

AMÉLIORATION DE LA PRODUCTION FOURRAGÈRE EN CÔTE-D'IVOIRE PAR L'OBTENTION DE NOUVELLES VARIÉTÉS DE *PANICUM MAXIMUM*

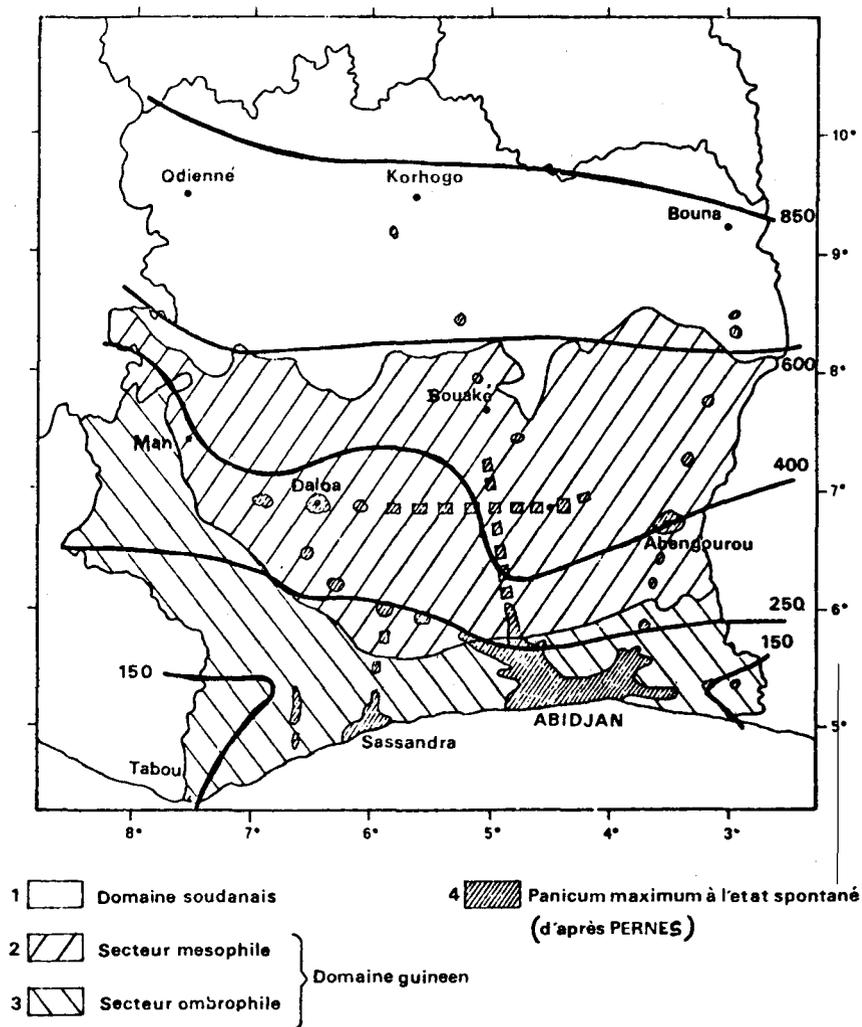
INTRODUCTION

P*ANICUM MAXIMUM* JACQ. EST UNE PLANTE FOURRAGÈRE PÉRENNE CULTIVÉE DANS LES RÉGIONS TROPICALES ET HUMIDES. SON IMPLANTATION ACTUELLE EN Côte-d'Ivoire couvre essentiellement la zone guinéenne, c'est-à-dire la forêt dense et humide. Dans ces régions, la pluviométrie annuelle varie de 1.100 mm à 2.000 mm, selon un gradient nord-sud et sa répartition varie de 1 à 2 saisons des pluies. La saison sèche y dure de deux à six mois selon les années et les lieux et s'accompagne dans le nord de la zone guinéenne d'un vent frais, l'Harmattan. Mais c'est le déficit hydrique cumulé qui détermine, en Côte-d'Ivoire, l'aire de répartition naturelle de *Panicum maximum* et limite les possibilités de son utilisation intensive. Dans la zone considérée, ce déficit varie de 150 mm à 600 mm (figure 1).

par M. Noirot,
J. Pernes,
R. Chaume et
J. René

A cette diversité climatique s'associe une diversité pédologique. En Basse-Côte (région côtière), les sols sont ferrallitiques, acides et dépourvus de potassium, de calcium et de magnésium assimilables par les plantes. Ils

FIGURE 1
 RÉPARTITION NATURELLE DE *PANICUM MAXIMUM*
 EN CÔTE-D'IVOIRE EN RELATION AVEC LA VÉGÉTATION
 ET LE DÉFICIT HYDRIQUE CUMULÉ



sont soit remaniés et présentent alors une structure gravillonnaire, soit appauvris et possèdent une structure sableuse. Leur acidité et leur pauvreté diminuent au fur et à mesure que l'on pénètre vers l'intérieur du pays. Cette double variabilité, pédologique et climatique, entraîne pour les sélectionneurs la nécessité d'offrir aux utilisateurs un éventail de variétés adaptées à ces milieux.

La reproduction particulière de *Panicum maximum*

La grande majorité des souches naturelles de *P. maximum* se caractérise par leur nature polyploïde et par un mode de reproduction particulier : l'apomixie facultative (WARMKÉ H.E., 1954 ; COMBES D. et PERNES J., 1970 ; COMBES D., 1975). Les descendants par semis d'une souche donnée ont en quasi-totalité le même génotype, celui de la plante-mère. Il s'agit pratiquement de descendances clonales, très homogènes, identiques à celles obtenues par éclats de souches, avec de rares plantes « hors-type » issues de la sexualité. Un tel mode de reproduction présente l'énorme avantage de maintenir constante la vigueur d'une variété au cours des générations de multiplication (SAVIDAN Y., 1978). Il a pour conséquences pratiques sur la sélection le choix d'un seul paramètre génétique — l'héritabilité au sens large — et d'une méthode — la sélection clonale. En revanche, l'apomixie interdit la recombinaison génétique ; l'amélioration n'est alors possible qu'au travers du taux résiduel de sexualité.

La découverte de formes entièrement sexuées et diploïdes (COMBES D. et PERNES J.), a élargi la voie de l'amélioration. Le traitement de ces plantes par la colchicine donne des tétraploïdes sexués fécondables par le pollen provenant d'une souche apomictique (PERNES J., 1975 ; COMBES D.). Un tel croisement donne en moyenne autant d'hybrides sexués que d'hybrides apomictiques (SAVIDAN Y., 1982). Le sélectionneur ne retiendra pour la vulgarisation que les meilleurs hybrides apomictiques.

Les recherches conduites par l'O.R.S.T.O.M.

Les recherches faites par l'O.R.S.T.O.M. dans le domaine de l'amélioration qualitative et quantitative de cette espèce fourragère ont débuté en Basse-Côte, près d'Abidjan, en 1964, et se sont développées ensuite dans le

nord de la zone guinéenne, en collaboration avec le Département Élevage de l'I.D.E.S.S.A. sis à Bouaké. Les premiers travaux ont consisté à réunir la variabilité du groupe des *Maximae* au sein d'une collection (PERNES J.), à sélectionner des variétés fourragères à haut rendement (ORSTOM G23 et ORSTOM K187B) et à mettre au point un schéma d'amélioration génétique (PERNES J. et *al.*, 1975).

Dans la pratique, la sélection des variétés se fait en trois étapes. Les souches présentant un aspect fourrager (vigueur et tallage important, densité élevée de feuillage, etc.) sont testées près d'Abidjan pour leur comportement en monoculture dense. Les meilleures, associant à la fois une forte productivité, une seule épiaison annuelle de septembre à octobre et une bonne appétibilité, sont ensuite comparées pour leurs aptitudes semencières à Bouaké. Enfin, les sélections produisant plus de 200 kg/ha de semences, sont expérimentées dans différentes structures d'accueil (Sodepra, Sodepalm, Palmindustrie, etc.) réparties dans la zone de climat guinéen. On y étudie alors leurs potentialités d'adaptation à des conditions particulières en ne se limitant pas seulement aux caractéristiques pédologiques et climatiques locales, mais en considérant aussi la résistance au piétinement, à l'ombrage (implantation sous cocoteraies) ou bien encore le type d'exploitation (ovins/bovins, pâturage/ensilage, intensif/extensif).

Les résultats obtenus

La synthèse des résultats obtenus au cours d'essais fourragers réalisés en conditions intensives entre 1972 et 1980 fait ressortir l'importance des progrès acquis à ce jour. L'utilisation de l'analyse en composantes principales permet la décomposition du comportement en quelques facteurs indépendants et stables sur lesquels sont appliqués différents seuils de sélection. Ainsi, les 33 nouvelles variétés acquises se caractérisent par une forte vigueur (celle-ci autorise la première année des rythmes d'exploitation de 3 à 4 semaines), un taux de matière sèche supérieur à 17 % (et pouvant atteindre 26 %) et un comportement floral assurant un compromis entre les potentialités semencières et l'utilisation en pâturage. D'autre part, leur diversité permet de répondre aux différents types d'utilisation. Huit de ces variétés sont actuellement multipliées en Côte-d'Ivoire.

*Nouvelles variétés de
Panicum maximum*

I. LE MATÉRIEL VÉGÉTAL

1. Présentation de la collection

La collection vivante de *P. maximum* Jacq., installée à Adiopodoumé, est un bon exemple de conservation et d'utilisation de la variabilité naturelle d'une espèce cultivée et pérenne. Sa conception et son entretien minimise les risques d'érosion génétique. Chaque écotype est représenté par une ligne de vingt plants espacés de 50 cm, tandis qu'une distance d'un mètre sépare chaque ligne. Trois coupes par an (15 mars, 15 juillet et 15 novembre) font coïncider les rythmes de la plante (alternance entre les phases de repos, de développement végétatif et d'épiaison) et saisonniers (saisons des pluies et saisons sèches). Enfin, cette collection reçoit annuellement (le 15 novembre), une fertilisation phospho-potassique (respectivement 50 et 100 kg/ha de P et K), tandis que l'apport azoté a lieu après chaque coupe sous forme d'urée (50 kg N/ha). Ces apports sont associés à un sarclage manuel. Une telle conduite minimise les pertes sur la ligne, même chez les clones les moins vigoureux : le taux de mortalité moyen des pieds après chaque coupe est inférieur à 2/1000. Les pertes sont aussitôt remplacées.

Près de huit cent génotypes sont répartis en deux groupes distincts quant à leur utilisation et leur évolution (tableau I). Le premier est une collection statique caractérisée par une absence d'évolution et le maintien d'effectifs constants. Elle renferme :

- 313 souches issues de prospections en Afrique de l'Est (Kenya et Tanzanie), dont 21 souches diploïdes et sexuées,
- 131 introductions originaires de différents Instituts tropicaux de recherches fourragères,
- 8 numéros représentatifs de la variabilité naturelle de l'espèce en Côte-d'Ivoire.

Le deuxième groupe, ou collection dynamique, renferme au contraire la variabilité créée et se caractérise par une évolution vers une augmentation générale de la vigueur couplée à un maintien de la diversité. Elle se décompose en quatre sous-ensembles d'après la nature, l'origine et le devenir du matériel végétal. Les plantes des trois premiers sous-groupes

TABLEAU I
LA COLLECTION DE *P. MAXIMUM* EN CÔTE-D'IVOIRE :
CLASSIFICATION ET CARACTÉRISTIQUES

	ENSEMBLE STATIQUE	ENSEMBLE DYNAMIQUE
OBJECTIFS	<ul style="list-style-type: none"> - Maintien de la diversité - Absence d'évolution 	<ul style="list-style-type: none"> - Maintien de la diversité - Amélioration
ORIGINES	<ul style="list-style-type: none"> - Prospections - Introduction 	<ul style="list-style-type: none"> - Hybridation - Autofécondations - Polyploïdisation - Haploïdisation - etc...
SOUS-ENSEMBLES	<ul style="list-style-type: none"> - des clones sexués d'Afrique de l'Est - des clones apomictiques d'Afrique de l'Est - des souches naturelles de Côte d'Ivoire (apomictiques) - des souches introduites (apomictiques) 	<ul style="list-style-type: none"> - 97 hybrides diploïdes - 89 hybrides tétraploïdes et sexués - 87 hybrides tétraploïdes et apomictiques - Divers (poloploïdes artificiels (7), aploïdes (2), autofécondations (15), etc...(12))

sont issues de croisements contrôlés. Les hybrides réalisés au niveau diploïde appartiennent à l'ensemble des hybrides diploïdes sexués, améliorés et diversifiés, et sont destinés à être polyploïdisés. Ils interviennent alors dans des croisements entre plantes sexuées et apomictiques conduisant à deux types de descendants : sexués et apomictiques. Les plants présentant un intérêt sont retenus et intégrés soit au groupe des hybrides tétraploïdes, sexués, améliorés et diversifiés, soit au groupe des hybrides tétraploïdes, apomictiques, améliorés et diversifiés, et seront utilisés comme géniteurs. S'ils sont apomictiques, ils sont aussi testés dans des essais variétaux en vue de leur utilisation. Enfin, le dernier sous-ensemble de la collection dynami-

que est une classe hétérogène où sont réunis les tétraploïdes artificiels digéniques, les haploïdes sexués (ces deux types de plantes permettent le passage de la variabilité d'un niveau chromosomique à un autre), etc.

2. Origine du matériel végétal sélectionné

Jusqu'en 1974, l'amélioration fourragère s'est effectuée par sélection clonale au sein de la collection statique. Parallèlement, les techniques d'hybridations contrôlées se sont affinées et le groupe des hybrides apomictiques s'est agrandi en nombre et en qualité, permettant le choix de nouvelles variétés performantes. Durant cette période, les croisements ont été réalisés pour des études génétiques (CHAUME R., 1978 ; SAVI-DAN Y., 1980). Les parents y ont été choisis pour représenter la variabilité naturelle et ne possèdent pas nécessairement des caractéristiques agronomiques intéressantes.

II. LA MÉTHODE DE SÉLECTION

1. Le premier choix

Le premier tri est visuel, après une coupe à 15 cm du sol. En effet, au cours de la repousse des jours suivants, les jeunes feuilles ou portions de feuilles, à port dressé, ont une activité photosynthétique particulièrement efficace et permettent le rétablissement général du tallage et de la croissance racinaire. C'est pourquoi, on choisit les clones dont les feuilles se sont le plus allongé dans la semaine qui suit la coupe. Si ces clones présentent en plus beaucoup de feuilles et peu de tiges, ils sont introduits dans des essais comparatifs de comportement.

2. Les essais comparatifs de comportement

Ces essais sont implantés par éclats de souches avec un écartement de 50 cm en tous sens. Les clones y sont jugés dans un système de production intensif : irrigation en saison sèche, fertilisation après chaque exploitation

(50 kg N/ha sous forme d'urée) et coupes toutes les 4 à 5 semaines. Les notations débutent après deux fauches de régularisation et se poursuivent pendant un an. Elles comprennent des mesures de productivité (quantités de matière verte, de matière sèche et de matière sèche foliaire), auxquelles se rajoutent des données concernant la qualité du fourrage (taux de feuilles et de matière sèche, teneur en azote), le tallage (nombre de talles par kg de matière verte, nombre total de talles) et l'épiaison (nombre de talles fleuries). Enfin, ces expérimentations se terminent par un test d'appétibilité par les bovins.

L'analyse en composantes principales permet de ramener l'ensemble de ces variables à un nombre restreint de facteurs stables, indépendants et représentatifs de phénomènes biologiques sous-jacents. On dégage ainsi trois facteurs. Le premier reflète la vigueur générale, c'est-à-dire la capacité de synthèse des souches testées. Il associe en effet des critères de productivité tels la matière sèche, la matière verte et la matière sèche foliaire. Le deuxième facteur, de nature phénologique oppose les souches peu remontantes aux variétés remontantes présentant des pourcentages de feuilles et de matière sèche moindres. Chez *P. maximum*, les tiges sont gorgées d'eau lors de la montaison ce qui explique la liaison positive observée entre la proportion de feuilles et la teneur en matière sèche lors de coupes effectuées à quatre semaines. Le troisième facteur permet la distinction entre les clones ne présentant qu'un pic floral en octobre et ceux montrant un deuxième pic en mai. Une variété est donc caractérisée par trois facteurs indépendants : sa *vigueur* (facteur 1), son *aptitude à fleurir* (facteur 2) et sa *période de montaison* (facteur 3). La sélection de souches ne fleurissant intensément qu'en octobre et assurant le reste de l'année une production fourragère importante et de qualité est alors aisée.

Les teneurs en azote ne sont pas différentes d'un clone à l'autre, mais sont fortement influencées par l'environnement. La teneur moyenne enregistrée en avril est de 3,43 % et dépasse largement les valeurs obtenues en juillet (2,14 %) et en octobre (2,53 %). Ce caractère n'est actuellement pas pris en considération dans la sélection des variétés.

L'appétibilité, testée par un troupeau de bovins (race N'Dama), dépend étroitement de la floraison et de la pilosité. Sélectionner sur le pourcentage de feuilles revient, en contre-sélectionnant la remontaison, à

améliorer l'appétibilité. Les variétés peuvent être classées en quatre groupes bien distincts selon leur appétibilité. Ces groupes correspondent en réalité à des modalités différentes d'expression de la pilosité des feuilles. Les souches à poils longs et abondants sont refusées, alors que les variétés glabres sont broutées à 100 %.

3. Les interactions génotype-milieu

Le choix des variétés en un seul lieu (Adiopodoumé) alors qu'elles sont destinées à l'ensemble de la Côte-d'Ivoire n'est possible que si les interactions entre les génotypes et les conditions locales sont faibles. La valeur d'un clone dans une zone donnée doit être considérée comme la résultante entre une aptitude générale et une aptitude locale. L'importance relative de ces deux aptitudes conditionne le choix des lieux de sélection et le niveau des seuils.

Pour le caractère « taux de matière sèche » par exemple, la corrélation entre Abidjan et Bouaké est positive et élevée ($r = + 0,86$). A l'inverse, l'absence de corrélation pour le rendement en matière sèche indique une prépondérance de l'aptitude locale pour ce caractère. La sélection à Abidjan devra être douce et complétée à Bouaké, alors que pour le taux de matière sèche, nous pourrions nous permettre un seuil élevé et localiser la sélection en un seul lieu.

III. LES VARIÉTÉS FOURRAGÈRES SÉLECTIONNÉES

1. Sélection dans la collection des souches prospectées et introduites

Une expérimentation de deux ans (1973-1974) sur 62 origines a permis l'isolement de vingt « numéros » de rendement supérieur au meilleur des témoins, la variété G23 (31,2 t/ha/an). Seize d'entre eux sont apomictiques et produisent entre 31,8 et 43,1 t/ha/an de matière sèche avec un taux de matière sèche compris entre 17,6 % et 20,8 % (CHAUME, 1985). Ces numéros ont été transférés à Bouaké en 1975 pour tester leur production

grainière (NOIROT M. et al., 1985). Ce sont toutes des variétés provenant des prospections en Afrique de l'Est. Parmi celles-ci, nous retiendrons la présence de la variété T58 actuellement vulgarisée en Côte-d'Ivoire.

2. Sélection au sein des souches obtenues artificiellement

Les variétés C1 et 1A3 furent les premières obtenues et sélectionnées. Elles ont produit respectivement 34,0 et 38,7 t/ha/an dans une expérience où K187B et 267 figuraient avec 20,5 et 24,5 t/ha/an (CHAUME). La variété C1 mérite d'être mentionnée, non seulement pour son aspect morphologique (talles et feuilles fines), mais aussi pour son taux élevé de matière sèche : 26,7 %. Elle présente ainsi un intérêt certain pour l'élevage des ovins.

A la suite de nouveaux croisements, ce sont 44 nouveaux hybrides qui ont été comparés aux témoins K187B, 267 et 1A3 en 1978. De cet essai, treize sélections ont été retenues. Six présentent un seul pic floral en octobre, alors que les autres ont un deuxième pic en mai. Leurs résultats fourragers montrent la supériorité des hybrides par rapport aux témoins K187B et 267, tant du point de vue quantitatif (la variété 2A4 avec 37,5 t/ha/an a produit 74 % de plus que la variété 267) que qualitatif (toutes les variétés ont un pourcentage de feuilles supérieur à 72 % et une teneur en matière sèche supérieure à 20 %).

Certaines d'entre-elles (2A4, 2A5, 2A6, 2A8 et 2A22) sont des hybrides issus de la variété C1 mentionnée ci-dessus et présentent ainsi un type morphologique intermédiaire permettant leur utilisation à la fois dans l'élevage ovin et bovin. D'autres ont un port plus classique de *P. maximum* ; c'est le cas de la variété 1A50.

IV. CONCLUSIONS

La poursuite des travaux de sélection fourragère sur *P. maximum* Jacq. au cours des années 1973-1980 s'est concrétisée par l'acquisition d'un éventail de nouvelles variétés, augmentant ainsi les possibilités d'adaptation

*Nouvelles variétés de
Panicum maximum*

à l'ensemble des situations écologiques de Côte-d'Ivoire. Cette amélioration et cette diversification n'ont pu se faire que grâce à la présence d'une variabilité importante réunie au sein d'une collection vivante et provenant d'Afrique de l'Est, mais aussi grâce aux possibilités d'hybridations offertes par la découverte de la sexualité au sein de ce groupe essentiellement apomictique (PERNES J. ; COMBES D.). En ajoutant le critère de la production grainière (NOIROT M. et *al.*), ce sont huit variétés nouvelles ORSTOM (T58, C1, 1A50, 2A4, 2A5, 2A6, 2A8 et 2A22) qui sont actuellement vulgarisées en Côte-d'Ivoire où elles remplacent les souches G23 et K187B, en associant une forte productivité à des qualités fourragères et semencières.

Elles répondent en effet aux critères définissant la variété idéale qui sont : haute productivité, bonne appétibilité et multiplication grainière facile. La sélection de telles variétés est d'autant plus aisée que la productivité, l'intensité de floraison et le profil de comportement floral, sont indépendants. A ces trois composantes du comportement général peuvent être associés des seuils différents de sélection, dont nous avons vu qu'ils étaient liés à l'importance des relations génotype-milieu. Actuellement, la qualité fourragère et le comportement floral font l'objet d'un tri sévère. Ne sont retenues que les variétés présentant un pourcentage de feuilles supérieur à 70 % et montrant au maximum deux pics de floraison (mai et octobre). A l'opposé, le seuil de sélection pour le rendement en matière sèche, moins élevé, autorise des possibilités d'adaptation à des conditions pédo-climatiques différentes.

Nous retiendrons une hiérarchie parmi les caractères agronomiques dont il faut tenir compte lors de la sélection. Le pourcentage élevé de feuilles nous paraît l'un des plus importants. Il indique non seulement l'absence de remontaison, mais aussi une augmentation générale des qualités nutritives (teneur élevée en matière sèche). L'absence de pilosité, qui détermine en grande partie l'appétibilité, est aussi un caractère facile à manipuler et efficace en sélection. Enfin, nous citerons la vitesse de repousse après coupe et la densité visuelle du feuillage, largement associées à la productivité et qui permettent une sélection efficace et rapide au sein des descendances hybrides. A l'inverse, la teneur en azote, influencée surtout par les conditions saisonnières, présente peu d'intérêt dans le choix des nouvelles variétés.

Actuellement, l'amélioration de la production fourragère se poursuit avec, pour finalité, une augmentation de la diversité génétique des variétés vulgarisées. Chaque année, près d'un millier d'hybrides sont créés par croisement, dont une trentaine entrent dans les essais de comportement. Ceci se traduit par l'acquisition annuelle, après les tests grainiers, de deux à trois variétés nouvelles, toujours supérieures, toujours plus diversifiées.

NOIROT M., RÉNÉ J.,
Laboratoire de Génétique,
O.R.S.T.O.M., Abidjan (Côte-d'Ivoire) ;
CHAUME R.,
O.R.S.T.O.M., Bondy (Seine-Saint-Denis) ;
et PERNES J.,
C.N.R.S. Gif-sur-Yvette (Essonne).

Remerciements

Nous remercions Messieurs CHARRIER A. et GILLET M. pour leurs judicieuses critiques lors de la rédaction de cet article.

LISTE DE MOTS-CLÉS

Afrique, amélioration variétale, apomixie, appétibilité, Côte-d'Ivoire, fourrage, graminées, interaction génotype-environnement, *Panicum maximum* Jacq, production de matière sèche, ressource génétique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CHAUME R. (1978) : *Analyse génétique des descendants de croisements sexués x apomictiques chez Panicum maximum*. I. Hérité de quelques caractères quantitatifs, D.F. PETROV Ed., Novosibirsk (en russe).

*Nouvelles variétés de
Panicum maximum*

- CHAUME R. (1985) : « Organisation de la variabilité génétique du complexe agamique *Panicum maximum* en vue de son utilisation en amélioration des plantes », *Travaux et Documents ORSTOM*, 184.
- COMBES D. (1975) : « Polymorphisme et modes de reproduction dans la section des *Maximae* du genre *Panicum* (Graminées) en Afrique », *Mémoires ORSTOM*, 77.
- COMBES D. et PERNES J. (1970) : « Variations dans les nombres chromosomiques du *Panicum maximum* Jacq. en relation avec le mode de reproduction » *C.R.Acad.Sci.*, 270, pp. 782-785.
- NOIROT M., MESSAGER J.L., DUBOS B., MIQUEL M. et LAVOREL O. (1986) : « La production grainière des nouvelles variétés de *Panicum maximum* Jacq. sélectionnées en Côte-d'Ivoire », *Fourrages 106* (à paraître).
- PERNES J. (1975) : « Organisation évolutive d'un groupe agamique : la section des *Maximae* du genre *Panicum* (Graminées) », *Mémoires ORSTOM*, 75.
- PERNES J., RENE J., CHAUME R., LETENNEUR L., ROBERGE G. et MESSAGER J.L. (1975) : « *Panicum maximum* (Jacq.) et l'intensification fourragère en Côte-d'Ivoire », *Rev. Elev. Med. vet. Pays trop.*, 28, pp. 239-264.
- SAVIDAN Y. (1978) : « L'apomixie gamétophytique chez les Graminées et son utilisation en Amélioration des Plantes », *Ann. Amélior. Plantes*, 28, pp. 1-9.
- SAVIDAN Y. (1980) : « Chromosomal and Embryological Analyses in Sexual x Apomictic Hybrids of *Panicum maximum* Jacq. », *Theor. Appl. Genet.*, 57, pp. 153-156.
- SAVIDAN Y. (1982) : « Nature et hérédité de l'apomixie chez *Panicum maximum* Jacq. », *Travaux et Documents ORSTOM*, 153.