

STRUCTURE de l'ESPECE PENNISETUM TYPHOIDESEtude de la structure génétique des mils à chandelle

- I- Importance de la culture des mils à chandelle dans le monde
- II- Place des mils à chandelle dans le genre Pennisetum
- III- Problèmes posés par l'étude de la structure génétique des mils à chandelle
- IV- Matériel et Méthodes de travail
- V- Travaux réalisés avant 1964
- VI- Travaux effectués en 1964
- VII- Programme 1965

## ETUDE de la STRUCTURE GENETIQUE des MILS à CHANDELLE

### I- Importance de la culture des mils à chandelle dans le monde

Le mil forme la base de la nourriture de tous les peuples qui vivent dans la zone tropicale sèche d'Afrique, exception faite des peuples riverains des grands fleuves qui pratiquent une culture intensive du riz. Encore faut-il remarquer que la substitution du riz au mil, dans l'alimentation de ceux-ci, n'est pas tout à fait complète. Pas de journée, pour tous ceux qui vivent en dehors de ces zones particulières, sans consommer du mil, que ce soit sous forme de galettes ou sous forme de bouillies, accompagnées de quelque sauce, parfois aussi (mais beaucoup trop rarement encore) d'un morceau de viande ou de poisson.

Le mil constitue vraiment, pour les cultivateurs des régions sèches d'Afrique (85 à 95 % de la population globale), le pain quotidien. Plus que notre pain, en vérité, puisque le mil est, pour ces populations, durant de longues périodes, la seule vraie nourriture de chaque jour.

On désigne en réalité, en Afrique francophone, sous le même nom de mil, deux plantes bien distinctes : le gros mil ou sorgho, qui est une graminée du genre Sorghum, le petit mil ou mil pénicillaire, ou encore mil à chandelle, qui est une graminée du genre Pennisetum.

C'est de cette dernière plante seule que nous nous préoccupons.

Elle est connue en Afrique sous des noms divers : maïwa, jerro, normi, sanyo, suno, marja, souna, moro, saino, kordofan, machwera, maigashi nachacha, nchanji bubele, etc...

Il est difficile de savoir avec précision quelles sont les surfaces qui sont consacrées chaque année à la culture de cette plante, car les statistiques agricoles, celles du moins qui existent dans les états francophones, ne font pas de distinction entre les mils du genre Sorghum et ceux du genre Pennisetum.

On admet que, dans l'ensemble de la zone tropicale qui s'étend à travers le Sénégal, le Mali, la Haute Volta, le Niger et le Tchad, la part qui revient à chacune de ces deux plantes, dans les surfaces cultivées en mil, est approximativement la même. Le petit mil prédomine sur le sorgho dès que le climat devient un peu plus sec (moins de 500 mm de pluie); le sorgho l'emporte au contraire sur le mil à chandelle dès que la pluviométrie augmente. Au Niger, où l'alimentation de la population repose presque entièrement sur la production du mil pénicillaire, et où le sorgho ne constitue qu'une production d'appoint, on estime qu'il y aurait 1.600.000 ha consacrés

annuellement à la culture du mil pénicillaire; il y en aurait environ 700.000 ha au Mali, 500.000 ha au Tchad, 400.000 ha au Sénégal et 300.000 ha en Haute Volta.

Le mil à chandelle fait l'objet d'une culture également très importante aux Indes, où cette plante répond le plus généralement à la dénomination de bajra ou de bajri, sauf dans les régions du sud où on la désigne plutôt sous les noms de sajje ou cumbu.

La culture du mil à chandelle occupe annuellement aux Indes près de 27.000.000 d'acres, ce qui équivaut approximativement à 10.000.000 ha.

Les cultures les plus importantes se trouvent dans l'Etat de Rajasthan (9.500.000 acres), celui de Bombay (8.200.000 acres), celui de Uttar Pradesh (2.600.000 acres) et le Punjab (2.300.000 acres).

Mais le mil à chandelle n'est pas seulement une plante céréalière utilisable pour la nourriture de l'homme. C'est aussi une plante fourragère utilisable pour la nourriture des animaux. C'est en tant que tel qu'on le cultive aux Etats-Unis d'Amérique sous les noms de Pearl millet, Cattail millet, penicillaria ou Wands forage. Les Etats du sud des Etats-Unis lui consacrent chaque année quelques 100.000 acres (soit approximativement 40.000 ha). Il constitue dans ces régions l'une des plantes fourragères annuelles d'été les plus cultivées.

## II- Place du mil à chandelle dans le genre Pennisetum

Le genre Pennisetum a été divisé par Stapf en cinq sections :

1 : Gymnothrix, 2 : Eupennisetum, 3 : Penicillaria, 4 : Meterostachya et 5 : Brevivalvula.

Les mils à chandelle, quel que soit leur nom local ou l'usage que l'on en fait, appartiennent tous à la section Penicillaria.

Cette section se distingue aisément des autres. Les plantes qui se rangent dans la section penicillaria se caractérisent toutes par le fait ;

1/ Que leurs anthères sont surmontées d'une mince touffe de poils

2/ Qu'elles ont un nombre haploïde de chromosomes, égal à 7 ou multiple de 7, alors que tous les autres Pennisetum ont un nombre chromosomique de base égal à 9. Il s'agit d'une caractéristique tout à fait remarquable. Les plantes de la section penicillaria sont en effet les seules plantes de type panicoïde qui n'aient pas un nombre chromosomique de base égal à 5, 9 ou 12.

Le nombre 7 est celui qui caractérise l'autre grand type caryologique de graminées : le type festucoïde. On trouve également le nombre 7, il est vrai, chez plusieurs genres de la tribu des Danthonieae et de la tribu des Chlorideae.

Les américains classent tous les mils à chandelle qui existent en Amérique, et qu'ils cultivent comme plante fourragère, sous le nom botanique de Pennisetum glaucum (L.) R.Br.

Les indiens classent toutes les variétés de mil à chandelle qui existent aux Indes, et qu'ils cultivent pour la nourriture de l'homme, sous le nom botanique de Pennisetum typhoides Stapf et Hubbard.

Les mils à chandelle cultivés en Afrique ont été classés par Stapf en 8 espèces :

- P. ancylochaete Stapf et Hubbard, cultivé au nord du Nigéria.
- P. gibbosum Stapf et Hubbard, cultivé autour du lac Tchad et au Niger.
- P. maiwa Stapf et Hubbard, cultivé autour du lac Tchad et au Niger.
- P. cinereum Stapf et Hubbard, cultivé dans le Haut Sénégal, le Niger, le nord du Togo et du Dahomey.
- P. gambiense Stapf et Hubbard, cultivé de la Sénégalie au Ghana.
- P. leonis Stapf et Hubbard, cultivé en Sierra Leone et en Guinée.
- P. niaritarum Dur et Schinz, cultivé du Sénégal au Nigeria
- P. pycnostachyum Stapf et Hubbard, cultivé en Sénégalie.

Il existe aussi en Afrique, en dehors des mils à chandelle, cultivés pour la satisfaction des besoins de l'homme, un certain nombre d'autres formes dites sauvages, qui se distinguent essentiellement des mils cultivés par le fait que les épillets se détachent très facilement du rachis au moment de la maturité du grain, et tombent à terre au fur et à mesure de cette maturité. Les graines sont aussi beaucoup plus petites que celles des mils cultivés, et restent enveloppées, à maturité, entre les glumes et les glumelles, contrairement à ce qui a lieu chez les mils cultivés où les graines, sans doute à cause de leur grosseur, deviennent nettement saillantes en dehors de leurs enveloppes, ce qui facilite beaucoup le battage.

Hutchinson et Dalziel (Flora of west Africa 1931 - 1936 vol II p. 572-574) reconnaissent l'existence, en Afrique de l'ouest, de 11 espèces sauvages : une espèce pérenne : P. purpureum Schum, et 10 espèces annuelles : P. ochrops Stapf et Hubbard, P. mollissimum Hochst, P. Rogeri Stapf et Hubbard, P. Barteri Stapf et Hubbard, P. violaceum L. (Rich), P. Dalzielii Stapf et Hubbard, P. stenostachyum Stapf et Hubbard, P. Perrottetii K. Schum, P. sclerocladum Stapf et Hubbard,



Fig.1. Mil sauvage du type *P. violaceum*

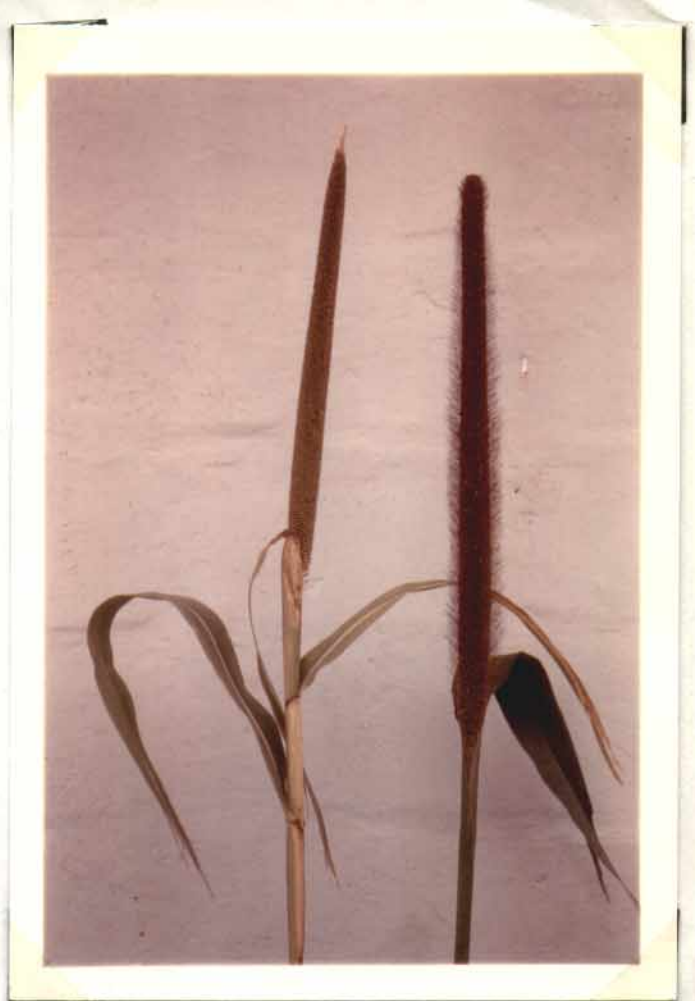


Fig.2- Mils cultivés du type *gambiense* (à gauche) et du type *pycnostachyum* (à droite)



Fig.3- Plante d'apparence sauvage apparue dans une descendance pedigree



Fig.4- Plante d'apparence sauvage apparue dans une descendance pedigree. On notera la caducité des épillets.

P. Sampsonii Stapf et Hubbard et P. niloticum Stapf et Hubbard.

On trouvera en annexe la clef dichotomique des différentes espèces cultivées et sauvages reconnues dans l'Afrique de l'ouest par Hutchinson et Dalziel (Flora of west Africa 1931-1936- vol II, p. 572-574)

On notera qu'il n'existe, en dehors de l'Afrique, aucune espèce sauvage de Pennisetum appartenant à la section Penicillaria. Tous les mils à chandelle cultivés en Amérique et aux Indes proviennent de formes introduites. C'est pourquoi on considère l'Afrique comme le lieu d'origine et de diversification primaire de tous les pennisetum qui entrent dans la section Penicillaria.

### III- Problèmes posés par l'étude de la structure génétique des mils à chandelle.

Les distinctions qui sont faites par les botanistes entre les différentes sortes de mil qui entrent dans la constitution de la section penicillaria et que l'on peut trouver en Afrique ne sont pas, à la vérité, aussi tranchées dans la nature qu'elles le sont dans les flores.

Tous les mils qui entrent dans le cadre de la section penicillaria ont une floraison femelle qui précède la floraison mâle. Ce sont des plantes allogames qui manifestent à un très haut degré des effets d'hétérosis. Toutes les espèces cultivées de cette section sont interfécondes. On trouve, dans la nature, beaucoup plus de formes intermédiaires que de types caractéristiques. On peut se poser plusieurs questions :

1<sup>o</sup>/ Quelle importance faut-il accorder aux distinctions faites par les anciens systématiciens, auteurs de flores qui existent actuellement ?

Les différentes formes de mils cultivés qui ont été décrites sous des noms d'espèces différents correspondent-elles à des écospécies d'un même coenospécies, au sens où l'entendent, à la suite de Clausen, les biosystématiciens modernes, ou s'agit-il plus simplement d'écotypes différents d'un même écospécies ?

2<sup>o</sup>/ Quel est, dans le cas où les différentes formes décrites correspondraient à des écotypes différents d'un même écospécies, la diversité génétique qui existe entre ces écotypes? Il s'agit d'un problème dont la solution présente une très grande importance pour le sélectionneur. Hayes, Immer et Smith (Methods of plant breeding 1955 - Mc Graw Hill ed.) estiment que la diversité génétique présente autant d'intérêt, sinon plus, que l'aptitude au croisement, pour créer des hybrides de haute valeur.

On sait toute l'importance que les sélectionneurs de maïs accordent à ce caractère.

3°/ Quels sont les liens qui existent entre les maïs cultivés et les maïs sauvages? Par quel mécanisme génétique une forme sauvage devient-elle utilisable pour l'alimentation de l'homme? Nous avons vu que cela dépendait essentiellement de deux caractères : la suppression de la caducité des épillets au moment de la maturation du grain, l'augmentation de la grosseur des graines.

#### IV- Matériel et Méthodes de travail

On dispose, comme matériel de travail, de différentes lignées cultivées dans la collection du CRA de Bamby. Ce sont des descendance autofécondées provenant de types botaniques et d'origines géographiques divers.

Il se trouve que les souches qui ont servi à la constitution de ces lignées n'ont pas été choisies dans les populations d'origine selon des règles d'échantillonnage qui permettraient de considérer les descendance cultivées actuellement comme une représentation réellement satisfaisante des populations d'origine. Les lignées en collection ont été constituées chacune à partir d'un seul épi pris sur une plante, choisie parmi celles qui avaient le meilleur rendement individuel dans la population d'origine. Les lignées de collection dont on dispose ne peuvent par conséquent nous renseigner que d'une façon très imparfaite sur l'ensemble des caractéristiques de la population d'origine et sur le degré de variabilité des caractères à l'intérieur de cette population.

Il faudrait reprendre l'étude des populations in situ, à la fois dans le but de préciser quelles sont leurs caractéristiques essentielles, et le degré de variabilité de leurs principaux caractères, mais aussi dans le but de préciser comment prélever, dans chacune de ces populations, un échantillon vraiment représentatif de chacune d'elles, pour les étudier ultérieurement, comparativement, en jardin expérimental. Les conclusions basées sur des plantes qui ont été observées seulement dans leur milieu naturel n'ont, en effet, qu'une valeur limitée, car elles ne permettent pas de faire la part qui revient à l'hérédité dans l'expression des caractères. On ne peut vraiment juger quelle est l'influence des conditions locales sur l'expression des caractères que si l'on étudie les diverses populations côte à côte, mais à condition que les échantillons cultivés reflètent vraiment les caractéristiques générales des populations de départ.

L'étude, en jardin expérimental, des diverses populations collectées doit permettre de déterminer, sous réserve que l'on connaisse les caractéristiques principales de ces mêmes populations dans leur milieu naturel, quelle est l'influence des conditions locales sur l'expression des caractères. Elle doit permettre surtout de préciser quelles sont les populations qui doivent être groupées ensemble pour former une même espèce ou un même écotype, et quel est le facteur dominant de cette différenciation.

Le matériel dont on dispose actuellement ne peut aider que d'une façon très incomplète à la résolution de ce problème. Il serait souhaitable de pouvoir augmenter ce matériel, grâce à de nouvelles prospections, effectuées à travers toute la zone sèche d'Afrique, durant la période de végétation des plantes. Ceci suppose l'existence de moyens matériels qui n'existent pas actuellement.

Le matériel utilisé dans nos études comprend :

- I souche de P.violaceum originaire du Sénégal
- 2 descendance du type P.pycnostachyum originaires toutes deux du Sénégal
- I descendance du type P.nigeritarum originaire du Sénégal
- 3 descendance du type P.gambiense, originaires la première du Sénégal, la seconde du Niger, la troisième du Tchad
- I descendance de type "Sarakoua" originaire du Niger

On a réalisé, entre ces souches ou descendance, un certain nombre de croisements. Ceux effectués entre l'espèce sauvage P.violaceum et les divers cultivars de mils ont pour but de préciser :

1- Quels sont les liens biologiques qui existent entre la forme sauvage et les formes cultivées.

2- Dans la mesure où les hybrides réalisés peuvent donner une descendance suffisamment fertile, quel est le mécanisme génétique qui permet de passer d'une forme non cultivable à une forme cultivable (suppression de la caducité des épillets au moment de la maturation des plantes; augmentation de la grosseur du grain).

Les hybrides réalisés entre formes cultivées ont pour but de préciser :

1- S'il y a, ou non, une limitation aux recombinaisons de caractères différenciant ces formes, ce qui est le critère préconisé par Clausen, Keck et Hiesey pour définir si deux formes différentes constituent deux écotypes d'un même ecospecies, ou deux ecospecies différents.



2- Quel est, au cas où les différentes formes étudiées seraient des <sup>écotypes</sup> d'un même écospecies, le mécanisme génétique responsable de la différenciation écotypique, ou celui des principaux caractères permettant de définir chacun des écotypes.

#### V- Travaux réalisés avant 1964

Les travaux qui ont été effectués avant 1964 ont été orientés surtout vers l'étude du déterminisme génétique des différences qui existent entre les mils cultivés de type pycnostachyum et ceux de type gambiense.

On a commencé également l'étude des relations qui peuvent exister entre les mils cultivés et les mils fourragers sauvages du type P.violaceum.

#### I- Déterminisme génétique des différences qui existent entre les mils cultivés du type P.pycnostachyum et ceux du type P.gambiense

Ces deux sortes de mil se différencient l'une de l'autre, d'un point de vue botanique ( voir Hutchinson et Dalziel - Flora of West Africa.Vol.II) par la structure et la taille des soies periflorales qui prennent naissance à la base de chaque épillet.

Les mils de type gambiense se caractérisent par la présence de soies, qui ont toutes la même longueur et dont les dimensions n'excèdent jamais celles de l'épillet, ce qui donne à l'épi l'apparence d'être glabre au moment de la maturité du grain. Chez les mils de type pycnostachyum il se produit un allongement plus ou moins important de l'une des soies periflorales qui prennent naissance à la base de chaque épillet ce qui donne l'apparence à l'épi au moment de sa maturité d'être plus ou moins aristé.

La plupart des cultivars de mil qui existent au Sénégal se rangent dans l'une ou l'autre de ces deux catégories.

Les mils aristés de type pycnostachyum correspondent tous à des cultivars tardifs dont la récolte dans les conditions normales de la culture du mil

TABLEAU I

Résultats observés à la F2 du croisement. *P. pycnostachyum* (4901) x *P. gambiense* (4856)

Descendance F2	Nbre. total d'individus	Absence de barbe		Présence de barbe	
		observé	théorique	observé	théorique
74-14	377	111	94,25	266	282,75
18-17	172	50	43	122	129
13-9	169	37	42,25	132	126,75
27-17	166	39	41,5	127	124,5
33-17	182	51	45,5	131	136,5
34-7	172	38	43	134	129
23-11	171	48	42,75	123	128,25
TOTAL	1409	374	352,25	1035	1056,75

au Sénégal a lieu seulement vers la mi novembre. Ils forment ce que les paysans sénégalais appellent des mils sanio par opposition aux mils souna qui sont les mils précoces dont la récolte a lieu fin septembre, début octobre et qui jouent de ce fait le rôle si important d'aliment de soudure. Tous les souna sont des mils de type gambiense.

On peut dire, sur la base du moins de ce qui a lieu au Sénégal, que les mils de type pycnostachyum sont des mils qui sont à la fois aristés et tardifs, alors que ceux de type gambiense sont à la fois glabres et précoces.

Les études qui ont été entreprises avaient pour but de préciser :

- a) Quel est le déterminisme génétique des différences qui existent entre la structure des soies periflorales du type P.gambiense et celle des soies periflorales du type P.pycnostachyum
  - b) Quel est le déterminisme génétique des différences de précocité qui existent entre les mils pycnostachyum qui constituent le groupe sanio et les mils gambiense qui constituent le groupe souna
  - c) Quelle est l'importance de chacun de ces deux caractères sur le plan de la différenciation des formes et de la systématique du groupe.
- a) Etude du déterminisme génétique des différences qui existent entre la structure des soies periflorales du type P.pycnostachyum et celle du type P.gambiense.

Ceci revient à étudier quel est le déterminisme génétique de l'aristation chez les mils. Il y a en réalité, deux problèmes à considérer.

- d'une part l'étude du déterminisme génétique du caractère présence-absence de barbe qui est en fait le seul problème dont nous devrions logiquement nous occuper dans le cadre de l'étude du déterminisme génétique de la différence entre le type P.gambiense (absence de barbes; toutes les soies involucrales ayant une même longueur, inférieure à celle de l'épillet) et le type P.pycnostachyum (présence de barbe par suite du développement plus ou moins prononcé de l'une des soies de l'involucre, à la base de chaque épillet).

- D'autre part l'étude du déterminisme génétique des variations du degré d'aristation qui se produisent dans la descendance des hybrides obtenus à la suite du croisement de P.pycnostachyum et de P.gambiense.

Le premier problème a fourni des résultats assez nets. On a trouvé dans toutes les descendance F2 étudiées une ségrégation de mode 3-1 avec dominance de présence sur absence ( voir tableau I).

Le second problème a par contre abouti à des résultats déroutants, sans doute en grande partie du fait de l'utilisation d'un mauvais critère de travail. Les plantes avaient été classées en 4 catégories seulement selon la taille des soies qui forment l'involucre. Il aurait fallu augmenter le nombre des classes. Les observations ont été faites en partie au moment de l'épiaison avant la nouaison du grain, en partie, alors que le grain avait déjà acquis un certain développement. Il aurait fallu que toutes les observations soient faites au même stade.

Il est possible que les difficultés rencontrées dans l'analyse des résultats proviennent également d'un mauvais choix des géniteurs employés dans les croisements. On a noté des différences très importantes du degré d'aristation d'une F2 à l'autre dans la descendance du même croisement. Il est possible que l'un des géniteurs n'ait pas été tout à fait aussi pur qu'il l'aurait fallu.

Le problème est à reprendre intégralement avec des géniteurs dont on aura éprouvé la pureté par plusieurs années de culture pedigree ( ce que l'on fait actuellement); on ne devra pas se contenter d'une seule combinaison hybride; les croisements devront être réalisés dans les deux sens. On a constaté en effet, à la FI des croisements qui ont été réalisés, une différence nette d'aristation entre les 2 FI réciproques : Les hybrides FI réalisés avec le type gambiense ( non aristé) pris comme parent femelle se sont montrés tous beaucoup plus longuement aristé que les hybrides réciproques FI réalisés avec le type pycnostachyum ( aristé) pris comme parent femelle.

b) Etude du déterminisme génétique des différences de précocité qui existent entre les mils de type sanio ( P.pycnostachyum ) et ceux de type souna ( P.gambiense )

Ce travail a donné lieu à une publication dans la revue Agronomie Tropicale ( 1963 - 12 - 1249-1253 ). Nous nous contenterons de rappeler ici les

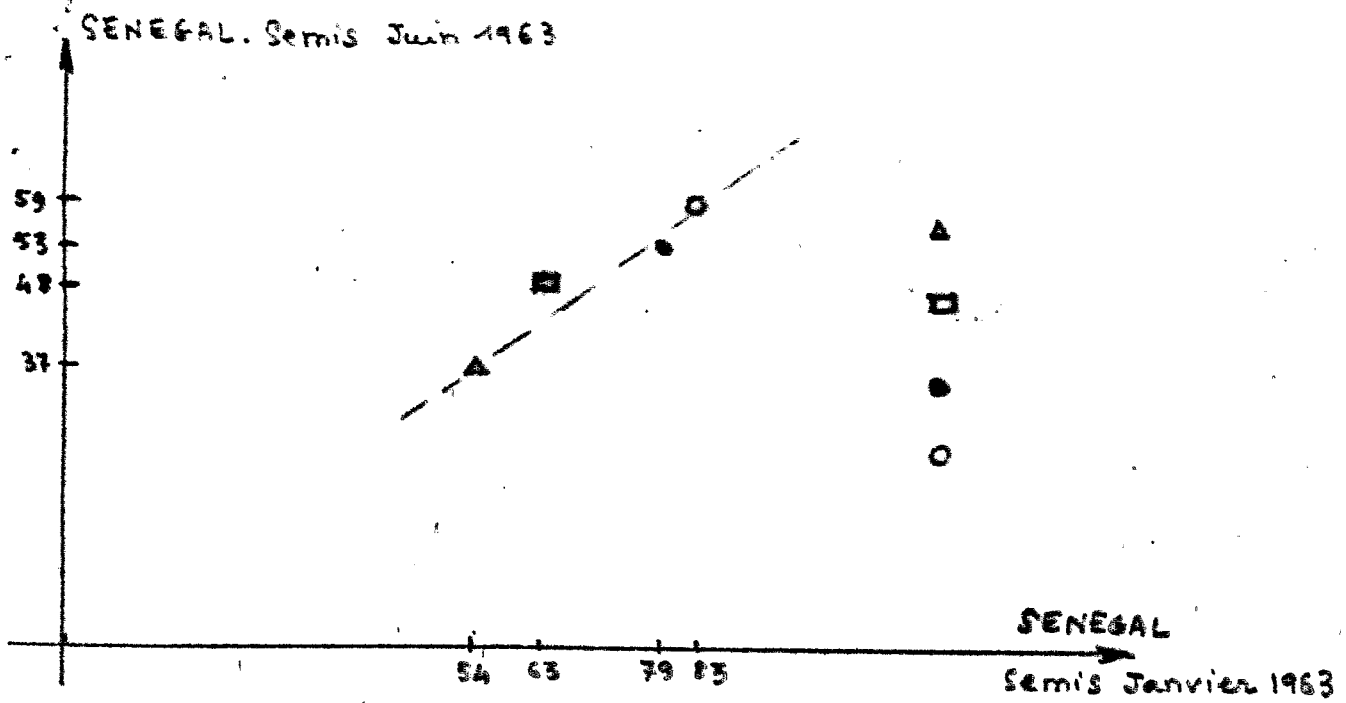


Fig 5 variations de précocité manifestées au Sénégal entre un semis de Janvier et un semis de Juin

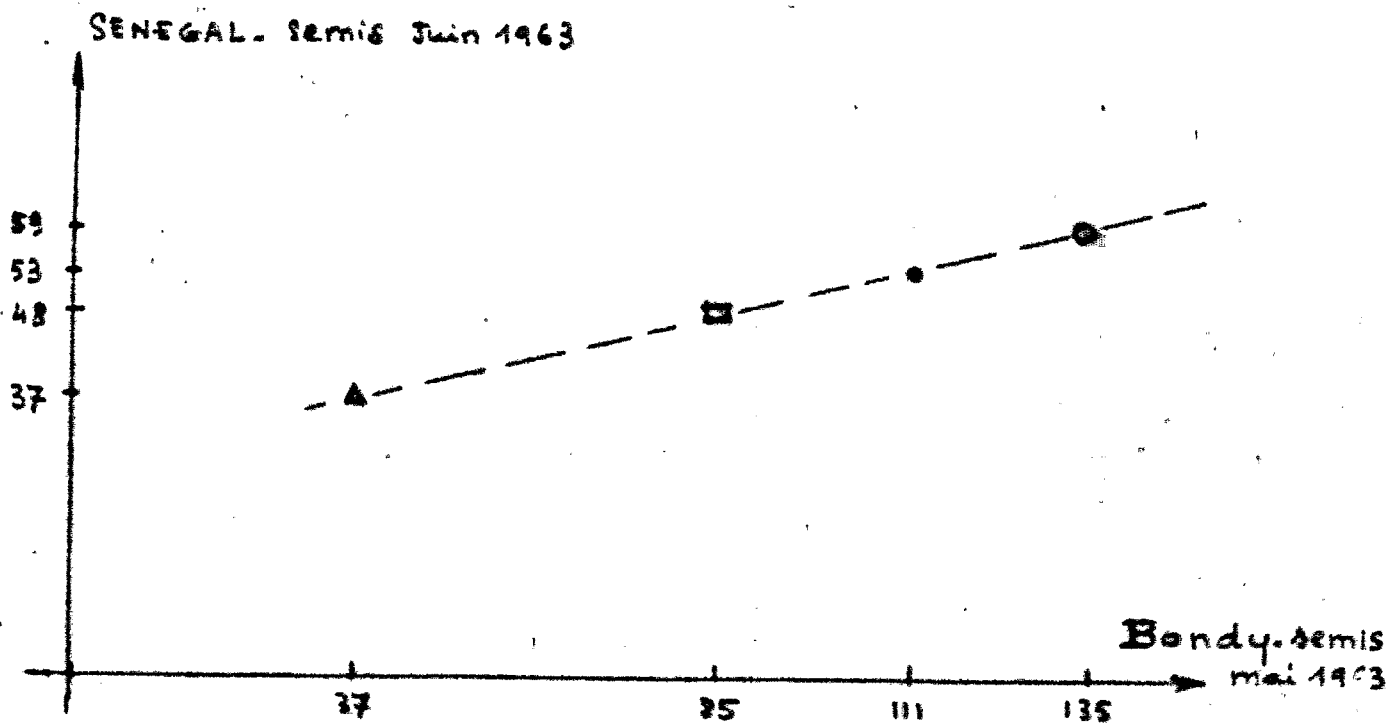


Fig 6 Variations de précocité manifestées entre des plantes cultivées en Serré à Bondy et des plantes cultivées au Sénégal

conclusions essentielles auxquelles nous sommes parvenus.

La différence de précocité qui existe entre les deux types de mil tient en réalité à une différence de sensibilité de chacun de ceux-ci à la longueur du jour.

Les souna ( mils du type P.gambienne ) peuvent épier aussi bien en jours courts qu'en jours longs. Il semble cependant que la rapidité avec laquelle ils parviennent à ce stade soit fonction dans une certaine mesure des conditions de leur éclaircissement et plus vraisemblablement aussi d'une relation entre la température et la longueur du jour. C'est du moins ce que tendraient à indiquer les expériences de semis échelonnés pratiqués les uns au Sénégal, les autres en serre à Bondy ( Fig.3 et 4 ).

Les sanio ( mils du type P.pycnostachyum ) se comportent par contre comme des plantes de jours courts. Ils ne peuvent épier que si la durée journalière d'éclaircissement est inférieure à une certaine valeur = 12 h 10 m dans le cas des variétés les plus communément cultivées au Sénégal, où cette valeur n'est atteinte qu'à partir du 20 septembre.

Considérer que les souna sont plus précoces que les sanio, sous prétexte qu'ils épient et mûrissent avant ces derniers, dans les conditions normales de la culture des mils au Sénégal ne donne par conséquent pas une traduction fidèle du fait biologique. Les souna paraissent plus précoces que les sanio dans le cas particulier des conditions de la culture des mils au Sénégal, où le semis a lieu en juin et où la croissance des plantes s'effectue durant une période de journées longues. Si le semis et la croissance des plantes ont lieu en journée courte, on constate par contre, selon la date à laquelle s'effectue le semis, soit que les sanio parviennent à épiaison en même temps que les souna ( cas des semis effectués fin décembre - début janvier ) soit même que leur épiaison devance celle des souna ( cas des semis effectués en serre à Bondy courant octobre ),

L'étude du déterminisme génétique des différences de sensibilité à la longueur du jour qui caractérisent les mils sanio (P.pycnostachyum) et les mils souna (P.gambienne) a été réalisée à partir du croisement 4901 x 4856 entrepris dans le but d'obtenir un mil précoce aristé pour lutter contre les dégâts des oiseaux ( voir le rapport sur l'amélioration des mils précoces au Sénégal ).

**TABEAU I.**  
**FRÉQUENCE DE DISTRIBUTION POUR LA DATE D'ÉPIAISON, CHEZ LES PARENTS ET LES GÉNÉRATIONS F<sub>1</sub> ET F<sub>2</sub>**  
**D'UN CROISEMENT ENTRE MIL PENICILLAIRE DU GROUPE *seale* ET MIL PENICILLAIRE DU GROUPE *seawa*.**

Génération	Année de culture	Nombre de jours entre le semis et l'épiaison												n	x̄	S.J.	C.V.
		40 à 45	46 à 51	52 à 57	58 à 63	64 à 69	70 à 75	76 à 81	82 à 87	88 à 93	94 à 99	100 à 105	106 à 111				
P1 (4856)	1959	1	15	44	26	7								93	56,8	5,2	9,1
P1 (4856)	1960	5	112	212	76	34								439	54,8	5,3	9,6
F1	1959			2	30	178	100	16	12					338	68,8	5,2	7,5
F2 (4901)	1959							3	17	41	10			71	89,4	4,3	4,8
F2 (4901)	1960							15	51	137	81	42	13	359	93,2	6,9	7,4
F2 (1)*	1960	—	4	19	24	44	47	17	15	8	4	2		184	70,3	11,7	16,6
F2 (2)	1960	1	4	25	20	34	46	12	15	12	5	1		175	69,9	12,0	17,1
F2 (3)	1960	2	4	8	21	45	49	18	8	10	7			173	71,3	11,4	15,9
F2 (4)	1960	—	3	20	27	37	55	9	5	8	3	1		167	66,7	9,8	14,2
F2 (5)	1960	1	6	40	54	87	79	19	32	34	5			377	69,3	11,5	16,5
F2 (6)	1960		1	15	27	28	59	15	4	11	6	3		182	71,9	11,4	15,8
F2 (7)	1960			12	24	21	32	29	8	11	8			182	75,5	13,9	18,4
SF2	1960	4	22	159	197	296	387	119	89	188	41	15	5	1.433	70,6	11,7	16,5

\* Descendances obtenues à partir de sept plantes F<sub>1</sub> différentes.

**TABEAU II**  
**FRÉQUENCE DE DISTRIBUTION POUR LA DATE D'ÉPIAISON, CHEZ LES PARENTS ET LES PLANTES DE DIFFÉRENTES FAMILLES DES GÉNÉRATIONS F<sub>1</sub> ET F<sub>2</sub>**  
**D'UN CROISEMENT ENTRE MIL PENICILLAIRE DU GROUPE *seale* ET MIL PENICILLAIRE DU GROUPE *seawa*.**

Génération	Famille	Épiaison du parent	Nombre de jours entre le semis et l'épiaison												n	x̄	S.E.	C.V.	
			40 à 45	46 à 51	52 à 57	58 à 63	64 à 69	70 à 75	76 à 81	82 à 87	88 à 93	94 à 99	100 à 105	106 à 111					112 à 117
P1 (4856)		55	9	69	79	48	17	4	3						229	54,9	6,9	12,5	
P2 (4901)		92						5	15	7	37	79	48	20	4	215	95,9	8,7	9,0
F3	23-5	47		30	45	17	6									98	54,4	5,1	9,3
	62-32	51		3	42	78	25	21	10							179	62,1	6,9	11,1
	5-4	57		13	20	34	17	7	7							98	60,4	8,0	13,2
	45-2	59			2	30	18	16	—							68	65,2	5,5	8,4
	24-17	67		2	7	9	13	15	10	8	9	5	3	1		82	74,5	13,9	18,6
	37-9	71			11	21	27	52	38	13	11	11	8	5		197	75,4	12,7	16,8
	6-8	71	1	4	8	19	27	34	49	18	15	8	11	3	1	198	75,9	13,4	17,6
	11-22	78		1	4	19	21	44	47	17	10	6	3	3	1	172	74,5	10,0	13,4
	9-5	83						2	1	16	40	42	35	17	6	159	96,5	8,3	8,6
	44-27	83						1	2	4	61	24	18	7	8	125	95,3	8,0	8,3
	43-3	88							1	8	30	14	1	2		56	91,7	4,7	5,1
	9-1	88									17	24	24	5		72	97,7	5,9	6,9
F4 **	45-2/F3	61		25	130	89	20	3							2	267	57,0	4,8	8,4
		61		2	15	49	12	15	7							100	63,1	7,3	11,5
		61		3	35	41	19	10	8							116	62,6	7,8	12,4

\* Année de culture : 1961.  
 \*\* Année de culture : 1962.

On a rassemblé dans les tableaux 2 et 3 l'ensemble des résultats obtenus. Ceux-ci permettent de conclure que les différences de précocité observées entre le géniteur Pycnostachyum et le géniteur gambionse utilisés dans ce croisement sont dues à l'action d'un gène majeur à deux allèles LI, L2 sans dominance.

On peut imaginer que l'allèle L2, caractéristique du parent sanio (genotype L2, L2) est un facteur de sensibilité aux courtes photopériodes, alors que l'allèle LI, caractéristique du parent souna (genotype LI, LI) serait un facteur plus ou moins neutre, puisque les souna peuvent épier aussi bien en journées longues qu'en journées courtes.

L'absence de dominance de l'un des deux facteurs sur l'autre cadre toutefois mal avec cette hypothèse. Il semble qu'il faudrait plutôt considérer l'allèle L2 comme un facteur de nature quantitative dont l'effet serait <sup>de</sup> ralentir (ou s'inhiber) en journées longues, la production des substances nécessaires à la différenciation des organes reproducteurs de la plante et à la floraison. Cette hypothèse cadrerait assez bien avec les résultats obtenus par Welleusiek dans ses études sur les réactions photopériodiques de Salvia occidentalis et Perilla crispa (CR.Ac.Agr.France 1960 - 607 - 6II) et ceux de Schwabe en Angleterre, pour d'autres plantes de journées courtes, spécialement de Kalanchoe blossfeldiana (Gen.Int.Sci.biol.1957- série B-n°34,95-109). Les expériences effectuées par ces auteurs ont démontré que pendant la photophase il se forme un facteur inhibitif qui disparaît pendant la nyctophase. En journée longue la durée de la nyctophase est trop courte pour la disparition complète du facteur inhibitif, tandis qu'en journée courte une quantité relativement petite du facteur inhibitif est formée, qui disparaît complètement dans la nyctophase longue.

c) Importance de chacun des deux caractères étudiés précédemment ( l'aristation et la sensibilité à la longueur du jour), sur le plan de la différenciation des formes et de la systématique du groupe.

On ne pourra évidemment apprécier l'importance exacte des différents caractères étudiés sur le plan de la différenciation des formes et de de la systématique du groupe, que lorsque l'ensemble de ces caractères auront été étudiés.



Bien qu'on n'ait pas pu résoudre entièrement le problème du déterminisme génétique des différences qui existent entre la structure des soies périflorales du type pycnostachyum et celle des soies du type gambiense, on peut considérer d'ores et déjà que P.pycnostachyum et P.gambiense ne forment pas des espèces distinctes.

On n'a noté aucune barrière de stérilité dans les croisements, ni aucune barrière à la recombinaison des caractères entre chaque géniteur.

Il a été possible d'isoler dans la descendance des hybrides des plantes tardives non aristées aussi bien que des plantes précoces aristées (voir le rapport sur l'amélioration des mils précoces au Sénégal, p. IO et II).

Le caractère important semble être d'avantage la différence de réaction à la longueur du jour des cultivars étudiés que la différence dans l'aristation, dont les flores font la base de la distinction entre P.gambiense et P.pycnostachyum. Les mils se classent indiscutablement, du point de vue de leur réaction à la lumière, en deux groupes biologiques distincts.

On a montré, à l'aide d'expériences pratiquées en serre à Bondy, qu'il était possible, par un choix judicieux de la date de semis, d'obtenir une floraison simultanée des mils de ces deux catégories pour une même date de semis. Etant donnée la date à laquelle les semis sont pratiqués au Sénégal, et la longueur de jour à laquelle les plantes sont soumises durant les deux premiers mois de leur croissance, les mils de type souma, non freinés dans leur développement par la longueur du jour, parviennent obligatoirement à fleur avant les mils sanio. Il n'y a pas de possibilité d'échange génique entre les cultivars des deux catégories. Ce qui explique que les mils de chaque groupe aient pu évoluer vers des phénotypes distincts : un phénotype aristé pour les mils de jours courts, tardifs dans les conditions normales de la culture au Sénégal, un phénotype glabre pour les mils indifférents à la longueur du jour, précoces dans les conditions normales de la culture au Sénégal. Cette distinction phénotypique demeure néanmoins entièrement artificielle et fragile, comme le montre le résultat des croisements.

## 2- Relations entre les mils céréaliers cultivés et l'espèce fourragère sauvage P.violaceum

Les premiers travaux qui ont été effectués sur ce sujet avaient surtout pour but de déterminer quelles étaient les possibilités d'obtenir des graines hybrides par croisement de ces deux sortes de mil, et, en cas de succès, de préciser le comportement cytologique en méiose des hybrides obtenus.

Le croisement est possible, bien que difficile à réaliser. Les hybrides obtenus ont été cultivés dans les serres de Bondy. L'étude cytologique de ce matériel avait été confiée à une collaboratrice, qui a malheureusement quitté le service sans être remplacée. Les fixations faites ont dû attendre plusieurs mois avant d'être utilisées. Il semble bien, malgré l'état défectueux du matériel, qu'il se forme en méiose sept paires de bivalents. Ceci sera à confirmer par la suite.

La fertilité des plantes hybrides F<sub>I</sub> semble cependant être faible. On a pu récolter seulement une cinquantaine de graines d'autofécondation pour l'ensemble des 3 plantes cultivées, ce qui est nettement insuffisant pour une étude génétique de la descendance.

Les plantes F<sub>I</sub> conservent la caractéristique de l'espèce sauvage d'avoir des épillets caducs à maturité et des graines enveloppées. On note par contre une très nette augmentation de la grosseur des graines.

#### VI- Travaux effectués en 1964

Les travaux effectués en 1964, dans le cadre de l'étude de la structure des mils de la section *Penicillaria*, ont tous été réalisés en France, dans les serres qui ont été construites aux services scientifiques centraux de l'ORSTOM à Bondy, et dont la réception a eu lieu en février 1964. Ces serres permettent la culture en une seule fois de 800 plants de mil. Il est possible de faire 3 cultures différentes par an.

Les travaux effectués en 1964 comprennent :

- 1- la poursuite de l'étude des relations qui existent entre les mils céréaliers et l'espèce fourragère sauvage *P.violaceum*.
  - 2- l'étude de croisements réalisés entre plusieurs cultivars de mils céréaliers indifférents à la longueur du jour, mais d'origines géographiques différentes.
- I- Poursuite de l'étude des relations qui existent entre les mils céréaliers et l'espèce fourragère sauvage *P.violaceum*.

Etant donnée la faible quantité de graines récoltées sur les plantes hybrides F<sub>I</sub> qui avaient été obtenues précédemment, on a entrepris en 1964 un

nouveau programme de croisements. Les mils céréaliers pris comme géniteurs ont été choisis dans plusieurs lignées suivies en sélection pédigree depuis cinq générations, et qui manifestent de ce fait chacun une bonne homogénéité pour la plupart de leurs caractères. Deux de ces lignées se rangent dans la catégorie des mils indifférents à la longueur du jour; les plantes sont à épi glabre. La troisième lignée utilisée est formée au contraire de plantes sensibles à la longueur du jour, et à épi longuement aristé. Rappelons que P.violaceum est également une espèce à jourcourt. Les croisements ont été effectués dans les deux sens. Pour réaliser les croisements, on a mis à profit le fait que la floraison femelle précède la floraison mâle, chez P.violaceum aussi bien que chez les mils céréaliers. Les styles du géniteur femelle ont été saupoudrés à l'aide de pollen pris sur le géniteur mâle, avant que ne débute la floraison mâle du géniteur femelle. Il est cependant possible qu'un certain nombre des graines récoltées sur les géniteurs femelles ne soient pas des graines hybrides.

2- Etude de croisements réalisés entre plusieurs cultivars de mils céréaliers indifférents à la longueur du jour, mais d'origines géographiques différentes.

On a établi au cours des années précédentes que les mils cultivés peuvent être subdivisés en deux groupes distincts en fonction de la façon dont les plantes réagissent à la longueur du jour. Il existe une catégorie de mils sensibles à la longueur du jour et qui se comportent comme des plantes de jour court, et une catégorie de mils qui se montrent au contraire indifférents à la longueur du jour ce qui leur permet d'être beaucoup plus précoces que les précédents dans les conditions normales de la culture des mils au Sénégal.

Il se trouve que du fait de cette différence de précocité, il s'est créé au Sénégal une barrière à un échange des gènes possédés par les mils d'une catégorie avec ceux possédés par l'autre catégorie. Les mils de chaque catégorie ont pu de ce fait, acquérir ou conserver un certain nombre de caractères phénotypiques distincts de ceux de l'autre catégorie, comme l'aristation, par exemple, qui est une caractéristique exclusive, au Sénégal, des mils tardifs et qui sont classés dans les flores sous le nom de P.pycnostachyum.

Les mils qui entrent dans une même catégorie, celle par exemple des mils indifférents à la longueur du jour, mais qui occupent des aires géographiques aussi distinctes que le sont le Sénégal, le Niger ou le Tchad peuvent ils être confondus dans un seul et même écotype ou doivent-ils être scindés en plusieurs écotypes ? quel est dans ce cas le facteur dominant responsable de la formation de ces écotypes ? quels sont les systèmes génétiques caractéristiques des diverses races écologiques reconnues ?

Les croisements dont l'étude a été commencée en 1964 ont été entrepris dans le but de répondre à ces questions.

Les géniteurs utilisés appartiennent tous à des cultivars indifférents à la longueur du jour. Chacun d'eux a été l'objet d'une sélection pedigree pendant plusieurs années avant d'être utilisé. Les croisements ont été réalisés en serre à Bondy. Il s'écoule entre la floraison femelle et la floraison mâle du même épi un intervalle de temps beaucoup plus long sur les plantes cultivées en serre à Bondy que sur celles cultivées en Afrique, ce qui facilite considérablement la réalisation des croisements. Les autofécondations sont en contrepartie beaucoup plus difficile à réaliser sur les plantes cultivées en serre à Bondy que sur les plantes cultivées en Afrique.

Les croisements ont été réalisés dans les deux sens. On a utilisé la même plante comme géniteur mâle et géniteur femelle pour les deux croisements réciproques. On a de plus pratiqué sur chacune d'elle l'autofécondation d'autres épis de façon à avoir des descendance parentales et hybrides qui soient le plus exactement comparables.

On a étudié en 1964, 3 combinaisons réciproques FI.  
Le premier hybride étudié provient du croisement d'un cultivar nigérien de type gambiense au sens où l'entendent les botanistes et d'un cultivar tchadien de même type botanique mais ayant une précocité, une taille des chardelles et des plantes, une grosseur des tiges très différentes de celles du cultivar nigérien.

Tableau - 4 -

ETUDE DES CARACTERISTIQUES DE PRECOCITE ET DE LONGUEUR DES CHANDELLES DES  
HYBRIDES FI ETUDIEES EN 1964, et DES SOUCHES PARENTALES CORRESPONDANTES

	Nbre indivi- dus.	Précocité		Long.de Chandelles	
		m	cv	m	cv
<u>1<sup>re</sup> combinaison hybride</u>					
Niger I	29	125,3	4,7	329,2	11,0
Niger I x Tchad I	15	65,6	11,7	266	13,2
Tchad I x Niger I	14	82,4	<u>17,9</u>	290,5	14,8
Tchad I	28	52	9,2	118,9	15,8
<u>2<sup>e</sup> combinaison hybride</u>					
Tchad I	28	52	9,2	118,9	15,8
Tchad I x Sénégal I	15	53,8	5,3	256,3	13,6
Sénégal I x Tchad I	14	79,2	23,3	476,8	18,3
Sénégal I	15	64,6	5,0	504,7	8,6
<u>3<sup>e</sup> combinaison hybride</u>					
Niger 2	28	81,4	6,3	367,6	14,3
Niger 2 x Sénégal I	16	72	4,7	537	9,7
Sénégal I x Niger 2	15	86,4	12,7	484,8	15,3
Sénégal I	15	64,5	5,0	504,7	8,6

( Travaux réalisés en serre à Bondy ) - Semis 23 mars 1964-

Le deuxième hybride provient de ce même mil tchadien avec un mil sénégalais à très longue chandelle de type nigritarum, au sens où l'entendent les botanistes. On a utilisé comme géniteur tchadien dans le croisement, la même plante que celle qui avait été utilisée dans le croisement précédent.

La troisième hybride provient du croisement du mil sénégalais de type nigritarum avec un mil nigérien de type gambiense, plus tardif que celui utilisé dans le premier croisement mais provenant cependant de la même population d'origine.

Le géniteur nigritarum utilisé dans ce croisement est le même que celui utilisé dans le deuxième croisement. Il s'agit de la même plante. On trouvera dans le tableau 4 les caractéristiques de précocité et de longueur de chandelle des différents hybrides FI étudiés et des souches parentales correspondantes.

On remarquera que :

- a) les géniteurs ont été choisis de façon à disposer d'une gamme croissante de précocité. Il nous est apparu qu'il pouvait être en effet intéressant, sur le plan génétique, de compléter l'étude sur les différences de précocité qui existent entre les mils sanio et les mils souna, par une étude sur le déterminisme génétique des variations de précocité qui existent à l'intérieur de chacun des groupes.
- b) Il existe d'un croisement à l'autre, de grandes différences dans le comportement des hybrides FI. Les hybrides FI obtenus dans les combinaisons qui font intervenir les souches nigériennes, montrent toujours une précocité qui est plus proche de celle du géniteur paternel que de celle du géniteur maternel. Au contraire, les hybrides FI obtenus dans la descendance du croisement Sénégal x Tchad, montrent une valeur beaucoup plus proche de celle du géniteur maternel que de celle du géniteur paternel.
- c) Il y a dans certaines descendance une variance FI ( exprimée dans le tableau sous forme du coefficient de variation) nettement anormale

par rapport à celle qu'on observe dans l'autre sens de croisement ou celle qui caractérise les deux géniteurs. Rappelons que les hybrides réciproques ont été réalisés exactement à partir des mêmes plantes utilisées alternativement comme géniteur femelle et géniteur mâle et que la descendance parentale a été obtenue par autofécondation de ces mêmes plantes.

### VII Programme 1965

Le programme 1965 comprend :

1.- L'étude de la F1 des nouveaux hybrides réalisés entre l'espèce fourragère sauvage P.violaceum et diverses lignées de mils céréaliers.

Cette étude sera faite en serre à Bondy.

2.- L'étude de la F2 des combinaisons réciproques hybrides qui ont été réalisées entre des cultivars de mils céréaliers indifférents chacun à la longueur du jour, mais d'origines géographiques différentes.

On se limitera en 1965 à l'étude des F2 provenant des deux combinaisons suivantes :

- Niger I x Tchad I
- Tchad I x Sénégal I

L'attention se portera surtout sur la précocité et la longueur des chandelles. L'étude d'autres caractères n'est cependant pas exclue.

Ces études seront réalisées au Sénégal, durant la campagne d'hivernage ( juin à novembre).

3.- La réalisation de nouvelles combinaisons hybrides du même type que les précédentes mais à partir de plantes extraites de descendance ayant subi deux nouveaux cycles d'autofécondation depuis les premiers croisements, de façon à vérifier si les variances anormales de certaines F1 ne pourraient pas s'expliquer par un manque de pureté des premiers géniteurs utilisés. On refera, de même le croisement sanio ( mil aristé sensible à la longueur du jour) x souna ( mil glabre indifférent à la longueur du jour) pour une étude plus complète du déterminisme génétique de l'aristation ( variation de la longueur des barbes chez

les plantes aristées, augmentation graduelle de la longueur des barbes durant les premières descendance).

Ces différents croisements seront réalisés à Bondy, avec du matériel cultivé en serre.