composés de deux parties : le pivot, appendice pérenne des os frontaux, long d'environ 5 cm, et les bois proprement dits qui sont caduques. La croissance du pivot se produit au cours de la puberté par multiplication de la face inférieure du périoste d'une protubérance du crâne qui s'écarte progressivement de l'os frontal. Le pivot poursuit sa croissance jusqu'à la formation des premiers bois vers l'âge de 12 à 15 mois. Au cours des années suivantes de nouveaux bois se développent de manière analogue à partir du pivot. Au cours de leur croissance, les bois sont protégés et irrigués par une peau d'aspect particulier, le velours. Les bois chutent tous les ans pour se reformer aussitôt. Leur durée de

Les bois des cerfs chutent tous les ans et se reforment aussitôt. Leur poids est très dépendant du poids de l'animal et peut atteindre 8 kg.



croissance varie de 140 à 180 jours, période au cours de laquelle un cerf peut développer de 2 à 8 kg de bois dont la structure et la composition minérale sont identiques à celle des os compacts.

La vitesse d'élongation des bois est faible au cours du premier mois, elle augmente du 28^e au 112^e jour (elle peut alors atteindre 0,62 cm par jour chez des adultes produisant des bois de 71 cm de long) pour diminuer au-delà (Muir *et al* 1987). Selon ces auteurs, la croissance pondérale est linéaire et atteint 13,7 g/j jusqu'à 112 jours (avant la chute du velours), date à laquelle le poids atteint un maximum pour diminuer par la suite de 20 % environ.

Le poids total des bois d'un cerf dépend fortement de son poids vif. L'équation qui relie ces deux caractéristiques de l'animal est du type exponentiel : $Y = aX^b$ où Y est le poids des bois et X celui de l'animal (X et Y en kg). Le coefficient b, ou coefficient d'allométrie, est voisin de 2 (1,61 selon Huxley (1931) et 2,07 selon Hyvärinen *et al* (1977).

a / Composition

La teneur en matière sèche des bois serait de 81 % après la chute des velours (Muir *et al* 1985). Leur teneur en cendres varie selon les auteurs de 51,7 % (Kay *et al* 1982) à 55,3 - 59,0 % (Hyvärinen *et al* 1977) et 63,0 % (Muir *et al* 1985). Ces différences entre auteurs traduisent un effet de l'âge et de l'état nutritionnel des animaux. Les cerfs âgés et bien nourris au cours des 16 à 20 semaines de développement ont des bois plus riches en cendres que les jeunes mâles ou les cerfs élevés sur parcours pauvres.

Ces cendres sont composées essentiellement de phosphates de calcium avec un rapport Ca/P de 1,8 à 2,0. Le calcium représente 35 à 39 % des cendres et le phosphore de 18 à 22 %.

Selon Hyvärinen *et al* (1977), la composition minérale des bois serait la suivante (par kg de MS) : cendres 571 g, calcium 226 g, phosphore 106 g, et magnésium 3 g. Les teneurs en autres minéraux : zinc, cuivre et manganèse s'élèveraient respectivement à 77 ; 3 et 7 mg/kg de MS.

b / Les besoins alimentaires pour la production de bois

Energie : la production de bois nécessite un apport supplémentaire d'énergie métabolisable qui est utilisée avec un rendement que Fennessy *et al* (1981) estiment à 33 %. Selon ces auteurs la production de 2,4 kg de bois en velours (soit 2 kg de bois durs) nécessiterait 120 kcal d'EM/jour pendant 100 jours.

Protéines : il n'existe pas de données expérimentales permettant d'estimer un besoin spécifique en protéines pour la croissance des bois. Cependant Adam (1987) recommande une teneur de 120 g de MAT/kg de MS de la ration au printemps et en été alors qu'en hiver la teneur préconisée n'est que de 90 à 100 g/kg de MS.

Minéraux : composés essentiellement de phosphore et de calcium, les bois d'un cerf nécessitent pour leur croissance la fourniture de quantités importantes de ces deux éléments. Selon Blaxter *et al* (1988) la chute de bois de 2 kg corres-



La croissance des bois s'arrête lorsque le velours se dessèche et tombe.

pond à la perte de 400 g de Ca et 200 g de P. Ces quantités ne sont pas déposées régulièrement tout au long des 140 jours de croissance mais essentiellement à la fin. La vitesse maximum de dépôt s'observe entre le 91^e et le 112^e jour, période au cours de laquelle est déposé le tiers de la quantité totale de minéraux présente dans les bois (Muir *et al* 1987a). Le dépôt atteindrait alors 8,4 g de calcium (et donc 4,2 g de phosphore) par jour chez un animal de 170 kg de poids vif produisant 3 kg de bois durs. Compte tenu des pertes endogènes de calcium (16 mg/kg de poids vif/j, valeur identique à celles observées sur les ovins et les bovins), le besoin en calcium disponible serait alors de 11,1 g/j ou 16,3 g/j de besoin total en calcium (disponibilité estimée à 68 %, ARC 1980). Des mesures complémentaires utilisant du calcium marqué (⁴⁵Ca) ont montré que la perte endogène de calcium ne serait que de 6 ou 7 mg/kg poids vif/j (Muir *et al* 1987b) et que les besoins totaux seraient inférieurs aux valeurs précédentes. Les besoins en phosphore n'ont pas fait l'objet de telles expériences.

Le développement des bois semble refléter l'état nutritionnel général de l'animal plutôt que les seuls apports de minéraux. Si des régimes pauvres en Ca et P entraînent une réduction de la taille des bois, cet effet résulte plus d'une diminution de l'appétit de l'animal que d'une carence spécifique. Des animaux recevant des régimes équilibrés en minéraux mais en quantité limitée ont des bois peu développés (Kay et Suttie 1981). En effet, une partie des minéraux déposés dans les bois provient de la déminéralisation du squelette, même en cas d'apport suffisant en minéraux. Muir *et al* (1987) ont montré que chez des cerfs recevant du fourrage vert (avoine) en quantité suffisante pour couvrir 110 % de leurs besoins énergétiques et 40 à 60 mg de Ca/kg de poids vif/jour, seuls 25 à 40 % des besoins totaux étaient couverts par l'apport alimentaire soit 11 à 24 mg Ca/kg poids vif/jour. Dans ce même essai, des animaux analogues qui disposaient d'un mélange de ray-grass et de trèfle blanc apportant de 110 à 130 mg de Ca/kg poids vif/j) fixaient 32 à 46 mg/kg poids vif/j de Ca d'origine alimentaire soit 60 à 80 % de leurs besoins totaux. Dans les deux cas la disponibilité nette du calcium s'élevait à 40 %.

1.4 / La fécondité

Les naissances gémellaires étant exceptionnelles chez la biche, le taux de fécondité d'un troupeau (nombre de faons nés de 100 biches présentes au rut) dépend uniquement du taux de fertilité (nombre de gestations pour 100 biches présentes au rut). Ce taux de fécondité varie fortement d'un élevage à l'autre et d'une année sur l'autre. Ainsi Asher *et al* (1981) ont relevé, dans 97 fermes situées dans l'Ile du Nord en Nouvelle-Zélande, des taux de fécondité compris entre 84 et 93 %. De même Asher et Adam (1985) ont suivi de manière détaillée les performances de reproduction de 6 élevages et observent des taux de fécondité variant de 86 à 100 %. Blaxter *et al* (1988) ont analysé les résultats de 10 années d'élevage sur la ferme expérimentale de Glensauigh (Ecosse), ils ont relevé des taux de fécondité compris entre 57,8 % et 95,9 %.

L'analyse des facteurs qui modifient la fertilité (et la fécondité) d'un troupeau sera présentée dans l'article de Thimonier et Sempéré (à paraître). Nous rappellerons seulement qu'une jeune biche est pubère au cours de sa seconde année (vers 16-18 mois) et que la fertilité d'un troupeau dépend essentiellement du poids des animaux au moment du rut, quel que soit leur âge.

1.5 / La gestation

La durée de la gestation est de 233 jours en moyenne (de 226 à 238, Fletcher 1986). Le rut a lieu à partir d'octobre et les mises bas de la fin mai à la fin juillet.

Le poids moyen des faons à la naissance est de 7,5 kg pour les femelles et 8,0 kg pour les mâles

(Blaxter *et al* 1988), valeurs inférieures à celles obtenues à Invernay en Nouvelle-Zélande : 8,9 à 9,5 kg respectivement pour les faons mâles et femelles (Asher *et al* 1981, Pearse 1987). Les biches les plus lourdes au moment du rut donnent naissance aux faons les plus lourds : 50 g de plus par kg de poids maternel supplémentaire (Blaxter *et al* 1988), quels que soient le sexe du faon, l'âge de sa mère et le milieu d'élevage. Les jeunes femelles mettant bas pour la première fois à deux ans donnent naissance à des faons plus légers que ceux des adultes mais cette différence traduit essentiellement l'effet du poids des mères et non un effet propre de l'âge.

La croissance fœtale

Adam *et al* (1988) ont récemment décrit le développement du fœtus et des annexes chez 18 biches abattues successivement entre 72 et 224 jours de gestation, c'est-à-dire au cours des 22 dernières semaines. Leurs principaux résultats sont reportés sur le tableau 3. Si l'on compare la biche à la brebis, ruminant de format analogue (80 kg pour la première ; 60-75 kg pour la seconde) un certain nombre de différences entre espèces apparaissent :

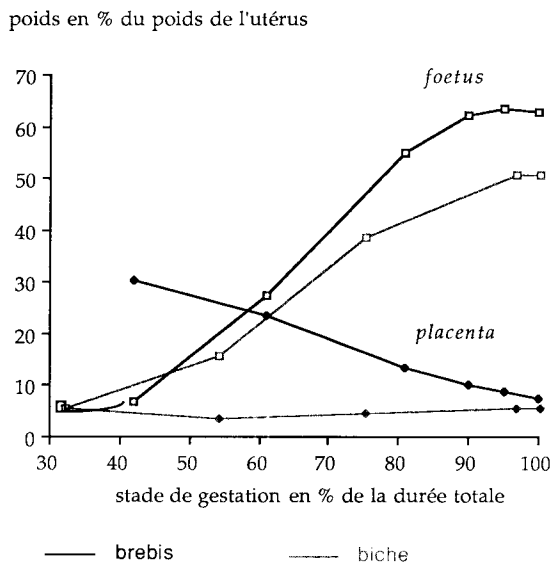
- les besoins de gestation sont plus faibles chez la biche que chez la brebis. La biche produit un fœtus de 7,5 kg en 233 jours avec une croissance fœtale maximum de 86 g/j en fin de gestation (Adam *et al* 1988) alors qu'une brebis portant 2 agneaux produit 9 kg de fœtus en 145 jours avec une croissance fœtale qui peut atteindre 166g/j (Robinson *et al* 1977). A la mi-gestation, c'est-à-dire 116 jours avant terme chez la biche, la croissance relative du faon est de 4 %, elle est de 8 % chez l'agneau 75 jours avant l'agnelage. A 80 % de la gestation, c'est-à-dire 46 à 29 jours avant la

Les mises bas ont lieu de fin mai à fin juillet. Le poids des faons à la naissance est en moyenne de 8 kg, il dépend essentiellement du poids de leur mère au moment du rut.

Tableau 3. Croissance quotidienne du fœtus et de l'utérus au cours de la gestation. Poids du fœtus et des annexes, composition du fœtus et quantités de nutriments déposées (Adam 1988).

Jours depuis la saillie	75	125	175	225	233
Jours avant mise bas (233 - x)	158	108	58	8	0
Croissance du fœtus (g/j)	3	26	65	85	86
Croissance de l'utérus plein (g/j)	32	78	78	160	193
Poids du fœtus (kg)	0,05	0,66	2,92	6,80	7,50
Poids du placenta (kg)	0,05	0,18	0,43	0,75	0,80
Poids des liquides (kg)	0,49	2,53	2,79	3,76	4,37
Poids de l'utérus vide (kg)	0,22	0,77	1,41	1,88	1,94
Composition du fœtus (g par kg)					
Eau	908	868	820	773	765
Protéines	61	85	122	167	174
Lipides	3,8	10	16	20	21
Cendres	18	28	38	45	46
Energie (Mcal/kg)	0,38	0,57	0,83	1,12	1,17
Ca	3,1	6,2	9,0	11,0	11,2
P	2,2	3,8	5,2	6,2	6,3
Quantités déposées					
Protéines (g/j)	1,4	4,8	12,5	22,9	24,5
Lipides (g/j)	0,1	0,5	1,5	2,3	2,4
Energie (Mcal/j)	0,01	0,03	0,08	0,15	0,16
Cendres (g/j)	0,3	1,4	3,1	5,3	5,7
Ca (mg/j)	13	199	722	1158	1189
P (mg/j)	9	119	463	630	645

Figure 4. Evolution comparée du poids du fœtus et du placenta (en % du poids de l'utérus plein) chez la biche et chez la brebis portant deux agneaux.



mise bas respectivement pour la biche et la brebis, les croissances relatives du faon et des deux agneaux sont de 2 et 4 %.

- le poids relatif du fœtus par rapport à l'utérus plein est toujours plus faible chez la biche que chez la brebis au même stade de la gestation (figure 4). Il ne représente que 51 % de ce poids à la mise bas chez la biche contre 63 % chez la brebis. Cette part relativement plus faible du fœtus provient de l'importance des liquides dans l'utérus : plus de 60 % à la moitié de la gestation et 30 % à terme chez la biche contre respectivement 30 et 20 % chez la brebis.

- la croissance du placenta se poursuit tout au long de la gestation chez la biche (6 à 7 g/j pendant le dernier quart de la gestation), alors qu'elle est nulle chez la brebis à la même période.

- enfin, compte tenu de la vitesse de croissance des différents composants de l'utérus plein et de leur composition, la quantité de protéines, de lipides et d'énergie déposée par une biche en fin de gestation reste inférieure à celle d'une brebis : 24,5 g de protéines, 2,4 g de lipides et 0,16 Mcal/jour pour la première contre respectivement 38,8 ; 6,5 et 0,28 Mcal/jour pour la seconde (Mac Donald *et al* 1979).

1.6 / La lactation

La production laitière des biches n'a que rarement été mesurée. La durée d'une lactation peut dépasser 150 jours et pourrait même se poursuivre jusqu'à 260 jours (Blaxter *et al* 1988).

a / Production laitière

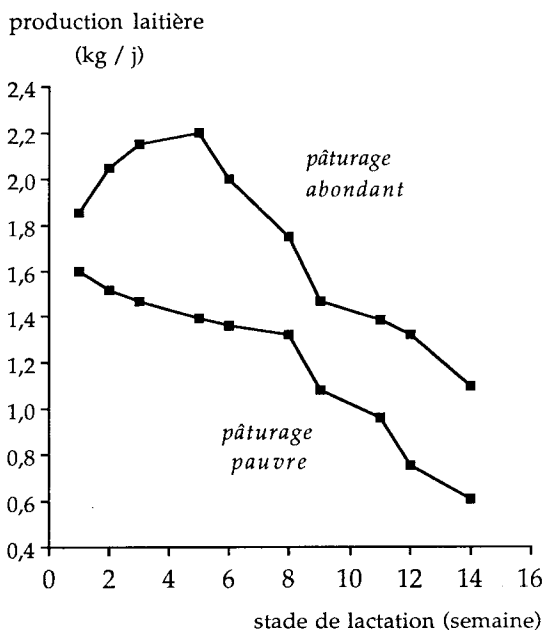
Loudon *et al* (1984 et 1985) ont mesuré la production laitière de 17 biches par pesée des faons avant et après tétée. Les deux courbes représentées sur la figure 5 correspondent à 2 environnements différents : une prairie productive et une

prairie naturelle de collines d'Ecosse. La production laitière au cours des 100 premiers jours de lactation s'est élevée respectivement à 172 et 121 litres pour les deux lots dont 60 % pendant les 50 premiers jours dans les deux cas. Les courbes de lactation sont en outre très différentes : sur prairie améliorée, le pic de lactation apparaît vers la 5^e semaine et atteint 2,2 l/j ; il n'y a pas de pic chez les biches élevées sur collines, leur production est maximum (1,6 l) dès la première semaine. Ces niveaux de production confirment les valeurs retenues par Arman *et al* (1974) qui avaient observé, sur 6 biches nourries à volonté en bâtiment, un pic de production de 1 400 à 2 000 g/j, 6 à 36 jours après la mise bas et une production de 140 à 180 litres de lait en 150 jours.



Une bonne gestion du pâturage pendant l'été est indispensable pour maintenir les biches en bon état pendant la lactation et pour obtenir un taux élevé de fertilité.

Figure 5. Courbe de lactation de biches selon la qualité du pâturage.



La biche produit un lait très riche en lipides (100 g/kg), en protéines (75 g/kg) et en minéraux.

b / Composition du lait

La biche produit un lait très riche en matière sèche. Les valeurs reportées sur le tableau 4, obtenues par Arman *et al* (1974), sont supérieures à celles indiquées par Bruggemann *et al* (1973) (23 % de matière sèche, 8 à 9 % de lipides et 8 à 9 % de protéines) et par Krzywinski *et al* (1980) (22 % de matière sèche, 9 à 10 % de lipides et moins de 7 % de protéines au cours des 3 premiers mois de lactation).

Au cours des 2^e et 3^e mois de lactation, le lait de biche contient 2,3 fois plus de lipides et de protéines que celui de la vache allaitante (tableau 5) et 35 % de plus de chacun de ces 2 composants que celui de la brebis. Les teneurs en lactose sont par contre très voisines dans les 3 espèces (45 à 50 g/l). Le lait de biche est également très riche en minéraux : près de deux fois plus que celui de la vache.

2 / Les méthodes d'élevage et leurs effets sur les performances

Les expériences au cours desquelles différents traitements ou niveaux alimentaires ont été appliqués à des biches ou à des cerfs sont encore rares. Elles peuvent être résumées comme suit :

2.1 / Alimentation des mâles et croissance des bois

L'alimentation joue un rôle important sur l'initiation de la croissance du pivot puis sur la vitesse de développement et sur le poids des bois du cerf. Ce rôle est indirect ou à long terme (relation d'allométrie entre poids de l'animal et poids de ses bois) ou direct et à court terme (alimentation au cours de la période de croissance des bois).

Bien que l'initiation du pivot soit un caractère sexuel secondaire, elle ne se produit qu'à partir d'un poids seuil et ceci indépendamment de la photopériode. Ce poids seuil serait de l'ordre de 40 kg selon Suttie et Kay (1983), 50 kg selon Fennessy (non publié, cité par Fennessy et Suttie 1985), à un âge compris entre 19 et 39 semaines.

Suttie et Hamilton (1983) ont comparé la croissance des bois de jeunes cerfs nourris à volonté ou sous-alimentés pendant leur premier hiver. Le poids des animaux était le même aux différentes phases caractéristiques du développement de leur bois : 47 et 48 kg lors de l'initiation du pivot, 57 et 58 kg au début du développement, 62 et 64 kg à la chute des velours respectivement pour les animaux sous-alimentés ou nourris à un niveau élevé. De même, la croissance des premiers bois chez le daguet peut être retardée de 12 semaines et la chute de leur velours de 8 semaines par une forte sous-alimentation au cours du premier hiver et du printemps suivant.

Les différentes expériences destinées à préciser les relations entre l'alimentation des animaux pendant la période de croissance de leurs bois et le développement ou le poids de ceux-ci aboutissent à des résultats contradictoires. Fennessy et Suttie (1985) ont distribué un régime riche ou pauvre en protéines (23 et 14 % de MAT/MS) à des animaux de 2 ou 3 ans. Ils ont obtenu un effet significatif du traitement sur les animaux de 2 ans mais aucune différence sur ceux de 3 ans. Ces mêmes auteurs ont légèrement réduit le poids des bois d'animaux de 4 ans (0,936 vs 1,1 kg par bois, $P < 0,05$) en limitant à 80 % les apports de matière sèche du lot expérimental par rapport à ceux du témoin.

Enfin, Muir *et al* (1987) ont offert à des lots de 6 cerfs de 4 ans une même quantité de matière sèche et d'énergie (227 kcal d'EM/kg P^{0,75} soit près de 2 fois le besoin d'entretien) mais des apports différents de protéines ou de calcium (13 ou 20 % de protéines/kg MS, 3 ou 7 g de Ca/kg MS) sans observer de différences significatives de croissance ou de poids des bois.

Le poids des bois étant significativement corrélié au gain de poids de l'animal au printemps (Blaxter *et al* 1988) on doit cependant conclure, malgré l'absence de résultats clairs, que l'alimentation a un effet à court terme sur le développement des bois. Cet effet se manifesterait entre autres par la densité et la structure de l'os. Les animaux ayant une croissance rapide grâce à des apports énergétiques et azotés élevés ont des bois

Tableau 4. Composition du lait de biche selon le stade de lactation (Arman *et al* 1974).

Période (j)	Teneur (en g ou kcal pour 100 g de lait)							
	Matière sèche	Lipides	Protéines (N×6,38)	Lactose	Energie	Cendres	Ca	P
3 à 30	21,1	8,5	7,14	4,45	130	1,18	0,22	0,22
31 à 100	23,5	10,3	7,63	4,45	156	1,11	0,22	0,18
après 100	27,1	13,1	8,59	4,46	185	1,10	0,25	0,19

Tableau 5. Comparaison de la composition du lait de différentes espèces (en g par kg).

Espèce	Période (j)	Lipides	Protéines	Ca	P	Référence
Vache	35 à 105	42	34	1,2	0,9	Petit 1988
Brebis	35 à 105	75	56	1,9	1,5	Bocquier <i>et al</i> 1988
Biche	30 à 100	103	76	2,2	1,8	Arman <i>et al</i> 1974

Tableau 6. Poids à la naissance des faons mâles et femelles, issus de biches pesant 80 kg au moment du rut et soumises à différents systèmes de conduite (Blaxter et al 1988).

Système d'élevage	Poids du faon à la naissance (kg)	
	Mâles	Femelles
Collines d'Ecosse toute l'année, chargement élevé	7,5	6,8
Collines et prairies resemées, faible chargement	8,0	7,4
Prairies semées en été, hivernage sur collines	8,5	8,2

plus denses que ceux qui ont été sous-alimentés, leur proportion d'os spongieux est plus faible et la zone périphérique d'os compact plus développée (Hyvärinen et Kay 1977).

2.2 / Alimentation des biches pendant la gestation

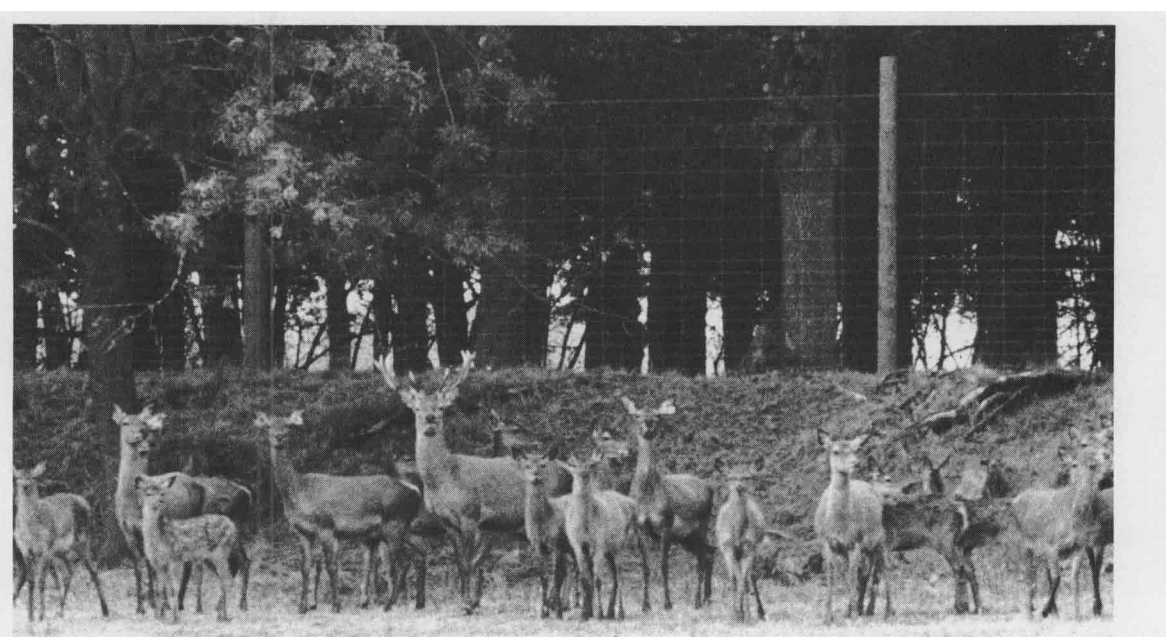
Il n'existe que peu d'études sur les relations entre le niveau alimentaire des biches pendant la gestation et le poids des faons à la naissance. Ceci provient du fait que les biches mettent bas relativement tard en saison (fin du printemps) et qu'elles disposent, presque toujours, de ressources alimentaires importantes au cours de leurs deux derniers mois de gestation, période de croissance rapide du fœtus. Une réduction importante du niveau alimentaire vers la mi-gestation (en janvier et février) entraînant une perte de poids vif de 10 kg environ (ou 12 % du poids vif) peut avoir des conséquences défavorables sur la mortalité fœtale, le poids des faons à la naissance et leur croissance au cours des 3 premiers mois (Hamilton et al 1985). De même, les observations réalisées en Ecosse, montrent que le poids des faons varie selon le système d'élevage donc avec les ressources alimentaires disponibles (tableau 6).

2.3 / Alimentation des biches pendant la lactation

Comme chez les autres ruminants, la production d'une biche en lactation dépend du niveau des apports énergétiques et azotés de sa ration. Loudon et al (1984) ont mesuré la croissance de faons de 3 lots de biches : l'un sur colline et les deux autres sur prairies améliorées. Ces deux derniers se différenciaient par la quantité d'herbe disponible (plus de 2 000 ou moins de 1 500 kg de MS/ha) et par sa hauteur (6 et 3 cm en moyenne). Les productions laitières ont été mesurées sur les deux premiers lots et la croissance des faons sur les 3. Ces faons ont gagné respectivement 257, 369 et 324 g/j. Les essais réalisés à Invernay au pâturage sont en bon accord avec ces résultats : des faons élevés sur des prairies épiées, donc de faible valeur nutritive, pesaient 35 à 38 kg au sevrage à 14 semaines alors que ceux issus de biches pâturant des prairies analogues mais maintenues au stade feuillu pesaient 46 à 50 kg au même âge (Pearse 1987).

Conclusion

Animal élevé depuis peu de temps (moins de 20 ans), le cerf n'a pas encore fait l'objet de nom-



CLASSIFICATION DES CERVIDÉS D'APRÈS WHITEHEAD (1972) ET CHARDONNET (1983)

Les Cervidés sont des ongulés appartenant à l'ordre des Artiodactyles et au sous-ordre des Ruminants. La famille des Cervidés comporte 17 genres, 40 espèces et près de 200 sous-espèces qui se répartissent comme suit :

Groupe des Télémetacarpiciens avec les sous familles des :

- **HYDROPOTINÉS** : (Hydropotes ou Water deer)
- **ALCINÉS** : ex Alces Alces (Elan ou Moose)
- **RANGIFÉRINÉS** : ex Rangifer Tarandus (Renne ou Reindeer, Caribou)
- **ODOCOILEINÉS** : avec deux tribus
 - Capreolini : ex Capreolus Capreolus (Chevreuil ou Roe Deer)
 - Odocoïlini : ex Odocoileus Virginianus (Cerf à queue blanche, Cerf de Virginie ou White Tail Deer).

Groupe des Plésiométacarpiciens avec les sous familles de :

- **MUNTIACINÉS** : (Muntjak)
- **CERVINÉS** : ou Cerfs proprement dits qui regroupent 4 genres
 - Dama : ex Dama Dama (Daim ou Fallow Deer)
 - Axis : ex Axis Axis (Cerf axis)
 - Elaphurus : ex Cervus Elaphurus (Cerf du Père David ou Pere David's deer)
 - Cervus : ex Cervus Elaphus (Cerf ou Red deer)

Le genre Cervus regroupe lui-même 9 sous-genres dont :

- Cervus Elaphus ou Cerf commun dont C.E.Elaphus d'Europe occidentale, C.E.Scoticus d'Ecosse, C.E.Hispanicus d'Espagne et C.E.Barbarus d'Afrique du Nord
- Cervus Canadensis (Wapiti) qui constituerait ou non, selon les auteurs, un sous-genre différent du cerf européen
- Cervus Nippon ou Cerf Sika
- Cervus Timorensis ou Cerf Rusa
- Cervus Unicolor ou Cerf Samba.

breux travaux, tout au moins en tant qu'animal d'élevage. Il apparaît cependant que, du fait de ses performances relativement modestes, comparées à celles des autres ruminants domestiques, son alimentation ne présente pas de difficultés majeures. Les besoins totaux d'une biche de 80 kg, produisant 2 litres de lait au pic de lactation, s'élèvent à 2,9 UFL/j environ. Cette biche, qui consomme plus de 3 kg de MS d'herbe au stade pâturage, couvre alors tous ses besoins et peut même gagner du poids. Cette situation est complètement différente de celle d'une brebis allaitant 2 agneaux qui, dans les mêmes conditions, peut perdre jusqu'à 150 g/j. La plus grande difficulté de cet élevage réside dans la maîtrise de la production d'herbe tout au long de l'été et en automne pour sevrer des faons de plus de 40 kg à l'âge de 3 mois et amener les femelles en bon état corporel au moment du rut. La maîtrise de la date de reproduction, qui permettrait d'avancer de quelques semaines la période du brême, donc celle des naissances, faciliterait grandement cette conduite.

Références bibliographiques

La liste complète des références bibliographiques est disponible auprès de l'auteur.

ADAM CLARE, 1987. Deer Production. in J.F. O'Grady éd. : « Consequences of milk quotas and alternative animal enterprises ». A Seminar in the Community programme for the coordination of agriculture research. Dublin 9-10 October 1986.

ALEXANDER (éd.), 1986. Management and diseases of deer. A veterinary deer society publication.

BLAXTER K.L., KAY R., SHARMAN G.A.M., CUNNINGHAM J.M.M., EADIE J., HAMILTON W.J., 1988. Farming the Red Deer. The second report of an investigation by The Rowett Research Institute and The Hill Farming Research Organisation.

FENNESSY P.F., DREW K.R., 1985. Biology of Deer Production. Proceedings of an international Conference held at Dunedin, New Zealand, 13-18 February 1985. The Royal Society of New Zealand Bulletin 22, 482 p.

KAY R., STAINES B.W., 1981. The nutrition of the Red Deer (Cervus Elaphus). Nut. Abst. and Review, 51, 601-622.

M. THERIEZ. **Red Deer production. 1. Physiology, nutritionnal requirements and husbandry of mature animals.**

Intensive farmed Red Deer production for meat is actually increasing in France after Scotland and New-Zealand where the first commercial flocks were created 20 years ago. This new ruminant species presents some particularities among which a very large seasonal variation of voluntary DM intake, nearly twice higher in summer when compared to winter and a lower digestibility of poor quality diets (5 to 7 % less than the sheep). Maintenance requirements of deer and beef cattle are very similar but stags have specific requirements for annual antlers growth (energy and mainly minerals which are partly covered by skeleton demineralisation). Twinning is very uncommon for hinds whose fertility depends mainly on live weight at mating (minimum weight 60 kg). Calves birth-weight is close to 8-9 kg, it varies with sex and general level of dam's nutrition. Hinds produce 120 to 200 kg milk in 100 days according to pasture quality. This milk contains on average 10 % fat and 8 % proteins i.e. ; twice more than cow's milk.

THERIEZ M., 1988. Elevage et alimentation du cerf (*Cervus Elaphus*). 1. Caractéristiques physiologiques, besoins alimentaires et élevage des adultes. *INRA Prod. Anim.*, 1 (5), 319-330.