

MINISTRE DE L'AGRICULTURE DU TOHAD

DIRECTION DE L'AGRICULTURE

SECTION D'AMÉLIORATION DES CULTURES

RAPPORT DE STAGE AUX ETATS - UNIS.

(AOUT - OCTOBRE 1963)

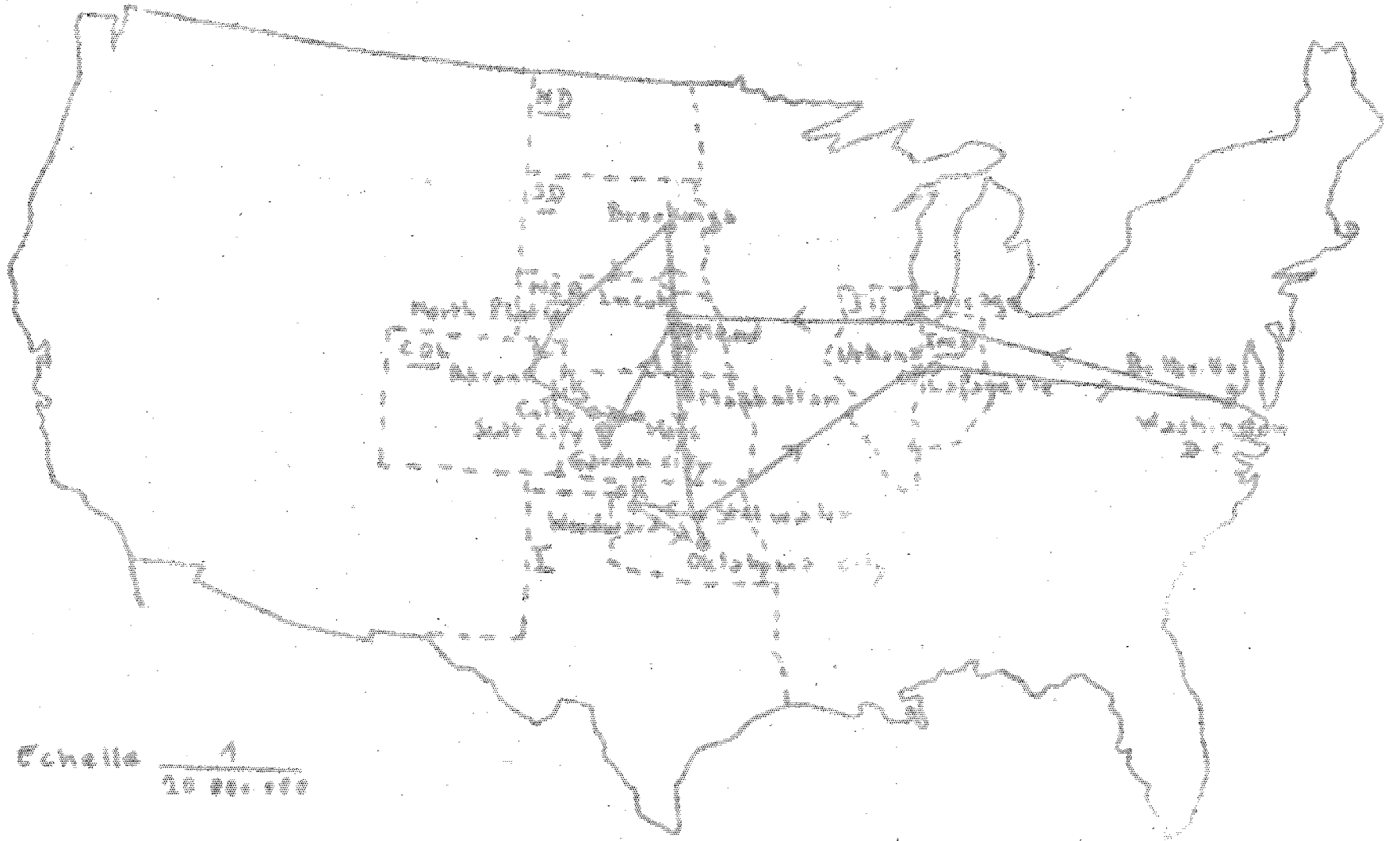
PAR

P. BEZOT.

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 22406, ex 1

Cote : B



Itinéraire suivi au cours du stage

PROGRAMME ET ITINERAIRE

! D A T E S	! Moyens de ! ! Transports!	TRAJETS OU RESIDENCES	! Distances ! ! parcourues !
! Août 20	! Avion	! Paris - Washington D.C.	!
! - 20-31	! -	! Washington D.C.	!
! Septembre	!	!	!
! " 1-4	! Train	! Washington D.C. Lincoln Neb. via Chicago Ill.	! 1.300 km!
! " 4	! Voiture	! Lincoln Neb. - Manhattan Ka.	! 240 "!
! " 5	(! -	! Manhattan Ka. (visite collège d'Agriculture)	! - !
! " 6	(! Voiture	! " Lincoln Neb.	! 240 km!
! " 6	(! -	! Lincoln Neb. (visite collège d'Agriculture)	! !
! " 6	(! Voiture	! " " MEAD Neb. Lincoln Neb.	! 225 km!
! " 6	(! Voiture	! " " - BROOKINGS S.D.	! 600 "!
! " 7	! -	! Brookings S.D. (visite collège d'Agriculture)	! - !
! " 8	(! -	! " " Presho S.D. (visite ferme expérimentale!)	! !
! " 8	(! Voiture	! North Platte Neb.	! 750 km!
! " 9	! -	! North Platte Neb. (visite Station de Recherches Agrono!	! !
! " 9	(! Voiture	! miques) - Akron col.	! 290 km!
! " 10	(! Voiture	! Akron col. (visite Station de Recherches Agronomiques!)	! 485 "!
! " 10	(! -	! Colby Ka. (visite Station) - Hays Ka.	! !
! " 11	! -	! Hays Ka. (visite Station de Recherches Agronomiques).	! !
! " 11	(! Voiture	! Scott City Ka. (visite Compagnie de Production de se-	! !
! " 11	(! -	! mences	! 180 km!
! " 12	! -	! Scott City Ka. - Garden City Ka. (visite Station de Re!	! !
! " 12	(! Voiture	! cherches Agronomiques)	! 60 km!
! " 12-13	! Voiture	! Garden City Ka. - Lincoln Neb.	! 770 "!
! " 14-15	! -	! Lincoln Neb. (visite Collège d'Agriculture)	! !
! " 16	! Voiture	! Lincoln Neb. Stillwater Ok.	! 660 km!
! " 17	! -	! Stillwater Ok. (visite collège d'Agriculture)	! - !
! " 18	! Bus	! " " - Woodward Ok.	! 350 "!
! " 19-20	! -	! Woodward Ok. (visite Station de Recherches Agronomiques	! - !
! " 21	! Bus	! " " Oklahoma City Ok.	! 245 km!
! " 22	! -	! Oklahoma City Ok. (visite faire de l'Etat).	! !
! " 23	! Bus	! Oklahoma City Ok. Stillwater Ok.	! 105 km!
! " 24-27	! -	! Stillwater Ok. (visite Collège d'Agriculture et Stations	! !
! " 24-27	! -	! de Recherches Agronomiques)	! !
! " 28	! Avion	! Stillwater Ok. Champaign Ill.	! 950 km!
! " 29 -	!	!	!
! Oct. 1.	(! -	! Champaign Ill. (visite collège d'Agriculture et Sta-	! !
! Oct. 1.	!	! tion de l'Université d'Urbana)	! !
! Oct. 2	! Avion	! Champaign Ill. - Lafayette Ind. (via Chicago)	! 350 km!
! " 3-4	(! -	! Lafayette Ind. -(visite Collège d'Agriculture et Sta-	! !
! " 3-4	(! -	! tion de l'université de l'urdue)	! !
! " 5	! Avion	! Lafayette Ind. - Washington D.C. (via Chicago)	! 1.100 km!

! Oct. 6-II	! Avion	! Washington D.C. (préparation et présentation d'un rap-!	!
!	!	! port sommaire)	!
! " 8	! Bus	! Washington D.C. Beltsville Md. (visite de la Station !)	!
!	!	! Fédérale de Recherche Agronomique) - et retour !)	! 150 kms!
! " 12	! -	! Fin du stage - Voyage retour Washington - Paris (via !	!
!	!	! New-York)	!
!-----!			

LISTE DES PERSONNALITES RENCONTREES (ordre chronologique)

d/ -

L I E U X	OFFICES ET FONCTIONS	N O M S
!Fort-Lamy	!Ambassade U.S. Représentant A.I.D.	!M. GUARDIANO
!Paris	!Ambassade U.S. Représentant A.I.D.	!M. NEUVILLE
!Washington D.C.	!A.I.D. Escort Interpreter	!M.K. ANDOLSON
! "	! " Training officer	!M.G. BRESSLER
! "	!State Department -	!M. LE BEAU
! "	!Department of Agriculture - Program specialist	!M.K. GUTHRIE
!Lincoln Neb.	!Collège of Agriculture - Research Agronomist	!M.P. NORDQUIST
! "	!Expérimental Station - Manager	!M. HANWAY
!Manhattan Ka.	!Agricultural Expériment Station - Research Agrono-	
! "	! mist	!M. GASADY
!Brookings S.D.	!South Dakota State Collège - Research Agronomist	!M.C. FRANSKE
!North Platte Neb.	!Agronomy Farm. - Agronomist	!M.J.C. ADAMS
!Akron Col.	!Colorado State University - Professor of Agronomy	!M.W. LEONARD
! "	!U.S. Central Great Plains Field Station - Assis-	
! "	! tant Agronomist	!M.G. HINZE
!Colby Ka.	!Agronomy Farm.	!M. LAWLESS
!Hays Ka.	!	!M. ROSS
! "	!	!M. SWANSON
!Scott City Ka.	!Frontier Hybrid Co Directeur Scientifique	!M.K. GOETZEN
!Garden City Ka.	!Agricultural Expériment Station - Research Agrono-	
! "	! mist	!M.W. STEGMEIER
!Stillwater Ok.	!Oklahoma State University - Collège of Agriculture!	
! "	! Expérimentation	!M. BROOKS
! "	!Oklahoma State University - Collège Agriculture	
! "	! Sorghum Research	!M. SIEGLINGER
! "	! Oklahoma State University - Collège Agriculture	
! "	! Sorghum Research	!M.D. WEIBEL
! "	!Oklahoma State University - Collège Cytogenetics	!Mrs.M. BROOKS
! "	!Oklahoma State University Agricultural Extension	
! "	! Service	!M. IVES
!Woodward Ok.	!U.S. Southern Great Plains Field Station -Manager	!M. Mc. ILVAIN
! "	! " " " Soil Scientist	!M. LOCKE
! "	! " " Assistant Sorghum Research	!M. HUNTER
!Urbana	!University of Illinois - Agronomy Dpt. Research	
! "	! Agronomists - Forage sorghum	!M. HITTLE
! "	!University of Illinois - Agronomy Dpt. Research	
! "	! Agronomists Grain sorghum	!M.H.H. HADLEY
! "	!University of Illinois - Agronomy Dpt. Research	
! "	! Agronomists Corn. (maïs)	!M. ALEXANDER
!Lafayette Ind.	!Purdue University - Dpt. of Agronomy - Research	
! "	! Agronomists Grain sorghum	!M. LESSMAN
! "	!Purdue University - Dpt. of Agronomy - Research	
! "	! Agronomists Forage sorghum	!M. NIEHAUS
!Beltsville Md.	!Plant Industry station	!M. SPRAGUE

ORGANISATION DU STAGE

- Ce stage a été organisé par A.I.D. (Agency for International Development), à la suite d'un accord entre les gouvernements américain et tchadien.

Il a été désigné sous le N° PIO 677 - A - 13 - AD - I-30003, sous la rubrique "Crop Production Improvement (sorghum)".

- Durée du stage: environ deux mois (exactement du 20 Août au 12 Octobre 1963).

- Objectifs: "visiter les institutions, les stations et fermes expérimentales; conférer avec les spécialistes de la production et de la sélection du sorgho, dans le but de se documenter sur les méthodes pratiques de production et d'amélioration, en portant une particulière attention aux variétés de sorgho et à leur adaptation, sélection et amélioration, qui permettent un accroissement du rendement et une amélioration de la qualité".

- Membres participants:

M.P. BEZOT, Maître de Recherches O.R.S.T.O.M., Chargé de l'Amélioration des Cultures vivrières au Ministère de l'Agriculture du Tchad;

M.V. ROUMBA, Etudiant devant prendre ses fonctions au Ministère de l'Agriculture du Tchad, à l'issue du présent stage.

(accompagnés, au cours de leurs déplacements à l'intérieur des U.S.A. par M.K. ANDOLSUN, escort-interpreter).

- Dispositions financières:

- voyage transcontinental aller et retour aux frais du gouvernement américain.

- indemnité journalière de quinze dollars pour chaque participant.

- allocation d'une somme forfaitaire de trente dollars par participant, pour achat de livres scientifiques et techniques.

- gratuité d'expédition de documents scientifiques.

On trouvera ci-dessous détaillés, les renseignements que j'ai notés personnellement ou qui m'ont été aimablement fournis par les chercheurs rencontrés. Au cours de nombreuses visites et de discussions parfois longues, j'ai accumulé un grand nombre de renseignements qu'il n'a pas toujours été facile de classer suivant un ordre clair et logique. Je m'en excuse par avance.

DONNEES CLIMATIQUES SUR LA ZONE DE

CULTURE DU SORGHO AUX U.S.A.

Les états constituant le "sorghum belt" sont ceux qui constituent en quelque sorte la charnière centrale des U.S.A., s'étendant du Canada au Mexique, sur environ 1.700 kms. du Nord au Sud et 800 kms. d'Est en Ouest.

On peut distinguer deux zones climatiques dans cet ensemble:

A/ - Zône méridionale: constituée par les Etats suivants: Texas, Oklahoma, Colorado (Sud) Kansas (Sud).

Dans cette zone la pluviométrie annuelle moyenne varie de 380 à 500 m/m., donc est très faible.

Cette quantité représente un minimum pour un développement normal du plant de sorgho. Cette pluviométrie est d'ailleurs extrêmement variable en un même point, d'une année à l'autre; par exemple à GARDEN CITY (Kansas), pour une période de 50 années, la pluviométrie moyenne est de 452 m/m. mais varie de 152 à plus de 510 m/m.

Là, le facteur limitant pour la culture du sorgho est l'eau (il arrive parfois qu'il y ait destruction totale d'une récolte par suite de la sécheresse).

L'irrigation est presque toujours pratiquée dans cette zone, et apporte d'appréciables augmentations de rendement.

Des gelées peuvent survenir dès la fin Octobre.

B/ - Zône septentrionale: constituée par les Etats suivants: Colorado (Nord - Est), Kansas (Nord), Nebraska, South Dakota et, à très petite échelle, par le North Dakota.

Dans cette zone les précipitations sont suffisantes, et dépassent les 500 m/m. L'irrigation, très rare, ne constitue qu'un appoint.

Là, le facteur limitant est le froid: les gelées surviennent parfois très tôt (fin Septembre) avec les vents froids venant du Canada. Il peut s'en produire jusqu'en Mai.

Il faut donc que les récoltes puissent être faites avant les premières gelées; pour cela il est nécessaire de disposer de variétés à cycle court.

Bien entendu, de part et d'autre de la limite entre ces deux zones, il existe toute une région intermédiaire.

Il faut souligner ici que la culture du sorgho, il y a une vingtaine d'années environ localisée dans la zone méridionale s'est très rapidement étendue de plus en plus au Nord où, dans beaucoup d'endroits, elle a remplacé la culture du maïs.

Le sorgho, à grain et fourrager, est presque exclusivement utilisé aux U.S.A. pour la nourriture du bétail (bovins, ovins et volaille). On l'emploie également dans toute une série de petites industries allant de la préparation de colle pour la pâte à papier à l'utilisation du sucre en confiserie.

Quelques chiffres:

au Nebraska (population: 1.500.000): 50 % des terres sont cultivées en sorgho. En 1962, année très favorable, on a obtenu, avec irrigation, un rendement moyen de 2.850 Ks/ha. de grains.

au Colorado, en culture sèche, 150.000 ha. cultivées ont fourni un rendement moyen de 1.760 Ks/ha.

S O R G H O A G R A I N

A/ - METHODES CULTURALES

1) - Dates de semis: la période de culture dépend de la longueur de la période sans gelées.

au Nebraska: semis fin Mai, récolte fin Septembre.

au Colorado: le semis peut être fait jusqu'à fin Juin.

au Kansas : semis entre 15 Mai et 10 Juin.

en Oklahoma: au Nord Ouest, semis mi-Juin.

au Sud et à l'Est, semer plus tôt pour éviter les attaques d'insectes.

au Nord et à l'Ouest: semer plus tôt pour éviter les gelées précoces.

2) - Densités de semis - Ecartements: l'expérimentation à ce sujet est en cours. Actuellement on préconise à peu près partout des interlignes de 40 inches (1,016 m.). A WOODWARD (Oklahoma), en culture sèche, l'écartement le plus favorable semble être 42 "entre rangs et 7,5" entre pieds sur le rang (1,06 x 0,19m.) soit 50.000 pieds à l'hectare.

A HAYS (Kansas), la densité optimum est de 40.000 à 50.000 pieds à l'hectare.

En général, dans les Stations et Fermes expérimentales, on sème en ligne puis on pratique un éclaircissage pour aboutir à la densité voulue.

- 3) - Irrigation: L'irrigation, pratiquement indispensable dans le Sud, ne l'est pas dans le Nord. Elle varie en nombre et en importance suivant la situation géographique, l'année et la nature du sol.

Plus les parcelles sont sèches, plus tôt à lieu la floraison.

- 4) - Fertilisation: La fumure est à base soit de fumier de ferme, soit d'engrais minéraux, azote principalement à raison de 45 ks/ha. de N.

B/ - PARASITISME

- 1) - Maladies cryptogamiques: La plus importante est le "head - smut" (charbon). Egalement le "charcoal rot" dû à un Macrophomya.

Sur feuilles, Helminthosporium turcicum

Dans certaines régions sévit le "milo disease", dû à Periconia circinata; symptômes: racines peu nombreuses, intérieur de la tige coloré en rouge à la base, souvent bords des feuilles décolorés.

- 2) - Insectes: Le plus important ennemi est le moucheron du sorgho "sorghum midge", à corps rouge et ailes transparentes, qui pond ses oeufs sur les fleurs; le mâle vit un seul jour; la femelle produit une nouvelle génération tous les quinze jours.

Cet insecte provoque d'importants dégâts dans la zone méridionale, en particulier au Texas, où il arrive qu'il détruise complètement les récoltes.

Produit utilisé dans la lutte contre cet insecte: SEVIN.

A citer également le ver du sorgho "lukewarm", au Nebraska.

- 3) - Oiseaux: constituent un problème important dans toute la zone de culture du sorgho. On lutte contre eux au moyen de détonateurs à carbure.

Parmi les types mutants obtenus à BROOKINGS (South Dakota), il semble que les oiseaux s'attaquent plutôt à certains types qu'à d'autres.

- 4) - Mauvaises herbes: c'est également un problème très important, dans ce pays où la main-d'oeuvre est hors de prix.

Des essais comparatifs de façons culturales, de rotations et de désherbants chimiques sont actuellement en cours. Ce sont les désherbants qui semblent être les plus efficaces et les plus intéressants (citons l'Atrazine et la Propasine, à la dose maximum de 3,5 ks/ha.).

"Johnson grass" (Sorghum halepense) est considéré comme ennemi sérieux dans les

champs d'hybrides, car il peut se croiser naturellement avec sorghum vulgare (voir plus loin: hybrides interspécifiques). Toutefois, il est souvent apprécié par le cultivateur, car il est bien apprécié par le bétail.

Il n'y a pas de Striga dans la zone de culture du sorgho; aux U.S.A. on ne le connaît qu'en North Carolina. Il existerait certains types de sorgho résistants au Striga (ou plutôt tolérants). On connaît deux méthodes de lutte: soit par emploi d'herbicides, soit en cultivant certaines plantes qui stimulent la germination du striga, mais ne sont pas parasitées par lui.

Citons également le "shatter-cane", sorgho quasi sauvage à grains caducs.

C/ - G E N E T I Q U E

1) - Caractères divers

- Il y a corrélation positive entre hauteur du plant et dimensions des grains.
- le caractère "feuille enroulée (chiffonnée)" est héréditaire, probablement unifactoriel.
- le caractère "couche brune présente" dans le grain est dominant à la F I.

2) - Mutations provoquées: Peuvent être produites par:

- colchicine
- centrifugeuse (à 32.000 g. pendant 4 heures)
- Cobalt 60 (Dr. FRANZKE, BROOKINGS, S.D.): semis des graines sur le sable, à 38° c., en surface; laisser sans arroser les premiers jours. Eclairer par une lampe à infrarouge pendant 6 heures. Ensuite mettre en serre, puis transplanter.

On obtient des types divers: des tétraploïdes, des mâlestériles, des ultra-nains, des plants à feuilles zébrées, ou fendues, ou ondulées, des albinos qui sont éliminés.

3) - Nanisme: actuellement on connaît 4 gènes de nanisme; indiqués par les symboles: dw 1, dw 2, dw 3, dw 4 (d'après M. GOERTZEN, Scott City, Ks, il en existerait peut être un cinquième).

Les renseignements suivants nous ont été fournis par Dr. HADLEY, Univ. of Illinois, Urbana, Ill.

- Les méthodes mendéliennes et statistiques conduisent au même résultat: il y a bien 4 gènes en cause, auxquels s'ajoutent des gènes modificateurs.
- Dw 4 n'existe que chez le sorgho à balai (broomcorn)
- Dans les descendance hybrides, le type hétérozygote est de taille plus élevée que la moyenne des deux parents.

Exemple:

C K 60: dI dI d2 d2 D3 D3 d4 d4 X DI DI d2 d2 D3 D3 d4 d4
60 cm. 100 cm.

DI dI d2 d2 D3 D3 d4 d4
90 cm.

ou

dI dI d2 d2 D3 D3 d4 d4 X DI DI D2 D2 D3 D3 d4 d4
60 cm. 140 cm.

DI dI D2 d2 D3 D3 d4 d4
120 cm.

- le gène dw 3 est assez instable et mute facilement en Dw 3.

Pour obtenir, au Tchad, des types à tige plus courte que les variétés locales, il faut croiser ces variétés locales par des types 4-nains (4 dw) américains, par castration manuelle ou à l'eau chaude.

On peut envisager la réduction de la hauteur par action de gènes majeurs et aussi par des gènes modificateurs.

- 4) - Hauteur et rendement: D'après des travaux en cours - actuellement en discussion mais non définitivement prouvés - il semble que, d'une façon générale, le sorgho de taille plus élevée fournisse un meilleur rendement que le sorgho plus court. Plusieurs exemples nous ont été cités, dont nous extrayons le suivant:

La comparaison entre deux lignées isogéniques (ne différant que par un seul gène de hauteur) obtenues par mutation donne les chiffres ci-dessous (rendement en grammes par

plante, avec semis à écartement de 20 à 30 cm.):

Lignée	Genotype		Différence en faveur de la lignée "taille élevée"
	DD (grand)	dd (nain)	

B 600			
mutant 1	I78	I31	47
mutant 2	I77	I28	49
B 602			
mutant 1	I60	I30	30
mutant 2	I61	I43	18

Le même essai a été réalisé en traitant les graines de semence à l'acide gibberelliques; les mêmes résultats ont été obtenus.

5) - Stérilité mâle: A l'origine, la production de lignées mâle-stériles cytoplasmiques (lignées A), a été obtenue en 1950 par le croisement:

milo (femelle) x kafir (mâle)

En F2 il y eut ségrégation en: fertiles - partiellement stériles - stériles.

Une série de recroisement successifs a permis d'obtenir des types entièrement mâle-stériles.

La pollinisation de ce type mâle-stérile par toutes les variétés fertiles permet de classer celles-ci en:

lignées mainteneurs de stérilité B
et - restaurateurs de fertilité R

Les mâle-stériles les plus couramment utilisés comme géniteurs sont: Martin et Combine Kafir-60. 7.078 est le restaurateur le plus souvent utilisé: il est recessif pour "aristation" et aussi pour "couleur graine".

6) - Obtention de types mâle stérile dans les lignées locales tchadiennes

Le type local peut avoir soit le genotype ms ms, soit le genotype Ms

a) I cas: on réalisera le croisement suivant:

C K 60 A (femelle) X Locale (mâle)

(ms ms) (ms ms)
(cytoplasme stérile) (cytoplasme normal)



on obtiendra une F I stérile (ms ms)
(cytoplasme stérile)

Par un ~~re~~croisement par la locale, on obtient à chaque génération une F I stérile. C'est l'hypothèse la plus favorable, avec laquelle le travail est très facile.

b) 2^e cas: on a le croisement:

C K 60 A (femelle) X Locale (mâle)

(ms ms) Ms Ms
(cytoplasme stérile)



on a une F I fertile Ms ms

qui donne par auto-fécondation F 2 $\frac{1}{2}$ de ms ms.

Ce $\frac{1}{2}$ ms ms est recroisé par la locale pour continuer l'obtention de ms ms. Il faut donc là alterner auto-fécondations et recroisements.

Pour obtention de la lignée B, l'autofécondation de la F I Ms ms a permis d'obtenir 2% de pieds Ms Ms. Il faut alors réaliser le test de croisement suivant (à partir des types en disjonction dans la F 2: - ms ms (femelle) x Ms ms (mâle)



$\frac{1}{2}$ Ms ms + $\frac{1}{2}$ ms ms
(fertile) (mâle-stérile)

et - ms ms (femelle) X Ms Ms (mâle)

x
100 % Ms ms
(fertile)

Le geniteur mâle de ce dernier cas peut être éliminé puisque le résultat du croisement donne une descendance entièrement fertile.

On peut également procéder de la façon suivante: autofécondation des types fertiles F 2, à genotype Ms ms, ou Ms Ms. Les premiers donneront 25 % de pieds stériles ms ms. Les seconds donneront une descendance (F 3) entièrement Ms Ms.

Par "top - cross" on aboutira à une proportion de 1/8 de ms ms.

- 7) - Endosperme jaune: l'obtention de types intéressants à grains à endosperme jaune est actuellement recherchés aux U.S.A. ces grains sont riches en protéines. Rappelons à ce sujet, d'une façon générale, la teneur en protéines du grain de sorgho est faible en pays humide, et élevé en pays secs.

A WOODWARD (Ok.) le croisement de la variété B, wheatland (fertile) par dix lignées à endosperme jaune a été réalisé.

En F 2 on pollinise A, wheatland (mâle stérile) par les types obtenus à endosperme jaune. On réalisera ensuite la sélection dans les descendance pour obtenir un wheatland mâle stérile à endosperme jaune.

- 8) - Cytogenétique (renseignements fournis par Mrs. BROOKS, Stillwater (Ok.))

a) Fixation des chromosomes par un mélange:

- 4 alcool absolu
- 3 chloroforme
- 1 acide acétique glacial

Pour les sacs embryonnaires, on utilise la formule suivante:

- 4 chloroforme
- 3 alcool absolu
- 1 acide acétique glacial

Coloration à l'aceto-carmin, avec écrasement:

- 1 % carmin (1 gr. carmin dans 100 ml. d'acide acétique à 45 %.)
- 45 % acide acétique

- b) Chez les types-stériles, le "tapetum" - assise enveloppant le grain de pollen - est très large.
- c) Il y aurait une différence dans les acides nucléiques des types stérile et fertile (acide ribo nucléique)

Chez la variété Redlan:

type A (stérile)

type B (fertile)

R N A -

+

D N A équivalent

D/ - AMELIORATION PAR HYBRIDATION AU MOYEN DE LIGNEES MALE-STERILES

I) Objectifs de la Sélection: D'une façon générale:

- réduction de la taille (pour récolte mécanique)
- augmentation du rendement

De plus, les objectifs particuliers suivants sont recherchés:

a) A MANHATTAN (Kansas):

- résistance à la verse
- résistance au "charcoal rot"
- amélioration de la qualité du grain: aspect extérieur et valeur nutritive

b) A LINCOLN (Nebraska):

- teneur élevée en protéines (elle varie normalement de 5 à 10 %; une augmentation de 2 % constituerait un résultat appréciable).
- résistance à "head smut"

c) A BROOKINGS (South Dakota):

- réduction de la dormance des graines de certains types
- augmentation de la grosseur du grain
- précocité

2) Obtention des lignées B et R:

Préalablement déterminer, pour les lignées A, quelles sont les lignées homologues B mainteneurs de stérilité et les lignées R restauteurs de fertilité.

Ceci est obtenu en pollinisant la lignée A par toutes les lignées de la collection. L'observation de la fertilité de la F I permet de faire le classement.

Ultérieurement le croisement A x B permettra de maintenir les lignées mâle-stériles. Les croisements A x R permettront de définir quels sont les meilleurs hybrides.

3) Introduction d'un caractère donné dans une lignée mâle-stérile:

- 1^{re} année: semer une ligne " A " et une ligne " B " côte à côte (à raison d'une panicule par ligne)

Sur la ligne A, 6 panicules sont ensachées avant floraison.

Sur la ligne B, 2 " " " "

Au moment de la floraison, 2 panicules ensachées de A sont pollinisées par les 2 panicules de B, à raison de 1 pour 1 (c'est à dire qu'une panicule donnée de B pollinise une panicule donnée de A, ou, autrement dit, que l'on sait toujours quel pied B a pollinisé tel pied A).

Etiqueter les pieds A pollinisés (1 et 2) et les pieds B pollinisateurs (1 et 2). Les deux panicules ensachées de B ayant été sectionnées à la floraison: la moitié supérieure sert à polliniser A, la moitié inférieure est conservée sous sac - autopolinisation - comme souche).

Sur les 4 autres panicules ensachées de A, on observe le degré de stérilité: si elles sont entièrement stériles, on les conserve; si elles sont partiellement fertiles, on élimine la ligne.

Sur les autres pieds de A non ensachés, on fait des observations qui portent sur:

- hauteur du pied
- port et vigueur
- appréciation sommaire de la productivité

(si les panicules non ensachées ne portent que peu de grains formés, la productivité potentielle est faible, et on élimine la lignée.)

A maturité, on récolte:

- sur A, les 2 panicules pollinisées avec leur étiquette
- sur B, les 2 demi-panicules ensachées, avec leur étiquette.

Battage séparément des 2 panicules A, qui donnent

N° : N/1

et N° : N/2

et des 2 demi-panicules B qui donnent:

N° : B/1

et N° : B/2

- En deuxième année, on sème côte à côte:

N° : A/1

N° : B/1

N° : A/2

N° : B/2

On a aussi constamment à sa disposition le mâle-stérile et le mainteneur correspondant.

- On poursuit des mêmes observations, les mêmes éliminations, les mêmes pollinisations pendant 6 générations en général, parfois 9, en vue d'obtenir l'homogénéité et la fixation du caractère désiré.

- Au bout de 5 générations, on peut commencer les tests préliminaires de productivité.

- Ultérieurement, on réalisera les tests des hybrides.

4) Multiplication et vulgarisation de nouvelles variétés ou de nouveaux hybrides

Après obtention par un chercheur d'un type intéressant, celui-ci est mis en essais comparatifs régionaux, sur stations, pendant trois ans.

S'il se confirme intéressant, on lui donne une appellation provisoire, généralement numéro à trois chiffres - dont le chiffre des centaines correspond à une certaine classe de précocité (par ex. 600 est plus tardif que 400), précédé des initiales R.s. = regional sorghum.

Si l'appellation est suivie de la lettre F, c'est qu'il s'agit d'un sorgho fourrager.

Lors de la réunion annuelle du groupement des producteurs de semences, ce type doit être approuvé. S'il ne l'est pas, il sera soit testé à nouveau, soit conservé en collection. S'il l'est, un nouveau test est facultatif.

On lui donne ensuite une appellation définitive (généralement un numéro, le même que précédemment, précédé de l'initiale de l'état où le type a été obtenu.

Il doit y avoir ensuite approbation par un comité mixte scientifique et professionnel, pour que le type soit définitivement inscrit au Catalogue.

Le noyau de semences d'origines est vendu aux producteurs de semences par la Station qui a obtenu le type. La vente est faite au prix de revient (des deux lignées mâle et femelle pour les hybrides). La culture est faite par les producteurs de semences. A maturité, des échantillons sont prélevés dans les champs, par un spécialiste de l'Etat, pour contrôle technique de l'homogénéité.

Les échantillons prélevés sont envoyés dans une station spécialisée au Nouveau Mexique. Pendant ce temps la récolte est laissée, coupée, sur le champ même. Si l'homogénéité n'est pas bonne, qu'il y ait beaucoup de hors-types ("recrosses"), le type n'est pas approuvé. Si l'homogénéité est correcte, le type est approuvé et les semences vendues après certification.

Pour la production de semences hybrides, on utilise généralement le taux de 1 ligne de parent mâle pour 5 lignes de parent femelle, (ou 2 et 10). Chez la compagnie Frontière Hybrids, on sème 6 lignes de mâle pour 16 lignes femelles.

Le pollen peut être transporté jusqu'à 8 kilomètres par le vent ou les insectes.

Les semences hybrides sont vendus, par les compagnies semencières, au tarif de: au détail: 20 dollars pour 100 livres (110 francs C.F.A. le kilo.)

- en gros 13 dollars pour 100 livres (72,5 francs C.F.A. le kilo.).

Le prix des semences vendues par ces compagnies est six à sept fois plus élevé que le prix de vente du sorgho grain par le cultivateur (de 10 à 18 francs C.F.A. le kilo.).

5) Principales variétés et hybrides de sorgho cultivés aux U.S.A.

a) variétés:

Types milo, kafir, shallu, feterita (précoces, grosses graines, couche brune présente sauf dans les types à grain blanc).

Norghum

Reliance

Winner, pour zone sèche.

b) hybrides:

R S 610 (= Hazera 610 d'Israël): issu de croisement
C K 60 A x Combine 7078 (= SA 7078)

R S 608 : résistant à "head smut" (7301 x Texas 614)

Ces deux hybrides, ainsi que NK 504 et NK 505, sont intéressants pour la culture sèche au Colorado.

En Oklahoma:

- TE 66 (wheatland x 7078)
- TE 660 (C K 60 A x Capprock)
- OK 6I2 (wheatland x OKRY 8 à endosperme jaune)
- OK 6I3 plus tardif
- GA 609 à glumes assez longues
- De kalb E 57
- De kalb F 64
- Lindsey 788

6) Techniques d'expérimentation:

- A MANHATTAN (Kansas): tests en parcelles de 6 m², à raison de deux lignes par parcelle
- A BROOKINGS (South Dakota): essais comparatifs en parcelles de deux lignes de 6 m. de long; 4 répétitions
- A HAYS (Kansas): en général, parcelles de deux lignes
- A STILLWATER (Oklahoma): 1 ligne par parcelle

Dans les parcelles de production de semences, au stade du test-précocé, on sème:

- 4 lignes mâles
- 5 lignes femelles
- 2 " mâles
- 5 " femelles
- 4 " mâles

et la pollinisation est laissée libre

(il s'agit là d'un premier test d'appréciation de rendement, permettant la production de semences pour les essais ultérieurs de rendement).

E/ D I V E R S

I) Petit matériel utilisé en expérimentation:

- Semoir à main, fabriqué par Swanson Machine Co. - 20-26
East Columbia Av., CHAMPAIGN (Illinois)
Prix 1963: 215 dollars (52.500 francs C.F.A.)
- Egreneuse à main, fabriquée par Chain Machine Co., HAVEN (Kansas)

2) Utilisation de la farine de sorgho en panification

On peut mélanger de 5 à 20 % de farine de sorgho au blé pour fabriquer du pain. Au delà de 20 %, il y a modification des caractéristiques de pain (en particulier en ce qui concerne la levée et la texture).

SORGHO - FOURRAGER

La production moyenne, pour l'ensemble des U.S.A. est de l'ordre de 30 à 50 tonnes à l'hectare de matière verte.

La plupart des types cultivés appartiennent à l'espèce "Sudan-grass" (*Sorghum sudanense*).

Il n'y a pas de différence dans la production de fourrage entre les semis faits le 1^{er} Mai et ceux faits le 1^{er} Juillet, pour une même durée de végétation (75 à 80 jours après semis).

La teneur en sucre augmente dans le pied des sorghos à tige sucrée, jusqu'au stade laiteux - pâteux du grain.

On n'a pu encore déterminer si, au point de vue production de fourrage, il vaut mieux avoir une plus forte proportion de feuilles que de tiges.

Sélection phénotypique récurrente: pour obtention types résistants à maladie culture pendant 2 à 3 ans des plants en population, sur un terrain naturellement infesté. Après deux ou trois ans, 80 à 90 % des plants sont morts. On choisit les plus beaux ^{pieds} résistants, et on les laisse s'intercroiser soit au hasard, soit par hybridation artificielle.

Chez sudangrass, on ensache deux panicules ensemble pour obtenir un taux élevé de croisement: on sème les FI en mélange, que l'on autofécondera ensuite. On présume que les pieds hybrides, en semis très dense, se développeront mieux que les autres.

Dans les essais, l'effet des lignes voisines est plus important chez les sorghos fourragers que chez les sorghos à grain (cela peut venir de leur plus grande taille)

Présence d'acide cyanhydrique dans les tiges de sorgho

Surtout en début de végétation, on note la présence de H C N, ce qui peut provoquer des empoisonnements chez le bétail.

Le niveau dangereux de H C N peut être fixé à 400 à 500 parties par million.

Il n'y a pas de H C N chez sudan-grass, il y en a davantage chez les sorghos fourragers, et il y en a beaucoup chez les sorghos à grains. L'espèce *Sorghum alatum* a une te-

neur élevée en H C N.

Cette teneur est plus faible dans les tiges courtes.

Elle varie avec la dose d'engrais apportée.

Elle dépend d'une façon générale, de la longueur du jour. Dans le Sud des U.S.A., une même variété contient moins de H C N que lorsqu'elle est cultivée dans le Nord, où les jours sont plus longs pendant la période de culture.

Comme au Tchad, nous n'avons jamais entendu parler d'accidents survenus au bétail par empoisonnement par consommation de tiges et feuilles de sorgho, il est possible que cela soit dû à la courte durée du jour générale chez nous. Un travail sera entrepris sur ce sujet.

Principales variétés cultivées:

Piper

Rancher

Salt

Tracey

SORGHO A BALAI ("Broomeon")

Culture secondaire, que nous avons vu en Oklahoma.

La sélection porte sur l'allongement des racèmes et l'obtention de types à racèmes tous de même longueur.

HYBRIDES INTERSPECIFIQUES

Des croisements entre diverses espèces de sorghum ont été réalisés dans plusieurs Stations, en particulier à STILLWATER (Oklahoma). On a également étudié des descendance des croisements naturels, ci-dessous:

Sorghum vulgare mâle-stérile x S. halepense (Johnson grass)

(2 n = 20)

(2 n = 40)

et S. vulgare x S. alnum (2 n = 40)

On a obtenu des hybrides ayant seulement deux graines par panicule dans le premier cas, et une graine dans le deuxième cas.

Les hybrides avaient 2 n = 40, ce qui est anormal.

À la méiose, l'observation microscopique des chromosomes a montré une majorité de tétravalents,

quelques bivalents et deux ou trois seulement univalents. Parfois, il y a uniquement des bivalents.

Il semble y avoir, dans ces croisements interspécifiques, beaucoup de fleurs fécondées; mais, quelques jours après fécondation, au stade grain vert, si l'on presse le grain nouvellement formé, il en sort une goutte de jus; il y a ensuite avortement. Par suite il n'y a que 2 ou 3 grains formés par panicule.

CONCLUSIONS

Ce stage nous a permis

- de voir sur place les techniques de culture du sorgho dans des conditions de culture intensive
- d'étudier les diverses variétés et hybrides cultivées aux U.S.A.
- de connaître de façon détaillée le mécanisme d'amélioration de sorgho par utilisation des hybrides à partir de types mâle-stériles
- de nous faire décrire le mécanisme de production des semences sélectionnées ou hybrides
- de nous faire préciser par divers spécialistes de nombreux problèmes concernant la génétique du sorgho.

Les premières conclusions que nous pouvons tirer sont les suivantes:

- il est impossible d'envisager l'utilisation directe, au Tchad, de types cultureux américains, les conditions écologiques étant trop différentes ici et là.
- les résultats que nous avons déjà obtenus au Tchad par sélection généalogique ne sont pas négligeables.
- le travail d'amélioration par utilisation de la vigueur hybride sera très long, puisqu'il nécessitera plusieurs années avant d'obtenir des lignées locales dans les quelles nous aurons introduit la stérilité mâle. Ce travail est d'ailleurs techniquement parfaitement réalisable, mais nécessite des moyens en personnel et matériel plus importants que ceux dont nous disposons actuellement, si l'on veut aboutir plus rapidement à un bon résultat.
- lorsque ce premier travail aura abouti, il restera à mettre au point la technique de fabrication des semences hybrides, qui ne pourra être menée à bien que par des cultivateurs très consciencieux et contrôlés de très près par les services techniques.

L'augmentation de rendement de nos actuelles variétés sélectionnées par rapport aux cultures traditionnelles est de l'ordre de 20 %.

- l'emploi de sorghos hybrides pourra faire subir un important bond en avant à la production tchadienne, de l'ordre de 50 %, à condition que les champs soient réalisés dans

d'excellentes conditions culturales. Car sur sol pauvre, avec de mauvaises méthodes culturales, les hybrides ne peuvent développer normalement leur potentialité de production.

- le raccourcissement de la taille de nos variétés doit être réalisé, mais avec prudence. En effet le problème de la récolte mécanique ne se pose pas au Tchad, et nous avons vu qu'une lignée haute est probablement plus productive qu'une lignée courte. Toutefois il est normal de chercher à ramener la hauteur de nos sorghos à environ 2 m., ne serait ce que pour limiter les quantités d'éléments nutritifs prélevés par la plante dans le sol.

- en envisageant l'accroissement de la quantité de fourrage pour le bétail (lié au développement de la culture attelée), une étude doit être entreprise sur les risques d'empoisonnement par l'acide cyanhydrique./.
