

Institut d'Elevage et de Médecine
Vétérinaire des Pays Tropicaux
10, rue Pierre Curie
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Ecole Nationale Vétérinaire
d'Alfort
7, avenue du Général-de-Gaulle
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Institut National Agronomique
Paris-Grignon
16, rue Claude Bernard
75005 PARIS

Muséum National d'Histoire Naturelle
57, rue Cuvier
75005 PARIS

DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES
PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

PARASITISME ET NUTRITION

par

Oscar PAEZ CASTRO

année universitaire 1993-1994





SOMMAIRE

RESUME	1
INTRODUCTION	2
1. L'EFFET PHYSIOPATHOLOGIQUE DES PARASITES SUR LA NUTRITION	3
1.1. Parasitisme et appétit	3
1.2. Hémorragies	3
1.3. Lésions hépatiques	4
1.4. Diminution de l'absorption des nutriments	4
2. PARASITISME ET PRODUCTION	5
2.1. Protozoaires	5
2.2. Helminthoses	5
2.3. Trypanosomoses	6
2.4. Ectoparasitoses	8
3. ETAT NUTRITIONNEL ET PARASITISME	9
3.1. Parasites intestinaux	9
3.2. Hémoparasites	10
3.3. Ectoparasites	10
3.3.1. Tiques	10
3.3.2. Mouches	11
4. DEPARASITATION ET AMELIORATION DE LA PRODUCTIVITE	12
CONCLUSION:	13
ANNEXE 1.	14
ANNEXE 2.	15
ANNEXE 3.	16
ANNEXE 4.	17
ANNEXE 5.	18
BIBLIOGRAPHIE	19

RESUME

Cette synthèse bibliographique a pour objectif de montrer la relation existante entre le parasitisme et nutrition. Dans la première partie nous avons décrit l'effet physiopathologique des parasites sur la nutrition. Nous donnerons comme exemple l'influence des parasites sur l'appétit, l'apparition de symptômes et lésions provoquant une diminution de l'absorption des nutriments.

Ensuite nous avons passé en revue les principaux groupes de parasites et leur impact sur la production. Certains parasites affectent celle-ci par une diminution, par gaspillage des nutriments, par des pertes de sang, ou tout simplement par l'énergie supplémentaire que les animaux doivent mobiliser pour lutter contre l'infection.

Dans la troisième partie nous avons examiné la relation existante entre l'état nutritionnel des animaux affectés et les principaux groupes de parasites plus fréquemment cités par la bibliographie. Dans le cas des parasites intestinaux nous avons pu constater que les animaux en meilleur état nutritionnel peuvent mieux cohabiter avec les parasites et réussissent à se débarrasser plus facilement de ceux-ci. Vis-à-vis de trypanosomiasés il est évident qu'un mauvais état nutritionnel peut mettre en cause la trypanotolérance des animaux. Pour les tiques l'état nutritionnel joue également un rôle important, car les animaux en bon état ont toujours moins de tiques. Le seul cas contradictoire est celui des mouches tsé-tsé, : il existe certains rapports ^{indiquant} que les mouches sont plus attirées par les animaux en meilleur état que par les animaux maigres.

En dernier lieu nous avons recollé l'information sur l'effet du déparasitage sur la productivité. Dans ce point il existe une grande divergence parmi les auteurs, certains signalent l'obtention de résultats significatifs et d'autres ne signalent aucune amélioration dans la productivité. Il reste donc à trouver quel sont les facteurs responsables de ces variations.

Mots-clé : Parasitisme - Production , Alimentation, Absorption.

INTRODUCTION

Les animaux sont attaqués par une grande gamme de parasites, unicellulaires (protozoa) ou pluricellulaires: Arthropodes (tiques, mouches, sarcoptes) et Helminthes.

Ils lèsent leur hôtes de différentes manières par l'absorption de nutriments, la prise de sang ou de lymphe, en se nourrissant des tissus de l'hôte, en obstruant les conduits, en formant des nodules, en causant une irritation et en transmettant des maladies. Ils diminuent leur production par un gaspillage de nourriture, le mauvais état général des animaux et peuvent finir par causer leur mort (Ensminger et Olentine, 1978).

Les critères d'appréciation de l'incidence économique des principales parasitoses sont: la mortalité, les performances relatives d'animaux traités et non traités, production de viande, qualité, saisies éventuelles) et pertes sur le cinquième quartier, le coût des interventions thérapeutiques et les incidences économiques et sociales des zoonoses parasitaires (Marchand, 1984).

Nos moyens curatifs ou prophylactiques vis-à-vis des maladies parasitaires permettent le plus souvent de contrôler la maladie clinique. Par contre le parasitisme est toujours présent et les affections sub-cliniques ne sont pas sans conséquences (Yvore et Hoste, 1990).

L'impact économique, rien qu'en Europe où les stratégies de contrôle parasite font souvent partie de pratiques d'élevage, est important. Les pertes sont supérieures à 100 millions de livres Sterlings par an (environ un milliard) (Urquahar et Armour, 1973 ; Cités par Dargie, 1979).

Il est donc important de déterminer les mécanismes qui causent ces pertes et d'établir une notion de rapport coût/bénéfice des traitements antiparasitaires.

1. L'EFFET PHYSIOPATHOLOGIQUE DES PARASITES SUR LA NUTRITION

Nous évoquerons ici l'effet physiopathologique des principaux parasites, les plus fréquemment mentionnés dans la bibliographie.

1.1. Parasitisme et appétit

Le mécanisme par lequel les parasites dépriment l'appétit est mal connu. Les chercheurs ont d'abord impliqué les lésions parasitaires au niveau des organes (Dargie, 1979).

De plus des parasites présents dans le tube digestif limitent physiquement le volume du bol alimentaire digestible (Grofum et Philips, 1978).

Les lésions peuvent amener l'animal à ne pas manger, particulièrement quand elles sont localisées au niveau de récepteurs nerveux (Leek et Harding, 1975).

L'appétit des animaux diminue d'autant plus que l'infestation se prolonge et que la ration est de mauvaise qualité (Berry et Dargie, 1976).

Des observations sur de Chèvres naines ont montré que les animaux infestés par *Trypanosoma vivax*, présentent une baisse de l'appétit, corrélée avec l'augmentation de la température rectale (Zwart et al. 1991).

1.2. Hémorragies

L'effet pathogène d'*Haemonchus spp.* est du à ses pièces buccales qui produisent des hémorragies intenses. Voir Tableau 2 ; Annexe 1.

Oesophagostomum columbianum et *Chabertia ovina* localisés principalement dans le Caecum, le colon et/ou le rectum produisent des hémorragies et des ulcérations (Barker, 1973 ; Bawden, 1969 ; et Herd, 1971).

1.3. Lésions hépatiques

Fasciola hepatica provoque une nécrose hépatique et des hémorragies pendant la migration larvaire, ainsi qu'une érosion de la muqueuse biliaire quand les vers adultes arrivent aux conduits (Murray et Ruhton, 1975).

1.4. Diminution de l'absorption des nutriments.

Les Coccidies provoquent des lésions intestinales qui diminuent l'absorption du glucose, des acides aminés, des minéraux et des vitamines (caroténoides). Il en résulte une entérite diarrhéique.

Tableau 1: Influence de la coccidiose duodénale à *Eimeria acervulina* sur la vitesse d'absorption de la lysine (M/30 min/15 cm d'intestin) déterminée six jours après l'inoculation (Larbier et Leclercq, 1992).

	Animaux sains	Animaux infestées
Duodénum	27,1	22,3
Jéjunum	21,2	15,6
Iléon	20,9	18,7

Il est évident que certaines parasitoses vont affecter l'absorption de certains minéraux tels que le Calcium et le Phosphore. Les lésions parasitaires rendent les organes moins fonctionnels, ce qui expliquerait la baisse de la production observée (Dargie, 1979).

2. PARASITISME ET PRODUCTION

2.1. Protozoaire

Chez les volailles, les Coccidies entraînent une diminution du poids vif chez l'adulte et une baisse de la vitesse de croissance chez le jeune en croissance, résultant partiellement d'une réduction de la consommation d'aliment et d'eau. Elles n'entraînent pas nécessairement la mort, mais dépriment dans tous les cas les performances zootechniques (Larbier et Leclercq, 1992).

2.2. Helminthoses

Le parasitisme intestinal est responsable d'une diminution de 15 - 45% du GMQ (dépôts de graisse, protéines, minéraux) chez les moutons (Sykes et al. 1977).

Ces pertes sont en fait supérieures car les animaux parasités ont un pourcentage d'eau supérieur à la normale (Berry et Dargie 1976).

La qualité et le rendement de la carcasse sont donc fortement affectés par le parasitisme intestinal (Dargie, 1979).

La croissance et la production de laine des animaux parasités, affectées seulement quand la quantité d'aliments consommée est inférieure aux besoins (Bawden, 1969 ; Berry et Dargie, 1976 ; Herd, 1971 ; Sykes et al 1977 cités par Dargie 1979), peuvent être réduites jusqu'à 40% chez les animaux parasités. (Edwards et al. 1976 ; Barger et al, 1973 ; Roseby, 1970 ; Southcott, 1967)

Le nombre de parasites requis pour induire cette diminution est inférieur à celui nécessaire pour provoquer une perte de poids, ce qui signifie que la production et la qualité de la laine sont beaucoup plus sensibles au parasitisme que la production de viande. (Barger et al, 1973 et Southcott et al, 1967)

Dans le cas de moutons infestés par *Oesophagostomum circumcincta* ou *Trichostrongylus columbriformis* il faut que l'infestation persiste plusieurs mois avant d'avoir des rendements de 4 - 6 Kg inférieurs à ceux d'animaux non parasités (Sykes et al, 1977).

Chez les animaux parasités plus âgés il faut encore plus de temps, pour observer une telle perte de poids par rapport aux non parasités (Dargie, 1979).

Dans les hauts plateaux Ethiopiens on a observé l'existence d'une étroite relation entre le taux d'infestation parasitaire des animaux, la diminution de l'hématocrite, la perte de poids et le mauvais état général (Bekele et al, 1991).

Ce n'est qu'au bout de 4 à 5 mois de parasitisme que l'on peut observer une différence de poids de 3 kg par rapport à des animaux sains. Si on ne prend pas en compte la perte de production résultant de la diminution de l'appétit, l'apport d'une mauvaise utilisation des aliments est seulement de 20 - 50 g de tissu corporel par jour. Ce chiffre est évidemment très important dans un troupeaux de base lors de la saison de pâturage (Dargie, 1979).

Les vaches laitières sont plus sensibles aux parasitoses dans la première partie de la lactation car même une légère infestation est capable de baisser la production. (Bliss et Todd, 1976 ; cités par Corba et al., 1980)

La production laitière des animaux infestés par des larves de *Trichostrongylida* est de 2,16 kg/jours en moins par rapport aux témoins non infestés (Barger et Gibbs, 1981).

Le tableau No. 1, Annexe 2. montre les effets néfastes des parasites les plus importants. La baisse du GMQ est proportionnelle au niveau d'infestation; les plus sensibles sont les jeunes et les mal-nourris (Dargie, 1979)

La cysticerose musculaire ou ladrerie est à l'origine de pertes très importantes sur 4 millions de bovins abattus en France, 19.000 carcasses sont saisies pour ladrerie (Marchand, 1984).

2.3. Trypanosomose

La Trypanosomose, transmise par la mouche tsé-tsé, empêche l'utilisation des vastes aires de pâturage de l'Afrique au sud du Sahara (Murray et al, 1984) car elle affecte la productivité des ruminants d'Afrique tropicale (Anonyme, 1986 ; Jahke et al, 1988 ; Murray et Dexter, 1988).

Au bout de quatre semaines d'infection on observe une baisse de la disponibilité en énergie et un déséquilibre azoté. Les mécanismes immunologiques et la diminution de l'érythropoïèse sont les facteurs plus importants, expliquant l'anémie, mais le niveau d'alimentation va jouer un rôle également important dans la guérison de la trypanosomose. Après l'infestation l'appétit des animaux diminue considérablement (Akinbamijo et al, 1992).

Les chèvres naines infestées par *Trypanosoma vivax*, montrent une augmentation du métabolisme de 25 p. 100 par rapport aux chèvres non infestées, laquelle combinée avec une perte de l'appétit se traduit par une perte de poids vif (Vertegen et al. 1991).

Les animaux recevant une ration pauvre en énergie ont une parasitémie plus élevée huit semaines après l'inoculation expérimentale de trypanosomes que ceux recevant une ration équilibrée. (Otesile et al, 1992).

Trypanosoma simiae est le plus pathogène des trypanosomes du porc (*T. simiae*, *T. brucei* et *T. congolense*). Les cochons infestés par ce trypanosome montrent une diminution de l'hématocrite, une diminution de l'appétit, une croissance plus lente et une carcasse plus légère, par rapport aux cochons sains, ils entraînent par conséquent un coût de production plus élevé (Ilembade et al. 1981).

Les cochons infestés sont peu performants, même après traitement stérilisant (Otesile et al, 1992).

La diminution du nombre d'érythrocytes chez les porcs infestés par *Trypanosoma brucei* est proportionnelle à celle du niveau énergétique de la ration (Facbemi et al, 1990).

Les cochons infestés et soumis à un régime riche en énergie montrent une anémie moins sévère et guérissent plus vite que ceux soumis à un régime déficitaire en énergie. Ceci indique que le statut nutritionnel de l'hôte pourrait influencer le pourcentage de récupération, après un traitement contre *Trypanosoma brucei* (Otesile et al. 1992).

De plus, les moutons sous-alimentés sont plus susceptibles à l'infection que les animaux mieux nourris. Le poids à la naissance des moutons de mères infectées était inférieur à celles de mères non infectées pour ($P < 0,001$) (Reynolds et Ekwuruke, 1985).

2.4. Ectoparasites

Les Arthropodes affectent l'état nutritionnel de trois façons:

1. en irritant l'hôte de façon qui mange moins et se repose moins;
2. en prélevant les nutriments de l'animal;
3. en secrétant ou excrétant des toxines qui vont perturber le métabolisme des animaux (Sutherst et Utech, 1981).

On estime la réduction à 0,6 - 1,5 g GMQ chez les bovins par tique gorgée (Sutherst et Utech, 1981).

Deux tiers de la diminution du GMQ que les tiques provoquent sont du à la réduction de la consommation de nourriture (Sutherst et al 1983a). Voir tableau 5 dans l'annexe 5.

Une infestation très élevée par des mouches (de l'ordre de 500 par animal) peut causer des pertes allant de à 35 - 45 p. 100 par une année (Haufe, 1979 ; Cité par Southerst, 1987).

Il apparait que les pertes de sang sont moins importantes que celles dues aux pertes d'ordre énergétique et celles dues aux réactions de défense contre les mouches (Holroyd et al. 1984). Voir Tableaux 3 et 4 dans l'annexe.

La gale affecte entre 10 à 50 p. 100 des dromadaires en Tunisie. Elle est favorisée par le mauvais état général et le surmenage, car les fonctions cutanées sont ralenties dans ce cas là. Par contre, elle est responsable d'un ralentissement de la croissance, ainsi que de pertes de laine et de peau. (Tahar, 1981)

Les lésions galeuses provoquent des dégâts des cuirs et des frais inhérents au traitement, ainsi qu'un retard de croissance de 25 à 30 p. 100. (Marchand, 1984)

3. ETAT NUTRITIONNEL ET PARASITISME

L'alimentation joue un rôle prépondérant dans le processus parasitaire, tant par la modification de l'installation que par la survie du parasite (Bawden, 1969 ; Poeschel et Todd, 1969).

Ainsi des animaux infestés, bien nourris ont une synthèse protéique jusqu'à trois fois supérieure à celle des animaux mal nourris et parasités et ce de manière à compenser l'effet des parasites (Berry et Dargie, 1978).

Une mauvaise nutrition va contribuer à l'apparition d'une anémie précoce, d'une hypo-albuminémie et provoquer une perte de poids plus rapide (Berry et Dargie, 1976).

3.1. Parasites Intestinaux

L'appétit et l'état clinique de l'animal se détériorent plus rapidement chez les animaux soumis à des rations pauvres en protéines (Bercy et Dargie, 1976).

Les porcelets nourris avec du lait ont un GMQ supérieur et moins de parasites intestinaux que des porcelets qui ne sont pas nourris avec du lait. Les animaux bien nourris ont moins de parasites. Les parasites augmentent le prix de la nourriture et diminuent l'efficacité de la ration. Un régime alimentaire, accompagné par un bon programme de prophylaxie, est le premier pas vers un programme de prévention de parasites (Ensminger et al. 1978).

Haemonchus spp.

Les moutons de race Dorset Horn infestés par *Haemonchus contortus* et soumis à un régime riche en protéines ont un GMQ (11,2 Kg) supérieur à ceux soumis à un régime déficitaire en protéines (3,6 Kg) (Reynolds et Ekwuruke, 1985).

La valeur de l'hématocrite est abaissée chez le mouton infesté par *Haemonchus spp.* soumis à un régime riche en protéines à 0,26, tandis que celle des infestés, soumis à un régime pauvre en protéine, est tombée à 0,17. La valeur de l'hématocrite descend dans les deux groupes, mais la chute est plus marquée chez les moutons soumis au régime pauvre en

protéines. Le total des oeufs trouvés chez les animaux infestés expérimentalement et soumis à un régime hyper-protéinique était de 6.000 par semaine, tandis que les animaux infestés, soumis au régime hypo-protéinique présentaient une coprologie de 45.000 oeufs par semaine. Sur tous les animaux soumis au régime hyper-protéique, seulement deux sont devenus hypo-proteinémiques, tandis que dans les groupes soumis au régime pauvre en protéines, tous les animaux sont devenus hypo-proteinémiques (Abbot et al, 1988). Voir Tableau 3, Annexe 3.

3.2. Hémoparasites

Trypanosomosa spp.

Les vaches N'Damas infestées par *Trypanosoma congolense* recevant du concentré comme complément, sont moins anémiées que les animaux nourris sur des parcours naturels. Par conséquent, une alimentation déficiente affaiblit la trypanotolérance (Agyemang et al. 1992).

L'état nutritionnel est capable de modifier la réponse de l'hôte à l'infection trypanosomienne (Fagbemi et al. 1990).

3.3. Ectoparasites

3.3.1. Tiques

Les herbivores développent une réponse immunitaire contre les ectoparasites. Cet état empêche que les tiques puissent être nourries jusqu'à la maturité (Haufe, 1986 ; Cité par Southerst, 1987) Un mauvais état nutritionnel diminue la réponse immunitaire des animaux à l'infestation par des Arthropodes (Milne, 1947 ; cité par Souterst, 1987).

Il existe une relation négative entre l'état nutritionnel des herbivores et le nombre de tiques qui arrivent à se gorger (Sutherst et al 1983a).

Une ration déficitaire diminue la résistance à l'infection par des tiques (O'Kelly et Seifert, 1969).

Les moutons maigres portent 50 p. 100 plus de tiques que les moutons en bon état d'engraissement (Glandney et al., 1973 ; Cité par Southerst, 1987). Voir Tableau 4, Annexe 4.

3.3.2. Mouches

L'auteur reconnaît n'avoir pas des renseignements quantitatifs vis-à-vis de l'effet nutritionnel sur la résistance aux piqûres par les mouches, mais il reconnaît que les animaux moins bien nourris sont plus fréquentés par celles-ci (Southerst, 1987). Voir Tableau 6, Annexe 5.

Par contre il a été observé que les mouches tsé-tsé sont plus attirées par les animaux bien nourris que par les animaux en mauvais état nutritionnel (Vale, 1981).

Il existe une relation positive entre la croissance des animaux et le nombre de mouches *Haematobia spp.* par individu (Haufe 1974 ; Cité par Southerst, 1987).

4. DEPARASITAGE ET AMELIORATION DE LA PRODUCTIVITE

La bibliographie concernant l'effet des antiparasites sur la production laitière est contradictoire (Herd, 1980).

L'emploi du Levamisol comme antiparasitaire chez les vaches laitières n'augmente pas la production laitière (Fox et Jacobs, 1984).

Par contre d'autres auteurs signalent que les vaches laitières déparasitées ont une production en 139,9 kg de lait de plus que les parasitées (Ploeger et al., 1990).

Une augmentation significative de la production laitière chez les vaches vermifugées au moment du vêlage, au moyen d'Albendazole par rapport aux témoins. Sur le plan économique, le gain de production compense le prix du traitement (Gouffe et al., 1984).

L'emploi de comprimés de Morantel, d'absorption lente chez les vaches laitières, augmente la production laitière, la teneur butyrique et le total de protéines dans le lait d'une façon significative (Bliss et al., 1982).

Ils ont fait une expérience en employant 3 anti-helminthes différents afin de comparer la production chez des bovins de trois groupes d'âges différents. Ils sont arrivés à la conclusion que l'antiparasitaire n'améliore pas la production des animaux dans aucun des groupes expérimentés (Michel et al., 1982).

CONCLUSION

Le niveau de nutrition joue un rôle plus important dans la compensation de conséquences de la parasitose qu'en empêchent son établissement (Blackburn et al., 1991).

Un mauvais état nutritionnel sera responsable d'un affaiblissement du système immunitaire. L'affaiblissement du système immunitaire va permettre aux animaux de devenir plus sensibles aux agents pathogènes.

Les parasites sont responsables d'une diminution de la productivité en général.

La non disponibilité de fourrages à la fin de la saison sèche oblige les animaux à manger dans des endroits très parasités par différents types de parasites.

L'effet des antiparasitaires sur la production est un thème sur lequel il existe une grande divergence de critères.

ANNEXE 1

Table 2 Blood protein kinetics in normal and parasitized sheep

Parasite and Reference	Group	K†	Leakage into gastrointestinal tract Plasma (ml/day)	Albumin (g/day)	Protein (g/day)	Albumin synthesis (g/day)	Red cell half-life (days)	Leakage into gastrointestinal tract Blood (ml/day)	Hb* (g/day)	Hb synthesis (g/day)
<i>O. circumcincta</i> (35)	ALC	0.06	29	1.0	1.7	—	—	Information not available		
	ALI	0.14	92	2.3	6.4	—	—	Information not available		
<i>H. contortus</i> (22)	PFC	0.05	38	1.3	2.7	1.6	13.8	1.7	0.2	2.7
	ALI	0.23	273	6.3	13.7	4.1	3.4	130	6.5	7.4
<i>T. colubriformis</i> (3)	PFC	—	28	—	1.8	—	—	Information not available		
	ALI	—	220	—	9.0	—	—	Information not available		
<i>O. radiatum</i> (calves, 15)	PFC	—	76	—	5.3	—	—	Information not available		
	ALI	—	967	—	39.8	—	—	Information not available		
<i>C. ovina</i> (34)	ALC	—	42	0.8	2.9	—	—	Information not available		
	ALI	—	126	2.0	8.3	—	—	Information not available		
Low protein diet										
<i>F. hepatica</i> (13, 24)	PFC	0.04	24	0.5	1.2	0.6	14.7	1.5	0.2	2.6
	ALI	0.16	250	1.7	12.5	0.9	2.8	124	4.2	5.9
High protein diet										
	PFC	0.04	28	0.8	1.5	0.9	12.1	2.2	0.2	3.5
	ALI	0.27	332	2.0	13.3	1.7	1.9	257	8.2	11.7

* Hb = Haemoglobin; — = Information not given by author

† Fraction of intravascular albumin pool catabolized/day

PFC = Pair-fed control sheep

ALC = Worm-free sheep fed *ad libitum*

ALI = Infected sheep fed *ad libitum*

(Dargie, 1979)

ANNEXE 2

Table 1: Effects of some helminth parasites on the body weight of sheep.

Site of infection	Parasite	Group	Age (months)	Weight change (kg/week)	Worm Burden	Protein (g/kg DM)	Energy (MJ/kg DM)	Reference
ABOMASUM	<i>Ostertagia circumcincta</i>	ALC	4	1.25	—	133	17	58
		PFC	4	0.82	—	133	17	
		ALI	4	0.54	18 450	133	17	
	<i>Trichostrongylus axei</i>	ALC	4	1.75	—	NA	NA	29, 30
		PFC	4	1.51	—	NA	NA	
		ALI	4	1.08	NA	NA	NA	
	<i>Haemonchus contortus</i>	ALC	2	1.64	—	NA	NA	52
		ALI	2	1.69	2 050	NA	NA	
		ALI	2	1.13	7 650	NA	NA	22
		PFC	9	0.86	—	126	18	
		ALI	9	0.64	NA	126	18	
SMALL INTESTINE	<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	ALC	4	1.45	—	133	17	57
		PFC	4	1.16	—	133	17	
		ALI	4	0.67	55 000	133	17	
	<i>Trichostrongylus vitrinus</i>	ALC	4	0.86	—	133	17	59, 21
		ALI	4	0.64	6 100	133	17	
LARGE INTESTINE	<i>Oesophagostomum columbianum</i>	ALC	5	0.31	—	188	18	7
		ALI	5	NIL	15	188	18	
		ALC	5	NIL	—	66	17	7
		ALI	5	-0.51	194	66	17	
	<i>Chabertia ovina</i>	ALC	4	0.34	—	NA	NA	34
		ALI	4	0.11	171	NA	NA	
		ALI	4	-0.14	241	NA	NA	
LIVER		ALC	6	0.49	—	50	NA	33
		ALI	6	0.38	67	50	NA	
		ALI	6	0.34	117	50	NA	
	<i>Fasciola hepatica</i>	PFC	9	-0.26	—	73	18	25
		ALI	9	-0.37	499	73	18	
		PFC	9	-0.14	—	140	18	25
		ALI	9	-0.30	530	140	18	

ALC = Worm-free sheep fed *ad libitum*; PFC = Pair-fed controls; ALI = Infected sheep fed *ad libitum*; NA = not available

(Dargie, 1979)

ANNEXE 3

Table 3: Individual worm burdens of lambs given either a high (HPI) or low (LPI) protein diet and infected with 200 *Haemonchus contortus* larvae three times weekly. (Reynolds et Ekwuruke, 1985)

Group	Lamb number	Sex	Hb type	Weeks	Worm L4	Burden L5	at Adult	necropsy Total
HPI	71	M	B	17	50	150	1300	1500
	72	M	B	17	0	500	1200	1700
	73	M	B	17	0		0	0
	74	M	B	17	0	0	0	0
	75	F	B	17	0	0	0	0
	76	F	B	17	0	350	2500	2600
	77	F	AB	17	0	250	3250	3500
	78	F	AB	17	50	0	0	50
LPI	23	M	AB	11	0	0	2150	2150
	24	M	B	14	0	0	3250	3250
	25	M	B	17	0	0	3650	3650
	26	M	AB	10	0	0	4200	4200
	27	F	B	17	0	200	3650	3850
	28	F	B	17	0	0	3250	3250
	29	F	B	9	0	0	500	500
	30	F	B	17	0	400	2850	3250

ANNEXE 4

Tableau: 4. Mean daily feed and liveweight gain (LWG); kg/day of tick infected and control groups of steers during a 77-day period of tick infestation, and their mean daily LWG during variable post infestation periods until slaughter (Seebeck et al 1971).

Experimental group	Feed Intake	LWG during Infestation	LWG post Infestation
Tick-Free ad lib. feed	5,66	0,97	0,53
Tick infected ad lib. feed	4,73	0,44	0,63
Tick free pair fee to match intake of infested group	4,68	0,64	0,89

ANNEXE 5

Tableau 5. The Effect of horn fly (*Heamatobia irritans irritans*) and stablefly (*Stomoxys calcitrans*) on the daily feed intake, dalily liveweight gain (LWG) and fedd-to-gain conversion ration of young cattle infested in fly-proof eclosures (Campbell et al. 1977 cités par Sutherst 1987)

Flies/animal	Daily feed Intake (Kg)	Daily LWG (Kg)	Conversion ratio (Kg feed/Kg LWG)
Haematobia irritans irritans			
0	6,09	0,75	8,13
1.300	6,28	0,59	10,72
Stomoxys calcitians Growing ration			
0	6,87	0,68a	10,11
50	6,84	0,59b	11,60
Finishing ration			
0	7,70	1,10a	7,00
100	6,90	0,88b	7,84

Within pairs values not followed by a different letter do not differ significantly ($P > 0,05$)

Tableau 6. The effect of horn fly on the physiology and daily nutrient status of yearling steers in fly proof enclosures from (Sutherst 1987).

Flies/ Animal	Feed Intake (Kg)	Nitrogene retained (p. 100)	Water intake (l)	Urine output (kg)	Urine nitrogen (g)	Heart rate beats/min.	Respiration rate breaths/min	Rectal temperature (°C)
0	5,61a	52,3a	16,7a	3,83a	24,6a	76,6a	44,6a	38,8a
100	5,56a	41,3b	16,3a	4,25a	31,1ab	89,1b	52,7b	39,0b
500	5,61a	40,1b	24,9b	12,16b	34,7b	101,0c	62,1c	39,1c

BIBLIOGRAPHIE

1. ABBOT, E.M., PARKING, J.J., HOLMES, P.H. Influence of dietary protein on the pathophysiology of haemonchosis in lambs. University of Glasgow Veterinary School, Bearsden Road, Glasgow, G61 1QH. Res. Vet. Sci., 1988, 45 : 41 - 49.
2. AGYEMANG, K., DWINGER, R.H., LITTLE, D.A., LEPPERRE, P. & GRIEVE, A.S. Interaction between physiological status in N'Dama cows and trypanosome infections and its effect on health and productivity of cattle in Gambia. Acta Trop., 1992, 50 : 111-114
3. AKINBAMIJO, O.O., HAMMINGA, B.J, WNSING, TH., BROUWER, B.O., TOLKAMP, B.J., & ZWART, D. L'effet de l'infection par *Trypanosoma vivax* chez les chèvres naine sur le métabolisme énergétique et azotée en Afrique occidentale, Vet. Quart., 1992, 15 : 95-100
4. Anonyme. The African trypanotolerant livestock network. Indications from results, 1983-1985. (ILCA) Addis Ababa, Ethiopia, East Africa, 1986, 1-138
5. BARGER, I.A. et GIBBS, H.C. Milk production of cows infected experimentally with *Trichostrongylus* parasites. Vet. Parasitology, 1981, 9 : 69-73
6. BARGER, I.A., SOUTHCOTT, W.H. & WILLIAMS, V.J. Trichostrongylosis and wool growth. II. The wool growth response of infected sheep to parenteral and duodenal cystine and cysteine supplementation. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb., 1973, 13 : 351-359.
7. BARKER, I. K. Scanning electron microscopy of the duodenal mucosa of lambs infected with *Trichostrongylus colubriformis*. Parasitology., 1973, 67 : 307-314.
8. BAWDEN, R.J. The establishment and survival of *Oesophagostomum columbianum* in male and female sheep given high and low protein diets. Aust. J. Agric. Res., 1969, 20 : 1151-1159

9. BLISS, D., TODD, A. C. Milk production by Wermont dairy cattle after deworming (Two dewormings during the first 90 days of lactation). *Vet. Med. (SAC)*, 1976, 71 : 1251-1254

10. BLISS, D.H., JONES, R. M., CONDER, D. R. Epidemiology and control of gastrointestinal parasitism in lacting, grazing adult dairy cows using a morantel sustained release bolus. Parasitology Department, Pfizer Research, Pfizer Limited, Sandwich, Kent. *Vet. Rec.*, 1992, 110 : 141 - 144.

11. BEKELE, T., KASALI, O.B, and REGE, J.E.O. (1991) Repeatability of measurements of packed cell volume and egg count as indicators of endoparasites load and their relationship with sheep productivity. International Livestock Center for Africa (ILCA). Addis Ababa, Ethiopia. *Act. Trop.*, 1991, 50 : 151-160

12. BERRY, C.I. & DARGIE, J. D. The role of host nutrition in pathogenesis of ovine fascioliasis. *Vet. Parasitology*, 1976, 2 : 317-332

13. BERRY, C.I. & DARGIE, J. D. (1978) The pathophysiology of ovine fascioliasis: The influence of dietary protein and iron on the erythrokinetics of sheeps experimentally infected with *Fasciola hepatica*. *Vet. Parasitology*, 1978, 4 : 327-339

14. BLACKBURN, H.D., ROCHA, J.L., FIGUEREDO, E.P., BERNE, M.E., VIEIRA, L.S., CAVALCANTE, A.R., and ROSA, J.S., Interaction of parasitism and nutrition and their effects on production and clinical parameters in goats. Texas Agricultural Experiment Station, College Station, TX 77843, USA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA), Sobral, CE 62100, Brazil. *Vet. Parasitology*, 1991, 40 : 99-112

15. CAMPBELL, J.B., White, R.G., Wright, J.E., Crookshank, R., and Clanton, D.C. (1977). *J. Econ. Entomol.*, 1977, 70 : 592-4. Cité par Souterst, 1987

16. CORBA, J., REIS, T., GRUEBLER, R. Effect of dehelmintization dairy cattle with subclinical helminthiasis on milk production. Helminthological Institute of Slovak Academy of Sciences, 040 01 Kosice, Czechoslovakia; State Farm, 903 01 Senec, Czechoslovakia; Merck Sharp Dohme AG. 8008 Zurich, Switzerland. *Helmint.*, 1980, 17 : 219-224.

17. DARGIE, J.D. (1979) The pathophysiological effects of gastrointestinal and liver parasites in sheep. Proceeding of the 5th International Symposium on Ruminant Physiology, held at Clermont-Ferrand, on September 3er - 7th, 1979, 351-371

18. EDWARDS, C.M., SAIGH M.N.R., WILLIAMS, G.L.I. and CHAMBERLAIN, A.G. Effect of liver fluke on wool production in Welsh mountain sheep. Vet. Rec., 1976, 98 : 372.

19. ENSMINGER, M.E., & OLENTINE C.G., JR. Feeds & Nutrition., 1987,

20. FACBEMI, B.O., OTESILE, E.B., MAKINDE, M.O., & AKINBOADE, O.A. The relationship between dietary energy levels and the severity of Trypanosoma brucei infection in growing pigs, Vet. Parasitology, 1990, 35 : 29-42

21. FOX, M.T. & JACOBS, D.E. Observations on the effect of Levamisol treatment on the production of dairy cows in England. Department of Microbiology and Parasitology, Royal Veterinary College, Royal College Street, London NW1 0TU. Anim. Prod., 1984, 38 : 15-22.

22. GLANDNEY, W.J., GRAHAN, O.H., TREVINO, J.L., and ERNT, S.E. J. Med. Entomol., 1973, 10 : 123-30. Cité par Southerst, 1987

23. GOUFFE, D., RAOULT, J. et VALLET, A. Strongles gastro-intestinales et production laitière. Groupement technique Vétérinaire, F-64 Nay. Institut Technique de l'Elevage Bovin, M.N.E., 149, Rue de Bercy, F-75595 Paris Cedex 12, Institut Technique de l'Elevage Bovin, C,R,Z,V., Theix, F-63122 Ceyrat. Rev. Méd. Vét., 1984, 12 : 779-782.

24. GROVUM, W.L. and PHILIPS, G.D. Factors affecting the voluntary intake of food by sheep, 1. the role of distension, flow-rate and propulsive motily in the intestines. B.J. Nutr., 1978, 40 : 323-336.

25. HAUFE, W.O. Proc. Int. Livestock Environment Symp. Amer. Soc. Agric. Eng., 1974, 203-208. Cité par Southerst, 1987

26. HAUFE, W.O. In "Research Highlights 1978." (Eds. G.C.R. Crome and N.B. holmes). pp. 61-3. (Agriculture Canada Research Station: Lethbridge, Alberta)., 1979, pp. 61-63. Cité par Southerst, 1987
27. HAUFE, W.O. In "Parasitology - Quo Vadis Proc. 6th Int. Congr. Parasitology. (Ed M.J. Howell.) pp. 607 - 14. (Aust. Acad. Sci. Canberra)., 1986, 607-14 p. Cité par Southerst, 1987
28. HERD, R.P. (1971) The pathogenic importance of *Chabertia ovina* (fabricius, 1788) in experimentally infected sheep. *Int. J. Parasitology*, 1971, 1 : 251-263
29. HERD, R.P. Animal health and public health aspects of bovine parasitism. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 1980, 176 : 737-743.
30. HOLROYD, R.G., HIRST, D.J., MERRIFIELD, A.W., and TOLEMAN, M.A. *Aust. J. Agric. Res.*, 1984, 3 : 595-608.
31. ILEMBADE, A.A. and BALOGUN T.F. (1981) Pig Trypanosomiasis effect of infection on feed intake, live weight gain and carcass traits. *Trop. Anim. Hlth. Prod.*, 1981, 13 : 128-36
32. JAHKE, H.E. TACHER, G, KEIL, P, ROJAT, D. Livestock production in tropical Africa, with special reference to the Tsetse-affected zone. In; ILCA/ILRAD (ED0: The African Trypanotolerant livestock Network. *Livestock Production in Tsetse Affected Areas on Africa*; 3-21. English Press, Nairobi, Kenya, East Africa, 1988.
33. LARBIER, M. et LECLERCQ, B. *Nutrition et Alimentation des volailles*. INRA, Versailles, 1992, 352 p.
34. LEEK, B.F. and HARDING, R.H. Sensory nervous receptors in the ruminant stomach and the reflex control of reticulo-ruminant motility. In I.W. McDonald and A.C.I. warner (eds) *Digestion and Metabolism in the Ruminant*, (Armidale, Univ. New Engl. Publ. Unit)., 1975, 60-70 p.
35. MARCHAND, A. Les incidences économiques des principales parasitoses des bovins., *Parasitologie - Maladies parasitaires*, Ecole Nationale Vétérinaire, Route de Gachet,

B.P. 527, F - 44026 Nantes. Revue Méd. Vét., 1984, 135. 5 : 299-302

36. MICHEL, J.F., RICHARDS, M., ALTMAN, J.F.B., MULHOLLAND, J.R., GOULD, C.M., ARMOUR, J. Paper - Effect of anthelmintic treatment on the milk yield of dairy cows in England, Scotland and Wales Central Laboratory, Wybrige, Surrey. The Veterinary Record, 1982, 11 : 546-550.
37. MILNE, A. Parasitol., 1947, 38: 34-50 Cité par Southerst, 1987
38. MURRAY, M, DEXTER, T.M. Anaemia in bovine African Trypanosomiasis. Acta Trop., 1988 45 : 389-432.
39. MURRAY, M. & RUHTON, B. The pathology of fascioliasis, with particular reference to hepatic fibrosis. In A.E.R. Taylor and R. Muller (eds) Pathogenic Processes in Parasitic Infections. (Oxford: Blackwll Scientific), 1975, 27-41 p.
40. O'KELLY, J. C., and SEIFERT, G.W. (1969) Relationships Between Resistance to Boophilus Nutritional Status, and Blood Composition in Shorthorn x Hereford Cattle. Aust. J. Biological Sci., 1969, 22 : 1497-1506
41. OTESILE, E.B., FAGBEMI, B.O., MAKINDE, M.O., & AKINBOADE, O.A. Réponse de porcelets à l'infection expérimentale par *Trypanosoma brucei*, soignés avec Isometamidium Chloride et relation avec la nutrition, Veterinary Quarterly Vol. 14/no.3/1992, 15 : 88-91
42. PLOEGER, H.W., KLOOSTERMAN, A., BARGEMAN, G., WUIJCKHUISE, L.V., and VAN DEN BRINK, R. (1990) Milk yield increase after anthelmintic treatment of dairy cattle related to some parameters estimating helminth infection. Department of Animal Husbandry, Agricultural University, P.O. Box 338, 6700 AH Wageningen (The Netherlands). Vet. Parasitology, 1990, 35 : 103-106
43. POESCHEL, G.P. & TODD, A.C. Relationship of the host's diet to the parasitic development of *Haemonchus contortus*. Am. J. Vet. Res., 1969, 30: 1223-1228

44. REYNOLDS, L. and EKWURUKE, J.O. Effect of Trypanosoma Vivax infection on West African Dwarf Sheep at two Planes of Nutrition. International Livestock Centre for Africa, P.O. Box 5320, Ibadan (Nigeria). . Small Ruminant Resear., 1985,1 : 175-188
45. ROSEBY, F. B. The effect of fascioliasis on the woll production of merino sheep. Aust. Vet. J., 1970, 46 : 361-365.
46. SEEBECK, R.M., SPRINGELL, P.H., and O'KELLY, J.C. Aust. J. Biol. Sci., 1971, 24 : 373-80. Cité par Southers 1987
47. SOUTHCOTT, W.H., HEALTH, D.D. & LANGLANDS, J.P. Relationship of nematode infection to efficiency of wool production. J. Br. Grassl. Soc., 1967, 22 : 117-120.
48. SUTHERST, R.W. Ectoparasite and Herbivore Nutrition. in Hacker (J.B.) et Ter. Mouth (J.H. Eds) The Nutrition of herbivores. Academic Press Sydney, 1987, 191-209.
49. SUTHERST, R.W., KERR, J.D., MAYWALD, G.F., and STEGEMAN, D.A. (1983a). Aust. J. Agric. Res., 1987, 34 : 329-39. Cité par Southers, 1987
50. SUTHERST, R.W., & UTECH, K.B.W. In "CRC Handbook of Pest Management in Agriculture." (Ed. D. Pimentel). (CRC Press: boca Raton, Fla.), 1981, Vol II, 385-407 p.
51. SYKES, A.R. and COOP, R.L. Intake and utilisation of food by growing sheep with abomasal damage cause by daily dosing with Ostertagia circumcincta larvae J. Agric. Sci., 1977, 88 : 671-677.
52. TAHAR, T. L'exploitation du dromadaire dans la Tunisie aride et Saharienne. Ecole Nationale de Méd. Vét. SIDI - THABET Tunisie, 1981. Thèse Doct. Méd. Vét. (Thèse Doct. Méd. Vét., Tunisie, 1981)
53. URQUAHAR, G. M., and ARMOUR, J. Helminth disease of cattle, sheep and horse in Europe. (The University Press, Glasgow: Robert Maclehose Co. Ltd.), 1973. Cité par Dargie, 1979.
54. VALE, G.A. Bull. Entomol. Res., 1981, 71 : 259-65. Cité par Southerst, 1987.

55. VERTEGEN, M.W.A., ZWART, D., VAN DER HEL, W., BROUWER, B.O., and WNESING, T. Effect of *Trypanosoma vivax* infection on energy and nitrogen metabolism of West African Dwarf Goats. Agriculture University, Wageningen and Faculty of Veterinary Medicine, University of Utrecht, The Netherlands. Journal of Animal Sci., 1991, 69 : 4 1667-1677.
56. YVORE, P., et HOSTE, H. (1990) Parasitisme digestif et qualité des productions animales. I.N.R.A. Station de Pathologie Aviaire et de Parasitologie, F-37380 Nouzilly. Revue Méd. Vét. , 1990, 141, 10 : 729-735
57. ZWART, D., BROUWER B.O., VAN DEL HEL W., VAN DEN AKKER, H.N. & VERSTEGEN, M.W.A. Effect of *Trypanosoma vivax* infection on body temperature, feed intake, and metabolic rate of West African DWARF Goats. Agriculture University, Wageningen, The Netherlands. J. Anim.l Sci., 1991, 69, No. 9 : 3780-88.