

LEJEUNIA

REVUE DE BOTANIQUE

Nouvelle série N° 168

Février 2002

ESSAI D'INDIVIDUALISATION DE "GROUPEs SOCIO-ÉCOLOGIQUES" DANS LA FLORE COMMENSALE DES RIZIÈRES IRRIGUÉES DE LA BASSE CASAMANCE (SÉNÉGAL)

par

C. VANDEN BERGHEN¹

Résumé

Une vingtaine de "groupes écologiques", formés de plantes ayant approximativement les mêmes exigences écologiques, ont été reconnus dans la végétation commensale des rizières inondables de la Basse Casamance (Sénégal méridional). La présence des plantes de ces "groupes" est fonction, principalement, de la nature du sol, de la qualité de l'eau d'inondation, plus ou moins salée, et de la durée de cette inondation. L'intérêt pour l'agronome de la reconnaissance de ces "groupes" est souligné à diverses reprises.

Abstract : *Attempt of recognition of "socio-ecological groups" in the adventive flora of irrigated rice fields in the Basse Casamance (Senegal).*

Twenty "ecological groups", constituted by plant species with, approximatively, the same ecological requirements, have been distinguished in the adventive flora of the temporarily inundated rice fields of the "Basse Casamance" in South Senegal. The presence of the plants of these "groups" reflects chiefly the nature of the soil, the quality of the inundation water and the length of the flood. The interest for agronomists of the recognition of these "groups" is emphasized on several occasions.

¹ Professeur émérite à l'Université catholique de Louvain (Louvain-la-Neuve), Jardin botanique national de Belgique, Domaine de Bouchout, B-1860 Meise, Belgique.

I. INTRODUCTION

La culture du riz est l'activité principale des Diolas et des Baïnouks de la Basse Casamance, la partie méridionale du Sénégal, coincée entre la Gambie et la Guinée-Bissau. Rappelons que le pays est uniformément plat et qu'il subit un climat tropical, avec une saison des pluies, de juin-juillet à fin septembre-octobre, alternant avec une longue saison sèche (AUBREVILLE, 1948; PÉLISSIER, 1966; MIÈGE et al., 1976; SAOS et coll., 1987; VANDEN BERGHEN, 1997). Le riz est cultivé sur de grandes superficies, sur le "plateau", dont l'altitude ne dépasse que rarement 20 m, sur les terrasses qui bordent celui-ci, dans les larges plaines alluviales et dans les dépressions des dunes littorales (fig. 1).

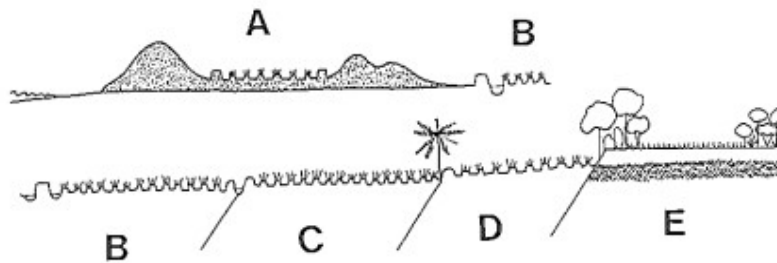


FIG. 1.— Localisation des différents types de rizières distingués en Basse Casamance le long d'un transect — très schématique! — tracé perpendiculairement à la plage de l'océan Atlantique. — A : Dunes littorales avec une dépression occupée par une rizière inondable par submersion. — B : Une rizière "profonde" aménagée dans une plaine alluviale sur un sol primitivement salé. — C et D : Rizières, respectivement "moyenne" et "haute", aménagées sur les "terrasses" qui bordent le "plateau". — E : Le "plateau", avec un horizon pédologique enrichi en argile. La forêt primitive a profondément été transformée par la culture du riz "pluvial" sur des "brûlis".

Les Diolas et les Baïnouks pratiquent les deux types principaux de riziculture :

a. Du riz dit "pluvial" est semé sur des brûlis pratiqués dans la végétation ligneuse dense qui occupe le "plateau" (VANDEN BERGHEN, 1982a et 1994).

b. Des plantules de riz, prélevées dans des pépinières, sont repiquées dans des rizières permanentes, inondables, aménagées dans les autres types de stations.

Plusieurs catégories de "rizières irriguées" ont été distinguées, en fonction de leur localisation dans le paysage.

Certaines ont été aménagées dans les dépressions des dunes littorales ou à la base de celles-ci. Ces rizières sont inondées par de l'eau douce provenant des pluies et aussi de suintements, lorsque le volume de la nappe liquide contenue dans les sables côtiers augmente fortement, donc principalement à partir du milieu de la saison des pluies.

Les rizières installées dans les plaines alluviales et en lisière de celles-ci sont presque exclusivement alimentées par l'eau des précipitations. Cette eau ruisselle le long des pentes, bien que celles-ci soient presque insensibles, et est retenue par un réseau serré de petites digues.

Il est classique de répartir ces rizières irriguées en rizières "profondes", "moyennes" et "hautes" (PÉLISSIER, 1966). Les premières sont aménagées, après de longs travaux, sur des terres, auparavant régulièrement inondées par de l'eau salée, nues ou occupées par une végétation halophile. Les rizières "moyennes" et "hautes" sont installées, en lisière des plaines alluviales, sur des sols qui ne furent jamais inondés par de l'eau salée et qui portaient, avant leur mise en valeur, une forêt dense, marécageuse ou humide. Les rizières "moyennes" sont aménagées au bas des pentes et sont plus copieusement alimentées en eau douce que les rizières "hautes", situées, comme leur nom l'indique, près du sommet des pentes. Dans tous les cas, chaque parcelle est entourée d'une digue et le riz est planté sur des banquettes parallèles entre elles, alternant avec des fossés à fond plat.

II. LA VÉGÉTATION COMMENSALE DES RIZIÈRES INONDABLES

a. La végétation commensale (les agronomes utilisent souvent le terme "adventice") qui se développe dans les rizières irriguées est soumise à plusieurs "perturbations" brutales :

Un labour détruit le couvert végétal qui s'était développé dans la parcelle après la dernière récolte.

L'inondation élimine les plantes qui ne peuvent la supporter.

L'assèchement progressif du sol, après la saison des pluies, défavorise les plantes aquatiques ou palustres.

Cet assèchement permet, principalement dans les rizières "profondes", la remontée d'une eau saumâtre dont la présence n'est pas tolérée par de nombreuses espèces.

b. Les plantes commensales du riz qui résistent à ces bouleversements, répétés d'année en année, colonisent les rizières principalement en fonction de leur adaptation à de nombreuses "contraintes", dont les plus importantes sont :

la nature du sol, de texture argileuse à sablonneuse grossière, très riche à très pauvre en matières organiques et azotées (eutrophe à oligotrophe);

la qualité de l'eau d'inondation, douce et acide à oligohaline ou même franchement salée;

la durée de l'inondation (de quelques semaines à plusieurs mois) et la hauteur atteinte par le plan d'eau (de quelques cm à environ 80 cm).

c. L'observation attentive de la végétation commensale des rizières durant les différentes saisons de l'année, accompagnée de la mesure ou de l'évaluation des paramètres importants de l'environnement, permet de reconnaître, dans cette florule, des espèces qui croissent habituellement ensemble, dans une même parcelle, parce qu'elles ont approximativement les mêmes exigences écologiques, qu'elles résistent aux mêmes "perturbations" et qu'elles acceptent les mêmes "contraintes". Les espèces d'un pareil ensemble constituent ce qui a été appelé un "groupe socio-écologique" (DUVIGNEAUD, 1946 et 1974; ELLENBERG, 1956; ZÓLYOMI et coll., 1997;...). Bien entendu, la présence des espèces d'un groupe socio-écologique dans une rizière suggère que la parcelle possède certaines caractéristiques écologiques. Cette connaissance peut guider les travaux du riziculteur.

d. Les espèces appartenant à un même groupe socio-écologique relèvent habituellement d'un même "type biologique" (RAUNKIAER, 1905; ELLENBERG & MUELLER-DOMBOIS, 1967). Elles ont aussi souvent le même comportement – les auteurs anglo-saxons disent la même "stratégie" – dans leur confrontation avec l'environnement (GRIME, 1979).

e. Les différents groupes socio-écologiques reconnus dans les rizières de la Basse Casamance n'ont pas tous la même importance. Certains d'entre eux sont constitués d'espèces qui ont une grande tolérance à l'action d'un ou de plusieurs paramètres de l'environnement. D'autres groupes, par contre, sont formés d'espèces dont les exigences écologiques sont étroitement spécialisées. La valeur indicatrice des groupes socio-écologiques de ce second type est évidemment plus précise que celle des groupes dont les espèces ont une amplitude écologique large. Dans plusieurs cas, nous avons divisé les groupes socio-écologiques principaux en groupes secondaires, plus spécialisés.

f. La végétation commensale d'une parcelle de rizière peut être constituée exclusivement, ou presque exclusivement, par les espèces d'un seul groupe socio-écologique. C'est le cas lorsqu'un des facteurs de l'environnement atteint une valeur extrême, par excès ou par défaut. Généralement, pourtant, la florule commensale d'une rizière est constituée d'espèces relevant de plusieurs groupes socio-écologiques, accompagnées, le cas échéant, d'espèces indifférentes et de plantes dont la présence est accidentelle. Le microrelief du sol des rizières est souvent responsable de cette situation. En effet, il est évident que les conditions d'existence offertes aux plantes "adventices"

croissant sur les banquettes sont différentes de celles qui règlent la vie des espèces installées dans le fond des sillons! Fréquemment, on note pourtant la présence d'un groupe principal, représenté par plusieurs espèces dont les nombreux individus croissent avec une vitalité optimale, tandis que les plantes relevant des autres groupes n'interviennent que de façon subordonnée dans le couvert végétal "adventice". Dans ce cas, le diagnostic sur les caractéristiques écologiques de la parcelle reposera, bien entendu, principalement sur l'existence d'un groupe socio-écologique prépondérant. La présence d'espèces appartenant à d'autres groupes socio-écologiques permettra d'affiner le jugement. On pourra, par exemple, émettre l'hypothèse que le milieu a été récemment altéré par l'apparition d'une contrainte nouvelle (sécheresse, eutrophisation, augmentation ou diminution de la teneur en sel marin,...).

g. L'identité des groupes socio-écologiques définis dans la végétation commensale des rizières de la Basse Casamance a été reconnue à l'aide d'une documentation d'environ 250 relevés floristiques effectués, dans les différents types de rizières irriguées, en utilisant la méthode phytosociologique mise au point par Braun-Blanquet et ses disciples (BRAUN-BLANQUET, 1964; ELLENBERG & MUELLER-DOMBOIS, 1974; VANDEN BERGHEN, 1982b;...). De nombreux échantillons du substrat, prélevés vers 5 cm sous la surface du sol, ont été analysés au Laboratoire d'Ecologie des Prairies, à la Faculté des Sciences agronomiques de l'Université catholique de Louvain-la-Neuve. La nomenclature adoptée pour nommer les plantes à fleurs est, en principe, celle proposée par LEBRUN & STORK (1991-1997).

III. LES GROUPES SOCIO-ÉCOLOGIQUES RECONNUS DANS LA VÉGÉTATION COMMENSALE DES RIZIÈRES IRRIGUÉES

Nous classons les groupes socio-écologiques reconnus dans cette végétation des rizières irriguées en fonction de quelques facteurs écologiques principaux : présence de sel dans le substrat, durée et hauteur de l'inondation, texture du sol, enrichissement de celui-ci par des apports organiques et azotés, importance de l'ombrage porté par une strate arborescente.

1. Le groupe socio-écologique à *Paspalum vaginatum*

Le groupe socio-écologique à *Paspalum vaginatum* est constitué d'haliophytes stricts, enracinés dans un substrat argileux ou sablo-argileux humide, parfois inondé temporairement par une nappe d'eau salée qui peut atteindre une hauteur de 30 cm. La teneur du sol en chlorures est toujours élevée; la conductance est presque toujours supérieure à 1000 μmho dans la partie superficielle du substrat et dépasse, le cas échéant, la valeur de 5000 μmho .

La plupart des espèces du groupe sont des plantes vivaces qui croissent en formant des colonies ou des peuplements souvent purs, occupant éventuellement une surface de plusieurs m². Citons : *Paspalum vaginatum*, *Sporobolus pungens*, *S. robustus*, *Schoenoplectus litoralis*, *Eleocharis mutata*, *Fimbristylis ferruginea*, *F. cymosa*, *Phloxerus vermicularis*, *Sesuvium portulacastrum*, *Cressa cretica*. Nous joignons à ce groupe une plante annuelle : *Eleocharis geniculata*.

En réalité, chacune des espèces qui figurent dans la liste a des exigences écologiques qui lui sont propres, comme on peut le constater dans un paysage de terres salées non perturbé par des activités humaines. Les peuplements des halophytes y sont habituellement disposés en ceintures plus ou moins concentriques ou forment une mosaïque en fonction des caractéristiques écologiques des micro-stations. C'est ainsi que JACQUES-FÉLIX & CHEZEAU (1960) ont observé en Guinée que *Phloxerus vermicularis* croît sur un substrat contenant de 0,6 à plus de 1 % de Cl tandis que *Sesuvium portulacastrum*, sur des sols de même texture, est cantonné sur les substrats ne contenant que 0,24 à 0,35 % de Cl.

Ces nuances dans le comportement des espèces halophiles intéressent peu l'agronome. Du point de vue pratique, la présence dans une rizière des plantes vivaces du groupe socio-écologique à *Paspalum vaginatum* lui signale que la parcelle a été abandonnée et qu'elle ne peut être remise en culture qu'après avoir subi un traitement de dessalement, souvent de longue durée (au moins une saison des pluies), exigeant un grand nombre de journées de travail.

La remontée du sel à la surface du substrat ou son inondation par de l'eau salée est probablement récente si *Eleocharis geniculata* est le seul halophyte présent.

2. Le groupe socio-écologique à *Bacopa decumbens*

Les espèces, peu nombreuses, du groupe socio-écologique à *Bacopa decumbens* apparaissent dans les rizières aménagées entre une plaine alluviale et des dépôts de sables littoraux, en aval d'une rupture de pente, souvent presque insensible. Ces plantes signalent l'existence de suintements temporaires d'eau douce, souvent ferrugineuse. *Bacopa decumbens* est parfois accompagné, dans ces stations, de *Blumea aurita* subsp. *foliosa*, de *Nesaea aspera* et de la fougère amphibie *Ceratopteris cornuta*, trois espèces dont les exigences écologiques ne correspondent pourtant pas exactement à celles de *Bacopa decumbens*.

Dans un paysage non fortement altéré par des activités humaines, les espèces du groupe apparaissent dans la végétation, herbacée, d'une frange de sol sablonneux habituellement large seulement de quelques mètres, insérée entre les terres salées en permanence, occupées notamment par une mangrove

ou par un pré salé, et celles qui portent une végétation qui ne subit pas les effets du sel. Les plantes du groupe à *Bacopa decumbens* supportent d'être enracinées dans un substrat dont la teneur en chlorures varie considérablement au cours de l'année, salé à la fin de la saison sèche, presque entièrement dépourvu de sel à la fin de la saison des pluies. Elles supportent, le cas échéant, une inondation temporaire, même importante, mais ne peuvent vivre sur des sables qui s'assèchent en surface.

Soulignons la remarquable plasticité morphologique de *Bacopa decumbens*. Cette espèce prospère sur un substrat inondé par une lame d'eau d'une trentaine de centimètres comme sur un sol simplement humide. Dans le premier cas, le taxon est représenté par des héliophytes à tige crassulescente dressée, haute de 50 à 80 cm; dans le second cas, les individus de l'espèce ont une structure moins succulente et leur taille est comprise entre 10 et 20 cm. De même, la fougère *Ceratopteris*, par la production de bourgeons adventifs caducs, envahit parfois en masse des rizières inondées par 10-30 cm d'eau. La composée *Blumea aurita* subsp. *foliosa*, par contre, ne s'installe que sur des sols humides ou recouverts d'une mince lame d'eau.

3. Les groupes socio-écologiques à hygrophytes-héliophytes annuels

De nombreuses espèces commensales du riz "irrigué" présentent successivement, au cours de leur existence, les caractères d'un hygrophyte et ceux d'un héliophyte. Ce sont des plantes herbacées, souvent à tige dressée, à feuilles souples, qui s'installent sur un sol humide ou mouillé et qui sont adaptées à subir une période d'inondation longue de plusieurs semaines à quelques mois. Ces espèces sont les unes annuelles, les autres vivaces.

Les graines produites par les hygrophytes-héliophytes annuels germent lors des premières pluies de l'année; les plantules sont rapidement submergées par l'inondation. Les feuilles primordiales de certaines de ces espèces sont plus découpées que les feuilles plus âgées, insérées sur la partie terminale de la tige, florifère, dressée au-dessus du plan d'eau; c'est le cas, par exemple, pour *Hygrophila senegalensis*. La partie submergée de la tige de certains hygrophytes-héliophytes présente une structure spongieuse; des racines adventives apparaissent fréquemment durant la période d'inondation. *Hyptis lanceolata*, *Hygrophila auriculata*, *Sphenoclea zeylanica*, plusieurs espèces des genres *Ludwigia* et *Bacopa*... possèdent cette particularité.

Les plantes qui appartiennent au groupe des hygrophytes-héliophytes annuels sont évidemment bien adaptées aux fluctuations du plan d'eau, imposées par l'homme au riz "irrigué" et aux plantes commensales de celui-ci. Il est donc normal que les espèces de ce groupe représentent souvent une part importante, ou même principale, de la biomasse totale de la végétation indésirable.

Certains hygrophytes-héliophytes annuels ont une amplitude écologique large et croissent dans des rizières aménagées dans des sites variés.

C'est le cas notamment pour *Ammania priureana*, *Bacopa crenata*, *Schoenoplectus roylei*, *Elytrophorum spicatum*, *Panicum antidotale* (= *P. subalbium*)... D'autres espèces du groupe sont plus spécialisées et signalent, par leur présence, l'une ou l'autre particularité écologique de la parcelle où elles sont observées. En fonction de la teneur en sel du substrat et de la nature de celui-ci, quatre groupes ont été distingués.

a. Le groupe à *Hygrophila auriculata*

Hygrophila auriculata est le chef de file d'un groupe socio-écologique noté dans un milieu oligohalin – lequel est compatible avec la culture du riz! Les plantes sont enracinées dans un substrat non franchement sablonneux. *Hygrophila auriculata* et *Sphenoclea zeylanica* sont strictement liés à ce type de station. *Cyperus difformis*, *C. pustulatus*, *Fimbristylis tomentosa* (= *F. pluristriata*) et *F. schoenoides* le sont moins.

b. Le groupe à *Hygrophila senegalensis*

Les espèces du groupe à *Hygrophila senegalensis* croissent sur des sols sablonneux grossiers, pauvres en matière organique, inondés durant la saison des pluies par une eau oligotrophe et limpide, éventuellement oligohaline. De nombreuses espèces de ce groupe sont de constitution délicate. Citons *Hygrophila senegalensis*, *Xyris anceps*, *Panicum tenellum* (= *P. lindleyanum*), *Sacciolepis micrococca*, *Digitaria patagiata*, *Elytrophorus spicatus*, *Lipocarpa prieuriana*, *Rhynchospora rubra* subsp. *africana*, *Ludwigia senegalensis*...

c. Le groupe à *Hyptis lanceolata*

Le groupe à *Hyptis lanceolata*, noté sur des sols sablo-argileux, est lié aux rizières inondées par de l'eau douce relativement eutrophe. Le groupe comprend notamment *Hyptis lanceolata*, *Ramphicarpa fistulosa*, *Torenia thouarsii*, *Ludwigia* div. sp., *Oldenlandia goreensis*, *Sauvagesia erecta*, *Pycreus macrostachyos*...

d. Le groupe à *Echinochloa colona*

Echinochloa colona trouve des conditions d'existence optimales dans les rizières aménagées sur des sols argileux, éventuellement dans un milieu oligohalin. La graminée apparaît souvent en pionnière dans des rizières dont l'eau est en cours de dessalement. Sa présence dans une parcelle annonce que le riz peut être planté.

4. Les groupes socio-écologiques à hygrophytes-hélophytes vivaces

De nombreux hygrophytes-hélophytes possèdent des organes souterrains, souvent des rizhômes plus ou moins tubérisés, qui subsistent en vie ralentie dans le sol lorsque la rizière est asséchée. Ces organes donnent nais-

sance à des pousses aériennes, feuillées et fleuries, dès que le substrat est suffisamment mouillé par les premières pluies. Les plantes en question supportent une inondation plus ou moins importante et de plus ou moins longue durée, selon les espèces.

Les organes souterrains de quelques hygrophytes-hélophytes vivaces résistent non seulement à la dessiccation mais également à la remontée du sel pendant la saison sèche. *Pycreus intactus* est le chef de file de ce petit groupe d'espèces halotolérantes dont la présence signale un substrat dont la teneur en sel peut, le cas échéant, fortement augmenter durant une partie de l'année. Il est donc possible de distinguer deux groupes parmi les hygrophytes-hélophytes vivaces :

a. Le groupe halotolérant à *Pycreus intactus* comprend notamment *Eragrostis squamata*.

b. Le groupe à *Fuirena umbellata* est formé de plantes dont les organes souterrains ne supportent pas une augmentation temporaire de la teneur en Cl dans un substrat en voie de dessiccation. *Leersia hexandra* (espèce parfois dominante dans le couvert!), *Panicum repens*, *Sacciolepis africana*, *Paratheria prostrata* (espèce également parfois dominante!), *Cyperus haspan*, *Fuirena umbellata* et *Rhynchospora holoschoenus* participent à ce groupe.

Un cas particulier est celui des riz sauvages, *Oryza longistaminata* et *O. barthii*. Ces riz croissent habituellement en formant des peuplements purs et denses – et donc néfastes au riz cultivé! – dans les rizières longtemps inondées par une nappe d'eau importante. Lors de l'assèchement d'une parcelle envahie par un riz sauvage, une couche épaisse d'organes pourrissants subsiste dans le fond des sillons, appliquée sur le sol. Les rhizomes portent des bourgeons, situés au niveau du substrat ou enterrés à faible profondeur, qui résistent à la dessiccation et, éventuellement, à la remontée du sel. Ces bourgeons donnent naissance à des tiges dressées dès le début de la saison des pluies. L'envahissement d'une rizière par un riz sauvage est particulièrement désastreux. L'éradication de la plante "adventice" est difficile. On y arrive habituellement par une submersion de longue durée par de l'eau salée.

5. Les groupes socio-écologiques à hydrophytes

La florule commensale des rizières temporairement inondées comprend de nombreuses plantes aquatiques, les unes flottant librement dans l'eau ou à sa surface, les autres enracinées dans le fond. Toutes sont nécessairement adaptées à subir une période d'exondation plus ou moins longue. Certaines possèdent des organes souterrains vivaces (*Nymphaea* div. sp.); d'autres produisent des diaspores qui subsistent dans le fond des sillons, habituellement humides durant la saison sèche (*Utricularia* div. sp.). Les *Marsilea* sont obligatoirement amphibies. En effet, leurs sporocarpes n'apparaissent que chez les individus exondés; la baisse annuelle du plan d'eau est donc indispensable à la survie de ces plantes.

D'après leurs exigences écologiques, les espèces commensales aquatiques relèvent de deux groupes socio-écologiques distincts.

a. Le groupe socio-écologique à *Utricularia benjaminiana*

Les espèces du groupe à *Utricularia benjaminiana* apparaissent dans des eaux limpides, oligotrophes, éventuellement oligohalines, sur fond sablonneux. *Najas baldwinii*, *Eleocharis naumanniana* et *Marsilea coromandeliana* appartiennent à ce groupe socio-écologique.

b. Le groupe socio-écologique à *Utricularia stellaris*

Les espèces du groupe à *Utricularia stellaris* colonisent des eaux souvent troubles, riches en phytoplancton, eutrophes, éventuellement faiblement oligohalines, à fraction minérale du fond argileuse ou sablo-argileuse. *Marsilea minuta*, *Utricularia stellaris*, *Eichhornia natans*, *Nymphoides indica*, *Ipomoea aquatica*, *Lemna aequinoctialis*... appartiennent à ce groupe.

Nymphaea micrantha et *N. lotus* sont des plantes indicatrices importantes. Leurs bourgeons souterrains résistent aux remontées salines mais ne se développent que si le substrat est suffisamment dessalé. La floraison des *Nymphaea*, souvent massive, annonce donc aux riziculteurs que la terre peut recevoir les plantules de riz.

Les frondes de la petite fougère flottante *Azolla pinnata* se développent à la surface des eaux eutrophes et indiquent un environnement favorable à la culture du riz. *Azolla pinnata* vit en symbiose avec des micro-organismes du groupe des Cyanobactéries installés dans une cavité creusée dans les feuilles de la plante-hôte. *Azolla* devient ainsi un véritable accumulateur de composés azotés qui sont libérés lors de la mort des symbiotes. La présence de cette fougère aquatique est donc une aubaine pour le riziculteur.

6. Les groupes socio-écologiques à psammophytes des sables oligotrophes

Des rizières inondables sont parfois aménagées dans des sables grossiers, blanchâtres, sans structure, oligotrophes, faiblement humifères, acides (pH : 5,6-5,8). On trouve notamment ce type de rizière dans les arrière-dunes littorales.

Le substrat, dès qu'il est mouillé par les premières pluies, est colonisé par des plantes délicates, souvent de petite taille, ne supportant pas une inondation de longue durée. Ces psammophytes, tous annuels, relèvent de trois groupes écologiques bien individualisés. Leur présence signale évidemment que la rizière est peu productive.

a. Le groupe socio-écologique à *Hygrophila barbata*

Les espèces qui constituent le groupe à *Hygrophila barbata* sont des plantes de petite taille qui s'installent, en pionnières, sur des sables grossiers.

Ce sont, notamment, *Xyris rubella*, *X. filiformis*, *Floscopa axillaris*, *F. flavida*, *Eriocaulon afzelianum*, *E. cinereum*, *Paepalanthus lamarckii*, *Torenia spicata*, *Polygala lecardii*, *Rhynchospora perrieri*, *Pycnopus melas*, *Scleria interrupta*. Ces plantes sont liées, de façon stricte, à un substrat pauvre en éléments biogènes, parfois faiblement oligohalin. Durant la saison des pluies, elles subissent éventuellement une inondation temporaire, de courte durée, par une lame d'eau limpide, parfois un peu ferrugineuse. Les psammophytes pionniers sont éliminés si la hauteur de la nappe liquide dépasse 2-5 cm. Rappelons que l'eau provient des précipitations et aussi de suintements lorsque la nappe aquatique contenue dans le sable des dunes est gonflée par des pluies copieuses.

b. Le groupe socio-écologique à *Fuirena ciliaris*

Les psammophytes frugaux du groupe à *Hygrophila barbata* sont fréquemment accompagnés des espèces du groupe à *Fuirena ciliaris*, dont l'amplitude écologique est plus large que celle des constituants du groupe à *Hygrophila barbata*; elles sont notamment observées sur des sables humides nettement humifères. Ce sont principalement *Fuirena ciliaris*, *Commelina nigrifolia* subsp. *gambiae*, *Sphaeranthus senegalensis* (parfois très abondant et recouvrant), *Neurotheca loeselloides*, *Schultesia stenophylla* (cette dernière espèce étant nettement halotolérante).

c. Le groupe à *Cyperus cuspidatus*

Les espèces du groupe à *Cyperus cuspidatus* colonisent des sols sablonneux humifères, jaunâtres, relativement eutrophes, principalement ceux des rizières "hautes" et, plus rarement, des rizières "moyennes". Ce sont des plantes annuelles qui se développent lorsque le substrat est mouillé par les premières pluies. Elles ne supportent pas l'inondation et leur durée d'existence est donc relativement brève. Les espèces du groupe réapparaissent éventuellement dans les mêmes rizières au début de la saison sèche, lorsque le plan d'eau descend. Les principaux composants du groupe sont *Cyperus cuspidatus*, *C. amabilis*, *Bulbostylis barbata*, *Kyllinga squamulata*, *Mariscus squarrosus*, *Phyllanthus pentandrus*.

7. Le groupe socio-écologique à *Bulbostylis hispidula* subsp. *hispidula*

Les psammophytes, tous annuels, qui relèvent du groupe socio-écologique à *Bulbostylis hispidula* colonisent, comme ceux du groupe à *Hygrophila barbata*, des sables oligotrophes et faiblement humifères. Leurs graines germent également après les premières pluies mais subsistent lorsque le substrat devient sec. Elles sont, par contre, éliminées par l'inondation.

Bulbostylis hispidula, souvent abondant, est accompagné d'*Indigofera nummulariifolia*, de *Perotis scabra*, de *Zornia glochidiata*, de *Merremia pinata*,... La présence de ces plantes dans une parcelle est de mauvais augure

pour le riziculteur. Non seulement elles signalent un substrat pauvre mais annoncent aussi que la rizière ne sera inondée que lors des années à forte pluviosité.

8. Les groupes socio-écologiques des rizières tardivement asséchées

Certaines rizières "profondes" et celles aménagées dans les principales dépressions des dunes littorales ont un sol fortement humifère, à fraction minérale argileuse ou sablo-argileuse. Des remontées salines s'y font parfois sentir. Ce substrat ne se découvre que tardivement, souvent seulement à la fin de la saison sèche. Il est alors colonisé par une végétation pauvre en espèces, celles-ci étant éventuellement représentées par de nombreux individus. La plupart de ces plantes ont un port prostré, possèdent des tiges étalées sur le substrat, mouillé ou frais. Normalement, elles sont éliminées lors du labour.

Trois groupes socio-écologiques ont été reconnus chez les espèces croissant dans ce type de station.

a. Le groupe à *Coldenia procumbens*

Le groupe à *Coldenia procumbens*, souvent mono-spécifique, signale des sols franchement argileux, se crevassant à l'état sec, comme c'est le cas dans certaines rizières "profondes".

b. Le groupe à *Grangea ceruanoides*

Les espèces humicoles du groupe à *Grangea ceruanoides* (= *G. mada-raspatana*) sont notées sur des substrats humides à fraction minérale sablo-argileuse. L'espèce-guide a souvent un degré de recouvrement élevé, parfois supérieur à 80 % de la surface de la rizière. Elle est accompagnée, le cas échéant, par *Oldenlandia capensis*, *Frankenia pulverulenta*, *Nesaea radicans*, *Fimbristylis squarrosa*, *Digitaria debilis*...

c. Le groupe à *Glinus oppositifolius*

Les espèces du groupe à *Glinus oppositifolius* sont des plantes pionnières installées sur un substrat très mouillé, fortement humifère, dans des stations inondées durant la plus grande partie de l'année par une eau noirâtre, à la fois oligohaline et dystrophe par l'abondance de l'humus en suspension. *Glinus oppositifolius* et la graminée *Paspalidium geminatum* deviennent fréquemment les espèces dominantes dans le couvert.

9. Le groupe socio-écologique nitrophile à *Paspalum scrobiculatum*

La florule commensale des rizières, principalement lorsque le sol de celles-ci est de bonne qualité, comprend de nombreuses espèces nitrophiles, c'est-à-dire signalatrices d'un substrat relativement riche en azote. Le nombre d'individus ainsi que leur vitalité dépendent, d'une façon générale, du

volume et de la qualité de l'engrais azoté apporté à la rizière. Les principales espèces de cet ensemble sont *Paspalum scrobiculatum* (= *P. orbiculare*), *Setaria pumila* (= *S. pallidifusca*), *Digitaria ciliaris*, *Cyperus tenuiculmis*, *Cassia mimosoides*, *Tephrosia linearis*, *Oldenlandia corymbosa*, *Mitracarpus hirtus* (= *M. villosus*, = *M. scaber*), *Spermacoce verticillata* (= *Borreria verticillata*), *Sida urens*, *Hibiscus asper*, *Caperonia serrata*, *Eclipta prostrata*, *Spilanthus uliginosa*...

Ces nitrophytes, qui s'introduisent dans la plupart des cultures tropicales, irriguées ou non irriguées, sont nettement désavantagés par les techniques mises en œuvre par les riziculteurs casamançais. En effet, ces plantes ne supportent qu'une inondation de courte durée ou ne la supportent pas du tout. Celles dont les graines ont germé lors des premières pluies sont donc souvent éliminées. Les plantes nitrophiles réapparaissent éventuellement en nombre lorsque la baisse des eaux est amorcée. A ce moment, le riz, déjà vigoureux, ne souffre pas trop de la concurrence qui lui est faite par les plantes commensales.

La plupart des nitrophytes observés dans les rizières sont annuels ou sont des plantes pérennantes fleurissant très précocement. Nombreuses sont les espèces qui ont une aire de distribution très vaste, souvent pantropicale.

10. Le groupe socio-écologique rudéral à *Synedrella nodiflora*

Les espèces rattachées au groupe socio-écologique à *Synedrella nodiflora* sont des plantes franchement rudérales dont la présence dans une rizière signale un substrat particulièrement riche en composés azotés. *Chloris pilosa*, *Cyperus esculentus*, *C. rotundus*, *Synedrella nodiflora*, *Hyptis suaveolens*, *Crotalaria goreensis*, *Cassia tora*, *Urena lobata*, *Triumfetta rhomboides*, *Melochia melissifolia*, *Amaranthus spinosus*, *Physalis angulata*,... sont des représentants de ce groupe indicateur d'un sol très favorable à la culture de la céréale.

Les graminées *Eleusine indica* et *Dactyloctenium aegyptium* résistent au piétinement et sont particulièrement fréquentes et abondantes dans les rizières pâturées, de façon relativement intensive, après la moisson.

11. Le groupe socio-écologique à *Centella asiatica*

Les espèces relevant des groupes socio-écologiques reconnus précédemment sont des héliophytes stricts ou des plantes qui tolèrent un ombrage léger, celui, par exemple, porté par le feuillage de quelques palmiers à huile, *Elaeis guineensis*, espèce fréquemment épargnée lors du défrichage qui précède l'aménagement des rizières "moyennes" et "hautes". Les palmiers sont parfois juchés au sommet de grandes termitières coniques, non arasées. Des pieds isolés d'*Acacia albida*, défeuillés durant la saison de végétation du

riz, sont également souvent présents dans les rizières. Comme toutes les Légumineuses, cet *Acacia* possède, sur ses racines, des nodosités bactériennes qui prélèvent l'azote présent dans l'atmosphère du sol. Les feuilles de l'arbre, qui tombent sur le substrat au début de la saison des pluies, constituent donc un engrais naturel dont les plantules de riz peuvent profiter.

Certaines espèces commensales supportent plus facilement que d'autres d'être ombragées. On les trouve plus particulièrement dans les rizières où la densité des palmiers est relativement importante. Ces plantes participent à un groupe socio-écologique particulier dont les principaux composants sont *Centella asiatica* et *Nelsonia canescens*. Ces deux espèces supportent l'inondation durant laquelle leurs organes végétatifs se développent de façon exubérante. Les plantes ne fleurissent pourtant qu'après le retrait de l'eau. La présence d'autres sciaphytes est accidentelle. C'est ainsi qu'*Asystasia gangetica* et *Mariscus cylindrostachys*, deux plantes forestières, sont parfois notées dans les rizières.

Les rizières les plus ombragées sont celles qui ont été aménagées au niveau d'un suintement d'eau douce. Il est donc parfois difficile d'identifier le facteur écologique qui détermine la présence de certaines espèces : tolérance à l'ombrage ou préférence pour un sol maintenu longtemps humide ?

IV. LES INDICATEURS ÉCOLOGIQUES DANS LES RIZIÈRES : PERSPECTIVES D'UTILISATION FUTURE

Les pages qui précèdent suggèrent qu'il est utile d'affiner l'évaluation de la valeur indicatrice des espèces commensales des rizières en ce qui concerne les caractères de leur environnement.

Une méthode de travail, proposée par ELLENBERG et coll. (1991), permet de répondre à cette demande. Elle consiste à attribuer à chacune des espèces "adventices" des "coefficients d'importance", se rapportant aux principaux paramètres de l'environnement, en complément d'un relevé de la végétation d'une parcelle de rizière. La documentation ainsi réunie donnera une base objective à la définition des "groupes socio-écologiques".

a. La lumière (symbole : L) : l'éclairement relatif est mesuré avec une cellule photo-électrique. L'importance du rayonnement lumineux qui atteint les feuilles d'une plante peut être codifiée par une échelle à trois degrés :

1 : Ombrage important. La plante reçoit moins de 10 % du rayonnement lumineux maximal, au moment de la notation.

2 : Ombrage léger. La plante reçoit un éclairement inférieur à 50 % de la luminosité totale.

3 : Pleine lumière.

b. La texture du sol (symbole : S), laquelle dépend du volume des particules qui le constituent, est déterminée par des méthodes classiques en pé-

dologie; elle peut déjà être sommairement appréciée en triturant entre les doigts un peu de terre prélevée vers -2 cm.

1 : Sable grossier (diamètre des particules compris entre 2 mm et 200 μm). Les particules sont visibles à l'œil nu.

2 : Sable fin (diamètre des particules compris entre 200 μm et 50 μm). Le sable gratte la peau lorsqu'il est frotté entre deux doigts.

3 : Limon (diamètre des particules compris entre 50 μm et 2 μm). Un échantillon de terre trituré entre les doigts donne une sensation d'onctuosité.

4 : Argile (diamètre des particules inférieur à 2 μm). L'échantillon peut être pétri en une petite boulette qui ne s'effrite pas.

c. La teneur en eau (symbole : E) :

1 : Sol sec (vers -2 cm).

2 : Sol frais ou humide (vers -2 cm).

3 : Sol mouillé (vers -2 cm).

4 : Sol inondé.

La teneur en eau d'un échantillon de sol, à un moment donné peut facilement être mesurée. Il suffit de placer environ 200 g de terre dans un sac en matière plastique fermant hermétiquement. Au laboratoire, le sac, non ouvert, est pesé avec son contenu. Le sac est ensuite ouvert pour faire sécher l'échantillon (qui reste dans le sac) au soleil ou dans une étuve. Le sac, avec son contenu sec, est pesé. La différence entre les deux valeurs est le poids de l'eau contenue dans l'échantillon. Ce poids est habituellement exprimé en % du poids sec. Les valeurs limites admises pour définir les coefficients 1, 2 et 3 devront être précisées. Si le sol est inondé, la hauteur de la nappe peut être évaluée à l'aide d'un bâton sec, placé verticalement sur le sol, sans y être enfoncé.

d. Le pH d'un sol humide ou celui de l'eau d'inondation (symbole : R : réaction ionique) peut être déterminé en utilisant un pH-mètre de campagne ou, de façon plus grossière, des bandelettes de papier indicateur. Une échelle à 5 degrés peut être proposée :

1 : pH supérieur à 8 (fortement alcalin).

2 : pH égal à 7 ou compris entre 7 et 8 (neutre à alcalin).

3 : pH compris entre 6 et 7 (faiblement acide à neutre).

4 : pH compris entre 5 et 6 (acide).

5 : pH inférieur à 5 (nettement acide).

e. Teneur en azote (symbole : N) :

1 : Substrat pauvre en azote.

2 : Substrat normalement pourvu en azote.

3 : Substrat riche en azote.

4 : Substrat particulièrement riche en azote.

f. Teneur du sol en sel marin (symbole : Cl) :

- 1 : Substrat dépourvu de sel.
- 2 : Substrat oligohalin.
- 3 : Substrat mésohalin.
- 4 : Substrat hyperhalin (évident si le sol est couvert d'efflorescences salées!).

g. Teneur du sol en matières organiques (symbole : C) :

- 1 : Sol presque entièrement dépourvu de matières organiques.
- 2 : Sol pauvre en matières organiques.
- 3 : Sol bien pourvu en matières organiques.
- 4 : Sol très riche en matières organiques.

Les classes de variation des paramètres e, f et g ne peuvent être déterminées que dans un laboratoire équipé pour de pareilles analyses.

Il suffit d'écrire à la suite du nom d'une espèce notée dans un relevé de la végétation les coefficients obtenus pour avoir une représentation synthétique des conditions d'existence de cette espèce, à un moment et en un endroit donnés. Nous aurons, par exemple, pour *Bacopa decumbens* : L3, S2, E3, R2, N2, Cl2, C2.

Toutes les plantes notées dans un relevé de la végétation d'une station bien homogène (le sommet des banquettes d'une rizière, par exemple) auront évidemment le même signalement écologique.

En comparant entre eux un nombre suffisant (une vingtaine) de "signalements écologiques" d'une même espèce, notés dans des relevés provenant d'une même région climatique, il est possible de formuler de façon relativement précise les exigences minimales, optimales et maximales de cette espèce pour 7 facteurs de l'environnement. La documentation ainsi obtenue permettra de définir, de façon objective, des "groupes socio-écologiques" dans la végétation commensale des rizières.

REMERCIEMENTS

M. J. Lambinon a eu l'amabilité de lire et de critiquer ce texte avant sa remise à l'imprimeur. Nous le remercions bien vivement.

BIBLIOGRAPHIE

- AUBREVILLE, A., 1948.- La Casamance. *Agron. Trop.*, **3**: 25-32.
BERHAUT, J., 1971-1979.- Flore illustrée du Sénégal [incomplet]. Vol. **1**, 626 pp., 1971. Vol. **2**, 695 pp., 1974. Vol. **3**, 634 pp., 1975. Vol. **4**, 625 pp., 1975. Vol. **5**, 658 pp., 1976. Vol. **6**, 636 pp., 1979. Dakar.
BRAUN-BLANQUET, J., 1964.- Pflanzensoziologie, 3^e éd. Vienne et New-York, 865 pp.

- DUVIGNEAUD, P., 1946.- La variabilité des associations végétales. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, **78**: 107-134.
- DUVIGNEAUD, P., 1974.- La synthèse écologique. Paris, 296 pp.
- ELLENBERG, H., 1956.- Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde, In WALTER, H., Einführung in die Phytologie. Grundlagen der Vegetationsgliederung (IV,1). Stuttgart, 136 pp.
- ELLENBERG, H. & MUELLER-DOMBOIS, D., 1967.- A key to Raunkiaer plant live forms with revised subdivisions. *Ber. Geobot. Inst. Rübel*, **37**: 56-73.
- ELLENBERG, H. & MUELLER-DOMBOIS, D., 1974.- Aims and methods of vegetation ecology. New-York, xx + 547 pp.
- ELLENBERG, H. et coll., 1991.- Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, 3^e éd. Göttingen, 248 pp.
- GRIME, J.P., 1979.- Plant strategies and vegetation processes. Chichester, 222 pp.
- JACQUES-FÉLIX, H. & CHEZEAU, R., 1960.- Sols et groupements végétaux de la zone littorale de la Guinée dans leurs rapports avec la riziculture. II: La région de Koba. *Agron. Trop.*, **15**: 609-623.
- LEBRUN, J.P., 1973.- Enumération des plantes vasculaires du Sénégal. *Inst. Elevage Médecine Vétér. Pays Trop. Etude botanique*, **2**, 209 pp.
- LEBRUN, J.P. & STORK, A., 1991-1997.- Enumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale. Vol. **1**, 249 pp., 1991. Vol. **2**, 256 pp., 1992. Vol. **3**, 341 pp., 1995. Vol. **4**, 712 pp., 1997. Genève.
- MIÈGE, J., HAINARD, P. & TCHEREMISSOFF, G., 1976.- Aperçu phytogéographique sur la Basse Casamance. *Boissiera*, **24**: 461-471.
- PÉLISSIER, P., 1966.- Les paysans du Sénégal. Les civilisations agraires du Cayor à la Casamance. Saint-Yrieix, 939 pp.
- RADWANSKI, S.A. & WICKENS, G.E., 1967.- The ecology of *Acacia albida* on mantle soils in Zalingei, Jebel Marra. *Journ. Appl. Ecol.*, **4**: 569-579.
- RAUNKIAER, C., 1905.- Types biologiques pour la Géographie botanique. *Oversigt K. Dansk Vidensk. Selsk. Forhandl.*, **1905**: 347-437.
- SAOS, J.L. et coll., 1987.- Aspects géologiques et géomorphologiques de la Casamance. Etude de la sédimentation actuelle. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, **20**: 219-232.
- VANDEN BERGHEM, C., 1978.- Note sur la valeur indicatrice de quelques plantes adventices des rizières de la Basse Casamance (Sénégal). *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.*, **48**: 119-123.
- VANDEN BERGHEM, C., 1982a.- Le taillis à *Malacantha alnifolia* et *Zanthoxylum zanthoxyloides* du plateau de Cabrousse-Diembéréng en Basse Casamance (Sénégal méridional). *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.*, **52**: 249-264.
- VANDEN BERGHEM, C., 1982b.- Initiation à l'Etude de la Végétation, 3^e éd. Meise, 363 pp.
- VANDEN BERGHEM, C., 1988.- Flore illustrée du Sénégal (J. BERHAUT). Tome IX: Monocotylédones. Dakar, 522 pp.
- VANDEN BERGHEM, C., 1994.- La culture itinérante sur des brûlis, en Basse Casamance occidentale (Sénégal méridional). L'évolution de la végétation. *Lejeunia*, N.S., **144**, 26 pp.
- VANDEN BERGHEM, C., 1997.- La végétation des plaines alluviales et des terrasses sablonneuses de la Basse Casamance (Sénégal méridional). *Lejeunia*, N.S., **154**, 195 pp.
- ZÓLYOMI, B. et coll., 1997.- Einreihung von 1400 Arten der ungarischen Flora in ökologische Gruppen nach TWR-Zahlen. *Fragmenta Bot. Mus. Hist. Nat. Hung.*, **4**: 101-142.