

La dégradation des pâturages de la région de N'Djamena (République du Tchad) en relation avec la présence de Cyanophycées psammophiles

Etude préliminaire

par D. DULIEU (*), A. GASTON (**) et J. DARLEY (***)

RÉSUMÉ

Dans la région de N'Djamena, la présence de colonies de Cyanophycées psammophiles (*Scytonema* sp.) a été relevée sur de nombreux pâturages. Cette présence semble liée à une diminution de la biomasse herbacée par imperméabilisation de l'horizon superficiel. Dans le cadre de cette hypothèse, elle serait à l'origine d'une accélération des processus érosifs, en facilitant le ruissellement d'une part, et en diminuant la protection des sols, réalisée par les pailles d'autre part. Par ailleurs, il apparaît que la présence de l'algue est liée à un certain appauvrissement du cortège floristique ; ce phénomène marquerait donc le début de la dégradation des pâturages sur sable et aurait valeur d'indicateur.

INTRODUCTION

La région de N'Djamena est située dans le domaine sahélo-soudanien, caractérisé par une seule saison des pluies, répartie de juin à septembre. Les normales arrêtées en 1970 la situent entre les isohyètes 400 et 600 mm ; la sécheresse des dernières années la place entre 300 et 500 mm.

La végétation naturelle correspond à une steppe arbustive où les épineux tiennent une large place, *Acacia seyal* et *Balanites aegyptiaca* constituant une constante du paysage.

Les troupeaux sillonnent les parcours, infligeant à la végétation leur marque habituelle

— arbres rabougris, absence de graminées vivaces, tapis herbacé appauvri en espèces, où les éphémérophytes, mieux adaptées au piétinement, prennent le relais des espèces à cycle long, érosion du sol, taches stériles, où le colmatage de l'horizon superficiel interdit la croissance des graminées, etc.

C'est dans ce contexte de végétation soumise au surpâturage que se situe cette étude.

Au cours de prospections agropastorales effectuées dans le cadre du Projet Assalé Serbewel (CBLT), la présence de placages sombres a été observée sur la plupart des parcours sableux considérés. L'aspect de ces plaques, qui évoque fidèlement un colmatage d'origine limoneuse de l'horizon superficiel a été rapproché de celui de certaines colonies de Cyanophycées. Cette hypothèse a été confirmée par un examen microscopique qui a mis en évidence une prolifération intense de filaments d'algues bleues

(*) Agropostoraliste I. E. M. V. T., Laboratoire de Farcha, B. P. 433, N'Djaména, Tchad.

(**) Agropostoraliste, I. E. M. V. T., 10, rue Pierre-Curie, 94700 Maisons-Alfort, France.

(***) Laboratoire de Biologie Végétale, Faculté des Sciences de N'Djaména, Tchad.

parmi lesquelles domine largement une espèce du genre *Scytonema* (Fig. I) ; quelques *Microcoleus* se développent également dans ce milieu, mais deviennent secondaires.

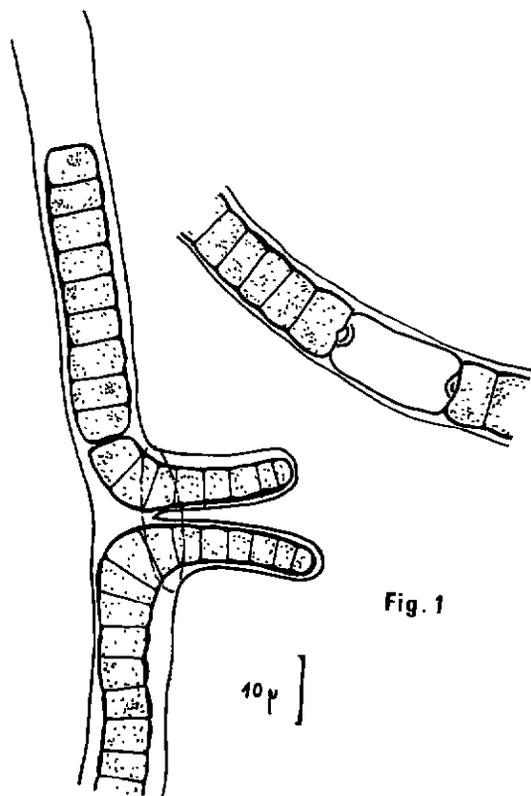


Fig. I. — Filaments de *Scytonema* observés au grossissement $\times 1000$.

Suite à cette première approche, une prospection systématique a été entreprise, afin de déterminer les caractéristiques écologiques de ces colonies et surtout leurs significations et implications éventuelles sur le plan pastoral.

LOCALISATION

Extrêmement répandues dans toute la région considérée, les colonies de *Scytonema* sont particulièrement importantes au niveau des groupements végétaux (1) sur sable, à *Acacia senegal*, *Schoenefeldia gracilis* et *Aristida mutabilis*.

GASTON distingue plusieurs groupements végétaux distincts, au niveau desquels la présence de *Scytonema* a été enregistrée. Le relevé phytosociologique suivant correspond au groupement végétal ES₁ de la carte des pâturages.

Arbres et arbustes :

<i>Acacia senegal</i>	3
<i>Balanites aegyptiaca</i>	1-2
<i>Ziziphus mauritiana</i>	1
<i>Boscia senegalensis</i>	1
<i>Bauhinia rufescens</i>	1
<i>Cadaba farinosa</i>	+
<i>Acacia seyal</i>	+
<i>Capparis corymbosa</i>	+

Annuelles :

<i>Schoenefeldia gracilis</i>	3-4
<i>Chloris pilosa</i>	3
<i>Aristida funiculata</i>	2
<i>Aristida mutabilis</i>	2
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	1.

Les colonies existent également, mais de manière très sporadique au niveau des groupements végétaux à *Commiphora africana*, dont le caractère plus nettement dunaire semble incompatible avec le développement de l'algue.

De même, elles sont totalement absentes des substrats limono-argileux caractérisant les groupements végétaux à *Acacia seyal* ou *Acacia nilotica*. Elles figurent à l'état relictuel au niveau des microreliefs sableux à *Acacia senegal* qui subsistent parfois dans les zones très érodées (fig. II et III).

L'analyse granulométrique effectuée à partir de l'horizon superficiel qu'elle colonise met en évidence le caractère psammophile de *Scytonema* et son aptitude à occuper les parcours les plus intéressants sur le plan pastoral.

La figure III, qui illustre la position de l'algue au niveau du groupement MS, matérialise l'opposition existant entre le développement de *Schoenefeldia gracilis* et celui de *Scytonema*. La croûte que forme cette dernière élimine en effet une partie de la biomasse graminéenne potentielle en constituant des plaques nues plus ou moins étendues où les talles de *Schoenefeldia gracilis* ne se développent que difficilement et en faible quantité.

Cet antagonisme se retrouve sous une forme moins marquée au niveau du groupement végétal Mp, où l'algue ne constitue pas de plaques nues à proprement parler, mais limite la densité du couvert herbacé.

Au vu de cette répartition, il est apparu que la présence de *Scytonema* pouvait constituer un facteur limitant de la productivité des

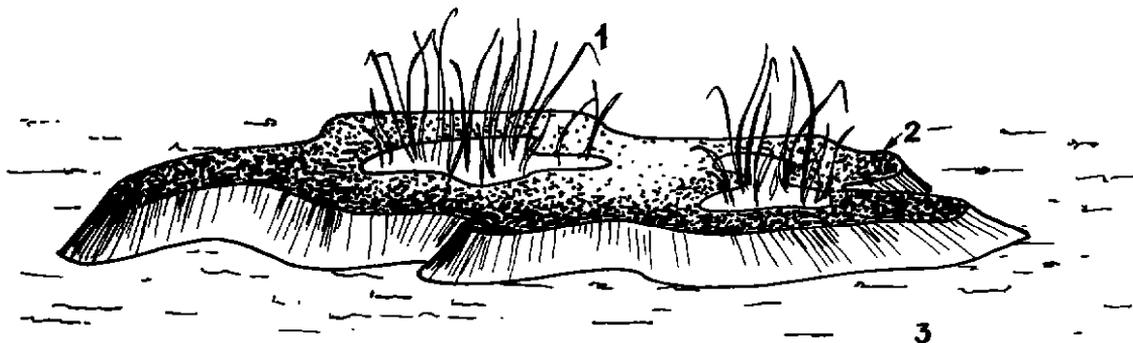


Fig. 2

Fig. II. — Localisation de *Scytonema* au niveau d'un relief témoin sableux en zone érodée (Pont Belele).

- 1) *Schoenefeldia gracilis*.
- 2) Colonies de *Scytonema*.
- 3) Horizon superficiel colmaté.

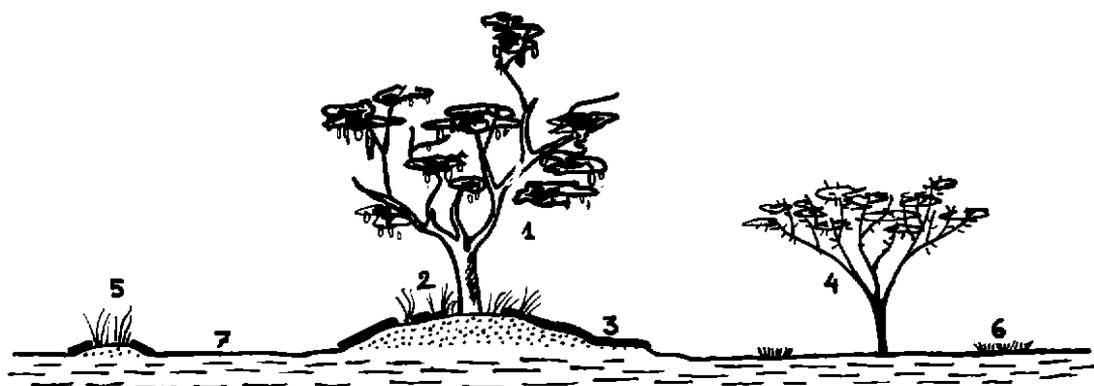


Fig. 3

Fig. III. — Localisation de *Scytonema* dans la région de Pont-Belele.

- 1) *Acacia senegal* relictuel.
- 2) Butte sableuse relictuelle à *Schoenefeldia gracilis*.
- 3) Colonies de *Scytonema* en surface de butte sableuse.
- 4) *Acacia seyal* pionnier.
- 5) Placage sableux à *Schoenefeldia gracilis* et colonies de *Scytonema*.
- 6) *Panicum laetum* pionnier.
- 7) Horizon superficiel sablo-limoneux colmaté stérile.

pâturages, et une étude tendant à déterminer les caractéristiques physicochimiques des rapports algue-graminée a donc été entreprise.

— Granulométrie des substrats.

Les prélèvements d'horizons superficiels, destinés à l'analyse granulométrique, ont été effectués dans la région de Pont Belele (fig. II et III).

Trois types d'échantillons ont été sélectionnés :

— une première série, au niveau des colonies de *Scytonema*, l'épaisseur du prélèvement ne dépassant pas 1 cm ;

— une deuxième série, en « bas de pente », sur sol colmaté ;

— une troisième série en « haut de pente », sur sable à *Schoenefeldia gracilis*, indemne.

Le tableau I donne les compositions granulométriques de 6 horizons superficiels analysés. Il ressort des chiffres obtenus que les compositions des substrats à *Schoenefeldia gracilis* et de ceux à *Scytonema* sont extrêmement voisines. On peut les qualifier de « sables fins à faible tendance limoneuse ». Au contraire les « bas de pente », colmatés, sur lesquels l'algue ne se développe pas, montrent une plus grande richesse en éléments fins, argile et limons.

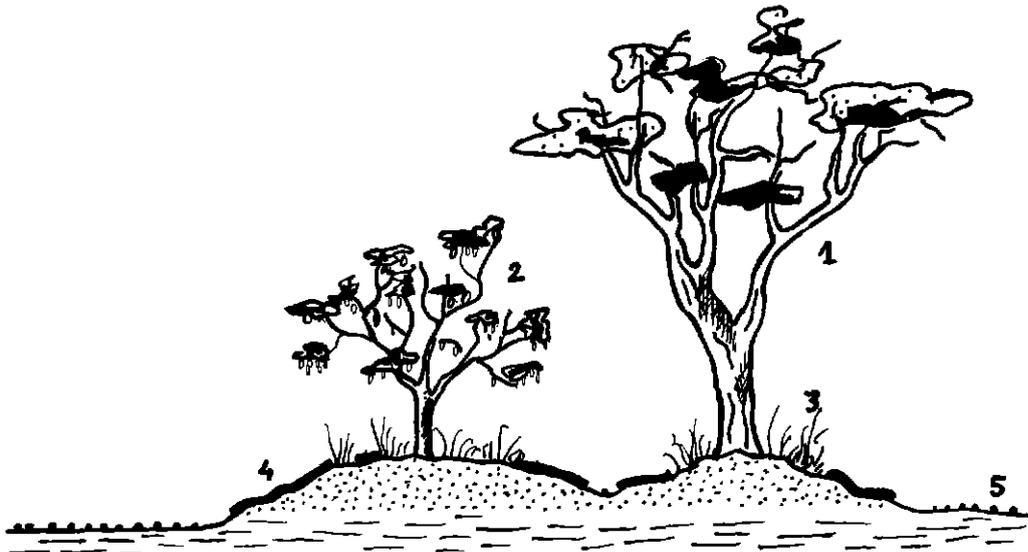


Fig . 4

D.D. 1976

Fig. IV. — Localisation de *Scytonema* dans la région d'Azoki.

- | | |
|--|---|
| 1) <i>Anogeissus leiocarpus</i> relictuel. | 4) Colonies de <i>Scytonema</i> . |
| 2) <i>Acacia senegal</i> relictuel. | 5) Sol tronqué par érosion ravinante avec concrétions de surface. |
| 3) Végétation herbacée psammophile. | |



Fig . 5

Fig. V. — Localisation de *Scytonema* dans la région de Lehan.

- | | |
|--|--|
| 1) <i>Sclerocarya birrea</i> . | 4) Végétation herbacée limitée dans sa densité par la présence de <i>Scytonema</i> . |
| 2) <i>Acacia senegal</i> . | |
| 3) Placage sub-continu de <i>Scytonema</i> . | |

TABLE N° I - Composition granulométrique de l'horizon superficiel (Sédimentation et tamisage) de 6 Stations (région de Pont Bebele).

Sol séché à l'air Pourcentage du poids	Sable à <i>Schoenefeldia gracilis</i> indemne		Sable à <i>Scytonema</i>		Sable limoneux colmaté, stérile	
	1)	2)	3)	4)	5)	6)
Humidité (obtenue par passage à l'étuve 105°C)	0,32	0,36	0,42	0,50	1,01	1,26
Argiles > 2 µ	3,25	3,50	4,00	4,25	11,75	19,25
Limons fins 2 µ à 20 µ	3,50	2,50	2,50	3,50	15,50	15,50
Limons grossiers 20 µ à 50 µ	6,20	6,75	6,90	7,65	13,00	14,80
Sables fins 50 µ à 200 µ	62,60	51,75	62,70	57,10	46,30	39,00
Sables grossiers 200 µ à 2 mm	23,80	34,90	23,25	26,75	13,00	10,75
Total (sans matière organique ni Ca CO ₃)	99,67	99,76	99,77	99,75	100,56	100,56

Analyse : Centre ORSTOM de N'Djaména.

L'apparence limoneuse des zones à *Scytonema* ne traduit donc pas la réalité, mais une convergence d'aspect. (Voir fig. VI, Position des différents prélèvements sur le triangle des structures.)

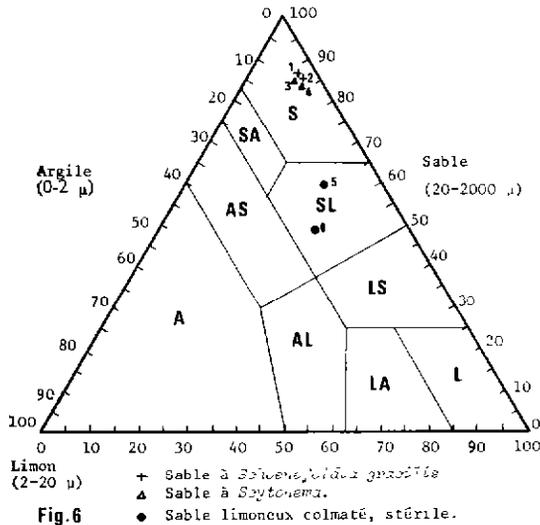


Fig. VI. — Position des différents prélèvements sur le triangle de structure.

De même, l'algue est toujours absente des substrats sableux plus grossiers, où les limons se trouvent en quantité extrêmement faible. C'est le cas des pâturages de type dunaire pour lesquels les stations de *Scytonema* sont toujours rares et localisées.

On peut donc considérer que la fourchette d'électivité de l'algue se situe dans les mêmes

limites que celles de *Schoenefeldia gracilis*, pour la région étudiée ce qui, sur le plan pastoral, constitue une menace certaine.

En effet, les pâturages de ce type forment un élément important du calendrier alimentaire des bovins, les pâturages à *Cenchrus biflorus* sur sols dunaires n'étant exploitables qu'après la chute des diaspores vulnérantes.

Dans cette perspective, il a été procédé à des tests destinés à connaître l'impact de l'algue sur la germination et le développement des graminées et à définir des remèdes éventuels à cette dégradation.

— Tests de germination de *Schoenefeldia gracilis* en absence et en présence de *Scytonema*

La première hypothèse formulée a été la possibilité d'une action phytochimique au niveau de la levée de dormance des graines par *Scytonema*. Il a donc été procédé à des essais de germination en boîtes de Petri, sur substrat sableux indemne d'une part, et sur substrat sableux préalablement contaminé par *Scytonema* d'autre part.

Les graines de *S. gracilis* ont été prélevées sur une station unique et ensuite triées afin de constituer 60 lots homogènes de 50 graines chacun.

Les germinations obtenues sur les 2 milieux ont été relevées après 6 j d'incubation et comptabilisées sur un histogramme des fréquences.

L'analyse de la répartition des lots assimilée à celle d'une courbe de Gauss a donné les résultats suivants :

TABLEAU N°II - Germinations

	Sable stérile (30 lots)	Sable contaminé (30 lots)
Moyenne des germinations pour 50 graines	18,833	17,666
Ecart type	2,106	2,695
Intervalle de confiance (95 p.100)	± 0,960	± 1,009

Le chevauchement des intervalles de confiance obtenus pour chaque courbe indique qu'il n'existe pas de différence significative entre les deux séries de germinations. L'hypothèse d'une inhibition de la germination par action phytochimique de l'algue est donc à rejeter.

Afin de mettre en évidence une action éventuelle au niveau du développement de la graminée, 4 lots cultivés sur boîte de Petri ont été conservés et observés sur une période de 2 mois.

Là encore il n'a pu être mis en évidence de différence significative entre les deux milieux de cultures.

— Tests de perméabilité

L'étude de la perméabilité des milieux à *Scytonema* a été réalisée à partir d'éprouvettes cylindriques de 5 cm d'épaisseur, à travers lesquelles le temps de passage d'une lame d'eau de 25 mm a été mesuré.

Trois milieux ont été testés :

- Placage à *Scytonema* sur sable.
- Sable à *Schoenefeldia gracilis*.
- Sable limoneux colmaté de « bas de pente ».

Pour chacun de ces milieux, il a été effectué 15 mesures, exprimées en secondes :

Le temps d'écoulement de l'eau à travers le sable recouvert de filaments de *Scytonema* est donc 17,5 fois plus long que celui du sable non contaminé.

Cette valeur est même supérieure à celle du sable limoneux colmaté pour lequel le rapport n'est que de 8,1.

Dans cette perspective, il apparaît donc que la présence de l'algue modifie considérablement le bilan hydrique de la station, limitant ainsi la biomasse herbacée potentielle. Des travaux menés par Gaston (2) ont en effet montré la relation existant entre la productivité des pâturages naturels et la valeur du bilan hydrique d'une station donnée.

Une expérimentation, réalisée au cours de la saison des pluies 1976 au laboratoire de Farcha (3), a consisté à briser à la houe, sur une épaisseur de 5 cm, l'horizon superficiel d'une zone à *Schoenefeldia gracilis* envahie par *Scytonema*.

Le développement de la végétation a été suivi et comparé à celui d'une parcelle témoin. Des mesures de biomasse ainsi que des relevés de profil racinaire ont été effectués.

— Parcelle témoin : 80 kg de matière sèche/ha ;

— Parcelle traitée : 290 kg de matière sèche/ha.

Ce résultat illustre le fait que l'algue agit essentiellement comme facteur d'imperméabilité, la majeure partie des eaux de pluie étant perdue par ruissellement.

La comparaison des systèmes racinaires confirme cette hypothèse ; 10 p. 100 de la longueur racinaire se situe à plus de 10 cm de la surface pour la parcelle traitée, contre 0 p. 100 pour la parcelle témoin.

— Richesse floristique et présence de *Scytonema*

Cette dernière série d'observations a consisté à établir une relation entre la richesse floristique

TABLEAU N°III - Moyennes des perméabilités mesurées

	Sable à <i>Scytonema</i>	Sable à <i>Schoenefeldia</i>	Sable limoneux colmaté
Moyenne	736 s	42 s	342 s
Ecart type	37 s	5 s	50 s
Intervalle de confiance	± 29 s	± 3 s	± 21 s

TABLEAU N° IV - Espèces présentes pour les 10 relevés.

	N° de relevé	Algue présente		Algue absente		N° de relevé	
		Arbres	Herbes	Arbres	Herbes		
I	(D.As.7) Mp	A, B, D, G, H, I,	c, d, f, g, p.	A, B, D, E F, H, I, K, L.	b, c, d, a, e, f, g, h, i, o.	(D.As.12) Op	VI
II	(D.As.5) Mb	A, B, G, I, K.	c, d, f, g, h, o.	A, B, L, F, I, J, L.	c, d, b, e, f, i, j, k, n, n, q, t.	(D.As.13) Ec	VII
III	(D.As.4) Mb	A, B, I, G, K, M.	c, d, g, h, l, y, x.	A, B, D, E F, G, H, K,	c, d, e, f, g, h, l, m, p, q, t, r.	(D.As.9) Op	VIII
IV	(D.As.6) Mp	A, B, D, G, I, K.	c, d, h, l, n.	A, B, H, C. E, F, I, L	c, d, a, b, e, f, j, k, m, n, o, p, q, s, t, v.	(D.As.15) Ec	IX
V	(D.As.1) Mb	A, B, G, I, K.	c, d, g, n, l, o, r, x w	A, B, F, G J, K	e, d, g, h, l, j, o, r, t, u, v, w.	(D.As.10) LS2	X

des différents relevés d'une part et la présence ou l'absence de *Scytonema* d'autre part.

Il est apparu en effet, au cours des prospections effectuées dans la région du projet, que la présence de *Scytonema* paraissait liée à une certaine pauvreté du cortège floristique.

Afin de vérifier cette hypothèse, il a été procédé à une série de relevés, réalisés sur les parcours sableux pour lesquels la présence ou l'absence de l'algue ont été notées + et —.

Afin d'étudier des ensembles végétaux susceptibles d'être comparés, il a été admis que chacun des relevés devrait comporter dans sa liste floristique au minimum les espèces suivantes :

- arbres { *Acacia senegal*
Balanites aegyptiaca
herbes { *Aristida mutabilis*
Schoenefeldia gracilis

et ce, pour une surface n'excédant pas 1 ha.

Ensuite les espèces *herbacées* (les plus sensibles à une évolution de la structure du sol)

ont été totalisées pour chaque station. Les relevés ont alors été classés en 2 catégories algue +, algue — et fait l'objet d'un test statistique.

Remarque : il n'a pas été tenu compte des espèces sciaphiles présentes dans les périmètres étudiés.

— Répartition des différents relevés en fonction de la richesse floristique en espèces herbacées

TABLEAU V. — Nombre d'espèces herbacées par relevé

Algue présente		Algue absente	
I	5	VI	10
II	6	VII	12
III	7	VIII	13
IV	5	IX	17
V	9	X	12

- algue absente du relevé.
● algue présente dans le relevé.

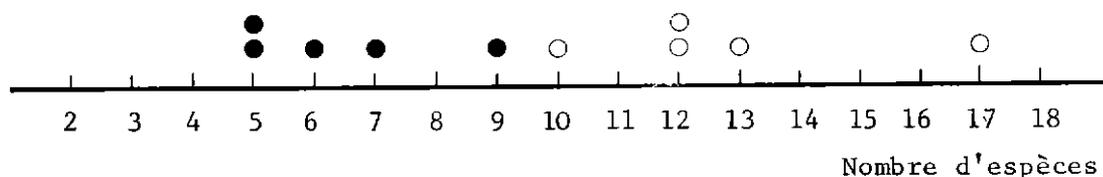


Fig. 7

Liste des espèces relevées :

Arbres :

<i>Acacia senegal</i>	A
<i>Balanites aegyptiaca</i>	B
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	C
<i>Sclerocarya birrea</i>	D
<i>Combretum glutinosum</i>	E
<i>Commiphora africana</i>	F
<i>Piliostigma reticulata</i>	G
<i>Bauhinia rufescens</i>	H
<i>Ziziphus mauritiana</i>	I
<i>Feretia apodanthera</i>	J
<i>Boscia senegalensis</i>	K
<i>Guiera senegalensis</i>	L
<i>Capparis decidua</i>	M

Herbes :

<i>Aristida stipoides</i>	a
<i>Aristida funiculata</i>	b
<i>Aristida mutabilis</i>	c
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	d
<i>Cenchrus biflorus</i>	e
<i>Eragrostis tremula</i>	f
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	g
<i>Chloris pilosa</i>	h
<i>Brachiaria xantholeuca</i>	i
<i>Schizachirium exile</i>	j
<i>Aristida adscensionis</i>	k
<i>Setaria pallida-fusca</i>	l
<i>Hyperthelia dissoluta</i>	m
<i>Cenchrus prieuri</i>	n
<i>Polycarpaea corymbosa</i>	o
<i>Blepharis linearifolia</i>	p
<i>Indigofera astragalina</i>	q
<i>Zornia glochidiata</i>	r
<i>Asparagus africanus</i>	s
<i>Tephrosia sp</i>	t
<i>Chrozophora brocchiana</i>	u
<i>Hibiscus sabdarifa</i>	v
<i>Mollugo nudicaulis</i>	w
<i>Boerhavia repens</i>	y
<i>Calotropis procera</i> (*)	x

Les moyennes obtenues pour les 2 séries sont $m_1 = 6$ (algue +) et $m_2 = 13$ (algue —).

La comparaison des 2 moyennes a donné les valeurs suivantes :

$$\sigma_2 = \frac{\Sigma(x - m_1)^2 + \Sigma(x - m_2)^2}{n_1 + n_2 - 2} = 5,25$$

Variance standard de la différence

$$S_d^2 = \sigma^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) = 2,1$$

$$S_d = 1,449$$

$$t = \frac{(m_1 - m_2)}{S_d} = 4,83$$

$$\gamma^4 = (n_1 + n_2 - 2) = 8.$$

La table de t donne pour $\gamma = 8$, $t = 2,31$.

Or :

$$4,83 \gg 2,31$$

On peut donc considérer que les 2 séries de relevés sont significativement différentes, et qu'il existe une relation entre la richesse floristique et la présence de *Scytonema*.

Toutefois, le faible nombre d'échantillons, lié à la difficulté de trouver des stations répondant aux critères donnés et qui soient suffisamment éloignées les unes des autres, limite la valeur de cette étude. Par ailleurs, les relevés, effectués en début de saison sèche (décembre 1976), sont probablement incomplets, certaines espèces desséchées ayant pu passer inaperçues ; il conviendrait donc de renouveler cette série de relevés en fin de saison des pluies, en multipliant les stations étudiées sur l'ensemble de la région du projet.

On peut cependant tirer un certain nombre de conclusions d'ordre écologique de ces valeurs, en particulier en ce qui concerne la signification évolutive des groupements végétaux à *Scytonema*.

L'hypothèse peut être émise que les groupements à *Scytonema* constituent des faciès de dégradation encore peu nettement différenciés, pour lesquels les premiers signes de régression se manifestent par une diminution du cortège floristique (les espèces psammophiles étant les premières à disparaître).

Il est donc possible de considérer la présence de l'algue sur le pâturage comme le premier signal d'alarme d'une dégradation et d'une surcharge du pâturage.

(*) La présence de *Calotropis procera* sur un relevé (III), espèce colonisatrice d'espaces dégradés, fausse en fait la démarche entreprise en majorant la richesse floristique de la station.

CONCLUSIONS

L'étude des colonies de *Scytonema* a permis de dégager un certain nombre de conclusions relatives à l'impact qu'elles pouvaient avoir sur le pâturage. Il est apparu que la conséquence directe de la présence de l'algue était une imperméabilisation intense de l'horizon sableux superficiel. On peut considérer que les mécanismes d'évolution du couvert herbacé observés découlent de cette propriété. La modification profonde du bilan hydrique a pour effet de limiter la productivité potentielle du pâturage ; elle participe, en réduisant la protection naturelle des sols au niveau des pailles, à l'intensification des phénomènes d'érosion. La réduction du cortège floristique apparaît comme une conséquence de ces dégradations et contribue à appauvrir le potentiel de régénération des sols.

Le problème se pose de connaître les mécanismes d'implantation de *Scytonema* sur un pâturage. L'analyse granulométrique a montré que le terrain d'élection de l'algue correspondait étroitement à celui de *Schoenefeldia gracilis*, c'est-à-dire à un sol caractérisé par un horizon superficiel à « sables fins légèrement limoneux ».

L'enrichissement en éléments fins des sols sableux peut trouver une explication dans le surpâturage : à la faveur d'un piétinement intensif, et à la suite d'une disparition du couvert graminéen au moment des pluies, l'horizon superficiel subit une dégradation de la structure qui se traduit par une diminution des éléments grossiers au profit d'éléments fins.

Ce phénomène permettrait à *Scytonema* de s'implanter en début du processus, la présence de l'algue accélérant ensuite les mécanismes de dégradation, par diminution du couvert herbacé et érosion ravinante ou en plaque.

Les mesures réalisées au laboratoire demeurent toutefois insuffisantes et il conviendrait de confirmer ou d'infirmer les différentes hypothèses formulées, par une expérimentation sur le terrain.

Dans ce but, un programme de recherche a été défini entre le laboratoire de Farcha et le Laboratoire de Biologie Végétale de la Faculté des Sciences de N'Djamena, destiné à analyser les mécanismes d'installation de *Scytonema* et ses conséquences sur le plan pastoral.

SUMMARY

Degradation of grasslands in N'Djamena area (Chad) in relation to psammophilous Cyanophyceae. Preliminary study

In N'Djamena area, colonies of psammophilous Cyanophyceae (*Scytonema* sp.) were reported in many grasslands. This presence seems to be related to a reduced herbaceous biomass due to an impermeabilizing uppermost layer. On this assumption, it would result in accelerated erosion processes by promoting run-off and reducing the soil protection by straws. On the other hand it appears that the alga presence is associated with some reduction of the species number ; this phenomenon would mark the beginning of grassland degradation on sand and could be considered as an index.

RESUMEN

La degradación de los pastos de la región de N'Djamena (República de Chad) en relación con la presencia de cianofíceas arenícolas. Estudio preliminar

En la región de N'Djamena se encuentran cianofíceas arenícolas (*Scytonema* sp.) en numerosos pastos. Esta presencia parece ligada con una disminución de la biomasa herbácea por impermeabilización del horizonte superficial.

En esta hipótesis, sería causa de una aceleración de los procesos de erosión, facilitando la escorrentía y por otra parte disminuyendo la protección de los suelos realizada por las pajas. Parece que la presencia de la alga está ligada con un cierto empobrecimiento de la flora ; este fenómeno indicaría el principio de la degradación de los pastos sobre arena y constituiría una indicación.

BIBLIOGRAPHIE

1. GASTON (A.). Projet Assalé Serbewel. Etude agrostologique des pâturages. I. E. M. V. T.-C. B. L. T., N'Djaména, 1974.
2. GASTON (A.), LAMARQUE (G.). Recherches sur la lutte contre les oiseaux granivores *Quelea-Quelea*. N'Djaména, Tchad. Bilan de 4 années de travaux phyto-écologiques en relation avec la lutte contre *Quelea-Quelea*. Rapport final phases I et II. Maisons-Alfort, N'Djaména, I. E. M. V. T., 1976, 203 p.
3. GASTON (A.), DULIEU (D.). Projet Assalé-Serbewel — Seconde étude agrostologique des pâturages. Evolution de la végétation. I. E. M. V. T.-C. B. L. T., N'Djaména, 1976.