Effet du passage par le tractus digestif des ruminants domestiques sur la germination des graines de légumineuses ligneuses des zones tropicales sèches

P. Danthu [1, 2*] A. Ickowicz [3, 4] D. Friot [3, 4]
D. Manga [1] A. Sarr [1]

Mots-clés

Légumineuse ligneuse - Germination - Ruminant - Digestion - Excrétion - Graine - Zone tropicale - Zone aride - Sénégal.

Résumé

La survie et la germination des graines de sept espèces de légumineuses ligneuses (*A. nilotica adansonii, A. raddiana, A. senegal, A. seyal, B. rufescens, F. albida* et *P. juliflora*) ont été étudiées après ingestion et excrétion par des bovins, des ovins et des caprins.

Cette étude montre que :

- les graines dures restent intactes et conservent leur viabilité après excrétion par les ruminants domestiques alors que les graines aux téguments perméables sont détruites ;

- les bovins excrètent significativement plus de graines intactes que les petits ruminants. Cette différence semble liée essentiellement à l'activité masticatoire plus importante chez les ovins et les caprins ;

- la germination des graines dures n'est pas améliorée après passage dans le tractus digestif des ruminants.

Au total, l'ingestion par les ruminants domestiques ne peut être considérée comme un facteur favorisant la levée de dormance des graines dures, mais seulement comme un moyen de dissémination de graines intactes.

■ INTRODUCTION

Les légumineuses arborescentes ou arbustives des zones arides ou semi-arides sont très généralement des arbres à usages multiples utilisés dans les divers systèmes pastoraux ou agroforestiers des régions tropicales. Certaines interviennent dans la protection des sols contre l'érosion (1, 18). D'autres, comme *Faidherbia albida*, ont un rôle de régénérateur de la fertilité des sols grâce à leur symbiose fixatrice de l'azote atmosphérique (12, 16, 36). Elles donnent du bois de feu et entrent dans la nutrition humaine (18). *Acacia senegal* est la principale espèce productrice de gomme arabique (21). Certaines espèces, en particulier *Acacia raddiana*, *Prosopis juliflora*, *Faidherbia albida* ou *Acacia nilotica* sont productrices de fourrage, contribuant ainsi largement à l'alimentation du bétail (2, 3, 22, 23, 29, 43). Leurs feuilles, leurs gousses et surtout leurs graines généralement riches en protéines présentent souvent une bonne valeur nutritive et sont très largement consommées par les animaux sauvages ou domestiques, faisant de ces derniers des vecteurs efficaces de la dispersion des semences de ces espèces fourragères (24, 32, 35, 47). De fait, la présence de graines viables dans les fèces de divers animaux et en particulier de grands mammifères est attestée pour beaucoup de légumineuses des genres *Acacia* et *Faidherbia* (9, 10, 15, 24, 25, 27, 28, 33, 34, 37, 47), *Enterolobium* (30, 31) ou *Prosopis* (4, 6, 26).

Or, les graines de légumineuses des zones sèches sont généralement dures. Elles possèdent des téguments imperméables à l'eau et l'oxygène induisant une inhibition tégumentaire (45, 46). Cette dormance permet la conservation à long terme des semences, mais nécessite d'être levée avant semis sous peine d'obtenir des germinations très erratiques (7, 8). Les traitements les plus courants sont

1. ISRA- Productions Forestières, BP 2312, Dakar, Sénégal
2. CIRAD- Forêt, BP 1716, Dakar, Sénégal
3. ISRA- Productions Animales, BP 2057, Dakar, Sénégal
4. CIRAD- EMVT, Campus international de Baillarguet, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex, France
* Auteur correspondant : ISRA- PF, BP 2312, Dakar, Sénégal
Tel : 221-32-32-19 ; Fax : 221-21-18-79 ; E-mail : danthu@isra.refer.sn

la scarification mécanique et chimique (utilisation d'acide sulfurique concentré) (14, 42).

De nombreux auteurs ont envisagé le passage des graines dans le tractus digestif des animaux comme un moyen possible de hâter et/ou d'augmenter la germination des espèces considérées. Les résultats sont cependant contradictoires. Certains auteurs trouvent que la germination des graines de légumineuses ligneuses est améliorée après ingestion et défécation par divers grands herbivores. C'est le cas pour *Acacia senegal* (9), *A. tortilis* (34, 37), *A. eriolaba* (28), divers acacias du désert du Negev (25).

Cependant, Wickens (47) et Hauser (27) sur *Faidherbia albida* ou Coe et Coe (10) sur plusieurs acacias sud-africains ne trouvent aucun effet bénéfique du passage par le tractus digestif des herbivores sur la germination. Ces auteurs ont montré par l'observation des téguments des semences en microscopie électronique que les graines après défécation ne sont scarifiées que très superficiellement et restent imperméables à l'eau. De même, Janzen (30, 31) montre que les semences d'*Enterolobium cyclocarpum* ne sont pas scarifiées après ingestion par des chevaux, alors que Harding (26) mesure que 85 p. 100 des graines de Prosopis sont détruites lors de l'ingestion par des moutons.

Devant cet ensemble de résultats hétérogènes et afin de contribuer à clarifier la situation, cette étude a pour objectif d'évaluer, en conditions contrôlées, l'effet du passage dans le tractus digestif de différents ruminants domestiques (ovins, bovins, caprins) sur la survie et la germination des graines de quelques légumineuses ligneuses utilisées en agroforesterie en zone sahélienne. Cette étude contribue à un ensemble de travaux dont la finalité est de proposer des options quant aux techniques de gestion des peuplements sylvopastoraux adaptées à chaque espèce.

■ MATERIEL ET METHODES

Les graines des sept espèces de légumineuses ligneuses utilisées dans cette étude ont été récoltées dans des peuplements naturels ou des plantations au Sénégal (tableau I). Après décorticage des gousses et élimination des graines malformées ou parasitées, les lots de semences ont été conservés en chambre froide (5 ± 1°C, 55 ± 5°RH) jusqu'à utilisation en novembre 1993.

Les animaux utilisés étaient six zébus Gobras d'un poids vif moyen de 185 kg, six moutons Peuls d'un poids moyen de 42 kg et six chèvres Djallonké de 25 kg, maintenus en stabulation durant toute la durée de l'expérimentation.

Avant l'essai, les animaux ont été traités avec un antiparasitaire digestif. Ils ont reçu pendant toute la période une ration de fanes d'arachide *ad libitum*, les refus étant inférieurs à 15 p. 100. Compte tenu de la valeur nutritive de cette fane de qualité médiocre (environ 0,5 UFL et 50 g MAD par kg de matière sèche), cette ration peut être considérée comme légèrement supérieure aux besoins d'entretien des animaux.

Après dix jours d'adaptation au régime, ils ont reçu, en complément de la ration fourragère, un mélange des graines des sept espèces (1 000 graines de chaque espèce pour les bovins et 500 graines pour les ovins et les caprins). Les graines ont été présentées en une seule fois et laissées à la disposition des animaux pendant trois heures. Les graines refusées ont été dénombrées. Le pourcentage des graines ingérées a toujours été supérieur à 85 p. 100 sauf dans deux cas : les caprins n'ont consommé que 48 p. 100 des graines d'*A. nilotica adansonii* et 65 p. 100 des graines de *B. rufescens*.

Chaque jour, pendant dix jours, les fèces de chaque animal ont été intégralement collectées et tamisées afin de récupérer la totalité des graines défléquées.

Les graines ont alors été immédiatement mises à germer dans les conditions expérimentales décrites précédemment par Danthu et coll. (13) : en boite de germination, sur un lit de sable de Cambérène (Sénégal) humidifié, à la température de 31 ± 1°C, à l'obscurité.

La germination de ces graines issues du tractus digestif des bovins, ovins et caprins a été suivie pendant 90 jours et comparée à la germination de graines témoins du même lot, mises directement en germination ou ayant subi l'un des deux prétraitements suivants :

- une scarification mécanique des graines par ablation d'un fragment de 1 à 2 mm^2 des téguments au niveau du pôle cotylédonnaire des graines à l'aide d'un sécateur ;

- une scarification par trempage dans une solution d'acide sulfurique concentré (H_2SO_4, 95 p. 100) pour des durées adaptées à chaque espèce (voir tableau I) (14, 42). Après traitement à l'acide, les graines ont été abondamment rincées à l'eau courante.

Une graine a été considérée comme germée lorsque la radicule émergeait des téguments (11). A la fin de l'expérimentation, la viabilité des graines qui n'avaient pas germé a été vérifiée par dissection.

Les analyses statistiques ont été faites après transformation angulaire des pourcentages de germination. Quand l'hypothèse nulle (égalité des moyennes) a été rejetée, un test de comparaison des moyennes a été réalisé : test de Newman-Keuls au seuil de 5 p. 100. Dans les tableaux et les figures, les valeurs suivies de la même lettre appartiennent à un même groupe homogène.

■ RESULTATS

Le tableau II présente le pourcentage de graines excrétées (récupérées dans les fèces) pour chacune des combinaisons espèces animales-espèces végétales testées. Il montre que pour toutes les espèces végétales, les ovins et les caprins ont restitué une fraction des graines ingérées significativement plus faible que les bovins. Selon les espèces, les ovins et les caprins ont défléqué entre 1 et 51 p. 100 des graines ingérées alors que les bovins ont restitué entre 33 et 99 p. 100 des graines. Les pourcentages des graines excrétées par les ovins et les caprins étaient très proches, sauf pour deux espèces, *A. nilotica* et *B. rufescens*, pour lesquelles les caprins ont restitué significativement plus de graines que les ovins. Le tableau II montre que, pour les trois espèces animales, *A. nilotica* a présenté le meilleur pourcentage de récupération (99 p. 100 chez les bovins, 51 p. 100 chez les caprins et 31 p. 100 chez les ovins) et, à un degré moindre, *B. rufescens* et *A. raddiana*. Les graines d'*A. senegal* ont été très largement détruites lors du transit digestif et seules 33 p. 100 des graines ont été récupérées dans les fèces des bovins et 1 p. 100 dans le cas des ovins et des caprins.

La figure 1 montre que les trois espèces animales avaient des dynamiques d'excrétion des graines différentes. La défécation des graines par les bovins a eu lieu essentiellement les deuxième, troisième et quatrième jours après ingestion, mais de faibles quantités de graines ont séjourné dans le tractus digestif des bovins pendant plus de sept jours. Les ovins ont libéré les graines dans un laps de temps plus court (deuxième et troisième jour) alors que la défécation des graines ingérées par les caprins s'est étalée entre le premier et le quatrième jour après ingestion. Pour les ovins et les caprins, aucune graine n'a été excrétée après le sixième jour.

Le tableau III donne les coefficients de corrélation entre le pour-

Tableau I

Origine, date de récolte et caractéristiques des lots de graines utilisés dans cette étude

Espèce	Année de récolte	Origine des graines	Latitude	Longitude	Durée de trempage (H_2SO_4) (min)	Poids d'une graine (mg)	Volume d'une graine (mm^3)	Densité des graines (mg/mm^3)	Plus petite section des graines (mm^2)
Acacia nilotica adansonii	1988	Thiarène	16°08 N	15°55 W	120	205,2 ± 9,4	157,1 ± 14,6	1,31 ± 0,14	25,0 ± 1,2
Acacia raddiana	1992	Dahra	15°20 N	15°37 W	60	66,4 ± 3,2	52,4 ± 5,2	1,27 ± 0,08	9,5 ± 0,8
Acacia senegal	1992	Ranérou	15°18 N	14°05 W	0	55,0 ± 2,2	50,7 ± 7,8	1,10 ± 0,16	7,0 ± 0,5
Acacia seyal	1991	Bandia	14°36 N	17°02 W	30	49,2 ± 2,9	39,0 ± 4,2	1,27 ± 0,16	5,9 ± 0,6
Bauhinia rufescens	1991	Bandia	14°36 N	17°02 W	60	84,2 ± 8,3	69,5 ± 2,9	1,27 ± 0,05	14,4 ± 1,4
Faidherbia albida	1991	Sagata	15°10 N	15°32 W	30	104,8 ± 12,0	86,3 ± 14,7	1,24 ± 0,38	11,6 ± 1,2
Prosopis juliflora	1991	Ndiol	16°18 N	16°05 W	5	34,6 ± 3,3	26,5 ± 1,8	1,30 ± 0,12	7,6 ± 0,6

Tableau II

Pourcentage de graines déféquées (par rapport au nombre de graines ingérées) après passage dans le tractus digestif des bovins, ovins et caprins

Espèce	Bovin	Ovin	Caprin
A. nilotica adansonii	99 a A	31 a C	51 a B
A. raddiana	86 b A	28 ab B	27 b B
A. senegal	33 c A	1 c B	1 d B
A. seyal	75 b A	10 b B	9 c B
B. rufescens	95 a A	14 ab C	30 b B
F. albida	86 b A	11 b B	12 c B
P. juliflora	74 b A	14 ab B	10 c B

Test de Newman-Keuls au seuil de 5 p. 100 appliqué à chaque colonne (lettres minuscules) et à chaque ligne (lettres majuscules)

Tableau III

Coefficient de corrélation (r) entre le pourcentage de graines excrétées et quelques caractéristiques intrinsèques des graines

Animal excréteur	Poids	Volume	Densité	Section	Dureté
Bovin	0,53 ***	0,49 ***	0,83 ***	0,61 ***	0,71 ***
Ovin	0,43 ***	0,40 ***	0,55 ***	0,47 ***	0,62 ***
Caprin	0,71 ***	0,69 ***	0,52 ***	0,79 ***	0,84 ***

Chaque coefficient est calculé à partir d'un effectif de 42 mesures

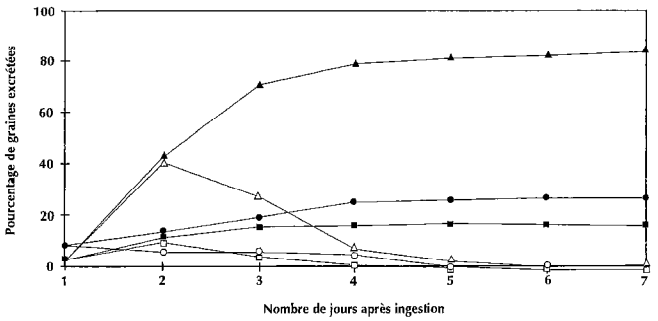

Figure 1 : *Dynamique d'excrétion journalière (symboles blancs) et cumulée (symboles noirs) des graines par les bovins (△), les ovins (○) et les caprins (□), toute espèce végétale confondue sauf* A. senegal.

Le tableau III donne les coefficients de corrélation entre le pourcentage de graines excrétées par les ruminants et quelques caractéristiques intrinsèques des graines. Il montre que l'excrétion des graines par les bovins a été principalement corrélée avec la densité des graines (r = 0,83) et avec leur dureté (r = 0,71). Chez les ovins et les caprins, une forte corrélation s'est manifestée entre excrétion et dureté des graines (r = 0,62 et r = 0,84). Pour les caprins, la section des graines a eu aussi un caractère fortement explicatif (r = 0,79).

Les courbes de germination cumulées (figure 2) comparent la dynamique de germination (mesurée pendant une période de 90 j après le semis) des graines récupérées dans les fèces (toutes dates de récolte confondues) à celle de graines semées sans traitement préalable et de graines ayant subi une scarification manuelle ou chimique. Ces courbes montrent que pour toutes les espèces végétales, la germination des graines traitées chimiquement ou manuellement a été complète dès le cinquième ou le dixième jour après semis. Pour toutes les espèces testées, les graines prétraitées ont eu une capacité de germination qui était comprise entre 82 et 99 p. 100. Le pourcentage de germination mesuré 90 jours après semis dans les lots témoins pour *A. senegal, F. albida* et *P. juliflora* n'a pas été significativement différent de celui mesuré avec les graines prétraitées. Pour les autres espèces, il était significativement inférieur.

Si les graines étaient semées sans prétraitement préalable, elles germaient de façon très étalée dans le temps. Les graines récoltées dans les fèces avaient, d'une manière générale, une dynamique de germination (vitesse de germination) proche des graines du lot témoin n'ayant subi aucun traitement. Le taux de germination à 90 jours mesuré pour les graines extraites des fèces était souvent très proche de celui des lots témoins sauf pour *B. rufescens* et *A. senegal* dont les graines avaient une germination significativement inférieure après passage dans le tractus digestif des animaux. Il est à noter que les graines extraites des fèces des bovins avaient généralement une germination significativement inférieure à celles recueillies après digestion par les caprins et les ovins. Ceci était vrai pour *A. nilotica, A. raddiana, A. seyal, A. senegal* et *B. rufescens*. Pour ces trois dernières espèces et pour *P. juliflora*, le pourcentage de germination à 90 jours des graines recueillies chez les bovins était inférieur au témoin. Après 90 jours, les graines extraites des fèces et non encore germées étaient viables, sauf pour A. senegal dont les graines étaient nécrosées.

Pour les graines collectées dans les fèces de bovins, l'évolution de la germination en fonction de la durée de séjour dans le tractus des animaux (tableau IV) montre que les graines d'*A. nilotica, A. raddiana* et de *F. albida* ont présenté une germination identique à

Tableau IV

Influence de la durée du séjour dans le tractus digestif des bovins sur la capacité germinative des graines mesurée 90 jours après semis

	Durée du séjour des graines (j)				
Espèce végétale	0	2	3	4	F
A. nilotica	42	38	35	32	2,41 ns
A. raddiana	54	49	45	43	1,01 ns
A. senegal	95 a	5 b	2 b	-	84,41 **
A. seyal	54 a	51 a	37 b	35 b	8,91 **
B. rufescens	81 a	54 b	50 b	53 b	22,37 **
F. albida	90	78	82	87	2,27 ns
P. juliflora	91 a	74 b	71 b	64 b	15,07 **

Test de Newman-Keuls au seuil de 5 p. 100

celle des semences non traitées quelle que soit la durée du transit digestif. Pour les autres espèces (*A. senegal, A. seyal, B. rufescens et P. juliflora*), le passage dans le tractus digestif a diminué de manière significative la capacité germinative. Mais seul *A. seyal* a exprimé une différence de capacité germinative liée à la durée du séjour : les graines récupérées les troisième et quatrième jours ont moins bien germé que celles récoltées dans les fèces du deuxième jour. A noter que l'étude n'a pu être faite pour les graines récoltées dans les fèces d'ovins ou de caprins car les effectifs étaient trop petits.

Au total, si l'on exprime le pourcentage de germination par rapport au nombre de graines ingérées, c'est-à-dire en intégrant les pertes durant la digestion et l'effet du passage dans le tractus digestif sur la survie et la capacité germinative des graines, il apparaît (tableau V) que les ovins et les caprins ont, sauf pour *A. nilotica* chez les caprins, généralement eu les mêmes effets dépressifs sur la germination des semences des six espèces testées. En outre, il a toujours été plus fort que celui provoqué par les bovins. Si l'on excepte A. senegal (pour lesquelles 1 p. 100 seulement des graines proposées aux bovins ont germé et aucune de

Tableau V

Pourcentage de germination des graines après passage dans le tractus digestif des bovins, ovins et caprins exprimé par rapport au nombre de graines ingérées

Espèce	Bovin	Ovin	Caprin
A. nilotica adansonii	34 a	15 c	26 b
A. raddiana	41 a	15 b	14 b
A. senegal	2 a	0 b	0 b
A. seyal	31 a	7 b	5 b
B. rufescens	48 a	11 b	17 b
F. albida	71 a	11 b	10 b
P. juliflora	52 a	11 b	9 b

Test de Newman-Keuls au seuil de 5 p. 100 appliqué à chaque ligne

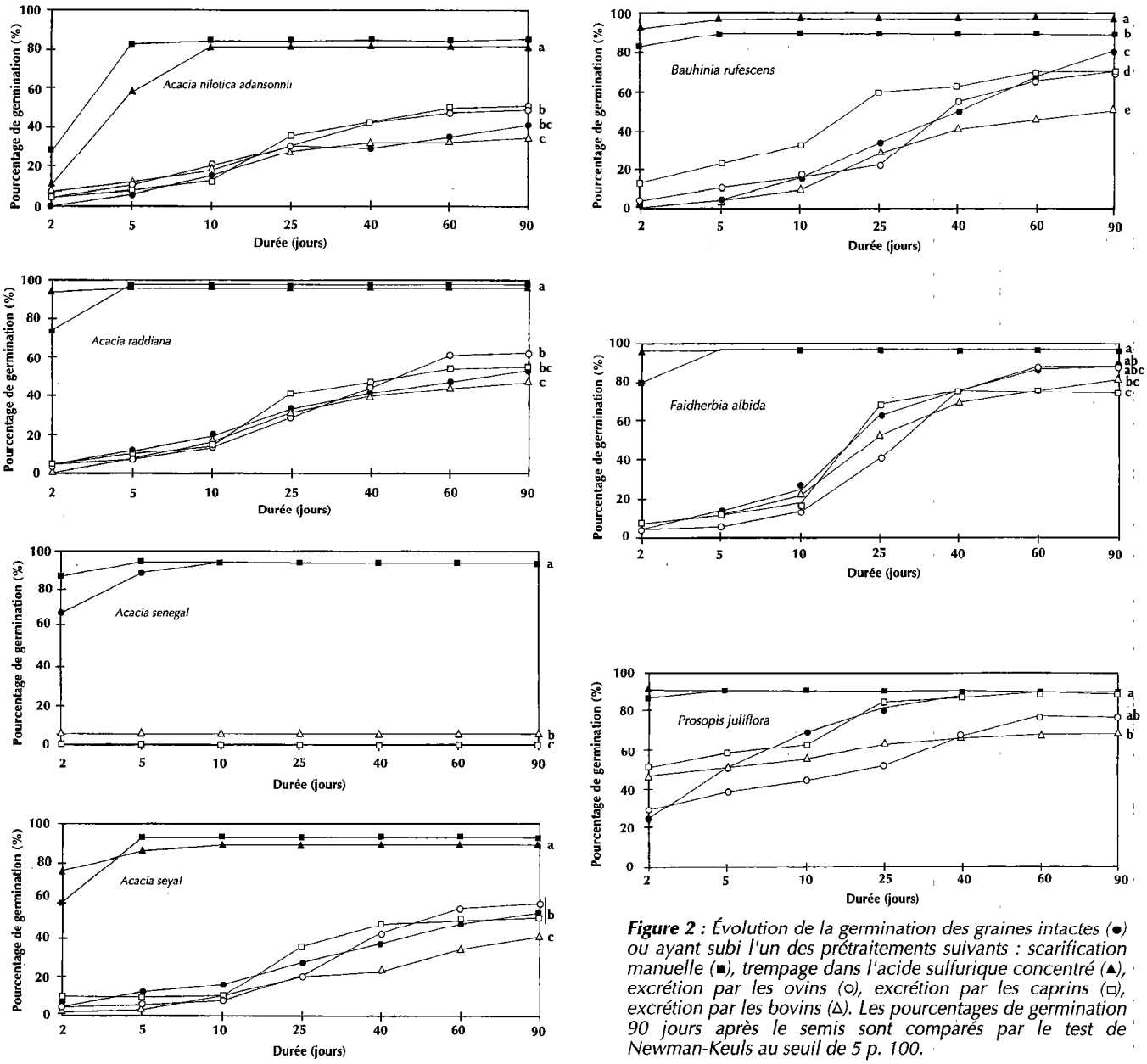

Figure 2 : *Évolution de la germination des graines intactes (●) ou ayant subi l'un des prétraitements suivants : scarification manuelle (■), trempage dans l'acide sulfurique concentré (▲), excrétion par les ovins (○), excrétion par les caprins (□), excrétion par les bovins (△). Les pourcentages de germination 90 jours après le semis sont comparés par le test de Newman-Keuls au seuil de 5 p. 100.*

celles proposées aux ovins et aux caprins), entre 30 et 69 p. 100 des graines mises à disposition des bovins ont germé et seulement 5 à 14 p. 100 de celles proposées aux ovins et aux caprins.

■ DISCUSSION

Excrétion des graines

Les résultats de cette étude montrent, d'une façon générale, que le taux d'excrétion des graines, toutes espèces ligneuses confondues, était supérieur chez les bovins (33-99 p. 100) par rapport aux petits ruminants (ovins et caprins : 1-51 p. 100)(tableau II). Ces valeurs sont conformes à celles présentées par Wickens (47) et Janzen (31) pour les bovins ou Harding (26) pour les ovins. Les chèvres et les moutons ont donc digéré une proportion de graines beaucoup plus importante que les bovins. Cette conclusion confirme celle de Simao Neto et coll. (44) obtenue pour six espèces fourragères herbacées et de Depommier sur *F. albida* (15).

Les principaux facteurs explicatifs du taux d'excrétion étaient, pour les bovins, la densité des graines et, à un degré moindre, leur dureté alors que pour les petits ruminants, c'était la dureté des graines suivie de la taille et/ou de la densité des graines qui étaient les facteurs explicatifs les plus importants (tableau III). Ceci confirme les résultats antérieurs de Simao Neto et coll. (44) et de Gardener et coll. (19, 20). La corrélation positive entre taille des graines et excrétion, en particulier chez les caprins, pose le problème du passage de grosses graines (jusqu'à 25 mm^2 de section) par l'orifice reticulo-omasal, mais de nombreux travaux semblent établir la possibilité pour de grosses particules de franchir cet orifice (17, 19, 31) et corroborent l'observation faite dans cette étude.

La destruction plus importante des graines chez les petits ruminants peut trouver son origine dans une mastication plus intense lors de l'ingestion et de la rumination (mastication mérycique) et/ou dans un séjour digestif plus agressif pour les téguments des graines. Or, la durée des séjours dans les tractus digestifs sont peu différents (figure 1) et de nature enzymatique et chimique proche. De plus, les graines excrétées par les trois espèces animales ne sont pas scarifiées (figure 2). La différence de destruction des graines mesurée entre bovins et petits ruminants ne peut donc être attribuée à un effet de la durée ou de l'intensité du traitement chimique pendant le transit intestinal, mais plutôt à une différence de

effet, peu résistantes et très rapidement digérées dès que le tégument est endommagé (19). Au total, l'effet des processus digestifs non mécaniques semble peu important par rapport aux conséquences de la mastication sur la proportion de graines viables excrétées.

Germination des graines

Cette étude montre que pour les sept espèces végétales, les graines déféquées par les bovins, les moutons ou les chèvres ne présentent aucune amélioration de leur capacité germinative par rapport à des semences intactes (tableau IV). Les graines excrétées montrent une dynamique de germination proche des graines des lots témoins semées sans traitement préalable (figure 2). Ces constatations militent aussi en faveur d'une activité pratiquement nulle du séjour digestif sur les téguments des graines. Ces résultats sont apparemment contradictoires avec les travaux de Halévy (25), Miller (37, 38) sur différents acacias, de Brown et Archer (6) et Peinetti et coll. (40) sur *Prosopis* sp. qui ont montré une meilleure germination des graines après ingestion par divers ruminants sauvages ou domestiques. Ces différences peuvent s'expliquer par le fait que l'ensemble de ces résultats ont été obtenus en suivant l'ingestion de gousses contenant des graines souvent parasitées par les bruches (10, 25, 38). Or l'un des effets avérés de la digestion est la destruction des graines dont le tégument est endommagé, en particulier celles attaquées par les bruches (10, 34, 37) entraînant ainsi une augmentation de la proportion de graines viables dans les lots de graines excrétées. Les présents travaux portent sur des lots homogènes de semences saines et matures. Ils démontrent que l'absorption et l'excrétion des graines par des ruminants ne favorisent pas la levée de l'inhibition tégumentaire et donc la germination. Cette conclusion confirme d'ailleurs les travaux de Wickens (47), Hauser (27) et Depommier (15) sur *F. albida*, de Reyes et coll. (41) sur *Leucaena leucocephala*, *Dichrostachys cinerea* et *Centrosema pubescens* ou de Bernard sur *Prosopis africana* (4).

Une mention particulière doit être faite pour *A. senegal* dont le comportement est atypique : le passage dans le tractus digestif des ruminants entraîne un très fort déficit de germination (figure 2). Cette différence s'explique par la faible dureté des graines démontrée par les travaux de Danthu et coll. (13) ou Black et El Hadi (5). Le comportement des graines d'*A. senegal* est donc celui de graines aux téguments perméables.

Enfin, il est à noter que pour trois espèces (*A. seyal*, *B. rufescens* et *P. juliflora*) une diminution de la capacité germinative par rapport à celle des graines intactes est enregistrée après absorption par les bovins (tableau IV, figure 2). Sans qu'il soit possible d'apporter une explication à ce résultat, il peut cependant être rapproché de celui des travaux d'Ozer (39) qui ont montré une nette réduction de la germination des graines de huit espèces fourragères après excrétion par des béliers.

Implications pratiques

Les résultats de cette étude peuvent avoir des conséquences pratiques en terme de gestion des populations ligneuses des régions sèches d'Afrique. Ils montrent que les ruminants domestiques ne peuvent pas être considérés comme un moyen de réhabilitation des zones dégradées ou d'enrichissement des parcours par la diffusion de semences scarifiées prêtes à germer. L'ingestion par les bovins ne permet la germination que de 31 à 71 p. 100 des graines ingérées et cette proportion est encore beaucoup plus faible pour les petits ruminants (5 à 26 p. 100) (tableau V). De plus, les graines excrétées n'ont ni une vitesse ni une capacité de germination améliorée par rapport aux graines témoins.

L'introduction de ruminants dans des sites où l'on recherche une régénération de la strate ligneuse ne peut donc être considérée comme un moyen d'amélioration de la germination. Harding (26) propose même l'utilisation des ovins comme une composante de la lutte contre l'envahissement des *Prosopis*. Cependant, les ruminants représentent un moyen de dissémination efficace des semences de ligneux, sachant qu'elles conservent pratiquement intact leur pouvoir germinatif à la suite du transit digestif. Cette utilisation a d'ailleurs déjà été envisagée (6, 19, 44) et dans les conditions d'élevage transhumant pratiquées au Sahel (15 à 30 km/jour), cela peut permettre le transport des graines sur 50 à 80 km, voire plus de 200 km dans les cas extrêmes.

Remerciements

Cette étude a été menée dans le cadre du Projet National de Semences Forestières du Sénégal (PRONASEF/FAO/Pays-Bas, GPC/SEN/039/NET).

BIBLIOGRAPHIE

1. ALSTAD G., VETAAS O.R., 1994. The influence of *Acacia tortilis* stands on soil properties in arid North-Eastern Sudan. *Acta Œcol.*, **15**: 449-460.

2. ATSEDU M., COPPOCK D.L., DETLING J.K., 1994. Fruit production of *Acacia tortilis* and *A. nilotica* in semi-arid Ethiopia. *Agroforestry Syst.*, **27**: 23-30.

3. AUDRU J., LABONNE M., GUERIN H., BILHA A., 1993. *Acacia nilotica*. Son intérêt fourrager et son exploitation chez les éleveurs Afars de la vallée du Madgoul à Djibouti. *Bois Forêts Trop.*, **235** : 59-70.

4. BERNARD C., 1996. Etude d'un parc à *Prosopis africana* au Nord Cameroun. Montpellier, France, CIRAD-Forêt, 105 p. (Rapport interne)

5. BLACK R.A., EL HADI F.M., 1992. Presowing treatments of *Acacia senegal* seeds: germination and growth. *Trop. Agric.* (Trinidad), **69**: 15-20.

6. BROWN J.R., ARCHER S., 1987. Woody plant seed dispersal and gap formation in a North American subtropical savanna woodland: the role of the domestic herbivores. *Vegetatio*, **73**: 73-80.

7. BROWN N.A.C., BOOYSEN P. De V., 1969. Seed coat impermeability in several *Acacia* species. *Agroplantae*, **1**: 51-60.

8. CAVANAGH T., 1987. Germination of hard-seeded (order Fabales). In: Germination of Australian native plant seed. Melbourne, Sydney, Australia, Inkata Press, p. 58-70.

9. CHEEMA M.S.Z.A., QADIR S.A., 1973. Autecology of *Acacia senegal* (L.) Willd. *Vegetatio*, **27**: 131-162.

10. COE M., COE C., 1987. Large herbivores, acacia trees and bruchid beetles. *South Afr. J. Sci.*, **83**: 624-635.

11. COME D., 1968. Problèmes de terminologie posés par le germination et ses obstacles. *Bull. Soc. fr. Physiol. Vég.*, **14** : 3-9.

12. DANCETTE C., POULAIN J.F., 1969. Influence de l'*Acacia albida* sur les facteurs pédoclimatiques et les rendements des cultures. *Sols afr.*, **13** : 197-239.

13. DANTHU P., ROUSSEL J., DIA M., SARR A., 1992. Effect of different pretreatments on the germination of *Acacia senegal* seeds. *Seed Sci. Technol.*, **20**: 111-117.

14. DANTHU P., ROUSSEL J., GAYE A., EL MAZZOUDI E.H., 1995. Baobab (*Adansonia digitata*) seed pretreatments for germination improvement. *Seed Sci. Technol.*, **23**: 469-475.

15. DEPOMMIER D., 1996. Production fruitière et devenir des semences de *Faidherbia albida*. Montpellier, France, CIRAD-Forêt, p. 9-22. (Cahiers scientifiques n°12, Les parcs à *Faidherbia*)

16. DOMMERGUES Y., DUHOUX E., DIEM H.G., 1988. Les arbres fixateurs d'azote en foresterie et agroforesterie tropicales. *Bull. Soc. Bot.*, **135** : 49-64.

17. EHLE F.R., STERN M.D., 1986. Influence of particle size and density on particulate passage through alimentary tract of Holstein heifers. *J. Dairy Sci.*, **69**: 564-568.

18. FELKER P., 1981. Uses of tree legumes in semiarid regions. *Econ. Bot.*, **35**: 174-186.

19. GARDENER C.J., McIVOR J.G., JANSEN A., 1993. Passage of legume and grass seeds through the digestive tract of cattle and their survival in faeces. *J. Appl. Ecol.*, **30**: 63-74.

20. GARDENER C.J., McIVOR J.G., JANSEN A., 1993. Survival of seeds of tropical grassland species subjected to bovine digestion. *J. Appl. Ecol.*, **30**: 75-85.

21. GIFFARD P.L., 1966. Les gommiers : *Acacia senegal* Willd. *Acacia laeta* R. Br. *Bois Forêts Trop.*, **105** : 21-32.

22. GUERIN H., FRIOT D., MBAYE Nd., RICHARD D., DIENG A., 1988. Régime alimentaire de ruminants domestiques (bovins, ovins, caprins) exploitant des parcours naturels sahéliens et soudano-sahéliens. II. Essai de description du régime par l'étude du comportement alimentaire. Facteurs de variation des choix alimentaires et conséquences nutritionnelles. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **41** : 427-440.

23. GUTTERIDGE R.C., SHELTON H.M., 1994. The role of forage tree legumes in cropping and grazing systems. In: Forage tree legumes in tropical agriculture. Oxon, United Kingdom, Cab International, p. 3-11.

24. GWYNNE M.D., 1969. The nutritive values of *Acacia* pods in relation to *Acacia* seed distribution by ungulates. *E. Afr. Wildl. J.*, **7**: 176-178.

25. HALEVY G., 1974. Effects of gazelles and seed beetles (Bruchidae) on germination and establishment of *Acacia species*. *Isr. J. Bot.*, **23**: 120-126.

26. HARDING G.B., 1991. Sheep can reduce seed recruitment of invasive *Prosopis* species. *Appl. Plant Sci.*, **5**: 25-27.

27. HAUSER T.P., 1994. Germination, predation and dispersal of *Acacia albida* seeds. *Oikos*, **71**: 421-426.

28. HOFFMAN M.T., COWLING R.M., DOUIE C., PIERCE S.M., 1989. Seed predation and germination of *Acacia erioloba* in the Kuiseb River Valley, Namib Desert. *South Afr. J. Bot.*, **55**: 103-106.

29. ICKOWICZ A., 1995. Approche dynamique du bilan fourrager appliquée à des formations pastorales du Sahel tchadien. Thèse doct., Université Paris XII, Créteil, France, 451 p. +annexes.

30. JANZEN D.H., 1981. *Enterolobium cyclocarpum* seed passage rate and survival in horses, Costa Rican pleistocene seed dispersal agent. *Ecology*, **62**: 593-601.

31. JANZEN D.H., 1982. Differential seed survival and passage rates in cows and horses, surrogate pleistocene dispersal agents. *Oikos*, **38**: 150-156.

32. KONE A.R., 1987. Valeur nutritive des ligneux fourragers des zones sahéliennes et soudaniennes d'Afrique occidentale. Recherche d'une méthode simple d'estimation de la digestibilité et de la valeur azotée. Thèse troisième cycle, Université Paris VI, France, 150 p. +annexes.

33. LAMPREY H.F., 1967. Note on dispersal and germination of some tree seeds through the agency of mammals and birds. *E. Afr. Wildl.*, **5**: 179-180.

34. LAMPREY H.F., HALEVY G., MAKACHA S., 1974. Interactions between *Acacia*, bruchid seed beetles and large herbivores. *E. Afr. Wildl.*, **12**: 81-85.

35. LE HOUEROU H.N., 1980. Le rôle des arbres et des arbustes dans les pâturages sahéliens. In : Le rôle des arbres au Sahel. Ottawa, Canada, CRDI, p. 19-32.

36. LOUPPE D., N'DOUR B., SAMBA S.A.N., 1996. Influence de *Faidherbia albida* sur l'arachide et le mil au Sénégal. Montpellier, France, CIRAD-Forêt., p. 123-139 (Cahiers scientifiques n°12, Les parcs à *Faidherbia*)

37. MILLER M.F., 1994. Large African herbivores, bruchid beetles and their interactions with acacia seeds. *Oecologia*, **97**: 265-270.

38. MILLER M.F., 1995. *Acacia* seed survival, seed germination and seedling growth following pod consumption by large herbivores and seed chewing by rodents. *Afr. J. Ecol.*, **33**: 194-210.

39. OZER Z., 1979. Uber die Beeinflussung der Keimfähigkeit der Samen mancher Gründlandpflanzen beim Durchgang durch den Verdauungstrakt des Schafes und nach Mistgärung. *Weed Res.*, **19**: 247-254.

40. PEINETTI R., PEREYRA M., KIN A., SOSA A., 1993. Effects of cattle on viability and germination rate of caldén (*Prosopis caldenia*) seeds. *J. Range Manage.*, **46**: 483-486.

41. REYES F., GONZALEZ E., HERNANDEZ D., CARBALLO M., MENDOZA C., 1994. Efecto de la digestion ruminal sobre la germinacion de semillas de leguminosas tropicales. *Pastos y Forrajes*, **17**, 283-286.

42. ROUSSEL J., 1995. Pépinières et plantations forestières en Afrique tropicale sèche. Dakar, Sénégal, ISRA-CIRAD, 435 p.

43. RYAN P.A., 1994. The use of tree legumes for fuelwood production. In: Forage tree legumes in tropical agriculture. Oxon, United Kingdom, Cab International, p. 257-266.

44. SIMAO NETO M., JONES R.M., RATCLIFF D., 1987. Recovery of pasture seed ingested by ruminants. 1. Seed of six tropical pasture species fed to cattle, sheep and goats. *Aust. J. exp. Agric.*, **27**: 239-246.

45. TRAN V.N., CAVANAGH A.K., 1984. Structural aspect of dormancy. In: Seed physiology, Vol. 2. Melbourne, Australia, Academic Press, p. 1-44.

46. WERKER E., 1980-1981. Seed dormancy as explained by the anatomy of embryo envelopes. *Isr. J. Bot.*, **29**: 22-44.

47. WICKENS G.E., 1969. A study of *Acacia albiba* Del. (Mimosoïdeae). *Kew Bull.*, **23**: 181-202.

Reçu le 31.10.96, accepté le 20.1.97

Summary

Danthu P., Ickowicz A., Friot D., Manga D., Sarr A. Effect of the passage through the digestive tracts of domestic ruminants on the germination of woody leguminous tree seeds in the semi-arid tropics

The survival and germination rates of seeds of seven leguminous tree species (*A. nilotica adansonii, A. raddiana, A. senegal, A. seyal, B. rufescens, F. albida* and *P. juliflora*) were studied after their ingestion and excretion by cattle, sheep and goats.

The results show that:

- hard seeds remain intact and keep their viability after excretion by domestic ruminants, whereas seeds with permeable integuments are destroyed;

- cattle excrete a higher proportion of intact seeds than small ruminants. This difference seems mainly related to a stronger masticatory activity of sheep and goats;

- germination of hard seeds is not improved by passage through the digestive tracts of ruminants.

In conclusion, ingestion of hard seeds by domestic ruminants cannot be considered as a way of breaking dormancy, but only as a means of dispersing seeds which are intact.

Key words: Woody legume - Germination - Ruminant - Digestion - Excretion - Seed - Tropical zone - Arid zone - Senegal.

Resumen

Danthu P., Ickowicz A., Friot D., Manga D., Sarr A. Efecto del pasaje por el tracto digestivo de los rumiantes domésticos sobre la germinación de semillas de arbustos leguminosos, en las zonas tropicales secas

Se estudió la supervivencia y la germinación de las semillas de siete especies de arboles leguminosos (*A. nilotica adansonii, A. raddiana, A. senegal, A. seyal, B. rufescens, F. albida* y *P. juliflora*), post ingestión y excreción en bovinos, ovinos y caprinos.

Este estudio demostró los siguiente:

- en los rumiantes domésticos, las semillas duras permanecen intactas y conservan su viabilidad post excreción, mientras que las semillas con tegumentos permeables son destruidas ;

- los bovinos excretan significativamente más semillas intactas que los pequeños rumiantes. Esta diferencia parece ligada principalmente a una actividad masticatoria más importante en los ovinos y los caprinos.

- la germinación de las semillas duras no se mejora después del pasaje por el tracto digestivo de los rumiantes.

En resumen, la ingestión por parte de los rumiantes domésticos no puede considerarse como un factor que favorezca la diminución del período durmiente de las semillas duras, sino unicamente como un medio de diseminación de los granos intactos.

Palabras clave : Leguminosa leñosa - Germinación - Rumiante - Digestión - Excreción - Semilla - Zona tropical - Zona arida - Senegal.