

UNIVERSITE NATIONALE DU ZAIRE  
CAMPUS DE KISANGANI  
FACULTE DES SCIENCES



DEPARTEMENT  
d'Ecologie et Conservation  
de la Nature

Etudes botanique, écologique et phénologique sur  
les cultures de maïs à Kisangani (Haut-Zaïre)

**KAMALEBO MUKUNGILWA**

**M E M O I R E**

Présenté en vue de l'obtention du grade  
de Licencié en Sciences

Option: **BIOLOGIE:**

Orientation: **Phytosociologie et  
Taxonomie Végétale.**

Année Académique 1978-79



I.- I N T R O D U C T I O N .-

1. But et intérêt de travail.-

Bien qu'il existe beaucoup de littérature traitant sur le maïs et sa culture d'une façon générale, nous n'avon<sup>s</sup> jusqu'à présent rencontré aucune indication précise sur les conditions locales de sa culture à Kisangani.

Le but de notre travail est donc d'expérimenter certaines variétés locales (nous en avons utilisées deux) afin de tirer des conclusions sur leur écologie et leur phénologie.-

Nous avons fait aussi des relevé<sup>s</sup> des plantes adventices sur les champs situés sur l'étendue de la ville de Kisangani et ses environs afin de nous fixer une certaine idée sur le<sup>s</sup> mauvaises herbes sociables aux cultures de maïs.

Le travail que nous vous présentons est le résultat des observations faites à partir de mois de mai 1978 au mois de juin 1979.-

Remarquons cependant que la première partie de ce travail intitulée "introduction " rassemble les données bibliographiques générales sur le maïs (son origine, ses différents types, etc ...) et sur notre milieu de travail, (données géographiques, climatiques, etc ... sur la ville de Kisangani).

Nous espérons donc que ce travail pourra servir de point de départ à tous ceux qui voudront entreprendre dans la suite, une étude sur le maïs à Kisangani, et que l'observation de certains points que nous soulignons ici, contribuera à l'accroissement de la production de maïs dans notre Sous-Région et ses environs.

2. Origine de maïs.-

2.1. Centre d'origine historique.-

L'Amérique centrale a joué un rôle important en tant que berceau de la culture de " Maïs ".-

.../...



Après avoir connu un premier essor chez les Toltèques et les Aztèques du Mexique, les Mayas de Guatemala, les Chibchas de Colombie, les Quichnas et les Incas du Pérou, la civilisation du maïs s'est propagée en Amérique septentrionale chez les Indiens anasazi et Pueblos de l'Ouest et chez les Mounds de l'Est(9). Les restes les plus anciens connus du maïs ont pu être datés de 4000 à 6000 ans environ(9). Par contre, BAKER(1) nous apprend que les grains de pollen, datant d'environ 60.000 ans, qui ont été trouvés suite aux fouilles faites à 30, 48 mètres sous la ville de Mexico sont supposés appartenir au maïs(1).-

Lors de l'arrivée des espagnoles, le maïs était une des bases de l'agriculture indigène de la Plata aux Etat-Unis.-

## 2.2. Centre d'origine géographique, du maïs (9).-

De CANDOLLE envisage dès 1881 que le maïs (*zea mays*) est originaire de Nouveau-Monde, et que la diffusion de sa culture dans l'Ancien-Monde s'est faite après la découverte de l'Amérique.-

Les investigations de l'expédition russe dirigée par BUKASOV en 1929 en Amérique centrale et australe ont permis de préciser la localisation géographique de divers types cultivés de maïs sur ce continent. Après l'analyse du matériel récolté au cours de cette mission, KULESHOV considère que le centre principal d'origine du maïs est à rechercher sur le plateau de Bdgota au Pérou.-

Plus récemment, en 1950, VALVILOV situe le centre primitif en Amérique centrale et au Sud de Mexique; un centre secondaire existerait en Amérique australe (Pérou, Equateur et Bolivie).-

## 2.3. Origine botanique du maïs(9).-

Le maïs n'a jamais été rencontré à l'état sauvage, on ne peut donc faire que des hypothèses sur l'état primitif de la plante.

A défaut du maïs sauvage, il importe de rechercher des affinités à celui-ci du côté de certaines graminées spontanées du continent américain.-

De nombreux auteurs admettent que les genres Euchlaena et Tri-

.../...

psacum, appartenant à la tribu des Andropogonées, apparaissent particulièrement apparentés au genre Zea.-

Eichlaena mexicana (Tiosinte) spontanée au Mexique est parfois cultivée comme fourrage; elle forme des touffes compactes et vigoureuses à tige succulentes atteignant 3 à 4 mètres de haut et à feuilles rubanées et larges, longues de un mètre.-

Tripsacum dactyloides herbe vivace en touffe, parfois utilisée comme fourrage, est spontanée aux Etats-Unis.-

Dès 1893, HARBERGER voyait dans Eichlaena mexicana un ancêtre très lointain et peut-être le véritable prototype sauvage du maïs cultivé. Il se basait sur la similitude morphologique indéniable, une homologie cytologique remarquable, le croisement facile et fertile entre la Tiosinte et le maïs, leur sensibilité commune à de mêmes parasites <sup>CR</sup> / cryptogamiques, enfin une évolution possible du premier vers le second sous l'effet de certaines conditions favorables du milieu de culture.-

A plusieurs reprises des hybrides naturels ont été donnés, en Amérique centrale, dans les champs de maïs où Eichlaena s'introduit comme mauvaise herbe.-

Le croisement entre maïs et Tripsacum est plus difficile à réaliser. L'hybridation réussit cependant assez bien avec du maïs à caractères primitifs venant des Andes.-

Par quel processus le tiosinte serait-il devenu maïs ? Plusieurs hypothèses ont été émises pour répondre à cette question. Parmi tant d'autres citons :

- BLAIRINGHEN (in 9) admet la possibilité d'une fasciation de l'inglorescence femelle chez <sup>la</sup> graminée mexicaine. Cette hypothèse est basée sur la mutation.-
- COLLINS (in 9) pense à l'hybridation de Tiosinte avec une autre espèce d'Andropogonée de la flore américaine.-
- D'autres expérimentateurs américains ont émis plus récemment l'hypothèse que le maïs s'est différencié à partir d'un ancêtre, aujourd'hui dis-

.../...



paru, qui serait commun à la fois au genre *Euchlaena* et au genre *Tripsacum*. En 1935 WEATHEWAX a dressé l'image de cet ancêtre présumé du maïs. Il envisage qu'il puisse offrir une ressemblance étroite avec un certain hybride trigénétique: *Zea x Euchlaena x Tripsacum* réalisé par MANGELSDORF et REEVES en 1939 (9).-

### 3. Position systématique et caractères botaniques.-

#### 3.1. Position systématique.-

Le maïs (*Zea mays*) est une plante appartenant à la classe des Monocotylédones, Ordre des Poales, familles des Poaceae et genre *Zea*.

Selon certains auteurs le genre *Zea* appartient la tribu des Andropogonées (9); d'autres par contre le classe<sup>nt</sup> dans la tribu des Maydées (13).-

#### 3.2. Caractères botaniques (13,22).-

##### 3.2.1. Appareil végétatif.-

Le développement de l'appareil végétatif est très important.

La tige est constituée d'une succession de noeuds et d'entrenoeuds, cylindriques à la partie supérieure, légèrement aplatie et nervurés à la partie inférieure. Sa hauteur moyenne est de deux mètres, et son diamètre au dessus de collet est de trois à quatre cm.-

Les feuilles alternes, au nombre de 12 à 20 sont émises à la base de chaque noeud. Elle présente un limbe bien développé (35 à 50 cm de long et 4 à 10 cm de large), une gaine très enveloppante et une ligule courte et ciliée absente chez certains types botaniques.-

Les bourgeons axillaires n'émettent que rarement des talles.

Le système racinaire est fasciculé. Il comporte trois séries de racines: les racines primaires émises à partir du grain, les racines secondaires ou adventives qui constituent l'essentiel du système racinaire du maïs et les racines d'encrage <sup>qui</sup> apparaissent au dessus du sol, au niveau des premiers noeuds, lorsque la plante atteint 60 à 80 cm de hauteur.-



### 3.2.2. Appareil reproducteur (13).-

Le maïs est une plante monoïque possédant deux inflorescences distinctes,

l'inflorescence mâle, située au sommet de la tige, est une panicule le plus ou moins ramifiée, formée d'axes sur lesquels s'insèrent, par pair, des épillets constitués de deux fleurs dont les pistils sont avortés.-

Les fleurs femelles sont groupées sur un ou plusieurs épis insérés à l'aisselle des feuilles situées sur la moitié inférieure de la tige. L'épi est enveloppé par les spathes. Il est constitué d'une rafle blanche ou rouge sur laquelle sont insérés, par pair, les épillets biflores dont, seule, la fleur supérieure est fertile. Cette dernière ne comporte qu'un ovaire surmonté d'un style très long appelé soie ou barbe de maïs ressortant au sommet des spathes.-

L'épis est plus ou moins allongé et volumineux selon les variétés. Il comporte un nombre variable, mais toujours pair, des rangs de grains.-

Le fruit est un caryopse de structure classique mais de forme variable. Il comporte un embryon blanchâtre qui présente 10 à 13 % de sa masse totale et un cotylédon volumineux. La couleur de l'albumen est déterminée par le pollen qui a fécondé l'oeuf.-

### 4.0. Les principaux types de maïs (13).

On distingue de nombreuses sous-espèces de maïs selon l'aspect, la texture et la composition chimique du grain.

#### 4.1. Grains contenant de l'amidon :

25 % d'amylose, 75 % d'amylopectine et 10 à 12 % de protéines,

Zea mays indurata ou maïs corné "flint corn": les grains de forme arrondie possèdent une couche externe d'albumen vitreux.

Zea mays indentata ou maïs denté ou "dent corn": le grain est allongé, son extrémité supérieure présente une dépression. La texture d'albumen est surtout farineuse, seules les faces latérales sont vitreuses.

.../...



Zea mays inverta ou "Pop corn": le grain est très petit, souvent pointu à son extrémité et presque entièrement corné. Il possède la particularité d'éclater à la chaleur.-

#### 4.2. Grain contenant des amyloextrines.-

Zea mays saccharata ou maïs sucré ou encore "sweet corn": le grain est ridé et translucide. Sa structure est farineuse.-

#### 4.3. Autres types.-

Les autres types botaniques n'ont, pour l'instant, pratiquement pas d'intérêt économique, mais certains entre eux sont actuellement étudiés en amélioration (13). Il s'agit de :

- Zea mays tunicata ou "Pod corn": les grains sont vêtus enveloppés par les téguments.-
- Zea mays amyloacea ou "Solt corn": les grains sont entièrement cornés.-
- Zea mays serotina ou "Waxy corn".-

#### 5.0. Ecologie.-

##### 5.1. Définition :

L'écologie est l'étude scientifique des relations entre les êtres vivants et leur milieu.-

Les plantes vivent habituellement en communauté composée par une ou plusieurs espèces vivant sur une aire spécifique sous les mêmes conditions. La croissance et la reproduction des plantes sont intimement liées avec les aspects chimiques et physiques de chaque facteur du milieu. Les grandes variations de ces facteurs sont responsables d'une large part de différences entre les milieux naturels et les sortes des plantes qu'on y trouve.-

Les facteurs écologiques sont divisés en facteurs climatiques, facteur sol et facteurs biotiques.-

##### 5.2? Facteurs climatiques.-

###### 5.2.1. La température.-

La température influence toutes les activités de la plante:

.../...



absorption de l'eau, la photosynthèse, la transpiration etc .... La température de l'air et celle du sol entre en considération ainsi que la concentration en anhydride de carbone de l'air environant la plante. On sait, par exemple que les réactions chimiques s'opèrent généralement deux fois plus vite chaque fois que la température s'élève de 10° C. Il existe cependant une limite au-delà de laquelle le rythme du croissance diminue.-

Le maïs exige, au cours de la période végétative, une température moyenne de 19° C (22). Le centre de Casamance (Sénégal) préconise une température moyenne comprise entre 25° C et 32° C et une humidité de 75 à 95 % (3).-

### 5.2.2. La pluviosité.-

La pluviosité annuelle est un facteur majeur déterminant la distribution des plantes. Cette influence peut cependant être modifiée par la distribution de chutes des pluies au cours de l'année, la perméabilité et la capacité de rétention d'eau du sol ainsi que la température.-

Pour le maïs, une pluviosité mensuelle de 100 mm suffit pour la période de végétation. Il craint une humidité excessive et s'accommode fort bien d'une période sèche assez prolongée. Une carance d'eau à l'époque de floraison et de fécondation est préjudiciable au rendement.

La meilleure récolte s'obtient à une pluviosité optimale de 350 mm pour les sols lourds et variétés tardives et 800 mm pour les sols légers et variétés précoces (17).-

### 5.2.3. La lumière.-

Le maïs est une plante héliophile. Il craint un ombrage excessive.

Une plante normale de maïs a des feuilles qui retombent en parapluie, si bien que les feuilles du bas ne reçoivent pas beaucoup de lumière. De modification sont en cours quant à la forme de la plante, de façon qu'elle pousse plutôt en pyramique, ainsi toutes les feuilles seront soumises au maximum de lumière. Un essai, par ailleurs, de mettre au point une plante qui aurait des feuilles étroites, dirigées vers le haut,

.../...



ce qui assurerait une meilleure pénétration de la lumière et une plantation dense (10).-

PENDLTON, expert agricole à l'Université de l'Illinois déclare que, parmi tous les moyens que l'on a tentés pour obtenir des plantes qui produisent davantage et dans des délais plus courts, celui qui a donné les meilleurs résultats consiste à les soumettre à une lumière plus intense (10).-

### 5.3. Sol.-

Très souple au point de vue climatique, le maïs est assez exigeant au point de vue sol. Il lui faut un sol à bonnes qualités physiques et riche en humus. Il craint les sols extrêmes, argileux ou sableux et les sols humides. Les terrains forestiers et alluvionnaires lui conviennent particulièrement (22). Les sols rouges faiblement ferralitiques et les sols beiges à tâches ou concrétions ferrugineuses sont très favorables à la culture de maïs (3).-

Le pH du sol doit être compris entre 5,5 et 7,0 (28).-

### 5.4. Les facteurs biotiques.-

Les facteurs biotiques résultent des activités des plantes elles-mêmes et de l'action de l'homme et des animaux.-

Les plantes vivent toujours en groupe ou en communauté. Cela entraîne une certaine compétition entre les plantes depuis leur jeune âge jusqu'à la maturation. La concurrence entre plantes concerne surtout les problèmes de l'eau, de la lumière et les éléments essentiels du sol. La compétition se fait aussi bien entre les plantes cultivées et les mauvaises herbes qu'entre les plantes de culture elles-mêmes. Ceci fait qu'un certain minimum d'écartement entre les plantes doit être respecté. Pour le maïs les écartements varient selon les auteurs. D'après les expériences effectuées à Nioka, le meilleur écartement en culture pure est de 60 X 40 cm. D'autres auteurs tels que VANDEN ABDELE et VAN DEN PUT (22) arrivent jusqu'à 1 X 0,50 m, tandis que le programme national de maïs (P.N.M.) qui se déroule au shaba ces dernières années, a adopté l'écartement de 75 X 25 cm (18).-



C'est la compétition entre couronnes, d'une part, et l'enracinement, de l'autre, qui décide de la densité de la plantation à l'hectare. Cette compétition est essentiellement un effet de surface, parce qu'elle se manifeste dans le plan horizontal et non dans le plan vertical. Elle peut être de nature pathologique (une densité très serrée peut entraîner une humidité excessive favorable à certaines maladies).

Pour les plantes héliophiles telle que le maïs, quand les couronnes se touchent, il se crée une lutte pour la lumière entre les plants voisins. Cette lutte se traduit par l'effilement prononcé du plant qui est ~~doué~~ d'une capacité de croissance élevée.-

L'action de l'homme consiste surtout à l'amélioration génétique et l'amélioration culturale.

#### 6.0. Situation géographique et données climatologiques de Kisangani.-

Situé près de l'Equateur, latitude  $0^{\circ} 30'$  Nord, longitude  $25^{\circ} 10'$  Est et altitude 428 m (2), la ville de Kisangani bénéficie d'un climat équatorial théoriquement chaud et humide, caractérisé par des températures assez élevées oscillant autour de la moyenne de  $25^{\circ} C$ .-

Le régime de vent, comme dans le reste de la cuvette centrale zaïroise, y est conditionné par 3 courants atmosphériques (2) :

- le courant égyptien du <sup>nord</sup> entraînant un assèchement de la partie orientale de la cuvette.-
- la mousson du Sud-Ouest atlantique, courant très humide qui envahit la cuvette pendant toute l'année.-
- l'alizé du Sud-Est de l'Océan Indien dont l'influence se fait sentir sur la partie orientale de la cuvette.-

Les précipitations sont relativement abondantes mais elles ne sont pas uniformément réparties au cours de l'année. Elles présentent 2 maxima et 2 minima, ce qui fait que l'année est divisée en 4 périodes (15) :

- la période la plus sèche de l'année va de décembre à février avec un minimum en janvier (91,7 mm), la somme des précipitations recueillies au cours de ce mois peut descendre jusqu'à 37 mm (1975).
- Une période pluvieuse bien marquée entre mars et mai, avec un maximum

.../...



en avril (187,4 mm).-

- Une période relativement sèche en juin et juillet avec un minimum des précipitations en juillet (102,6 mm), en juillet 1974 le minimum était de 42,7 mm.-

- Une grande saison de pluie de septembre à novembre avec un maximum en octobre (211,7 mm) ou en novembre (200,7 mm)

Cotes Udométriques normales mensuelles de 1951 à 1977 (en mm) de la ville de Kisangani tiré du tableau n° 6, page 81 (15).-

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Moyenne	197,7	159,1	166,1	187,1	155,1	114,1	102,1	167,1	188,1	211,1	200,1	102,1	1798,1
	17,	13,	12,	14,	19,	18,	16,	18,	11,	17,	17,	13,	13,

### 7.0. Aperçu général sur la phénologie.-

Le développement de maïs peut être divisé de la manière suivante (13):-

- du semis à la levée: la germination ;
- de la levée jusqu'à l'apparition des panicules et des soies: période végétative ;
- développement du grain depuis la fécondation jusqu'au stade "quantité maximum de matière sèche": période générative ;
- maturité ou dessèchement du grain et de la tige.-

### 7.1. La germination.-

C'est la période qui va du semis à la levée. De nombreux auteurs admettent qu'elle a lieu du 6<sup>e</sup> au 10<sup>e</sup> jours après le semis (13,22) suivant la température du sol. La germination est caractérisée par l'influence des propres réserves des grains. Avant de germer la graine absorbe de l'eau et se gonfle. Cette eau sert au développement de la plante.-

L'accumulation des éléments nutritifs est localisée dans l'endosperme, et la plus grande activité de cotylédon est la transformation et le transport de cette réserve alimentaire vers les parties de croissance de la graine semée (21).

.../...



A la germination de maïs la graine, contenant le **scutellum** et le reste de l'endosperme, reste dans le sol. Le coléoptile, considéré comme une partie de cotylédon, couvre et protège la plumule ascendante à travers le sol (24).

Le système racinaire primaire, formé à partir de la radicule, est temporaire. Les racines primaires sont complétées, puis remplacées par un système racinaire secondaire, d'origine adventive, lequel se forme à partir des noeuds inférieurs de la tige. Ces noeuds font partie de la plumule et ont donc un mouvement ascendant à travers le sol. Si ces racines secondaires émergent durant ce mouvement, elles peuvent être endommagées ou détruites.-

Les jeunes feuilles de maïs ne sont pas capables de pousser à travers le sol sans être protégées par le coléoptile.

Le mécanisme qui contrôle et coordonne les différentes phases de la germination est très intéressant. L'émergence de la <sup>plantule</sup> fait suite à l'élongation du mésocotyle. Le mésocotyle est une combinaison de l'hypocotyle et de tissu de cotylédon qui servait au départ de la connexion de scutellum avec le coléoptile. L'élongation de mésocotyle dépend de la fourniture de l'hormone de croissance qui est normalement transportée à partir des régions de formation d'hormones au bout de coléoptile. La concentration d'hormone stimule la croissance de mésocotyle, mais elle inhibe la croissance de la plumule et des racines secondaires.-

Quand le bout de coléoptile fait son éruption à la surface du sol, la vitesse de la production de l'auxine est réduite par la lumière. Les processus de croissance sont inverses. L'élongation de mésocotyle cesse, la plumule émerge du coléoptile et les racines développent le premier noeud. Les premières racines adventives sont ainsi formées approximativement à la même distance de la surface du sol malgré les différences considérables dans la profondeur de semis. D'autres racines poussent sur les noeuds supérieurs au moment où la plante croît.-

Peu après la levée, la nutrition de la plantule cesse de dépendre des réserves de la graine. Durant cette première phase le maïs a besoin d'une quantité d'eau et d'éléments nutritifs assez limitée étant

.../...





donné son faible développement. Lorsque les plantules ont atteint le stade de 3 à 4 feuilles, leur croissance semble s'arrêter pendant quelques semaines. Cette période d'arrêt est due:

- à une caractéristique propre du maïs qui, pendant cette période, fabrique ses racines ;
- à une adaptation au climat pour les variétés hybrides importées (13).-

### 7.2. Période végétative.-

La durée de la période qui va de la levée jusqu'à l'apparition de la panicule est très variable. Elle dépend de variétés et des conditions du milieu. Elle peut être de 50 à 75 jours (13).-

Les soies apparaissent avec quelques jours de retard.-

### 7.3. Période générative.-

Elle comprend le développement des ébauches d'épi, la formation de pollen et la fécondation. Environ 50 à 60 jours après la levée, les épis commencent à se développer, les spathes et les soies poussent rapidement. Les soies sortent ordinairement de spathes 4 à 8 jours après que la panicule ait fait son apparition (13). Le pollen se trouve disponible dans un champ une quinzaine de jours, mais dans les conditions favorables, la plupart de soies sont pollinisées de leur apparition et la pollinisation de l'ensemble de plantes d'une culture se produit habituellement pendant une période de 3 à 4 jours (13). L'humidité et la température au cours de cette période sont des facteurs importants, car de mauvaises conditions sont à l'origine de rendements réduits. Durant et immédiatement après la pollinisation, l'épi se développe et atteint sa dimension maximum.-

### 7.4. Maturité et dessè<sup>che</sup>ment des grains et des tiges.-

La première partie de la période de développement de grain s'étend environ sur trois semaines et correspond au développement rapide des ébauches d'épis, des spathes, des épis et de jeunes grains. Le développement pendant 4 ou 5 semaines suivantes consiste en une augmentation de la matière sèche dans les grains.-

.../...



### 8.0. Généralités sur les plantes adventices des cultures.

Certaines plantes ne sont pas utilisées, ne l'ont jamais été, et sont des plantes nuisibles (7). Elles encombrant les cultures dans les pays d'origine, le cultivateur primitif les a reçues avec les graines des plantes utiles et, depuis lors, ni lui ni l'agriculteur moderne n'ont pu s'en débarrasser si bien qu'elles restent inflorescences à telle ou telle culture.-

Dans les pays chauds, les mauvaises herbes sont soit des espèces messicoles ou rudérales pantropicales, soit des plantes d'apparence spontanée mais installées plus spécialement dans les pâturages consécutifs aux feux de brousse et dans les jachères à longue évolution où l'on pratique la culture par incinération (7).-

Le plus grand nombre de mauvaises herbes des cultures des pays chauds sont originaires d'Amérique mais sont devenues très abondantes en Asie et en Afrique tropicale.-

Les mauvaises herbes peuvent être considérées comme l'un des principaux facteurs de perturbation entraînant des pertes sérieuses. Les perturbations subséquentes à la colonisation des cultures par les mauvaises herbes sont multiples :

- En premier lieu il faut noter la compétition sévère dès la levée. Cette compétition concerne surtout les matières minérales et la lumière.
- Le tallage ne pourra atteindre son plein épanouissement si les intervalles entre les lignes ou les plantes sont envahis par les mauvaises herbes.-

Les espèces rudérales d'un territoire donné peuvent être classées en espèces indigènes et en espèces introduites. Tous les groupements nitrophiles, rudéraux, messicoles et post-cultureux sont réunis par LEONARD dans la classe de Rudere-to-Manihotetea pantropicalia (16) et à l'ordre de Bidontetalia africana SCHMITZ 1971 englobant actuellement l'ordre de Bidontetalia pilosae LEBRUN in MULLENDERS 1949 qui regroupe les végétations messicoles et postcultureux et leur correspondant des régions d'altitude de Digitarietalia abyssinicae LEBRUN in TATON 1949 brabaisé au rend d'alliance sous le nom de Digitarion abyssinicae.-(19).-

## II. MATERIELS ET METHODES.-

### 1.0. Matériels.-

Semences: Par manque des variétés sélectionnées, nous avons eu recours, pour les expériences, aux variétés locales utilisées par les paysans des environs de Kisangani. Deux variétés ont été choisies et ont été baptisées, en raison de leurs couleurs, "variété blanche" et "variété jaune". Avant le semis les épis (un épi pour chaque variété) sont égrainés et un lot, pour chaque variété, a été constitué. Les grains de <sup>chaque</sup> ~~chaque~~ groupe étaient ensuite remués et complètement mélangés afin d'homogénéiser le lot des semences.-

Pour l'élaboration des relevés des plantes messicoles nous avons eu recours aux méthodes décrites et utilisées par plusieurs auteurs (5,6, 8), tandis que pour la détermination de ces plantes messicoles un certain nombre de flores nous a été d'une grande importance (25,26,27).-

### 2.0. Méthodes.-

Avant de passer aux méthodes de travail nous allons faire une description brève des stations des champs expérimentaux. Ces champs étaient situés successivement sur l'île Kongolo (entre Km 0,4 et 0,6, station Kemeto), du mois de mai au mois de juillet 1978, puis sur l'île Kongolo, (toujours à la station Kemeto) et au jardin botanique de la faculté de Sciences, de décembre 1978 à mars 1979 et enfin au Campus central, derrière le home des étudiants (Boyoma II) à partir de mars 1979 à juin 1979.-

Le champ mis en culture en mai 1978, sur l'île Kongolo était situé dans une jachère postculturelle dominée par deux associations végétales. La première partie était dominée par les repousse<sup>7</sup> de manioc hautes de + 150 cm. Cette partie fut occupée pendant la culture, par les parcelles A1 B1 et une portion de C1. La deuxième partie du champ était dominée par une association à Paspalum conjugatum et elle fut occupée par le reste de la parcelle C1 et parcelle D1.

Quant aux champs mis en culture en décembre 1978 sur l'île Kongolo, ils étaient situés successivement dans les stations suivantes :



- Parcelles A2 et B2: situées côte à côte, sous-fôret primaire sur un sol argilo-sableux.-
- Parcelle C2: elle était située dans la jachère postculturale à côté de l'emplacement de la parcelle A1.-
- Parcelle D2 elle était sur un terrain occupée par un groupement messicole et de jachère, sous bananeraie.-

Les plantes expérimentales cultivées dans le jardin botanique de la faculté se trouvaient sur la parcelle <sup>6.3</sup> qui, dans le cadre de notre travail porte la dénomination "parcelle J".-

Le champ expérimental du Campus était situé dans une jachère post-culturale.-

### 2.1. Préparation des terrains.-

- Les parcelles situées dans les jachères :

Pour ces parcelles nous procédions au défrichage suivi de dégagement des herbes coupées, d'un labour sommaire et déterrage des souches et rhizomes et afin au mesurage des écartements et au placement des piquets aux placements des paquets.-

Pour les parcelles situées sous forêt nous avons procédé de la même façon après défrichage et abattage des arbres.-

Comme écartements nous avons opté pour les écartements de 1 X 0,5 m.

Les dimensions des parcelles étaient successivement de 5 X 5 m pour les parcelles A1, B1, C1 et D1; de 3,50 X 9 m pour B2, C2 et D2; de 3 X 9 m pour A2 ; de 1,5 X 8 m pour J.

### 2.2. Semis.-

Le semis se faisait en raison de deux grains par poquet. Après la germination nous avons pris soin de procéder au démariage afin de faciliter les observations et les travaux de mensuration.-

### 2.3. Observations et mensuration.-

Les observations se faisaient une fois par semaine, et ceci de



la deuxième semaine après semis jusqu'à la 11<sup>e</sup> pour les plantes mises en culture en mai 1978; et de la 2<sup>e</sup> semaine jusqu'à la 14<sup>e</sup> pour les plantes cultivées en décembre 1978.-

Nous procédions d'abord à une observation générale afin de constater l'état de l'évolution des plantes, les anomalies ou les dégâts subis par les plantes et enfin l'évolution de mauvaises herbes.-

Après cette observation générale nous passions au comptage des feuilles. Les résultats de cette opération étaient notés sur le tableau portant deux colonnes pour chaque jour d'observation. La première colonne était réservée au nombre de feuilles par la plante et la seconde à la hauteur des plantes en centimètres.-

Les autres constatations étaient notées dans le carnet de terrain.

#### Mesure des hauteurs.-

La mesure de hauteur se faisait à l'aide d'un mètre ruban. Nous mesurons la hauteur de la plante à partir du sol jusqu'au bout ou au sommet de l'organe le plus élevé (feuille ou panicule suivant l'âge de la plante). Quand les plantes atteignaient une grande taille, nous utilisions pour atteindre leurs bouts, un bâton sur lequel nous suspendions le mètre. Ainsi, la mesure se faisait en 2 ou 3 phases, puis nous faisons la sommation des mesures trouvées. Exemple: mesurer à partir de 1,50 m jusqu'au sommet. La somme de ces 2 mesures donne la hauteur de la plante.-

#### 2.4. Elaboration du tableau phytosociologique.

La classification des types biologiques des plantes messicoles est calquée sur le modèle de RAUNKIAER 1906 modifié par BRAUN-BLANQUET 1928, pour l'Afrique tropicale (20). Nous nous sommes basés surtout sur les précisions données par LEBRUN (13), en décrivant les divers types biologiques reconnus dans la plaine alluviale au Sud du lac Edouard, sur les conditions particulières de protection assurée par les végétaux à l'égard des périodes critiques (sécheresse, feux). Nous distinguons donc les types biologiques suivants :

- Phanérophytes : Ph.



- Chamophytes : Ch.
- Hémicryptophytes : H.
- Géophytes : G.
- Thérophytes : T.-

: La classification phytogéographique des espèces messicoles nous a été possible grâce au concours de divers auteurs (4, 13, 14, 16, 19).  
Nous avons alors regroupé ces plantes en :

- Eléments cosmopolites : Cosm.
- Eléments pantropicaux : Pantr.
- Eléments paléotropicaux : Paléotr.
- Eléments Afro-américains : Afr. Am.
- Eléments Afro-tropicaux : Afr. trop
- Eléments Guinéens : Guin.
- Elément zaïrois : Z.-

### III. RESULTATS.

#### 1.0. Phénologie.

##### 1.1. Germination.

D'après les observations faites sur le terrain, nous avons remarqué que sous le climat de Kisangani le maïs germe entre 4 et 6 jours après le semis.

Pour confirmer cette affirmation nous résumons, à titre exemplatif, l'état de germination sur quatre parcelles le septième jour après le semis dans le tableau n° 1. Notons que les grains non germés à cette date n'avaient plus germés dans la suite.

L'analyse du tableau n° 1 laisse voir les faits suivants :

- L'écart entre les pourcentages des grains non germés sur les parcelles A1 et C2 (variété jaune) est très grand (1,4 % pour la parcelle A1 et 12, % pour la parcelle C1). Etant donné que les semences de la variété jaune occupant ces deux parcelles provenaient d'un même épi et que le lot de semences était homogénéisé avant le semis, l'hypothèse de différence de pouvoir germinatif est donc à écarter dans ce cas. Nous ne pouvons pas non plus

.../...

parler de la pauvreté du sol en cette période où tous les phénomènes qui se déroulent au sein de la graine dépendent des réserves nutritives contenues dans l'endosperme. Nous nous posons alors la question de savoir s'il y n'y avait pas dans le sol de la parcelle C1 un facteur (parasites ou autres) qui provoquait la pourriture des semences.-

- Quant à la variété blanche semée sur B1 et D1 l'écart entre les grains non germés n'était pas significatif. (5,6 % pour la parcelle B1 et 6,6 % pour la parcelle D1)

Tableau n° 1 : Etat de germination au 7è jour après le semis.

Légende : N = nombre de paquets par parcelles.

n1= nombre de grains semés.

n2= nombre de grains germés.

n3= nombre de grains non germés.

%(n3) = pourcentage des grains non germés.-

Parcelle	N	n1	n2	n3	%(n3)
A1	71	142	140	2	1,4
B1	71	142	134	8	5,6
C1	72	144	126	18	12,5
D1	60	120	112	8	6,6

## 1.2. Nombre de feuilles.-

Quelque jours après la germination ( à la fin de la première semaine), le nombre de feuilles est identique chez la plupart des plantes (3 feuilles). A partir de la deuxième semaine après le semis, le nombre de feuilles commence à varier d'une plante à l'autre et partant d'une parcelle à l'autre. Le rythme de la production des feuilles est fonction de plusieurs facteurs: la fertilité du sol; la pluviosité et l'état sanitaire de la plante.-

Au cours des observations sur le terrain nous avons constaté quod pendant la saison pluvieuse la production hebdomadaire moyenne des feuilles est de 3 (tableaux 3 et 4).-

.../...



- pendant la saison sèche le rythme de production de feuilles est réduit à 2 feuilles par semaine (tableau 3 et 4);-
- le pourcentage de nombre dominant de feuilles diminue au fur et à mesure que la plante croit (tableau 4);-
- le maïs fleurit au stade de 16 à 20 feuilles/<sup>(1e</sup> tableau 5 montre le résultat de comptage des feuilles au cours de la semaine où les plantes étaient en panicules.-

En faisant la comparaison entre les nombres moyens de feuilles des plantes de la parcelle A1 et celle de D1, pendant quatre semaines (tableau 3), nous avons constaté que:

- Les nombres moyens de feuilles de plantes de D1 étaient **sensiblement inférieurs** à ceux des plantes de A1 (sol fertile).-

Une observation plus poussée nous a révélé que la plupart des plantes de la parcelle D1 étaient parasitées par une espèce des pucerons. La découverte de ces pucerons nous a été possible par le fait qu'ils sont l'objet d'une sécrétion sucrée dont une espèce des fourmis noires du genre *Camponatus* est friande. C'est en cherchant la cause de la colonisation des plantes par ces fourmis que nous sommes parvenus à décoller les pucerons.-

Nous osons croire que ces pucerons ont une part de responsabilité sur le retard de la production des feuilles chez les plantes de la parcelle D1.-

Le ralentissement de la production des feuilles par sécheresse est mise en évidence par le tableau 3. L'analyse de ce tableau nous permet de conclure que la production des feuilles est plus rapide pendant la saison pluvieuse que pendant la saison sèche.-

.../...



Tableau n° 2 : Relevé de nombre de feuilles à la fin de la 2ème semaine après le semis.-

Légende : N = nombre de feuilles.-  
 n = nombre de plantes.-  
 % = pourcentage des plantes.-

Parcelle N.	A1		B1		C1		D1		B2		C2		D2		J	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
4	1	1,4	-	-	1	1,4	-	-	28	62,2	15	34,1	29	69,1	1	13,2
5	11	15,5	31	11,3	18	25,0	25	45	17	37,8	28	63,6	13	30,9	29	93,6
6	159	83,1	62	87,3	52	72,2	33	33	-	-	1	2,3	-	-	1	13,2
7	-	-	1	1,4	1	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tot.	171	100	71	100	72	100	60	100	45	100	44	100	42	100	31	100

Tableau n° 3 : Nombre moyen de feuilles de la 2è à la 5è semaine après semis.

Légende: N : nombre total de feuilles le jour de l'observation.  
 n : nombre de plantes sur la parcelle le jour de l'observation.  
 $\bar{x}$  : nombre moyen de feuilles le jour de l'observation.  
 + : résultats non recueillis suite à un contre temps.

Parcelle N.	A1		B1		C1		D1		B2		C2		D2		J				
	n	$\bar{x}$	N	n	$\bar{x}$	N	n	$\bar{x}$	N	n	$\bar{x}$	N	n	$\bar{x}$	N	n	$\bar{x}$		
2	4	13,7	15,4	19	17,1	15,4	13	27,6	15	19,7	45	14,2	206	14,4	180	14,2	155	31,5	
1	1	18,1	1	19,1	1	17,1	1	14,1	1	13,1	1	16,1	1	1	1	1	1	1	
13	63	17,1	18,1	63	17,1	18,1	58	16,7	18,1	47	15,6	18,1	47	15,6	18,1	47	15,6	18,1	
1	1	19,1	1	19,1	1	17,1	1	14,1	1	13,1	1	16,1	1	1	1	1	1	1	
14	84	17,1	11,8	15,8	11,7	14,1	11,6	21,5	11,0	35,6	14,2	18,1	14,3	19,1	13,4	36,8	7,1	27,0	29,3
1	1	1,2	1	1,9	1	1,2	1	1,3	1	1,7	1	1,6	1	1	1	1	1	1	
15	103	17,1	11,4	19,7	11,6	14,9	11,4	16,2	11,4	13,3	13,8	11,5	14,3	11,1	13,6	11,4	10,1	13,1	15,2
1	1	1,5	1	1,4	1	1,2	1	1,8	1	1	1	1,9	1	1,8	1	1	1	1	



Tableau n° 4 : Nombres dominants de feuilles de la 2<sup>e</sup> à la 5<sup>e</sup> semaine après le semis.

Légende : n = nombre dominant de feuilles

+ = résultats non recueillis suite à un contre temps.-

Semaine	2ème		3ème		4ème		5ème	
Parcelle	n	%	n	%	n	%	n	%
A1	6	81,9	9	65,2	12	51,3	15	50
B1	6	81,1	9	77,7	12	50	15	47,7
C1	6	72,2	9	55,5	12	44,4	15	48,6
D1	5	55	9	46,6	12	50	14	27,7
B2	4	62,2	+	+	9	55,3	11	42,1
C2	5	63,6	+	+	10	38,6	12	32,5
D2	4	69	+	+	9	42,1	11	37,5
J	5	93,5	7	61,2	9	50	12	34,4

Tableau n° 5 : Nombre de feuilles par plante après la floraison.

Légende : n = nombre de plantes.

N = nombre de feuilles.-

Parcelles	J		C2	
N	n	%	n	%
16	5	33,3	9	27,3
17	3	20	8	24,2
18	5	33,3	10	30,3
19	-	-	6	18,2
20	2	13,4	-	-
Total	15	100	33	100

.../...

### 1.3. Apparition des panicules.

Au cours de nos expériences nous avons remarqué que les deux variétés de maïs que nous avons utilisées n'étaient pas seulement différentes par leur coloration, mais aussi par la durée de leurs périodes végétatives respectives. La variété blanche est précoce par rapport à la variété jaune. Les maïs de la variété blanche ont été en panicule au cours de la 5<sup>e</sup> et de la 6<sup>e</sup> semaine après le semis, alors que ce phénomène n'a eu lieu chez la variété jaune qu'au cours de la 6<sup>e</sup> et la 7<sup>e</sup> semaine.-

La pluviosité influence aussi la mise en panicules. L'apparition des panicules sur nos plantes cultivées pendant la saison sèche a connu un retard d'une semaine par rapport à celles mises en culture pendant la saison pluvieuse.-

### 1.4. Apparition des spathes, de soies et pollinisation.

Au cours de l'observation faite la semaine suivant celle de l'apparition des panicules, les plantes avaient déjà les spathes avec soie assortie et la pollinisation avait déjà débutée.

Chaque plante porte en général 1 ou 2 épis.

L'épi supérieur <sup>est</sup> toujours situé, sauf dans quelques cas très rares, à l'aisselle de la sixième feuille à partir du sommet (à partir de la dernière feuille précédant la panicule).-

Le nombre des spathes par épi varie entre 8 et 11.

### 1.5 Maturité.

La première partie de développement des épis, des spathes et des jeunes grains s'étend sur une période de 3 semaines. A la fin de la 9<sup>e</sup> semaine après le semis, les grains de la variété blanche étaient au stade laitoux.

La phase de dessiccation des grains pour cette même variété commence vers la 11<sup>e</sup> semaine. A la fin de cette semaine les grains de certains épis sont souvent trop durs pour être consommés comme "maïs légume".



La dessiccation des spathes commence au même moment que celle des grains.-

L'état de l'évolution des grains peut donc être estimé à partir de celui des spathes.-

Vers 90 jours après le semis tous les épis sont complètement secs alors que la tige garde encore ses feuilles vertes, sa dessiccation n'intervient qu'après la récolte.-

2.0. Rendement.-

2.1. Croissance.-

Les relevés hebdomadaires de la hauteur des plantes expérimentales sont allés de la 2<sup>e</sup> semaine après le semis jusqu'à la fin de la 9<sup>e</sup> semaine pour variété blanche et à la fin de la 10<sup>e</sup> semaine pour variété jaune. Ces dates correspondent aux périodes où la majorité des plantes gardaient la même hauteur que la semaine précédente, alors que quelques plantes seulement accusaient un faible accroissement de l'ordre de 1 à 2 cm. Ces résultats sont résumés en pourcentage dans le tableau 6.-

Tableau n° 6 : Etat de croissance de plante à la fin de la 10<sup>e</sup> semaine après le semis.

Légende : I : arrêt de croissance.  
II : plantes en croissance.  
n : nombre des plantes.-

	A1		B1		G1		D1	
	n	%	n	%	n	%	n	%
I	59	88	55	100	47	85,5	17	77,3
II	8	12	-	-	8	14,5	5	22,7
Tot.	67	100	55	100	55	100	22	100

Notons que la réduction des effectifs des plantes sur toutes les parcelles est causée par certains incidents qui provoquent la disparition d'un certain nombre de plantes (maladie, vent, etc...)-

Les observations sur terrain nous ont permis de tirer la conclusion suivante sous les mêmes conditions de températures, précipitations et exposition au soleil, l'accroissement en hauteur des plantes de maïs est fonction de la fertilité du sol et des aptitudes individuelles de chaque plante. Le tableau 7 de comparaison des hauteurs hebdomadaires moyennes entre les plantes des parcelles A1 et D1, met en évidence cette affirmation. Même sur un sol relativement homogène, le rythme de croissance des plantes est fonction des individus (Tableau 8 et fig 1). Remarquons que la sécheresse a des effets néfastes sur la croissance de plante. Cette constatation est illustrée par le tableau 9.

La grosseur des tiges, au niveau de la base varie entre 6 cm et 9 cm de circonférence. (au niveau de premier entre-nœud au dessus du sol).-

Tableau 7. Hauteur moyennes des plantes de la parcelle A1 et celles de la parcelle D1 de la 20 à 5è semaine.

Légende : n = nombre des plantes sur la parcelle le jour de l'observation.

H = hauteur totale des plantes le jour de l'observation.

$\bar{x}$  = hauteurs moyennes des plantes.-

Semaine	A1				D1			
	n	H	$\bar{x}$	n	H	$\bar{x}$		
12è	71	1535	21,6	60	1043	17,3		
13è	71	2302	32,4	56	1776	29,9		
14è	71	4386	61,8	54	2223	41,1		
15è	71	7126	100,2	50	2570	51,4		



Tableau n° 8 : Classes des hauteurs des plantes de la parcelle A<sub>1</sub> à la fin de la 4<sup>e</sup> semaine après le semis

N° : numéros des classes.  
n : nombre de Plantes

N°	Classes	n	%
1	21 - 30	1	1,4
2	31 - 40	4	5,7
3	41 - 50	5	7,1
4	51 - 60	12	17,2
5	61 - 70	20	28,6
6	71 - 80	23	32,9
7	81 - 90	5	7,1
Total	—	70	100

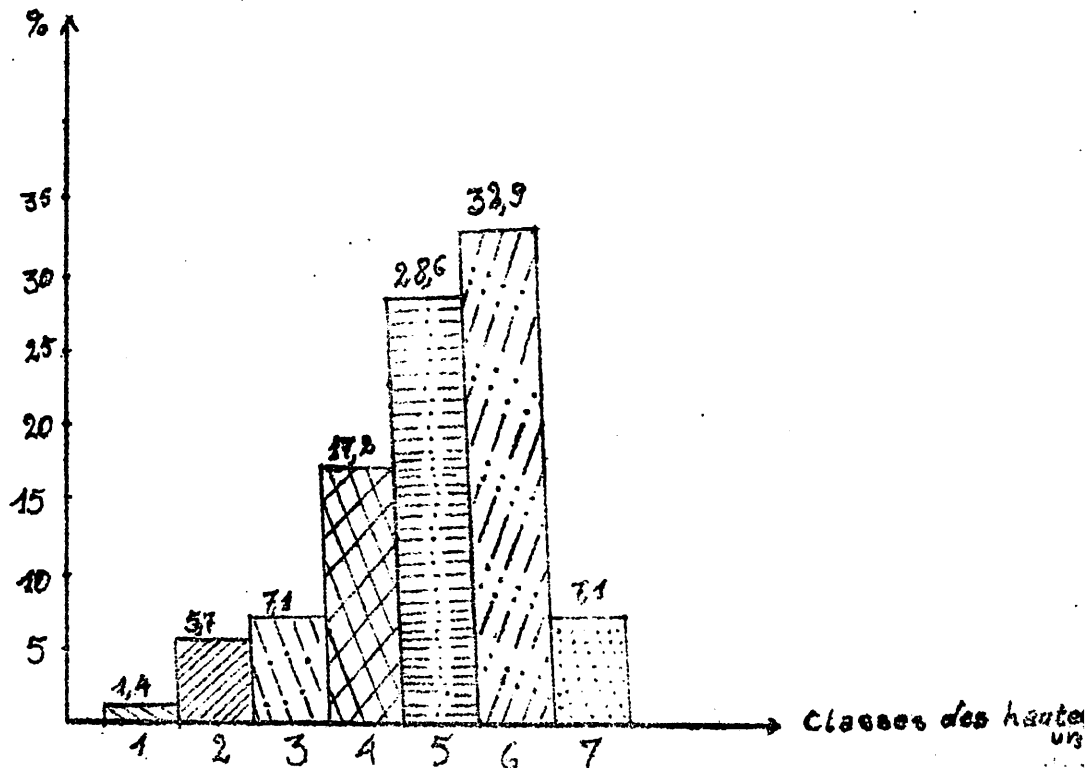


fig. 1 : Histogramme des classes des hauteurs des plantes de la parcelle A<sub>1</sub> à la fin de la 4<sup>e</sup> semaine après le semis.

Tableau n° 9 : illustrant l'influence de la sécheresse sur la croissance de maïs.-

Légende : n = nombre de plantes.-

N°	CLASSES DES HAUTEURS (cm)	A1		C2	
		n	%	n	%
1.	21 - 30	1	1,42	6	13,63
2.	31 - 40	4	5,71	14	31,81
3.	41 - 50	5	7,14	15	34,09
4.	51 - 60	12	17,14	8	18,18
5.	61 - 70	20	28,57	1	2,27
6.	71 - 80	23	32,85	-	-
7.	81 - 90	5	7,14	-	-
Total	-	70	100,00	44	100,00

Le tableau n° 9 illustre les classes des hauteurs des plantes âgées 28 jours cultivées sur deux parcelles contiguës au cours de deux saisons différentes.

Remarquons que les plantes les plus développées se rencontrent sur la parcelle A1 (cultivée pendant la saison pluvieuse) et inversement les plantes à développement lent sont plus abondantes sur la parcelle C2 (cultivée pendant la saison sèche).-

## 2.2. La production.-

En général chaque pied porte 1 ou 2 épis. Quant à nos plantes expérimentales de la saison mai-juillet 1978, tous les 28 épis avaient avorté Il en est de même pour celles de la saison décembre 1978 - mars 1979 où nous avons observé trois plantes seulement avec 2 épis développés sur la parcelle C2. Dans le cas d'avortement, c'est toujours l'épi inférieur qui tombe victime. La longueur de l'épi dépend de la variété, de la fertilité du sol et de la pluviosité. Le nombre de rangiers des grains par épi est aussi fonction de la variété. Les tableaux 10 et 11 donnent les résultats obtenus sur deux échantillons prélevés lors de la récolte de nos deux variétés expérimentales durant la saison mai-juillet 1978.-

cette conclusion se vérifie également sur les deux variétés expérimentales.-



Du tableau 10, il découle que les maïs de la variété jaune sont plus productifs que ceux de la variété blanche. Nous croyons donc qu'il serait plus économique de cultiver la variété jaune que la variété blanche, car la production de la première prime sur la précocité de la seconde. Remarquons que cette conclusion concerne seulement les deux variétés expérimentées.

Concernant le nombre de rangers par épi, le tableau 11 montre que les épis des maïs de la variété blanche portent plus<sup>de</sup> rangers des grains que ceux de la variété jaune (une moyenne de 14 rangers pour la variété blanche et de 12 rangers pour la variété jaune).

Tableau 10 : longueur des épis: échantillons tirés de deux variétés expérimentées.

Légende : l = longueur de l'épi (cm).

n = nombre d'épis

L = longueur totale des épis de la catégorie considérée (cm).

$\bar{x}$  = longueur moyenne pour la variété.-

Variété Jaune				Variété Blanche.			
l	n	L		l	n	L	
12	1	12		12	2	24	
13	-	-		13	8	104	
14	3	42		14	3	42	
15	1	15		12	2	30	
16	3	48		-	-	-	
17	1	17		-	-	-	
18	1	18		-	-	-	
20	2	40		-	-	-	
21	1	21		-	-	-	
22	1	22		-	-	-	
25	1	25		-	-	-	
Total	15	260		Total	15	20	
$\bar{x}$	-	17,5		$\bar{x}$	-	13,3	

Tableau n° 11: Nombre de rangers des grains des épis.

Légende : N = nombre de rangers des grains par épi.

n1 = nombre d'épis.

n2 = nombre total de rangers des grains par catégorie.

$\bar{x}$  = nombre moyen de rangers des grains pour la variété.

N	Variété jaune		Variété blanche	
	n1	n2	n1	n2
10	1	10	-	-
12	9	108	-	-
14	4	56	10	140
16	1	16	5	80
Total.	15	194	15	220
$\bar{x}$	-	12,9	-	14,6

### 3.0. Plantes messicoles.

### 3.1. Composition floristiques.

D'après les résultats des relevés des plantes messicoles faits dans différents champs (tableau 12); la végétation messicole de cultures de maïs compte 55 espèces formées uniquement des spermatophytes avec 21 familles/sous-embanchement des Angiospomes. La classe des dicotylédones est la mieux représentées. Elle compte 16 familles et 42 espèces. La classe des Monocotylédones comprend 5 familles et 13 espèces. Les familles les plus riches en espèces sont : Asteraceae (7 espèces), Poaceae (6 espèces), Amaranthaceae (5 espèces), Malvaceae (5 espèces) et Euphorbiaceae (5 espèces). Les espèces les plus fréquentes sont *Ageratum conyzoides*, *Eleusine indica*, *Amaranthus hybridus*, *Panicum maximum*, *Oldenlandia corymbosa*, *Phyllanthus urinaria*, *Cleome ciliata*, *Physalis angulata*, *Cyperus sphaacelatus*, *Pueraria javamica*, *Euphorbia hirta*, *Acalypha crenata*, *Amaranthus viridis* et *Alternanthera sessilis*.

.../...



Au point de vue phytosociologique nous remarquons un brassage entre les espèces de l'Amaranthion (les nitrophiles), de Bidention (messicoles), du Panicion (jachère de lère année),<sup>de</sup> Rudérato Manihotetea en général (rudérales, messicoles et postculturales), il s'y ajoute quelques espèces des Musango-Terminalietalia et les espèces cultivées et subspontanées telles que *Hibiscus* manihot, *Hibiscus* cannabinus etc. Les espèces de Rudérato-Manihotetea sont les mieux représentées (19 espèces, soit 34,5 %). Les espèces de Panicion<sup>viennent</sup> en deuxième position (10 espèces soit 18,1 %) suivies par celles de l'Amaranthion (9 espèces soit 16,0 %) de Bidention (8 espèces soit 14,5 %) et le reste pour les espèces subspontanées et de Musango-Terminalietalia.-

### 3.2. si Phyonomie et type<sup>biologiques</sup>.-

Physionomie: Dans les champs bien entretenus, les plantes messicoles ne forment pas des groupements végétaux proprement dits. Les espèces sont rares et éparpillées de sorte qu'on est obligé de faire les relevés sur des grandes surfaces. Quand les champs sont mal entretenus on peut y rencontrer des groupements végétaux bien individualisés où une ou deux espèces dominent selon la qualité du sol et la formation végétale antérieure à la culture. On ~~remarque~~<sup>remarque</sup>, par exemple, que les champs situés près des habitations sont surtout envahis par *Amaranthus* *viridis*, *Physalis* *angulata*, *Fleurya* *gestuans* et autres espèces nitrophiles, alors que les champs sous-coupe forestière sont envahis par les espèces messicoles typiques telles que *Acalypha* *crenata*, *Crassocephalum* *lumbense* et les plantules des espèces de la forêt.-

### - Types biologiques. (Tableau n° 13).-

La végétation messicole des cultures de maïs est surtout constituée par les thérophytes (56,3 %). Les autres types biologiques interviennent avec des pourcentages réduits par rapport à celui des thérophytes. Les phanérophytes dont le pourcentage est de 12,8 % sont représentés par les phanérophytes fruticuleux, les plantules et les rejets sur les souches restées sur place après abattage des arbres.-



3.3. Distribution phytogéographique (Tableau n° 14).

La flore adventive des cultures de maïs est dominée par les espèces à distribution géographique étendue. Les éléments pantropicaux sont les plus nombreux (45,3 %) puis viennent les paléotropicaux (19 %) afro-tropicaux (15 %) etc. Les espèces zaïroises sont les moins représentées (2 %).

Localisation des relevés du tableau n° 12

1. Plateau médical, près du Campus central, le 18.01.1979.-
2. Plateau médical, Campus central à droite du sentier qui mène vers la cité: le 18.01.1979.-
3. Plateau médical, campus central, derrière le home des étudiants (Boyoma II) le 18.01.1979.
4. Plateau médical: campus central, derrière la cuisine.
5. Plateau médical: derrière le BAFANI le 18.01.1979.-
6. Plateau médical: champ situé entre le campus central et le complexe Elungu à environ 200 m du chemin à gauche, le 18.01.1979.-
7. Plateau médical: Simisimi, vers la station météorologique, le 19.01.79.
8. Ile Kongolo, champ expérimental (C2): le 10.02.1979.-
9. Ile Kongolo, champ expérimental (D2): le 10.02.1979.-
10. Localité Batiapanga, Km 33 route Lubutu à gauche de la route, le 17.04.1979.-

Tableau n° 14 : Proportion de types biologiques des plantes messicoles.

n = nombre d'espèces.-

Types biologiques	n	%
Phanérophytes	7	12,8
Chaméphytes	7	12,8
Hemicryptophytes	8	14,5
Géophytes	2	3,6
Thérophytes	31	56,3
Total	55	100,0



Tableau n 15: Distribution phytogéographique des plantes messicoles.-

n = nombre d'especes.-

! Eléments	!	n	!	%	!
! Cosmopolites	!	4	!	7,5	!
! Pantropicaux	!	24	!	45,3	!
! Paléotropicaux	!	10	!	19,0	!
! Afro-américains	!	3	!	5,6	!
! Afro-tropicaux	!	8	!	15,0	!
! Guinéens	!	3	!	5,6	!
! Zaïrois	!	1	!	2,0	!
! Total	!	55	!	100	!











IV ESPECES DES RUDENTO - MANIHOTIA

: T	: Pantr.	: Ageratum Conyzoides	: 1	: 1	: 1	: +	: 1	: +	: 2	: 2	: 2	: -	: V	: 5,8
: T	: Pantr.	: Eleusine indica	: +	: +	: +	: +	: +	: +	: +	: -	: -	: -	: IV	: 0,4
: T	: Pantr.	: Phyllanthus usinaria	: 1	: 1	: 1	: 1	: 1	: 1	: 1	: -	: -	: 1	: IV	: 2,4
: H	: Afam	: Cyperus sphacelatus	: 2	: 1	: 1	: 2	: 1	: 2	: +	: -	: -	: -	: IV	: 5,4
: T	: Pantr	: Euphorbia hirta	: +	: +	: 1	: +	: +	: +	: +	: -	: -	: -	: IV	: 0,6
: H	: Paléotr	: Paspalum orbiculare	: +	: +	: -	: -	: -	: +	: +	: -	: -	: +	: III	: 0,2
: T	: Paléotr	: Celosia trigyna	: +	: +	: +	: -	: -	: 1	: 1	: -	: -	: -	: III	: 0,7
: Ch	: Pantr	: Commelina diffusa	: +	: +	: +	: -	: -	: 1	: +	: -	: -	: -	: III	: 0,5
: T	: Paléotr	: Panicum brevifolium	: -	: +	: -	: -	: -	: 1	: -	: +	: +	: +	: II	: 0,7
: T	: Paléotr	: Phyllanthus niruri	: -	: -	: +	: 1	: -	: 1	: -	: -	: -	: 1	: II	: 0,7
: H	: Pantr	: Mariscus alternifolius	: -	: -	: -	: -	: -	: +	: -	: +	: +	: 1	: II	: 0,4
: H	: Afam	: Paspalum paniculatum	: -	: +	: -	: -	: -	: -	: -	: +	: -	: +	: II	: 0,1
: T	: Pantr	: Cyathula prostrata	: -	: -	: -	: -	: -	: 1	: -	: +	: 2	: -	: II	: 0,8
: H	: Pantr	: Paspalum conjugatum	: -	: -	: -	: -	: -	: -	: -	: 2	: 2	: +	: II	: 3,0
: T	: Aftrop	: Lageneria breviflora	: +	: -	: -	: -	: -	: -	: +	: -	: -	: -	: I	: 0,1
: T	: Guin	: Aneilema umbrinum	: -	: +	: -	: -	: -	: +	: -	: -	: -	: -	: I	: 0,1
: T	: Pantr	: Euphorbia prostrata	: -	: -	: +	: -	: +	: -	: -	: -	: -	: -	: I	: 0,1
: H	: Pantr.	: Cyperus distans	: -	: -	: +	: -	: +	: -	: -	: -	: -	: -	: I	: 0,1
: Ch	: Paléotr	: Centella asiatica	: -	: -	: -	: -	: -	: +	: -	: -	: -	: -	: I	: 0,1

V ESPECES DES MUSANGO-TERMINALIETALIA

: Ph	: Aftrop	: Triumfetta cordifolia	: +	: 1	: -	: -	: +	: +	: -	: -	: -	: 1	: III	: 0,7
: Ph	: Aftrop	: Vernonia amygdalina (rejets)	: +	: +	: 1	: -	: -	: -	: -	: -	: -	: -	: II	: 0,4
: Ph	: Pantr	: Solanum torvum (plantules)	: -	: -	: -	: +	: +	: -	: -	: 1	: 1	: -	: III	: 0,7
: Ph	: Guin	: Musanga cecropioides (plantules)	: -	: -	: -	: -	: -	: -	: -	: +	: +	: -	: I	: 0,1
: G	: G Z	: Anchomanes giganteus	: -	: -	: -	: -	: -	: -	: -	: +	: +	: +	: I	: :

VI ESPECES MULTIVEES ET SUBSPONTANEEES

: T	:	: Zea mays	: 2	: 2	: 2	: 2	: 2	: 2	: 2	: 2	: 2	: 2	: V	: 15
: Ph.	:	: Manihot esculenta	: 2	: 2	: 2	: 2	: 2	: 2	: 2	: -	: -	: 2	: IV	: 12
: T	: Pantr	: Hibiscus cannabinus	: +	: -	: -	: -	: +	: +	: -	: -	: -	: -	: II	: 0,7
: G	:	: Ipomoea batatas	: 1	: -	: 1	: -	: -	: +	: 1	: -	: -	: -	: II	: 1,2
: T	:	: Hibiscus manihot (plantules)	: +	: -	: -	: -	: -	: +	: +	: -	: -	: -	: II	: 0,1
: Ph	: Guin	: Elaeis guineensis (plantules)	: -	: -	: -	: -	: +	: -	: -	: +	: -	: -	: I	: 0,1

54-



#### IV. DISCUSSION DES RESULTATS.

##### 1.0. Ecologie.

Bon nombre d'auteurs admettent que, pendant la période végétative, le maïs exige une température moyenne variant entre 19° C (22) et 25° C, voire même 32° C (3) or les moyennes annuelles de températures à Kisangani varient entre 24° et 25° C avec des moyennes annuelles maxima de 30° 1' C à 31° 6' C et de minima de 20° 3' C à 21° 2' C (11).-

L'humidité relative moyenne de l'air varie entre 84 % et 86 % à Kisangani (15) alors que le maïs exige une humidité relative comprise entre 75 % et 95 % (3).-

Pendant la grande saison sèche (décembre à février) la moyenne minimum des précipitations est de 81,7 mm (elle a descendue jusqu'à 37,6 mm en janvier 75), pendant la petite saison sèche (juin et juillet) elle est de 102,6 mm en juillet (42,7 mm en juillet 1974)(15). Etant donné que le besoin mensuel minimum de maïs en eau est de 100 mm des précipitations, pendant la période végétative, il serait très hasardeux de cultiver le maïs pendant ce deux périodes précitées.-

Le sol de Kisangani est ferralitique (11) et selon DEBRIL, les sols ferralitiques sont favorables à la culture de maïs (5).-



Les différents points cités ci-haut nous permettent de conclure qu'au point de vue écologique Kisangani et ses environs constituent un milieu favorable à la culture de maïs.-

## 2.0. Période générative.-

### 2.1. Apparition des panicules.-

D'après KEILLING J. et ses collègues (13), les panicules apparaissent entre 50 et 75 jours après la levée.-

Pour les deux variétés que nous avons expérimentées ce délai est abrégé. Nous avons remarqué que pour la variété blanche (précoce) les dernières plantes étaient en panicules au cours de la 6ème semaine après semis donc avant 42 jours.-

La variété tardive (jaune) était complètement en panicule au cours de la 7ème semaine de semis donc avant 49 jour après semis.-

Les précipitations jouent un rôle non négligeable sur la durée de la période végétative chez le maïs. Nous avons constaté que pendant la saison sèche les maïs de la variété jaune ont connu un retard d'une semaine pour fleurir.-

### 2.2. Apparition des spathes, des soies et pollinisation.-

Comme le signalent plusieurs auteurs (13,22), la formation des spathes et des soies suivent quelques jours après l'apparition des panicules.

Pour nos plantes expérimentales nous avons remarqué que la pollinisation avait débuté au cours de la semaine qui suit l'apparition des panicules, donc dans un délai inférieur à 7 jours.-

### 2.3. Maturité.-

Après la pollinisation les épis se développent rapidement pour atteindre leur taille définitive.-

Le développement des grains se fait en deux phases:

- Une accumulation de la matière sèche ou formation de stade laitoux.-
- La dessiccation des grains : maturité.-



Il est pratiquement difficile de fixer une limite nette entre ces deux phases de développement des grains d'autant plus qu'il arrive qu'en un certain moment on rencontre sur une même parcelle et chez la même variété, les épis dont les grains sont encore au stade laitoux et d'autres ayant les grains dont la 2<sup>e</sup> phase s'est déjà suffisamment prononcée.

L'état d'évolution des grains peut être estimé à partir de l'état des spathes, car la dessiccation des spathes se déroule dans une certaine mesure parallèlement à celle des grains.-

### 3.9. Croissance.-

D'après WALLANCE et BRESSMAN cité par NGILIMANA (17), pendant la période de forte croissance, l'accroissement de plante de maïs est :

à 22°,2 C	11,20 cm/jour.
23°,8 C	12,70 "
25°,5 C	13,80 " .-

Ayant travaillé dans les conditions hétérogènes, au point de vue sol et température, nous nous sommes trouvés dans l'impossibilité de déterminer l'accroissement moyen de maïs sous le climat de Kisangani. Comme l'indique l'histogramme des classes des hauteurs (fig 1), sur une plantation. On rencontre les plantes chétives à côté des plantes à développement rapide. L'analyse du tableau 7 (hauteur moyenne des plantes des parcelles A1 et D1) vérifie cette constatation. En essayant de calculer les accroissements hebdomadaires moyens pour les plantes des parcelles A1 et D1 durant la période allant de la 2<sup>e</sup> à la 5<sup>e</sup> semaine après le semis nous avons remarqué que: - Les accroissements moyens hebdomadaires des plantes de ces deux parcelles varient beaucoup.-

- Les accroissements des plantes de la parcelle A1 vont en croissant tandis que ceux des plantes de la parcelle D1 vont en décroissant.
- Pour les plantes de la même parcelle le taux d'accroissement moyen varie d'une semaine à l'autre.-

### 4.0. Plantes messicoles.-

Tous les relevés faits dans les cultures sur terre ferme (champs de manioc, de patates, d'arachides, de maïs etc..) présentent des traits



communs et appartiennent à l'association à *Talinum triangulare* (*Talinetum triangulare*) qui a été décrite à Yangambi par LEONARD 1950 (11).

Ayant rencontré un certain nombre d'espèces caractéristiques de l'association précitée telles que *Talinum triangulare*, *Physalis angulata*, *Borreria princeae*, *Acalypha crenata*, *Cleome ciliata*, dans nos relevés nous admettons que les plantes adventices des cultures de maïs y sont incluses. Cette association appartient à l'alliance de *Bidetion pilosae* LEBRUN (in MULLENDERS 1949) qui regroupe les végétations culturales et postculturales périodiquement sarclées ou fauchées en régions de basse altitude (19), et à l'ordre de *Bidentetalia africana* SCHMITZ 1971 qui est composé d'une partie de *Bidentetalia pilosae* LEBRUN, partie correspondant aux groupements messicoles et postculturels et de leur correspondant des régions d'altitude de *Digitarietalia abyssinicae* LEBRUN qui devient alliance sous le <sup>nom</sup> de *Digitarion abyssinicae* (19). Cet ordre fait partie de la classe des *Rudereto manihotetea pantropicalia* LEONARD in TATON 1949 regroupant les végétations nitrophile, ru-  
rudérale, messicole, et postculturelle en régions tropicales (20).

La comparaison de l'analyse phytosociologique faite par KAMABU (11) et la nôtre fait ressortir une différence importante entre les pourcentages des éléments pan-tropicaux rencontrés dans les deux cas. Dans le premier cas la proportion de ces éléments est de 28,7% alors que dans le second elle est de 44,4%. Nous croyons que cette différence est due au fait que les espèces pan-tropicales constituent les éléments colonisateurs pionniers des terres cultivées, et au fur et à mesure que la végétation évolue ces espèces disparaissent et <sup>sont</sup> remplacées par d'autres à aire de distribution plus réduite. Dans le cas où cette hypothèse serait vérifiée, la différence constatée chez les éléments guinéens en constituerait l'exemple le plus éloquent (18,14% contre 5,5%).



V. CONCLUSION.

Au terme de cette étude, un certain nombre de conclusions apparaissent clairement:

Le climat et le sol de Kisangani répondent bien aux exigences écologiques du maïs, il convient de tenir compte de quelques considérations importantes:

- Le respect de calendrier agricole: le semis doit se faire de sorte que les périodes végétative et générative coïncident avec la saison pluvieuse. Toute culture effectuée hors de la période prévue sur le calendrier agricole est sujette non seulement à une production réduite mais constitue aussi un refuge pour les parasites, d'où elle forme un centre de propagation des maladies.-

- L'épuisement du sol par les cultures continues a un double méfait. Il constitue d'abord un facteur de réduction de production et ensuite <sup>un</sup> foyer de mauvaises herbes dont les travaux de sarclage augmentent les frais de culture.

- Pour la conservation et la régénération de sol, la culture de maïs doit être suivie d'une mise en jachère plus ou moins longue.

Les observations des stades phénologiques faites pendant deux saisons différentes (saison pluvieuse et saison sèche) montrent que:

- le rythme de la production des feuilles est de 3 feuilles par semaine pendant la saison pluvieuse, et de 2 feuilles par semaine pendant la saison sèche. A l'apparition des panicules les plantes portent 16 à 20 feuilles.-

- Les panicules apparaissent entre 35 et 50 jours après le semis suivant que la variété est précoce ou tardive.-

- Les spathes, au nombre de 1 ou 2, apparaissent au cours de la semaine qui suit l'apparition des panicules. L'épi supérieur est en général situé à l'aisselle de la 6<sup>e</sup> feuille à partir du sommet

- Pendant la saison sèche, la période générative commence en retard par rapport à la saison pluvieuse (1 ~~semaine~~ de retard pour nos expériences).

- Les épis sont secs vers 90 jours après le semis.

- La qualité du sol, les précipitations et l'état sanitaire de la plante influencent beaucoup le rythme de la production des feuilles et de développement de la plante.-



La végétation adventice des cultures de maïs est constitué seulement des espèces appartenant à deux classes des spermatophytes :

Dicotylédones : 16 familles et 42 espèces.-

Monocotylédones : 5 familles et 13 espèces.-

C'est une végétation herbacée dans laquelle dominent les thérophytes (56,3 %). Les phanérophytes sont représentés par les phanérophytes fruticuleux, les plantules et les rejets sur les souches restées sur place après l'abattage des arbres.-

Les espèces à large distribution phytogéographique sont les plus nombreuses: les éléments pantropicaux (45,3 %) les paléotropicaux (19 %) etc... alors que les espèces zaïroises n'interviennent qu'avec une proportion de 2 %.-

R E S U M E .-  
intitulé

Dans ce travail "Etudes botanique, écologique et phénologique sur les cultures de maïs à Kisangani", nous avons vérifié à partir des données sur le climat et sur le sol si le maïs trouve son milieu écologique favorable à Kisangani. Nous avons fait ensuite les observations des stades phénologiques dans les champs expérimentaux sur l'île Kongolo et à Kisangani; enfin une étude de la végétation messicole des cultures de maïs nous a permis de classer phytosociologiquement cette dernière.-

Avec son climat caractérisé par une température moyenne de 25°C; des précipitations abondantes et l'humidité atmosphérique moyenne variant entre 84 % <sup>et 90 % et</sup> et son sol ferrallitique à fertilité moyenne, Kisangani répond aux conditions écologiques exigées par le maïs.-

Le rythme normal de la production de feuilles est de 3 feuilles par semaine. Pendant la saison sèche ce rythme est réduit à 2 feuilles par semaine. Le début de la période générative varie suivant les variétés (de la 5<sup>e</sup>, la 6<sup>e</sup> ou la 7<sup>e</sup> semaine). La maturité complète est atteinte à la 13<sup>e</sup> ou à la 14<sup>e</sup> semaine après le semis.-

Quant à la végétation messicole, 55 espèces appartenant à 21 familles ont été recensées. L'analyse du tableau phytosociologique des plantes messicoles nous a permis de classer cette végétation dans l'association à *Talinum triangulare* LEONARD 1950, Alliance de *Bidention nilosae* LEBRUN in MULLENDERS 1949, ordre *Bidentetalia africana* SCHMTZ 1971 et la classe de *Rudereto-Manihotetea pantropicalia* LEONARD in TATON 1949.



S U M M A R Y .-

In this work entitled "Botanical, ecological and phenological studies on maize cultivations in Kisangani" we have checked from data on the climate and on the soil if the maize finds pts ecological environment suitable for Kisangani, we have made observations on the phenological steps in experimental fields on Kongolo island and in Kisangani, at last a study of messicole vegetation of maize cultivations has permitted us to classify phytosociologically the latter.-

With a climate characterized by an average temperature of 25°C, abundant rainfalls, an average atmospheric dampness varying between 84 % and 86 % and its ferralitic soil with an average fertility, Kisangani fulfills the ecological conditions required by the maize.-

The normal rythm of the production of leaves is three leaves per week. During the dry season, the rythm is reduced to two leave per week. Th beginning of the generative period varies according the varieties (since the 5the, 6th or 7th week) The complete maturing is reached in the 13th or the 14 th week after the seed-bed.-

As for the messicole vegetation, 55 species be longing to 21 families have been counted. The analysis of the phytosociological of messicole plants has permitted us to classify this vegetation in the association of *Talinum triangulare* LEONARD 1950, Alliance of *Bidention pilosae* LEBRUN in MULLENDERS 1949 order of *Bitetetalia africana* SCHMITZ 1971 and class of *Rudereto Manihotetea pantropicalia* LEONARD in TATON 1949.-



B I B L I O G R A P H I E . -

- 1.- BAKER, H.G., 1970. Plants and civilization, second edition, Mac millan, London, 194 pages.-
2. BERNARD, E. 1945. Le climat écologique de la cuvette centrale Congolaise, INEAC, Bruxelles 240 pages + 2 cartes géographiques.-
3. DIBRIL, S., 1966. La production de mils, sorgho et maïs dans la République du Sénégal, in Sols africain, janvier-août 1966, vol. XI n° 1 et 2.-
4. ÉVRARD, C., 1968. Recherches écologiques sur le peuplement forestier des sols hydromorphes de la Cuvette Centrale Congolaise, INEAC, Bruxelles, 295 pages.
5. GORDON, M. et Cie, 1968. Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu, Edition Centre national de la recherche scientifique, Paris 292 pages.
6. GOUNOT, M., 1969. Méthodes d'études quantitatives de la végétation Masson et Cie, Paris, 114 pages.-
7. GUILLAUMIN, A. 1946. Les plantes cultivées, Payot, Paris, 352 pages.
8. GUINOCHET, M. 1973. Phytosociologie, Masson et Cie, Paris, 227 pages + 1 carte en couleur.-
9. GUYOT, L. 1964. Origine des plantes cultivées, P.U.F., Paris, 126 p.
10. HELLMAN, H. 1976. Nourrir l'homme de demain, Nouveaux Horizons, Ed. France empire, Paris, 269 pages.-
11. KALIBU, V. 1977. Groupements végétaux messicoles et postcultureaux de Kisangani, mémoire polycopié; Faculté des Sciences, Kisangani, 85 pages.-
12. KEILLING J., MARTIN N., et CASALIS, J., 1968. Encyclopedie agricole permanente, Tome II, Fascule 2212, Ed. techniques, Paris.
13. LEBRUN, J., 1947. La végétation de la plaine alluviale au Sud du lac Edouard, Fascule 1, Institut des Parc Nationaux du Congo-Belge, Bruxelles, 800 pages + planches photographiques.-
14. LEBRUN, J. 1955. Esquisse de la végétation du parc national de la Kagera, Institut des parcs Nationaux du Congo-Belge, Bruxelles, 89 pages + planches photographiques.-
15. IPOYI, M., 1978. Etude physigraphique de l'île Kongolo (Haut-Zaïre) mémoire polycopié, Faculté des Sciences, Kisangani 107 pages.-



16. MULLENDERS, W., 1954. Végétation de Kaniama, INEAC Bruxelles, série scientifique n° 61, 499 pages + planches photographiques.-
  17. NGILIMA, L. 1977. La culture du maïs (Z<sup>e</sup> 2 maïs) au Rwanda, Monographie photocopiée, IFA, Centre de Kisangani, 66 pages.
  18. PANGA, K.D., 1978. Etude de la Sclerosporiose du maïs (Dow my mildew) mémoire/polycopié, IFA Yangambi, 35 pages.
  19. SCHMITZ, A., 1971. La végétation de la plaine de Lubumbashi (Haut-Katanga), INEAC Bruxelles, série scientifique n° 113, 388 pages + planches photographiques.-
  20. TROUPIN, G., 1966. Etude phytocénologique du parc national de la Kagera et du Rwanda Oriental, recherche d'une méthode d'analyse appropriée à la végétation de l'Afrique Intertropicale, Université de Liège, 293 pages.
  21. TROUPIN, G., 1971 Syllabus de la flore du Rwanda, Musée royal de l'Afrique Centrale, Animale-Série in- 8 sciences économiques n° 7, Tervuren, Belgique, 340 pages.
  22. VANDEN ABEELE, M. et VAN DEN PUT R., 1956. Principales cultures du Congo Belge, Ministère des colonies, Direction de l'Agriculture, 3<sup>e</sup> édition, Bruxelles 626 pages.
  23. VANDENPLAS, A., 1943. La pluie au Congo Belge, Bulletin agricole du Congo Belge, N° 34, vol. XXXIV, Bruxelles, 396 pages.
  24. WILSON, C.L.; and WALTER E.L., 1967. Botany, 4th. édition, New York, 626 pages.-
- Flores et Publications.
25. Flore du Congo Belge et du Rwanda Urundi; Spermatophytes; vol. 1 à 7 et vol. 9, 1948 - 1968, Jardin Botanique, Bruxelles.-
  26. Flore du Congo, du Rwanda et du Burundi; Spermatophytes, Vol. 8 et 10, 1962 - 1963, Jardin Botanique, Bruxelles.-
  27. Flore du Gabon, 1961 - 1973, Vol. 1 à 23, Museum national d'histoires naturelles, Paris.
  28. Soil. conditioning manuel, Sudbury's soil testing Kits, Sudbury's laboratory, INC Sudburg Massachussettes 01776, 12 pages.-
-