

Moisissures de quelques fourrages du Sénégal Considérations écologiques et toxicologiques

par J. LE BARS, C. LABOUCHE

(avec la collaboration technique de Pierrette LE BARS)

RÉSUMÉ

L'examen mycologique de fourrages du Sénégal, récoltés en saison des pluies ou en saison sèche, révèle dans l'un et l'autre cas une pollution fongique importante ; les espèces dominantes sont pour la mycoflore champêtre, le *Fusarium rigidiusculum* et, parmi les espèces de stockage, l'*Aspergillus flavus*, l'*A. niger* et l'*A. nidulans*. La production éventuelle de mycotoxines par les espèces réputées toxigènes est discutée. Les auteurs suggèrent, dans un premier temps, la surveillance de l'aflatoxinoogénèse et le contrôle des trichothécènes dans ces fourrages.

INTRODUCTION

Il est notoire que le problème de la production de viande passe obligatoirement par la solution du problème alimentaire. Dans cette optique, il paraît très logique que l'on se préoccupe de la valeur nutritive des aliments des animaux domestiques ; il le serait moins de négliger parallèlement leur qualité hygiénique dans la mesure où une imprégnation toxique est susceptible d'annihiler les efforts effectués par ailleurs. DEVAUX (3) a signalé la contamination de graminées tropicales, telles que *Paspalum dilatatum*, *P. orbiculare* et *Pennisetum americanum*, par des *Claviceps* responsables d'ergotisme chez les animaux. Il convient de se rappeler par ailleurs que, l'ergotisme excepté, les premières mycotoxicoses étudiées — la maladie du Méliot gâté (32) et la stachybotryotoxicose (27) — furent provoquées par des fourrages altérés par des moisissures.

Nous nous sommes donc proposés d'examiner la mycoflore de certains fourrages du Sénégal, récoltés les uns à la fin de la saison des pluies et les autres en saison sèche, ces premières investigations ayant pour but de préciser la nature des mycotoxines pouvant éventuellement y être présentes.

1. Matériel et méthodes

Neuf échantillons de fourrages, en provenance de Sangalcam et du Centre de Recherches Zootechniques de Dahra ont été examinés du point de vue mycologique. Les commémoratifs concernant ces foins sont regroupés dans le tableau I. Cinquante grammes de chaque échantillon, broyé en broyeur à marteau, sont mis en suspension dans 200 ml d'une solution de Tween 80 à 0,5 p. 1 000 à l'aide d'un mixer (waring blendor) ; après confection des dilutions (11), l'ensemencement est réalisé par le dépôt de 40 µl de suspension immédiatement dispersés par épuisement sur la surface des milieux de culture gélosés. Ces milieux sont les suivants ;

- a) milieu au malt (extrait de malt 2 p. 100) ;
- b) milieu P. D. A.-R. B. (pomme de terre déshydratée 2,2 p. 100, glucose 2 p. 100, rose bengale 1/30 000) ;
- c) milieu au malt hypersalé (extrait de malt 5 p. 100, saccharose 3 p. 100, NaCl 7 p. 100) (26).

A chaque milieu, sont ajoutés au moment de l'emploi de la pénicilline (30 UI/ml) et de la streptomycine (40 µg/ml). Les températures d'incubation sont 22 °C, 32 °C et 40 °C.

TABL. N° I-Origine et commémoratifs des échantillons de fourrages en provenance du Sénégal

Origine	Références des échantillons	Nature des fourrages	Conditions de stockage	Prélèvements
Sangalcam	A	<i>Pennisetum</i> , culture	1 mois, à l'air libre, au soleil sur l'aire de culture	couche inférieure
	B	<i>Bracharia</i> , culture	1 mois, grange très aérée, en bottes	zone interne des bottes
	C	<i>Panicum maximum</i> n°5601 culture	1 mois, grange très aérée, en bottes	zone interne des bottes
	D	<i>Panicum</i> (larges feuilles) K 187B	1 mois, grange très aérée, en bottes	zone interne des bottes
	E	Foin naturel fauché sur les dunes	3 mois, grange très aérée	zone interne des bottes
	F	Coques d'arachide broyées	15 jours, grange très aérée sur le sol	couche inférieure
CRZ Dabra	G	Fourrage de pâture fauché en septembre 1975	9 mois, en grange, en bottes	
	H	Foin fauché à Labyat septembre 1975	7 mois, en meules (Labyat) +2 mois en grange (Dabra), en bottes	
	I	<i>Luzerne</i> , pâture, septembre 1975	8 mois, en grange, en bottes	
	J	Pâturage naturel graminéen. Récolté 15 j après le début des pluies (29.7.76)	néant	

2. Résultats

L'essentiel des résultats figure dans le tableau II. La mycoflore des fourrages en provenance de Sangalcam, récoltés quelques semaines auparavant, est dominée par des espèces appartenant aux genres *Fusarium* (principalement le *F. rigidiusculum*), *Helminthosporium*, *Curvularia*, *Cladosporium* (principalement le *C. cladosporioides*) et *Alternaria*; dans les fourrages C, D, E et surtout dans les coques d'arachides (F), on relève d'autres espèces, notamment l'*Aspergillus flavus*, l'*A. niger* et le *Penicillium cyclopium*.

Dans les fourrages de Dabra, récoltés depuis 8 à 9 mois dans de moins bonnes conditions de siccité, la mycoflore est caractérisée par l'*A. flavus*, l'*A. niger*, l'*A. nidulans*, des *Aspergillus* du groupe *glaucus*, l'*A. terreus* et l'*Absidia corymbifera*; on peut noter que le *F. rigidiusculum* est toujours présent, certes avec une abondance réduite. Quant au fourrage (J), récolté 15 jours après le début de la saison des pluies et n'ayant guère subi de stockage, on remarquera l'intensité de la pollution par *F. rigidiusculum*, *Curvularia*, *Helminthosporium*, *A. ochraceus*, *A. niger* et *A. nidulans*; parmi les autres espèces, nous retiendrons le *Stachybotrys atra* var. *microspora*.

3. Discussion

3.1. Aspects mycologiques

3.1.1. Fréquence et abondance des espèces fongiques

Du fait du nombre restreint d'échantillons examinés, cette étude ne permet pas de présenter un inventaire complet des moisissures des fourrages du Sénégal. Toutefois, il est possible d'en dégager quelques éléments importants. Les espèces faisant l'objet d'une colonne dans le tableau II peuvent être considérées comme fidèles, c'est-à-dire présentes très fréquemment; les autres, figurant dans la colonne « divers », sont occasionnelles. Du point de vue qualitatif, cette mycoflore se distingue de celle observée en France sur les foins principalement par deux espèces, l'*A. flavus* et le *F. rigidiusculum*, respectivement très rare sur ce substrat et inexistante dans ce dernier pays. Ces espèces font partie de la flore du sol des pays tropicaux ou subtropicaux (29, 23); contrairement aux autres espèces du genre *Fusarium*, le *F. rigidiusculum* est très sensible au froid et ne résiste pas plus de quelques semaines à des températures de 4 à 8 °C (23). Il y a, dans l'ensemble, une nette prépondérance d'espèces thermopréférantes (*A. niger*, *A. nidulans*, *A. terreus*) au détriment

TABL. N°II-Espèces fongiques présentes dans les échantillons de fourrages de Sangalkam et de Dahra (Sénégal)

Référence des échantillons	Espèces fongiques (nombre de germes revivifiables par gramme)										Divers
	Aspergillus					Fusarium rigidiusculum	Carvalaria sp.	Cladosporium sp.	Alternaria sp.	Helminthosporium sp.	
	terres	légères	Clados gr.	terrestres	terres						
A						6.10 ⁴	2.10 ⁴	5.10 ³		6.10 ³	Penicillium sp (3.10 ⁴)
B						10 ⁴	10 ³	6.10 ³	10 ³	10 ³	Trichoderma sp (4.10 ³), Penicillium sp (5.10 ⁴) E. cyclospium (10 ⁴) A. vertic. (+)
C	10 ³	1.5.10 ³				3.10 ⁴	(1)	10 ⁴	10 ⁴	3.10 ³	Muticium ichthyophaga (10 ⁴) A. fumigatus (+), F. frequentans (10 ³), Fusarium sp (10 ³)
D	1.5.10 ³		10 ³	+		10 ⁴	+	+		10 ³	A. nidulans (10 ³) Rhizopus stolonifer (+) M. ichthyophaga (+) A. versicolor (+) Fusarium sp (+) Rh. stolonifer (1.5.10 ³)
E	2.5.10 ³	4.10 ³	+			+	2.10 ³	+	+	4.10 ³	Mucor sp (+)
F	5.10 ⁴	5.10 ⁴								2.5.10 ³	Mucor sp (+)
G	2.5.10 ⁴	1.5.10 ⁴	2.10 ⁴	5.10 ³		+				1.5.10 ³	Mucor sp (+)
H	10 ⁵	2.5.10 ³		2.5.10 ³		10 ³		+			Mucor sp (+), A. fumigatus (10 ⁴)
I	1.5.10 ⁵	1.5.10 ⁵	3.10 ⁴	2.10 ⁴		5.10 ³				10 ⁶	Stenomyces atra (10 ⁴), Acremonium atra (10 ⁴), A. ochraceum (2.10 ⁶), Penicillium sp (3.10 ⁵)
J	10 ⁴	10 ⁵		10 ⁵		5.10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶		10 ⁶	Fusarium sp (3.10 ⁶)

(1) + = nombre de germes correspondant au seuil de détection (500/g).

d'espèces thermotolérantes telles que les *A. gr. glaucus* et l'*A. versicolor*, espèces les plus fréquentes en France dans les foins relativement bien conservés (20). Dans ce contexte écologique, on aurait pu s'attendre à une plus grande fréquence de l'*A. fumigatus*. On notera, comme dans les fourrages français et contrairement aux céréales des pays à climat tempéré ou froid, la rareté des espèces du genre *Penicillium*.

Quant à l'abondance des espèces, c'est-à-dire le nombre de propagules par gramme de denrée, il convient de se souvenir que toutes les espèces fongiques n'ont pas la même capacité de sporulation ; ainsi, le taux de sporulation du *P. frequentans* peut être 100 fois plus élevé que celui de l'*A. versicolor* ; en outre, l'importance de cette forme de multiplication dépend des conditions de l'environnement : nature du substrat, température, disponibilité en eau, composition gazeuse (12). C'est pourquoi, l'appréciation de l'intensité de la végétation d'une espèce fongique à partir du nombre d'éléments revivifiables demande à être modulée en fonction de l'espèce considérée et du contexte écologique (13). Dans le cas présent, certaines espèces, telles que le *F. rigidiusculum*, déjà abondantes sur les végétaux récoltés en saison sèche (Sangalcam, A et C) sont susceptibles de présenter un développement extrêmement important dès le début de la saison des pluies (Dahra, J) ; pour les fourrages récoltés en septembre 1975 et conservés pendant 8 à 9 mois, nous considérons que l'*A. flavus*, l'*A. niger* et l'*A. nidulans* sont très abondants (échantillons H et I). Dans l'ensemble, ces fourrages hébergent une population fongique quantitativement plus importante que celle observée habituellement en France dans les foins relativement bien conservés.

3.1.2. Aspects écologiques

Dans l'ensemble de cette mycoflore, on peut distinguer deux grands groupes écologiques. Tout d'abord, une « flore du champ », représentée essentiellement par des espèces des genres *Fusarium*, *Curvularia*, *Cladosporium*, *Alternaria* et *Helminthosporium* ; ces espèces fongiques se décèlent habituellement au moment de la récolte, puis elles tendent à disparaître au cours de la conservation ; il convient toutefois d'apporter une nuance notamment à propos du *F. rigidiusculum* que l'on retrouve 8 à 9 mois après la récolte dans les foins de Dahra. Ce groupe écologique constitue encore la dominante floristique des fourrages de Sangalcam après 1 à 3 mois de conservation.

Le second groupe, comprenant principalement l'*A. flavus*, l'*A. niger*, l'*A. nidulans*, l'*A. terreus* et les *Aspergillus* du groupe *glaucus*, constitue la « flore de stockage » ; dans les foins, ces espèces thermopréférantes et xérotolérantes à xérophiles se développent généralement après le « coup de feu » suivant de peu la récolte. Du point de vue de l'évolution de la mycoflore au cours du stockage des foins, on peut schématiquement distinguer trois groupes de fourrages (18) : tout d'abord, les foins relativement bien conservés comportent, outre une rémanence des espèces du champ, des moisissures xérophiles telles que *A. gr. glaucus*, *W. ichthyophaga* ; en second lieu, les fourrages, ayant subi des échauffements importants (température supérieure à 50 °C) du fait d'une teneur en eau initiale supérieure à 30 p. 100, hébergent des espèces fongiques thermopréférantes et thermophiles strictes, accompagnées d'Actinomycètes thermophiles ; enfin, les fourrages accidentellement réhumidifiés en cours de conservation sont le siège du développement de nombreuses Dématiées telles que le *S. atra* et *A. atra*.

En conclusion de ces aspects écologiques, nous pouvons dire que, vu la stabilité apparente de la mycoflore du champ dans les fourrages de Sangalcam, ceux-ci se conserveront bien ; il en a été certainement de même pour le lot G de Dahra. Par contre, les foins H et I de Dahra sont à la limite de la première et la seconde catégorie : la flore champêtre a pratiquement disparu et les moisissures de stockage signent un échauffement modéré. Quant au fourrage J, récolté et examiné peu de temps après la chute des pluies, il appartiendra à l'une ou l'autre catégorie suivant l'état de siccité au moment de l'engrangement ; en effet, outre une population initiale importante en espèces de stockage proprement dites, il héberge, entre autres moisissures, le *S. atra* avec une abondance notable.

3.2. Aspects toxicologiques

Nous avons regroupé dans le tableau III les principales mycotoxines produites par les espèces fongiques réputées toxigènes isolées au cours de cette étude. Nous rappellerons que l'expression « espèce toxigène » signifie « espèce pour laquelle certaines souches sont susceptibles d'élaborer ou de provoquer l'apparition d'un ou plusieurs métabolites toxiques dans au moins certaines conditions » (12).

La présence d'une telle espèce ne signifie donc pas obligatoirement celle des toxines

Tableau 3. — Mycotoxines pouvant être élaborées par certaines espèces fongiques isolées de fourrages du Sénégal. (Pour plus de détail sur ces toxines voir les ouvrages généraux, 25, 28, 31, 35.)

Espèces fongiques	Mycotoxines
<i>A. flavus</i>	aflatoxines, aspertoxine, acide aspergillique, acide β nitropropionique
<i>A. fumigatus</i>	acide helvolique, gliotoxine, fumigatine, fumagilline, terréine, spinulosine
<i>A. niger</i>	malformine, acide oxalique, acide kojique
<i>A. nidulans</i>	stérigmatocystine
<i>A. versicolor</i>	
<i>A. ochraceus</i>	ochratoxine A, acide pénicillique
<i>A. terreus</i>	patuline, citrinine, gliotoxine, buténolide
<i>P. cyclopium</i>	acide pénicillique, acide cyclopiazonique, ochratoxine A, penitrem, viridicatine
<i>F. rigidiusculum</i>	toxine T ₂ , diacétoxy-scirpénol, néosolaniol
<i>S. atra</i>	trichothécènes, toxines non encore identifiées

correspondantes ; toutefois, l'étude mycologique constitue une première étape indispensable pour définir les éléments suspects et orienter la recherche spécifique de telle ou telle mycotoxine.

Les souches d'*A. flavus* d'origine tropicale sont plus fréquemment productrices d'aflatoxines que celles des pays tempérés, respectivement 46 p. 100 et 15 p. 100 (8) ; toutefois, dans le cas présent, les chances d'imprégnation du substrat par des concentrations importantes d'aflatoxines paraissent réduites ; en effet, d'après les travaux de SMALLEY *et al.* (33), les fourrages ne constituent pas un substrat favorable à l'aflatoxinogénèse. En ce qui concerne les coques d'arachide, fortement polluées par cette moisissure dans le cas présent, nous n'avons pas d'indications sur les risques qu'elles présentent de ce point de vue ; compte tenu de leur richesse en cellulose, nous ne pensons pas qu'elles constituent un substrat très propice ; encore conviendrait-il de le vérifier.

L'*A. nidulans* et l'*A. versicolor* peuvent élaborer de la stérigmatocystine, toxine chimiquement voisine des aflatoxines et produisant, avec une activité bien moindre, les mêmes effets biologiques ; pratiquement toutes les souches que nous avons isolées de fourrages français sont toxigènes, certes à des degrés très variables (15) ; cependant, les foins, en conditions de conservation simulées, se prêtent mal à la production de stérigmatocystine (16).

L'ochratoxine A a été trouvée à l'état naturel dans diverses céréales (6) ; bien que des cultures sur luzerne d'*A. ochraceus* contiennent cette toxine, on ne possède pas d'éléments sur la contamination des foins par cette dernière. L'intoxication se caractérise principalement par une potentialité néphrotoxique et hépato-

toxique, accompagnée d'accidents hémorragiques (6) ; elle se manifeste en outre, chez la ratte gestante, par une action tératogène et embryotoxique (24).

La citrinine est, elle aussi, néphrotoxique ; ces deux dernières toxines se trouvent parfois simultanément dans diverses céréales au Canada et au Danemark, souvent associées à la présence du *P. viridicatum* ; elles sont toutes deux mises en cause dans la néphropathie mycotoxique du porc au Danemark (9). Dans le cas présent, on pourrait s'attendre à rencontrer l'association citrinine-patuline, dans la mesure où l'*A. terreus* peut manifester ces deux potentialités dans les conditions offertes par les fourrages au Sénégal.

Bien que la production de patuline par l'*A. terreus* ne soit pas toujours confirmée (1), son éventualité ne doit pas être écartée. Trouvée à l'état naturel, notamment dans des pailles (7) et des ensilages (5), son action sur l'animal se traduirait par du jetage, un arrêt de la rumination, une certaine hépatotoxicité et néphrotoxicité (2).

Environ la moitié des souches de *P. cyclopium* (19) et d'*A. ochraceus* peuvent élaborer de l'acide pénicillique ; nous avons observé que la paille se prête à l'accumulation de concentrations relativement importantes en cette toxine par la culture de la première espèce fongique dans des conditions de laboratoire ; toutefois, ce métabolite n'a pas été mis effectivement en cause dans des intoxications naturelles. Sa présence éventuelle n'est cependant pas à négliger étant donné qu'il potentialise l'activité de l'ochratoxine A (22), ces deux toxines pouvant se trouver simultanément en conséquence du développement de l'*A. ochraceus*.

Le *Fusarium rigidiusculum* peut élaborer différents composés de la famille des 12-13 époxy

trichothécènes, au moins les trois principalement mis en cause dans des mycotoxicozes par SMALLEY et STRONG (34) : la toxine T₂, le diacétoxyscirpénol et le néosolaniol. La symptomatologie chez les animaux nourris avec du maïs contaminé par de telles toxines varie depuis le refus de la nourriture, surtout par le porc, jusqu'à des troubles digestifs accompagnés de diarrhée hémorragique et de lésions hémorragiques dans de nombreux organes (34). Certaines toxines du *S. atra* font aussi partie de cette famille des trichothécènes (4) ; la stachybotryotoxicose, comme il en est pour la plupart des mycotoxicozes, peut se traduire par différents tableaux symptomatologiques et lésionnels suivant les concentrations et les proportions des différents toxiques, selon l'espèce animale... (17) ; elle se caractérise principalement par des troubles de l'hémostase et un processus nécrotique notamment au niveau des muqueuses buccales. La détection des époxytrichothécènes dans les milieux naturels par des méthodes physico-chimiques est laborieuse et, dans la plupart des cas, impossible actuellement ; toutefois, leur mise en évidence peut être effectuée, d'une manière globale et non spécifique, en se basant sur une propriété commune aux composés les plus suspects : leur action inflammatoire, voire nécrosante, quand ils sont mis en contact avec la peau. Nous avons utilisé et recommandé ce test comme un des éléments pour le diagnostic de la stachybotryotoxicose (14, 21) ; dans le cas présent, il a révélé l'existence de substances dermonécrosantes dans le fourrage récolté 15 jours après le début de la saison des pluies (échantillon J), sans que l'on puisse préciser ni la nature ni l'origine exactes de ce ou ces toxiques.

En ce qui concerne les autres mycotoxines,

fort peu de choses sont connues quant à leur présence à l'état naturel, leur biogenèse sur les fourrages et leurs actions biologiques sur les animaux d'élevage.

Certaines mycotoxines, notamment l'aflatoxine B₁ et surtout les trichothécènes, peuvent en outre, à des doses sublétales, altérer l'immunité et réduire considérablement la résistance des animaux aux infections (30). Cette propriété insidieuse peut prendre une signification toute particulière dans un programme de prophylaxie.

CONCLUSION

Nous pouvons conclure en disant que ces fourrages, récoltés à des périodes différentes, en saison sèche ou en saison humide, hébergent dans l'un et l'autre cas, une mycoflore abondante ; au sein de cette dernière, un certain nombre d'espèces peuvent être à l'origine de mycotoxicozes. Après avoir donné quelques éléments sur les principaux risques pouvant exister, nous proposerions dans un premier temps, en plus d'une poursuite de ce début d'exploration mycologique, d'une part le contrôle des concentrations en aflatoxines, qui confirmeront ou infirmeront nos hypothèses, et, d'autre part, la détection globale des trichothécènes.

Dans la mesure où des réserves fourragères pourraient être constituées, notamment à la fin de la saison des pluies, période où leur valeur nutritive est quasi optimale (10), on peut penser à la faveur de ces observations que la pollution fongique constitue un problème réel ; une solution pourrait être trouvée dans l'emploi de conservateurs chimiques, dont l'efficacité demanderait à être vérifiée sur les espèces fongiques des pays tropicaux.

SUMMARY

Mycoflora of harvested forages from Senegal. Ecological and toxicological considerations

Mycological examination of dry forages from Senegal, harvested in rainy or in dry season, reveals in both cases an important fungal pollution. Main species are, in field mycoflora *Fusarium rigidiusculum*, and among storage species, *Aspergillus flavus*, *A. niger* and *A. nidulans*. Possible mycotoxin bioproduction by species reported as toxigenic ones is discussed. Authors suggest, in a first time, the survey of aflatoxinogenesis and the research of trichothecenes in these forages.

RESUMEN

Mohos de algunos forrajes de Senegal. Consideraciones ecológicas y toxicológicas

El examen micológico de forrajes de Senegal, cosechados durante la estación de las lluvias o la estación seca, revela en uno y otro casos una contami-

nación fongosa importante ; las especies dominantes son *Fusarium rigidiusculum* en lo concerniente a la microfiora rural y, entre las especies para el almacenamiento, *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *A. nidulans*. Se discute la producción eventual de micotoxinas por las especies reputadas toxicogenas.

Los autores sugieren, en primer lugar, la vigilancia de la aflatoxinogenesis y la lucha contra los tricotecenos en estos forrajes.

BIBLIOGRAPHIE

1. BORKOWSKAOPACKA (B.), ESCOULA (L.). Production de la patuline en milieu liquide par des moisissures appartenant aux genres : *Aspergillus* et *Penicillium*. *Annls Rech. vét.*, 1977, **8** : 129-133.
2. CAMGUILHEM (R.), ESCOULA (L.), HENRY (M.). Toxines de *Byssoschlamys nivea* West. I. Etude préliminaire de la toxicité chez le mouton. *Annls Rech. vét.*, 1976, **7** : 177-183.
3. DEVAUX (C.). Plantes toxiques ou réputées toxiques pour le bétail en Afrique. Maisons-Alfort, IEMVT, 1973. (Note de synthèse n° 4).
4. EPPLEY (R. M.), BAILEY (W. J.). 12-13 epoxytrichothecenes as the probable mycotoxins responsible for stachybotryotoxicosis. *Science*, 1973, **181** : 758-760.
5. ESCOULA (L.). Moisissures toxigènes des fourrages ensilés. I. — Présence de patuline dans les fronts de coupe d'ensilages. *Annls Rech. vét.*, 1974, **5** : 423-433.
6. GALTIER (P.). Considérations toxicologiques et métaboliques à propos de l'ochratoxine A. *Cah. Nutr. Diét.*, 1976 (suppl. 2) : 83-87.
7. HESSELTINE (C. W.). Deuxième congrès international de Phytopathologie, Minneapolis, U. S. A., 1973.
8. JACQUET (J.), BOUTIBONNES (P.). Recherches sur les flavatoxines ou mieux flavacoumarines. *Rev. Immunol.*, 1970, **34** : 245-274.
9. KROGH (P.). Mycotoxic nephropathy, in : PURCHASE (I. F. H.), ed., *Mycotoxins*, Elsevier. Publ. Co., 1974, p. 425.
10. LABOUCHE (Cl.). Contribution à la connaissance du transit de l'urée chez les ruminants. Recherches sur l'urémie et l'élimination rénale de l'urée chez des bovins domestiques en milieu tropical. Thèse Doct. Sci., Toulouse. 1967, n° 306.
11. LE BARS (J.). Obtention d'une série définie de dilutions à partir d'une suspension de germes fongiques. *Annls Rech. vét.*, 1972, **3** : 435-447.
12. LE BARS (J.). Ecologie des moisissures toxigènes. *Cah. Nutr. Diét.*, 1976 (suppl. 2) : 23-31.
13. LE BARS (J.). Mycoflore des fourrages secs : croissance et développement des espèces selon les conditions hydrothermiques de conservation. *Rev. Mycol.*, 1976, **40** : 347-360.
14. LE BARS (J.). La stachybotryotoxicose : un test pratique de mise en évidence de toxines. Signification et limites. *Bull. Soc. vét. prat.*, 1976, **60** : 489-493.
15. LE BARS (J.). Production of sterigmatocystin by *Aspergillus versicolor* (Vuill.) Tir : frequency of toxigenic strains isolated from dry fodders. Proc. 2nd Int. Un. Pure and Appl. Chemist. on Mycotoxins, 1974. In : *Zesz. probl. Post. nank Roln.* 1977, **189** : 105-111.
16. LE BARS (J.). Bioproduction de stérigmatocystine par l'*Aspergillus versicolor* (Vuill.) Tir. dans les fourrages secs. 3^e Symp. Int. Un. Pure and Appl. Chem. sur les Mycotoxines (1976), in *Annls Nutr. Alim.*, 1977, **31** : 575-581.
17. LE BARS (J.). La stachybotryotoxicose : une mycotoxine fatale due à *Stachybotrys atra* Cda. *Revue. Rev. Méd. vét.*, 1977, **128** : 51-69.
18. LE BARS (J.). L'*Aspergillus fumigatus* FRES. et les agents de la maladie du poumon de fermier dans les aliments du bétail. Risques de pénétration dans l'appareil respiratoire. *Bull. Soc. Fr. Mycol. Méd.*, 1978, **7** : 271-274.
19. LE BARS (J.). Occurrence of *Penicillium cyclopium* in feedstuffs and bioproduction of penicillic acid by isolated strains. Int. Conf. Mycotoxins, D. S. E., Munich, August 14-15, 1978.
20. LE BARS (J.), ESCOULA (L.). Mycoflore des fourrages secs. I. Inventaire et fréquence des espèces. *Annls Rech. vét.*, 1973, **4** : 273-282.
21. LE BARS (J.), GERARD (J. P.), MICHEL (Ch.). Mise en évidence de la stachybotryotoxicose en France : un cas d'intoxication aiguë chez des daims. 3^e Symp. Int. Un. Pure and Appl. Chem. sur les Mycotoxines, 1976. *Annls Nutr. Alim.*, 1977, **31** : 509-517.
22. LILLEHOJ (E. B.), CIEGLER (A.). Mycotoxin synergism, in : SCHLESSINGER (D.), ed. *Microbiology*. Washington, Am. Soc. Microbiol., 1975. p. 344-358.
23. MESSIAEN (C. M.), CASSINI (R.). Recherches sur les fusarioses. IV. La systématique des *Fusarium*. *Annls Epiphyt.* 1968, **19** : 387-454.
24. MORE (J.), GALTIER (P.). Toxicité de l'ochratoxine A. I. Effet embryotoxique et tératogène chez le rat. *Annls Rech. vét.*, 1974, **5** : 167-178.
25. MOREAU (Cl.). Moisissures toxiques dans l'alimentation. Paris, Masson, 1974, 471 p.
26. MOREAU (Cl.), MOREAU (M.), PELHATE (J.). Choix de milieux de culture sélectifs pour l'analyse des mycoflores osmophiles. *Bull. soc. Mycol. Fr.*, 1964, **80** : 234-246.
27. MOSELIANI (D. V.). (La stachybotryotoxicose des chevaux.) *Veterinarija*, 1940, **17** : 42-44.
28. PURCHASE (I. F. H.). *Mycotoxins*. Amsterdam, Elsevier Sci Publ. Co., 1974, 443 p.
29. RAPER (K. B.), THOM (Ch.). *A manual of Penicillia*. New York, Hafner Publ. Co., 1968.
30. RICHARD (J. L.), THURSTON (J. R.), PIER (A. C.). Mycotoxin induced alterations of immunity. In : SCHLESSINGER (D.) ed. *Microbiology*. Washington, Amer. Soc. Microbiol., 1975, p. 388-396.
31. RODRICKS (J. V.). Mycotoxins and other fungal related food problems. *Adv. in Chemist. Ser.*, 1976, **149**, 409 p.
32. SCHOFIELD (F. W.). Damaged sweet-clover : the cause of a new disease in cattle simulating hemorrhagic septicemia and blackleg. *J. am. vet. Ass.*, 1924, **64** : 553-575.
33. SMALLEY (E.), MARASAS (W.), DAUGHERTY (S.). Development of *Aspergillus flavus* and aflatoxins in harvested forage. *Coll. Agr. Madison., Res. Bull.*, 1972, R. 2412.
34. SMALLEY (E. B.), STRONG (F. M.). Toxic trichothecenes in : PURCHASE (I. F. H.). *Mycotoxins* Amsterdam, Elsevier Sci. Pub. Co., 1974, p. 199-228.
35. WYLLIE (T. D.), MOREHOUSE (L. G.). Mycotoxic fungi, mycotoxins, mycotoxicoses. Vol. 1, 1977 et vol. 2, 1978. N. Y. and Basel, M. Dekker.