

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION
DÉPARTEMENT D E PHYTOLOGIE

CW0101401
F313
6AL

THÈSE
PRÉSENTÉE
À L'ÉCOLE DES GRADUÉS
DE L'UNIVERSITÉ LAVAL
COMME EXIGENCE PARTIELLE
POUR L'OBTENTION
DU GRADE DE "MASTER OF SCIENCE"

PAR

MARCEL GAL 1 BA
Ingénieur agronome
E.N.S.A. Abidjan (R.C.I.)

VARIATION ET DÉTERMINISME GÉNÉTIQUE DE LA RÉSISTANCE
DU SORGHO SORGHUM BICOLOR (L.) MOENCH AU RAMULISPORA
SORGHI (ELL. ET EV.) OLIVE ET LEEFVRE RESPONSABLE
DE LA MALADIE DES BANDES DE SUIE

OCTOBRE 1979

A ma grand-mère Henriette

A ma mère Marie-Rose

A mon père adoptif Paul

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer mes remerciements très sincères au Centre de Recherches pour le Développement international (C.R.D.I.) pour m'avoir accordé pendant trois ans la bourse d'étude et facilité mon séjour au Canada.

A mes directeurs de thèse, Dr R. Bédard et Dr R. Michaud, toute ma reconnaissance: mille et un mercis pour l'attention, la disponibilité et surtout l'apport scientifique.

A mon directeur de stage, Dr J.C. Denis, toute ma gratitude pour avoir guidé mes premiers pas dans l'expérimentation au champ.

A l'Université Laval, où j'ai réellement pris contact avec la méthodologie expérimentale, tous mes remerciements.

Au Centre national de la Recherche agronomique (C.N.R.A.) de Bambey, tous mes remerciements.

A ma femme, pour toute son abnégation et sa patience, mes remerciements les plus profonds.

Enfin à ceux qui, de près ou de loin, ont bien voulu que ce travail aboutisse, surtout à mon équipe du CNRA de Bambey., que ce travail soit le nôtre: une modeste contribution à l'agriculture de notre pays.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
REMERCIEMENTS	i
TABLE DES MATIÈRES	ii
LISTE DES TABLEAUX	iv
 INTRODUCTION	 1
 CHAPITRE 1 - REVUE DE LITTÉRATURE	 4
1.1 La maladie des bandes de suie	4
1.2 Corrélation entre caractères	5
1.3 Héritabilité	7
1.4 Hétéroose et rendement	8
1.5 Résistance aux maladies	11
 CHAPITRE 2 - MATÉRIEL ET MÉTHODES	 14
2.1 Matériel végétal	14
2.2 Méthodes	18
2.2.1 Protocole expérimental	18
2.2.2 Analyses génétiques et statistiques	21
 CHAPITRE 3 - RÉSULTATS ET DISCUSSION	 26
3.1 Dynamique du <i>Ramulispora sorghi</i> dans' les populations parentales	 26

	Page
3.2 Etude des corrélations	35
3.2.1 Corrélations entre variables du rendement .	35
3.2.2 Corrélations entre variables de la maladie.....	35
3.2.3 Corrélations entre les variables du rendement et celles de la maladie	39
3.3 Héritabilité et nombre minimum de gènes	40
3.4 Nature et action des gènes	42
3.4.1 Hétérose et rendement	42
3.4.2 Variation génétique.....	52
3.4.3 Distribution des fréquences d'observation .	55
RÉSUMÉ ET CONCLUSION	61
BIBLIOGRAPHIE	64
APPEYDICES	79

LISTE DES TABLEAUX

	Page
TABLEAU 1	Données climatologiques recuei 1 lies aux deux environnements pour les années 1977 et 1978 15
TABLEAU 2	Caractéristiques des cult'ivars employés 16
TABLEAU 3	Détail des générations et croisements étudiés à Bambey et à Nioro au cours des deux années 17
TABLEAU 4	Echelle de notation utilisée pour établir l'indice d'infection 20
TABLEAU 5	Dynamique du <i>Ramulispora sorghi</i> dans les populations parentales étudiées à Bambey (B) et à Nioro (N) au cours des deux années 27
TABLEAU 6	Composantes de l'analyse de variance pour les croisements utilisés à Bambey au cours des deux années 29
TABLEAU 7	Composantes de l'analyse de variance pour les croisements utilisés à Nioro au cours des deux années 30
TABLEAU 8	Carres moyens de l'analyse de variance du croisement 63-43 x Ck60 à Bambey, pour les caractères de la maladie 31

TABLEAU 9	Composantes de l'analyse de variance pour les croisements étudiés , combinée pour les deux lieux en 1977 et en 1978	32
TABLEAU 10	Analyse de variance combinée aux deux lieux et aux deux années , du croisement Is4225 x Ck60 pour les variables de la maladie	34
TABLEAU 11	Matrice des coefficients de corrélations phéno- typiques observés en F_2 pour les croisements CE111-6 x Ck60 (en haut) et Is4225 x Ck60 (en bas) en 1978 à Nioro	36
TABLEAU 12	Matrice des coefficients de corrélations géno- typiques observés en F_2 pour les croisements CE111-6 x Ck60 (en haut) et Is4225 x Ck60 (en bas) en 1978 à Nioro	37
TABLEAU 13	Estimation de l'héritabilité au sens large (H) et au sens strict (h^2) et du nombre minimum de gènes (n_1 et n_2) pour les croisements étudiés en 1977 et 1978	41
TABLEAU 14	Moyenne des générations et détermination de l'hétéroze et de la dépression chez le croisement Is4225 x Ck60 (Nioro 1977)	44
TABLEAU 15	Moyenne des générations et détermination de l'hétéroze et de la dépression chez le croisement Ck60 x Is4225 (Nioro 1977)	45
TABLEAU 16	Moyenne des générations et détermination de l'hétéroze et de la dépression chez le croisement Is4225 x Ck60 (Nioro 1978)	46
TABLEAU 17	Moyenne des générations et détermination de l'hétéroze et de la dépression chez le croisement CE111-6 x Ck60 (Nioro 1978)	47
TABLEAU 18	Comparaison des moyennes observées et calculées en F_2 pour une action arithmétique et géométrique des gènes et détermination du degré de dominance en F_1 (h_1) et en F_2 (h_2) chez le croisement Is4225 x Ck60 (Nioro 1977)	48

TABLEAU 19	Comparaison des moyennes observées et calculées en F_2 pour une action arithmétique ou géométrique des gènes et détermination du degré de dominance en $F_1 (h_1)$ et en $F_2 (h_2)$ chez le croisement Ck60 x Is4225 (Nioro 1977,)	49
TABLEAU 20	Comparaison des moyennes observées et calculées en F_2 pour une action arithmétique ou géométrique des gènes et détermination du degré de dominance en $F_1 (h_1)$ et en $F_2 (h_2)$ chez le croisement Is4225 x Ck60 (Nioro 1978)	50
TABLEAU 21	Comparaison des moyennes, 'observées et calculées en F_2 pour une action arithmétique ou géométrique des gènes et détermination du degré de dominance en $F_1 (h_1)$ et en $F_2 (h_2)$ chez le croisement CE111-6 x Ck60 (Nioro 1978) Y.....	51
TABLEAU 22	Estimation des paramètres génétiques spécifiant la variation observée chez les croisements Is4225 x Ck60 (1) et C'El11-6 x Ck60 (2) pour les variables étudiées (Nioro 1978)	54
TABLEAU 23	Test de Chi-carré (X^2) pour un gène de résistance chez le croisement CE111-6 x Ck60 à Nioro	59
TABLEAU 24	Test de chi-carré (X^2) pour un gène de résistance chez le croisement Is4225 x Ck60 à Nioro	59
TABLEAU 25	Carrés moyens de l'analyse de variance des générations F_1 et F_2 du croisement Is4225 x Ck60 à Nioro en 1978	60

INTRODUCTION

Quatrième céréale dans le monde, après le blé, le riz et le maïs, le sorgho cultive, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, demeure l'une des principales cultures surtout en Asie et en Afrique. Il serait issu du sorgho d'Alpe, *Sorghum halepense* Pers., vivace, à rhizome traçant, indigène de la région méditerranéenne, ou bien de l'herbe du Soudan (Sudan grass).

L'origine africaine du sorgho est généralement admise; il se serait développé en Abyssinie. Toutefois la différence d'aspect entre les sorghos africains et asiatiques laisse également supposer une origine indépendante de ceux-ci dans les deux continents,

L'ancienneté du sorgho n'est plus mise en doute; elle remonterait à l'Egypte pharaonique, environ 2 000 ans avant notre ère. Appelé *miliun*, *miliarina*, puis *milo* (contenant mille grains), le sorgho (du latin *surgo*: s'élever, à cause de sa haute taille, surtout chez les cultivateurs traditionnels) régit aujourd'hui la vie de plus de 400 millions de personnes. Il est cultive sur près de 103 millions d'hectares dans le monde.

La valeur alimentaire de la farine de sorgho est, presque égale à celle du blé, avec 69% de matières amylacées, 27% de matières grasses et 8,9% de matières protéiques. Sa faiblesse en matière protéique empêche de le considérer comme un aliment complet. En comparaison avec le maïs, l'analyse chimique du grain de sorgho montre moins d'huile et de lysine, mais plus de fécule et d'acides aminés. Le sorgho est un agent allélopathique qui, jusqu'au stade floraison, synthétise un hété-

roside toxique: la dhurrine. Une dose de 0,05 gramme de ce produit est mortelle à l'homme contre 0,5 à 1 gramme pour le bétail. Toutefois, cette substance toxique disparaît entièrement à la récolte.

Cette panicotée semée dans les régions tropicales et sous-tropicales présente une grande variabilité. Elle est non seulement capable d'endurer les conditions de chaleur et de sécheresse, mais également les fortes précipitations. De plus, elle peut croître sur certaines terres inaptes à la culture du blé, du riz ou du maïs.

Quant à son emploi, cette andropogonée entre dans l'alimentation humaine comme sorgho-grain, et dans l'alimentation du bétail comme sorgho-fourrager. Le sorgho sert aussi de matière première à plusieurs industries telles que: mélasse, sirop de sucre, bière, teinture, balais, matière d'emballage, . . .

Au Sénégal, où il prend parfois le nom de *gros mil*, par opposition au petit mil (*Pennisetum typhoides*), le sorgho reste une des bases de l'alimentation de toute la masse paysanne. Un effort est déployé afin de sélectionner des cultivars à haut rendement, épousant au mieux les conditions édapho-climatiques du pays.

Au Centre national de la Recherche agronomique (CNRA) de Bambey, des cultivars mis en pré vulgarisation, ont vu leur acceptation s'avérer difficile à cause de la présence d'une maladie foliaire causée par un champignon adéiomycète: *Ramulispora sorghi* (Ell. et Ev.) Olive et Lefebvre. La maladie des bandes de suie, comme on l'appelle, est la maladie foliaire du sorgho la plus importante au Sénégal. La lutte phytosanitaire permettrait d'assurer un certain contrôle du pathogène. Toutefois, le développement de cultivars résistants semble, à priori, le moyen de contrôle le plus efficace et le plus économique.

L'amélioration de cultivars résistants aux maladies peut s'effectuer sans une connaissance précise des systèmes génétiques qui gouvernent les mécanismes de résistance. Cependant, lorsque cette connaissance est acquise, elle permet l'emploi des méthodes d'amélioration les plus efficaces et les plus sûres en vue de l'incorporation de ces caractères dans de nouveaux cultivars. L'objet de notre étude est

triple. D'abord, elle vise à établir les corrélations entre certaines variables du rendement et celles de la maladie; en second lieu, à déterminer le mode d'hérédité de la résistance, et enfin, à préciser la nature de la variabilité génétique à l'intérieur des populations étudiées.

CHAPITRE 1

REVUE DE LITTÉRATURE

1.1 La maladie des bandes de suie

De distribution mondiale, la maladie des bandes de suie se retrouve **particulièrement** dans les zones où le sorgho est cultivé sous des conditions de fortes **précipitations** et d'humidité. Elle peut intervenir tout le long de la saison des pluies, dépendamment des conditions épidémiologiques et du niveau de sensibilité des cultiwars (Futrell Webster 1966a).

Les **symptômes** sont très typiques. Les taches foliaires sont de formes circulaires à elliptiques et de couleur brun-pourpre à brun-rouge selon le pigment présent chez le **cultivar**. Le centre de la tache **présente** une couleur de paille (tissu mort) avec un halo J'aune. A **matu-rite**, une couche de **sclérotés** noirs, facilement détachables au toucher, recouvre la tache. Les **sclérotés** peuvent se retrouver sur les deux faces foliaires, mais surtout sur la face **inférieure**. En cas de forte **sévérité**, les taches deviennent coalescentes et forment des raies ou des bandes (Olive et *al.* 1946).

Par la production de conidies, les **sclérotés** sont les **structu-**res de survie et demeurent la base de l'inoculum initial pour l'infection lors de la saison des pluies. Le stade parfait n'a jamais été observé au champ, et aucune spécialisation physiologique n'a été détectée dans les **prélèvements** (Odyssey et al. 1973; Sharma 1978). Les hyphes sont surtout intercellulaires dans le parenchyme du tissu **foliaire**; ils sont intracellulaires dans les vaisseaux où ils s'étendent longitudinalement, provoquant ainsi l'accroissement en longueur des **lésions**.

Les pertes économiques **évaluées** sur des cultivars sensibles seraient de l'ordre de 36% (Sharma 1978). D'après cet auteur, la lutte phytosanitaire a permis un contrôle de la maladie et un meilleur rendement chez les parcelles traitées. Les fongicides employés ont été le captan et le thiram à 0,2%. Des **résultats** similaires ont été obtenus avec du Captafol (orthodifolatan 80) à la dose de 160 g/hl, et du methylthiophanate (Pelt 44) à raison de 100 g/hl (Girard 1977).

Des tests effectués en Inde sur la collection mondiale de sorgho ont montré que les lignées sensibles seraient du groupe *Nervosum* ou *Durra* et proviendraient des U.S.A. et de l'Inde (Nagarajan et al. 1971). Par contre, les lignées résistantes seraient du groupe *Conspicuum* et *Caffrorum* et origineraient de l'Afrique. Ainsi, l'Afrique de l'Ouest serait le centre d'origine des sorghos résistants à la maladie des bandes de suie (Futrell et Webster 1966a).

1.2 Corrélation entre caractères.

La sélection de nouveaux cultivars exige la manipulation de nombreux **caractères** qui sont souvent associés, d'où l'importance des corrélations phénotypiques et **génotypiques**. La corrélation phénotypique entre deux caractères peut être due à des facteurs **génétiques** identiques ou à une réponse similaire à certains facteurs ambiants. La corrélation phénotypique ne donne toutefois aucune indication quant à l'importance relative et à la direction des **composantes** environnementales et **génétiques**. La corrélation génotypique par contre spécifie la part de la relation entre les caractères qui se trouvent sous l'influence des **gènes**.

Les relations génétiques entre deux ou plusieurs caractères indiquent la facilité avec laquelle de nouvelles combinaisons inusitées de ces caractères peuvent être créées. Par exemple, si la corrélation génétique entre deux caractères est élevée, un effort de sélection pour un caractère peut être accompli via la sélection pour l'autre caractère. Cette situation est surtout avantageuse lorsqu'un caractère d'importance économique appréciable possède une basse héritabilité en comparaison avec celle plus grande d'un caractère associé.

Chez le sorgho, la littérature nous présente beaucoup d'études de corrélation. Des corrélations positives ont été rapportées entre le rendement et la hauteur du plant, le nombre de grains par panicule, la maturité, le poids en grain et le nombre d'épis par plant (Beil et Atkins 1965; Kirby et Atkins 1968). Liang *et al.* (1969a) ont également trouvé de fortes corrélations positives entre le rendement et le poids de la panicule (0,61), le nombre de grains (0,97), la demi-floraison (0,68), le nombre de feuilles (0,52), mais une corrélation négative avec le poids en grain (- 0,31) et le pourcentage de protéines (- 0,52). Crook et Casady (1974) ont montré que le pourcentage de protéines est négativement et significativement associé avec le rendement (- 0,42), la demi-floraison (- 0,31), la hauteur (- 0,38), la surface foliaire (- 0,38) et le nombre de panicules par plant (- 0,12). Ali-Khan et Weibel (1969) ont trouvé une corrélation phénotypique de 0,96 entre le poids de la panicule et le rendement en grain, et Sindagi *et al.* (1970a) ont rapporté une corrélation génotypique très significative (0,39) entre le poids de 1 000 grains et le rendement.

Adamou et Weibel (1976) ont trouvé de fortes corrélations significatives entre la taille des grains et le rendement en grain, la taille des grains et le poids de 1 000 grains, le rendement en grain et le poids de 1 000 grains. Ils ont conclu que le rendement en grain pourrait être augmenté en sélectionnant soit pour le nombre de grains soit pour leur taille; mais puisque les deux caractères semblent indépendants, il serait possible de sélectionner pour les deux caractères. Selon Choudhari *et al.* (1977), il existerait, à l'initiation de la panicule, une forte corrélation négative entre l'accumulation de la matière sèche

et le rendement en grain (- 1,29); ainsi plus forte sera l'accumulation en matière sèche à l'initiation de la panicule, plus bas sera le rendement.

En **somme**, comme l'ont montré beaucoup d'auteurs (Hadley 1957; Casady 1963; Dalton 1967; Niehaus et Pickett 1966; Liang *et al.* 1969b), de fortes corrélations positives lient le rendement, la hauteur et la maturité et des corrélations négatives lient le pourcentage de protéine à ces **caractères sus-nommés**. La forte **corrélation** entre le **rendement** en grain et le poids de la panicule permettrait à ce dernier d'être un indicateur de confiance du rendement (Liang *et al.* 1969b).

1.3 Héritabilité

Le choix d'une **méthode d'amélioration** dépend de la performance moyenne des populations **étudiées** et également de la grandeur relative des variations génétiques et environnementales. L'**estimation** précise des **paramètres** qui concourent à la variation d'un caractère permet de mieux orienter les travaux de **sélection** concernant ce caractère.,

Les gains permanents de la sélection dans le sens de la ressemblance entre parents et descendants dépendent du **degré** de relation entre le **génotype** et le phénotype (Bartley et Weber 1952). La correspondance entre ces deux composantes est **exprimée** par l'**héritabilité** qui est une mesure de la valeur de sélection pour des **caractères** en jeu; elle est ainsi un indice de leur **transmissibilité**. Dans la littérature on retrouve deux concepts de l'**héritabilité**: l'**héritabilité** au sens 'large' et l'**héritabilité** au sens **étroit**. Selon Lush (1943), l'**héritabilité** au sens large **considère** l'ensemble du génotype comme une **unité**; elle est employée en contraste avec les effets de l'environnement. Au sens **étroit**, l'**héritabilité** ne tient compte que des effets moyens des **gènes** transmis additivement des parents à la descendance. Différentes méthodes permettent d'estimer l'**héritabilité**. Le Cochec (1972) donne une revue bibliographique assez **détaillée** de ces méthodes de calcul.

Chez le sorgho beaucoup d'études concernant l'héritabilité de la plupart des caractères agronomiques. sont rapportées dans la littérature. Ali-Khan et Weibel (1969) ont estimé des valeurs d'héritabilité chez le croisement CK60 x CK7078 pour la hauteur du plant (0,73), le poids de la panicule (0,19), le poids en grain (0,19), le poids de 1 000 grains (0,30) et la maturité (0,51). Ces résultats sont en accord avec ceux précédemment rapportés par Voigt et al. (1966), Chiang et Smith (1967b) et Liang et al. (1968).

Sindagi et al. (1970b) ont trouvé pour le croisement TBK x IC3437 les valeurs suivantes pour l'héritabilité au sens large: 0,82 pour la hauteur, 0,60 pour le poids de 1 000 grains et 0,81 pour le rendement en grain. L'héritabilité pour le pourcentage de protéine, estimée par Govil et Murty (1973), se situe entre 0,09 et 0,14. Dhimmar et Desai (1978) rapportent une héritabilité de 0,80 pour la hauteur et le diamètre de la tige, et 0,56 pour le rendement en grain.

L'héritabilité étant une propriété non seulement du caractère mais aussi de la population et du milieu dans lequel se trouvent les individus, les valeurs trouvées dans d'autres circonstances et pour d'autres populations seront plus ou moins les mêmes selon que la structure des populations et les conditions environnementales sont elles-mêmes plus ou moins semblables (Falconer 1960). Ainsi, comme démontré par Liang et al. (1969b), les différences d'héritabilité pour les mêmes caractères dans deux populations pourraient dépendre des différences entre ces populations. En conséquence, une prudence est souhaitée en comparant des valeurs d'héritabilité estimées par différents chercheurs car l'héritabilité peut être influencée par le choix des parents, la taille des parcelles, la densité de semis, le nombre de répétitions, etc.. En somme, l'héritabilité est le reflet de la composition génétique de la population étudiée et du milieu dans lequel elle a été mesurée.

1.4 Hétérose et rendement

L'hétérose définie comme la supériorité d'un hybride F_1 sur la moyenne des parents, a été observée depuis très longtemps chez le sorgho. Son exploitation économique sur une échelle commerciale a conduit

à la production d'hybrides à haut rendement en grain. L'hétérose se caractérise en général par une précocité accrue, un fort tallage, une grande taille et un rendement plus élevé (Quinby 1963). Son intérêt premier chez le sorgho est son rapport; avec le rendement et les composantes du rendement. Ce facteur a fortement influencé l'amélioration du sorgho vers le développement d'hybrides (Quinby et Karper 1954; Argikar et Chavan 1957; Biel et Atkins 1965; Grewal et Paroda 1974).

Bartel (1949) rapporte une augmentation de 97% pour le rendement en grain dans la F_1 de croisements entre lignées génétiquement différentes pour la hauteur et la maturité. Il est à noter d'ailleurs, que la maturité et la hauteur du plant sont en grande partie responsables du potentiel du rendement. Ainsi, pendant longtemps, l'amélioration du sorgho a été considérée par beaucoup de chercheurs comme synonyme des manipulations de la maturité et de la hauteur. Liang (1967) comparant la F_1 au parent-moyen et au meilleur parent rapporte les pourcentages d'hétérose suivants: rendement en grain (32 et 22,2), poids de la panicule (29,8 et 20,4), poids de 1 000 grains (3,1 et 0,7), hauteur (4,6 et 1,3). Quant à Chiang et Smith (1967a) les valeurs trouvées sont: hauteur (38,8), poids de la panicule (41,2), poids de 1 000 grains (12,1).

Si beaucoup de progrès ont été réalisés dans l'amélioration des sorghos hybrides, relativement peu d'attention a été consacrée à l'évaluation des types d'action génique ou des grandeurs de variance génétique. La sélection du sorgho a, pendant longtemps, été basée sur des méthodes plutôt empiriques.

Sandlin (1970) cité par Eckebil et al. (1977) a essayé d'estimer le degré de dominance chez la F_2 d'un croisement entre des lignées homozygotes de sorgho. Il a trouvé que les valeurs étaient dans la gamme de la surdominance pour la plupart des caractères y compris le rendement. Ces résultats concordent avec ceux de Chiang et Smith (1967a) et Biel et Atkins (1965): la surdominance pourrait être un facteur important dans l'hétérose. Cependant, Leffell et Hanson (1961) rappellent que les contributions inégales des individus dans les populations hétérozygotes ou le biais dans l'estimation de valeurs des caractères causerait une surestimation du degré de dominance.

Robinson et al. (1949) et Gardner et al. (1953) ont obtenu des résultats similaires chez des populations F_2 de maïs issues de croisements simples entre lignées homozygotes. Ils ont discuté de la possibilité que de telles estimations de la surdominance puissent être causées par des gènes liés en phase de répulsion, bien qu'aucun de ces gènes ne soit plus que partiellement dominant. Gardner et Lonnquist (1959) ont confirmé cette hypothèse et obtenu une estimation dans la gamme de la dominance partielle au lieu de la surdominance pour une étude réalisée à la génération F_4 . Ces résultats indiquent clairement que le linkage peut causer un biais dans l'estimation du degré de dominance, spécialement si l'étude est réalisée aux premières générations.

Différents auteurs ont montré ensuite que les effets additifs sont très importants chez le sorgho, l'aptitude générale à la combinaison se révélant supérieure à l'aptitude spécifique à la combinaison (Kambal et Webster 1966b; Collins et Pickett 1972; Govil et Murty 1973; Crook et Casady 1974; Ekebil et al. 1977). En somme, la plupart des données suggèrent que la dominance est moins importante que l'effet additif des gènes chez le sorgho.

De nombreux tests ont été proposés afin de déterminer le mode d'action et le nombre de gène contrôlant l'expression d'un caractère mesurable (Castle et Wright 1921; Charles et Smith 1939; Charles et Goodwin 1943; Mather 1949). Tous ces tests présentent la particularité de s'étayer sur de nombreuses hypothèses souvent impossibles à satisfaire entièrement, surtout dans le cadre d'expériences au champ. Néanmoins, les résultats obtenus, bien que biaisés, sont d'une valeur appréciable pour l'améliorateur conscient de leurs limites. L'approche factorielle développée par Briggs (1926) qui cherchait les gènes gouvernant la résistance au charbon du blé emploie la distribution des fréquences des populations en ségrégation pour déterminer la complexité des caractères en jeu (Bartley et Weber 1952; Allard 1956; Johnson et al. 1966). L'emploi des croisements diallèles, couplé à l'analyse de variance (Comstock et Robinson 1952; Griffing 1956; Hayman 1958a; Jinks et Perkins 1970) a depuis ouvert de vastes possibilités quant à l'investigation de la nature des gènes et de leur action au sein de caractères quantitatifs.

Utilisant les moyennes des générations, Mather (1949) a introduit différents tests, approfondis ensuite par Cavalli (1952), afin de spécifier la nature de la variation génique, suivant soit le modèle additif-dominante avec trois paramètres, soit le modèle additif-dominance-épistasie, avec six paramètres. Employant les statistiques de premier ordre et la méthode des moindres carrés pondérés ou non, le test des moyennes des générations permet de partitionner la variation génétique à l'intérieur des populations et de spécifier quelle part revient aux effets additifs, aux effets de dominance, et aux effets épistatiques. Des modèles plus généraux ont été développés par la suite, mais ils rejoignent tous, dans une certaine mesure, les six paramètres susdits (Anderson et Kempthorne 1954; Hayman 1958b; Hayman et Mather 1955; Jinks et Jones 1957). L'intérêt de ces tests est double; non seulement ils sont à même de spécifier la complexité ou non des caractères étudiés, mais aussi d'expliquer la nature de la variation observée à l'intérieur des populations.

1.5 Résistance aux maladies

Les méthodes de sélection les plus efficaces et les gains attendus pour des caractères étudiés dépendent du nombre et de la fréquence des gènes impliqués, de la grandeur de leurs effets et de leur mode d'action. La constitution génétique de l'hôte demeure la base essentielle de sa résistance ou de sa sensibilité à un pathogène. Un nombre varié d'hôtes ayant une combinaison désirable de gènes pour la résistance est le moyen le plus pratique et surtout le plus économique de contrôler n'importe quelle maladie. Le découverte que les cultivars diffèrent dans leur capacité à supporter les maladies est très ancienne. Depuis Biffen qui, en 1905, a rapporté que la résistance à la rouille jaune du blé était gouvernée par un seul gène récessif, il y a eu un très grand nombre d'études traitant de l'hérédité de la résistance.

Chez le sorgho, nous trouvons différentes études de résistance aux maladies et aux insectes, surtout depuis le succès commercial des hybrides aux U.S.A. (Quinby 1975). Lebeau et Coleman (1950) ont rapporté que la résistance à l'anthracnose (LL) est un caractère simple, dominant sur la sensibilité (l?). De même la résistance à la

pourriture rouge de la tige serait contrôlée par un facteur dominant LsLs (Lebeau *et al.* 1951). Les deux facteurs contrôlant la résistance à l'anthracnose (LL) et la pourriture rouge de la tige (LsLs) sont liés à 9,57% de "crossing-over" dans la phase du couplage. Ces deux maladies sont causées par *Colletotrichum graminicola* (C.E.S.) G.W. Wila.

La résistance à la maladie de milo, une pourriture de la racine causée par *Periconia circinata* Mang est gouvernée par un seul gène dominant. Les symptômes de la maladie chez les plants sensibles sont causés par une toxine produite par le champignon. La résistance trouvée il y a 40 ans est encore efficace bien qu'elle ne soit gouvernée que par un seul gène (Van der Plank 1968; Quinby 1975).

Coleman *et al.* (1961) ont observé que la résistance à la rouille du sorgho, causée par *Puccinia purpurea* Cke, était contrôlée par un seul gène dominant, tandis que Patil *et al.* (1972) ont rapporté que la sensibilité serait dominante et qu'il y aurait plus de deux paires de gènes avec quelques modifications gouvernant la résistance à la rouille. Rana *et al.* (1976) ont confirmé les travaux de Patil *et al.* (1972): la sensibilité est dominante sur la résistance et au moins trois gènes majeurs seraient impliqués. Il est donc nécessaire que les deux parents soient résistants afin que les hybrides commerciaux puissent l'être. *Phaeoanthracella sorghi* (Link) Clinton est responsable du charbon couvert chez le sorgho, Marcy (1937a, 1937b) cité par Casady (1963) a conclu que deux gènes dominants gouverneraient la résistance, dont un (R) du parent mi lo serait complètement épistatique à l'autre (B) du parent sensible. Hackerott *et al.* (1969) rapportent que la résistance du sorgho à *Schinaphis graminum* (Rondani), qui est une punaise, serait conférée par des gènes dominants à plus d'un locus. Kulkarni *et al.* (1976) dénotent l'importance de l'action additive des gènes pour la résistance à *Atherigona varia streceata*, la mouche du pied du sorgho. La résistance du sorgho au virus de la mosaïque de la canne à sucre est contrôlée par un seul gène dominant (Condé *et al.* 1976).

A partir de ces exemples, il appert que les caractères de résistance aux maladies sont en général qualitatifs et peu complexes. Ainsi, une étude de la distribution de la F₂ est utilisée pour déterminer

le nombre de gènes impliqués dans le contrôle de la maladie. Mais tel que spécifié par Allard (1960), un caractère contrôlé par une seule paire de gènes peut donner une distribution continue si 50% de la variance de la F_2 est non génétique, d'où l'importance de l'utilisation de méthodes statistiques plus sophistiquées pour déterminer le nombre et le mode d'action des gènes.

CHAPITRE 2

MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 Matériel végétal

Cette étude a été menée au Sénégal pendant les campagnes agricoles de 1977 et 1978. Deux environnements caractérisés par des conditions épiphytologiques différentes ont été choisis à Bambey, au Centre national de la Recherche agronomique, et Nioro, dans la région du Sine-Saloum. Bambey est un environnement où l'incidence du *R. sorghi* est faible, contrairement à Nioro. Le tableau 1 présente les données climatiques recueillies à ces sites aux deux années.

Cinq cultivars ont été utilisés. Leurs principales caractéristiques sont résumées au tableau 3. Il est à noter que le sorgho cultivé est une plante autogame et diploïde ($2n = 20$). Les cultivars employés n'étant pas des hybrides, ils seront donc considérés pour les fins de cette étude comme étant homozygotes. Cinq croisements ont été réalisés et poursuivis jusqu'à la génération F_2 en 1977 et jusqu'aux retro-croisements en 1978 (tableau 3). Tous les croisements ont été effectués au champ, en contre-saison, par la technique du sac d'auto-fécondation.

TABLEAU 1: Données climatologiques recueillies aux deux environnements pour les années 1977 et 1978

Mois	Année	Bambey					Nioro				
		Précipitation (mm)	Humidité relative %	T min °C	T max °C	T moyenne °C	Précipitation (mm)	T min °C	T max °C	T moyenne °C	
Juin	1977	8,5	57	22,9	31,7	29,8	18,0	24,1	37,5	30,5	
	1978	8,9	63	22,9	36,9	29,9	76,6	23,6	35,8	29,7	
Juillet	1977	63,8	68	24,0	34,6	29,3	64,6	24,9	35,0	29,9	
	1978	84,4	72	23,5	33,0	28,3	191,6	24,4	33,2	28,8	
Août	1977	138,4	72	23,4	33,7	28,6	162,5	24,2	33,5	28,8	
	1978	244,7	82	23,7	32,2	28,0	254,5	23,5	32,5	28,0	
Septembre	1977	120,7	82	23,3	32,0	27,7	246,5	23,4	32,2	27,8	
	1978	291,8	91	22,7	31,9	27,3	156,2	23,1	29,9	28,0	
Octobre	1977	46,3	64	21,9	36,5	29,2	22,0	22,4	35,0	28,7	
	1978	27,7	72	22,9	34,5	28,4	23,5	22,3	34,1	28,2	
Novembre	1977	--	40	17,4	36,6	27,0	--	15,1	37,8	26,4	
	1978	25,1	49	18,9	34,4	26,7	55,0	17,5	35,4	26,3	
TOTAL		383,4 688,6					514,6 757,4				

T: température

TABLEAU 2: Caractéristiques des cultivars employés

Cultivar	Origine	Cycle (jours)	Hauteur (m)	Réaction au <i>R. sorghi</i>
Ck60	U.S.A.	90	1,0	résistant
Is4225	Inde	90	2,5	sensible
CE111-6	Sénégal	120	1,5	sensible
67-33	Sénégal	120	4,0	sensible
63,43	Niger	110	3,0	sensible

TABLEAU 3: Détail des générations et croisements étudiés à Bambey et à Nioro au cours des deux années

Génération et année	Bambey				Nioro		
	154225 x Ck60	Ck60 x Is4225	Ck60 x 67-33	63-43 x Ck60	Is4225 x Ck60	Ck60 x Is4225	CE111-6 x Ck60
P ₁ 1977	+	t	t	+	+	t	
1978	t				+		+
P ₂ 1977	+	t	+	+	+	+	
1978	t				t		t
F ₁ 1977	+	+	t	t	+	t	+
1978	t				+	t	
F ₂ 1977	+	+	+	+	+	+	
1978	+				+		+
BC ₁ 1978	+				+		+
BC ₂ 1978	+				+		+

2.2 Méthodes

2.2.1 Protocole expérimental

La première année d'expérimentation, les générations P_1 , P_2 , F_1 et F_2 ont été semées dans des blocs complètement randomisés. A Bambey, chaque bloc s'étendait sur 16,20 m x 7,50 m. L'écartement était de 0,90 m entre chaque ligne de semis et de 0,30 m entre chaque poquet. Le démariage a été fait à trois plants par poquet. Chaque bloc comprenait une ligne de chacun des parents, une ligne de F_1 et cinq lignes de F_2 , réparties au hasard. Sur chacune de ces lignes, 20 plants ont été choisis au hasard. Le nombre de répétitions n'était pas identique entre les croisements: six répétitions pour les croisements Is4225 x Ck60 et Ck60 x Is4225, quatre pour Ck60 x 67-33 et deux pour 63-43 x Ck60. A Nioro, les blocs mesuraient 10,80 x 7,50 m. Six lignes à tester étaient réparties au hasard: 1 P_1 , 1 P_2 , 7 F_1 et 3 F_2 . il y avait neuf répétitions pour le croisement Is4225 x Ck60 et sept pour Ck60 x Is4225.

A la seconde année d'expérimentation, deux nouvelles générations ont été ajoutées, soit BC_1 et BC_2 . A Bambey comme à Nioro, les parcelles mesuraient 20,7 m x 7,8 m. Douze lignes réparties au hasard étaient à tester: 2 P_1 , 2 P_2 , 1 F_1 , 5 F_2 , 1 BC_1 et 1 BC_2 . Le même écartement de même que le nombre de plants à observer par ligne ont été conservés et six répétitions ont été utilisées pour chaque croisement. Pour une meilleure répartition de l'inoculum, vu que l'étude se faisait en épiphytie naturelle, un cultivar infestant (Is4225) a été semé entre chaque ligne à tester.

Les données ont été collectées sur chaque plant choisi tout au long de la saison des pluies, en moyenne tous les quinze jours depuis l'apparition de la maladie. Les caractères qui ont fait l'objet d'analyse sont les suivants:

- *Hauteur de la plante* (cm): la hauteur en centimètres, de la surface du sol au niveau de la feuille paniculaire

- *Hauteur d'attaque* (cm): la hauteur en centimètres, de la surface du sol au niveau de la plus haute feuille malade

- *Pourcentage d'attaque* (%): le ratio du nombre de feuilles malades sur le nombre total de feuilles observées. Aucune feuille n'est comptée deux fois

- *Poids paniculaire*: le poids en grammes de la panicule entière

- *Poids des grains*: le poids en grammes de la panicule battue

- *Poids de 1000 grains*: le poids en grammes de 500 grains, multiplié par deux

- *Indice d'infection*: le degré de maladie de la feuille observée établi selon l'échelle de notation décrite par Sharma et Jain (1975) (tableau 4).

L'indice d'infection a été calculée de deux façons:

- *Indice d'infection maximum* (1_m): la valeur moyenne des indices les plus élevés à chaque date d'observation

- *Indice d'infection minimum* (I_m): la valeur moyenne des indices d'infection moyens observés à chaque date d'observation

- *Incidence moyenne* (1%): la valeur moyenne du nombre de feuilles malades sur le nombre de feuilles observées

$$1\% = \frac{\text{Nombre de feuilles malades}}{\text{Nombre de feuilles observées}} \times 100$$

- *Sévérité moyenne* (%): la sévérité exprime la gravité de la maladie. Elle s'apparente à la surface de tissu foliaire affectée. Elle a été calculée comme l'incidence par la formule suivante:

TABLEAU 4: Echelle de notation utilisée pour établir l'indice d'infection

Indice d'infection	Description	% de tissu foliaire attaqué	
1	Feuilles saines	1	Résistant
2	Taches petites et largement réparties	0,1 a 5,0	
3	Taches grosses et largement réparties	5,1 a 20,0	Sensible
4	Taches grosses et densément réparties	20,1 a 35,0	
5	Taches grosses et plus ou moins liées	35,1 a 50,0	
6	Taches grosses et coalescentes	≤ 50,1	

$$S\% = \frac{\sum (X_i - 1) Y_i}{[E(X_i) - 1] N}$$

OU X_i = indice d'infection $X_i = 1, 2, \dots, 6$

$E(X_i)$ = étendue de l'échelle

Y_i = nombre de plants ayant l'indice d'infection X_i

N = nombre total de plants observés.

Il est à noter que le stade de développement a été recueilli à chaque date d'observation selon l'échelle de Feekes, présentée par Large (1954).

2.2.2 Analyses génétiques et statistiques

La variabilité de plant à plant dans une population non ségrégante est essentiellement environnementale. Elle peut être estimée par le carré moyen de l'erreur dans une analyse de variance. Chez les plantes autogames, la variance environnementale en F_2 peut être estimée à partir de la F_1 ou de la racine cubique du produit des variances des générations P_1 , P_2 et F_1 . Dans cette Etude, le carré moyen de l'erreur de la F_1 a été employé pour calculer la variance genotypique en F_2 de chaque caractère. Dans les cas où la variance de l'erreur de F_1 était supérieure à celle de la F_2 , la racine cubique du produit des variances des générations P_1 , P_2 et F_1 a été employée. La méthodologie a été identique pour l'estimation des covariances génotypiques en F_2 . Ainsi nous avons:

$$Vx_{F_2} = Vx_G + Vx_E$$

$$Vy_{F_2} = Vy_G + Vy_E$$

$$Covxy_{F_2} = Covxy_G + Covxy_E$$

où Vx_{F_2} et Vy_{F_2} correspondent aux variances phenotypiques totales observées en F_2 pour les caractères X et Y respectivement, Vx_G et Vy_G représentent les variances génotypiques pour X et Y respectivement, et Vx_E et Vy_E , les variances environnementales. Quant à $Covxy_{F_2}$, $Covxy_G$, $Covxy_E$, ce sont les covariances phenotypiques, genotypiques et environnementales des caractères X et Y.

En utilisant les symboles sus-mentionnés, les corrélations phenotypiques ont été calculées selon la méthode décrite par Weber et Moorthy (1952) et les corrélations génotypiques par la méthode de Burton (1951):

$$\text{Corrélation phénotypique entre } x \text{ et } Y = \frac{Covxy_{F_2}}{Vx_{F_2} \cdot Vy_{F_2}^{\frac{1}{2}}}$$

$$\text{Corrélation génotypique entre X et Y} = \frac{\text{Cov}_{xyF_2} \cdot \text{cov}_{xyF_1}}{(\text{V}_{x_{F_2}} - \text{V}_{x_{F_1}}) (\text{V}_{y_{F_2}} - \text{V}_{y_{F_1}})^{\frac{1}{2}}}$$

L'héritabilité au sens large (H) a été calculée comme le ratio de la variance génotypique sur la variance phénotypique totale de la F_2 . L'estimation de la variance génotypique s'est faite en considérant soit la F_1 , soit les générations non ségrégantes P_1 , P_2 et F_1 . L'héritabilité au sens étroit (h^2) a été établie d'après la méthode de Warner (1952).

$$H = \frac{\text{V}_{x_{F_2}} - \text{V}_{x_{F_1}}}{\text{V}_{x_{F_2}}}$$

$$H^* = \left(\frac{\text{V}_{x_{F_2}} - \text{V}_{x_{P_1}} - \text{V}_{x_{P_2}} - \text{V}_{x_{F_1}}}{\text{V}_{x_{F_2}}} \right)^{1/3}$$

$$h^2 = \left(\frac{2\text{V}_{x_{F_2}} - \text{V}_{x_{BC_1}} + \text{V}_{x_{BC_2}}}{\text{V}_{x_{F_2}}} \right)$$

La comparaison des moyennes observées et calculées en F_2 permet d'étudier la nature de l'action génique. Une concordance entre les moyennes arithmétiques calculées et les moyennes observées indique une action additive des gènes, tandis qu'une concordance entre les moyennes géométriques et les moyennes observées montre une action géométrique des gènes. Il est à noter que l'action arithmétique des gènes assume que les effets individuels des gènes sur le génotype sont additifs, tandis que l'action géométrique considère qu'ils sont multiplicatifs. Les moyennes arithmétiques et géométriques ont été calculées selon Burton (1951).

$$\text{Moyenne arithmétique } \bar{F}_2 = \frac{\bar{P}_1 + 2\bar{F}_1 + \bar{P}_2}{4}$$

$$\text{Moyenne géométrique } \bar{F}_2 = \text{antilog de } \frac{\log \bar{P}_1 + 2 \log \bar{F}_1 + \log \bar{P}_2}{4}$$

où $\bar{P}_1$ est la moyenne du plus petit parent

$\bar{P}_2$ celle du plus grand parent

$\bar{F}_1$ étant celle de la génération F_1 .

Pour estimer le nombre de facteurs génétiques effectifs dans le contrôle d'un caractère, deux méthodes ont été choisies, La première (n_1) est de Castle et Wright (1921) et la seconde (n_2) est de Wright (1921), présentée par Burton (1951). Ces deux formules permettent d'estimer le nombre minimum de facteurs.

$$n_1 = \frac{(\bar{P}_1 - \bar{P}_2)^2}{8 (V_{x_{F_2}} - V_{x_{F_1}})}$$

$$n_2 = \frac{0,25 (0,75 - h + h^2) D^2}{V_{x_{F_2}} - V_{x_{F_1}}}$$

$$\text{où } h = \frac{\bar{F}_1 - \bar{P}_1}{\bar{P}_2 - \bar{P}_1}$$

$$D = \bar{P}_2 - \bar{P}_1$$

Le degré de dominance a été calculé en F_1 et en F_2 selon la méthode décrite par Petr et Frey (1966).

Degré de dominance en F_1 :

$$h_1 = \frac{\bar{F}_1 - \overline{MP}}{\bar{P}_2 - \overline{MP}}$$

Degré de dominance en F_2 :

$$h_2 = \frac{2 (\bar{F}_2 - \overline{MP})}{\bar{P}_2 - \overline{MP}}$$

où $\overline{MP}$ représente la moyenne des parents P_1 et P_2

P_2 étant le plus grand parent.

Le pourcentage d'hétéroze et la dépression due à la consanguinité ont été calculés selon Liang et al. (1972). L'hétéroze par rapport au parent moyen a été nommée A et celle par rapport au meilleur parent a été nommée B.

$$A = \frac{\overline{F}_1 - \overline{MP}}{\overline{MP}} \times 100$$

$$B = \frac{\overline{F}_1 - \overline{P}_2}{\overline{P}_2} \times 100$$

$$\text{Dépression} = \frac{\overline{F}_1 - \overline{F}_2}{\overline{F}_1} \times 100$$

La nature de l'action génique impliquée dans la variation des caractères a pu être évaluée par la méthode de Jink et Jones (1957) et Hayman (1958b). Les moyennes, des générations ont permis de calculer six paramètres susceptibles d'expliquer toute la variation génétique à l'intérieur des populations où "m" réfère à la moyenne de la F_2 , "a" aux effets additifs et "d" aux effets de dominance. Les interactions épistatiques additif x additif, additif x dominance, et dominance x dominance sont respectivement exprimées par "aa", "ad" et "dd".

$$m = \overline{F}_2$$

$$a = \overline{B}_1 + \overline{B}_2$$

$$d = \frac{1}{2}\overline{P}_1 - \frac{1}{2}\overline{P}_2 + \overline{F}_1 - 4\overline{F}_2 + 2\overline{B}_1 + 2\overline{B}_2$$

$$aa = -\overline{F}_2 + 2\overline{B}_1 + 2\overline{B}_2$$

$$ad = -\frac{1}{2}\overline{P}_1 + \frac{1}{2}\overline{P}_2 + \overline{B}_1 - \overline{B}_2$$

$$dd = \bar{P}_1 + \bar{P}_2 + 2\bar{F}_1 + 4\bar{F}_2 - 4\bar{B}_1 - 4\bar{B}_2$$

La signification de ces effets génétiques a été évaluée par les erreurs types obtenues à partir de l'analyse de variance des moyennes des populations (Mather 1949). La concordance des ratios obtenus dans les populations en ségrégation, avec l'hypothèse d'un gène dominant pour la susceptibilité, a été vérifiée par le test du chi-carré (χ^2).

CHAPITRE 3

RÉSULTATS ET DISCUSSION,

3.1 Dynamique du *Ramulispora sorghi* dans les populations parentales

Dans l'étude de la résistance à une maladie, il est essentiel de s'assurer de la réponse des cultivars parentaux, surtout quand l'expérimentation se déroule en épyphytie naturelle. Les valeurs moyennes obtenues pour les variables de la maladie, dans les populations parentales, aux deux environnements et aux deux années sont détaillées au tableau 5. Toutes les moyennes ont été calculées à partir des données originales; aucune transformation n'a été faite.

A Bambey, au cours des deux années, le cultivar résistant Ck60 s'est nettement distingué des cultivars sensibles. Il a présenté les valeurs optimales pour un cultivar résistant: aucune trace de maladie. Les cultivars 67-33 (1977) et CE111-6 (1978:) ont présenté la plus forte incidence pour la maladie des bandes de suie. A Nioro, Ck60 a évolué identiquement par ses valeurs moyennes plus faibles comparativement aux autres cultivars. Mais il s'est situé pratiquement à la limite maximale de la résistance, théoriquement établie à deux feuilles malades

TABLEAU 5: Dynamique du *Ramulispora sorghi* dans les populations parentales étudiées à Bambey (B) et à Nioro (N) au cours des deux années

Caractéristique	Environnement	1977				1978		
		Ck60	Is4225	63-43	67-33	Ck60	Is4225	CE111-6
Hauteur d'attaque (cm)	B	0	55,3	2,0	50,0	0	10,0	11,9
	N	29,1	97,0			11,9	110,5	99,4
Pourcentage d'attaque (%)	B	0	6,7	1,0	13,6	0	2,7	6,5
	N	20,2	68,5			7,4	80,9	68,6
Indice moyenne (%)	B	0	5,5	1,1	8,6	0	1,11	4,4
	N	12,2	57,6			3,5	67,2	64,3
Sévérité moyenne (%)	B	0	3,3	0,4	5,8	0	0,4	1,9
	N	6,9	49,2			1,5	44,3	41,5
Indice d'infection m (Im)	B	1,0	1,2	1,1	1,3	1,0	1,1	1,1
	N	1,3	3,5			1,1	3,2	3,1
Indice d'infection M (IM)	B	1,0	1,5	1,2	1,6	1,0	1,2	1,4
	N	1,9	5,3			1,2	4,5	5,1

sur dix feuilles observées, soit 20% d'incidence, 5% de sévérité et 2% pour les indices d'infection. Quant au cultivar Is4225, il s'est révélé le plus sensible aux deux années.

En considérant les deux environnements, les cultivars se sont comportés intrinsèquement de la même façon, en dépit des différences énormes dans les moyennes observées. Le cultivar résistant Ck60 a évolué aux deux lieux et pour les deux années, dans le sens de la résistance par rapport aux autres cultivars classés sensibles. Nioro, conformément aux attentes, s'est montré un environnement où la maladie des bandes de suie a explosé, contrairement à Bambey.

En prenant la limite maximum théorique de la résistance, tous les cultivars lorsqu'employés à Bambey aux deux années se sont situés dans la fourchette de résistance. Ainsi ils présenteraient une pseudo résistance à Bambey et une sensibilité à Nioro. En d'autres termes, les cultivars sensibles à Nioro auraient pu être considérés comme résistants à Bambey dû possiblement à l'absence de maladie. Ceci rappelle, rapporté par Sharma (1978) qui cite Annon (1973), le cas du cultivar Vidisha 60-1 en Inde, qui a déjà été considéré comme immune en infestation naturelle, tandis qu'il est essentiellement sensible. Le problème de la méthode de tamisage intervient, L'expérimentation en infestation naturelle bien que permettant l'emploi d'un grand nombre de plants, présente des sources d'erreur. La méthode n'assure pas la présence du pathogène et s'il est présent, elle ne garantit nullement une répartition uniforme de l'inoculum sur les cultivars mis en jeu.

L'analyse de variance pour les caractéristiques de la maladie a montré une variation beaucoup plus faible à Bambey qu'à Nioro (tableaux 6 et 7). Ainsi le carré moyen de l'indice d'infection minimum (I_m) entre générations est 150 fois plus petit à Bambey qu'à Nioro pour le croisement Is4225 x Ck60. D'ailleurs, à Bambey pour le croisement 63-43 x Ck60, l'analyse de variance n'a révélé aucune différence significative entre les générations pour les variables de la maladie, exception faite du pourcentage d'attaque (tableau 8). L'analyse combinée pour les deux lieux (tableau 9) a montré des différences très significatives entre les deux environnements. L'interaction génotype x environnement a été très

TABLEAU 6 : Composantes de l'analyse de variance pour les croisements utilisés à Bambey au cours des deux années

Caractéristique	Source de variation	Bambey 1977		Bambey 1978		
		Is4225 x Ck60	Ck60 x Is4225	Ck60 x 67-33	Is4225 x Ck60	CE111-6 x Ck60
Pourcentage d'attaque	Généralisations	311,35 **	936,35 **	2 016,61 **	1 675,60 **	1 156,67 **
	Répétitions	468,95 **	171,03 **	1 253,28 **	831,66 **	759,21 ***
	Gen. x Rép.	116,06 **	92,24 **	433,80 ***	1 767,54 **	***
	Erreur	35,57	34,85	44,53	17,82	21,88
Incidence moyenne	Généralisations	585,60 **	736,81 **	1 281,28 **	297,91 **	571,67 **
	Répétitions	223,43 **	65,58 **	1 282,59 **	143,99 **	266,06 **
	Gen. x Rép.	89,19 **	60,57 **	240,70 **	316,72 **	111,64 **
	Erreur	19,59	17,87	26,72	5,60	10,31
Sévérité moyenne	Généralisations	268,51 **	213,38 **	533,22 **	83,89 **	105,85 ***
	Répétitions	73,51 **	19,55 **	577,22 **	39,32 **	57,03 ***
	Gen. x Rép.	***	30,29 **	153,74 **	87,74 **	23,69 **
	Erreur	10,42	9,05	11,22	1,34	2,49
Indice d'infection m	Généralisations	0,44 ***	0,89 **	1,56 **	0,13 **	0,20 **
	Répétitions	***	0,06 **	2,06 **	0,05 **	0,13 ***
	Gen. x Rép.	0,08 **	0,13 **	0,43 **	0,19 **	0,05 **
	Erreur	0,03	0,03	0,04	0,04	0,01
Indice d'infection M	Généralisations	5,67 **	5,05 ***	5,64 **	2,00 **	3,82 **
	Répétitions	1,80 **	0,78 **	7,90 **	0,99 **	2,18 **
	Gen. x Rép.	0,98 **	0,69 **	0,74 **	2,13 ***	0,70 ***
	Erreur	0,21	0,17	0,25	0,02	0,09

** : Significatif à 1%

TABLEAU 7: Composantes de l'analyse de variance pour les croisements utilisés à Nioro au cours des deux années

Caractéristique	Source de variation	Nioro 1977		Nioro 1978	
		Is4225 x Ck60	Ck60 x Is4225	Is4225 x Ck60	CE111-6 x Ck60
Pourcentage d'attaque	Générations	29 269,14 **	34 884,29 **	115 519,12 **	79 351,81 **
	Répétitions	10 500,31 **	3 812,56 **	14 787,27 **	2 966,75 **
	Gén. x Rép.	1 434,89 **	1 293,86 **	2 752,91 **	979,41 **
	Erreur	408,95	478,81	569,80	484,92
Incidence moyenne	Générations	24 668,96 **	25 249,35 **	90 045,44 **	75 102,00 **
	Répétitions	2 903,22 **	2 410,67 **	14 079,15 **	5 436,96 **
	Gén. x Rép.	722,23 **	868,60 **	2 165,27 **	792,11 **
	Erreur	279,23	364,50	429,61	348,60
Sévérité moyenne	Générations	19 097,40 **	20 130,75 **	384,37 **	30 130,75 **
	Répétitions	3 284,29 **	4 707,32 **	7 323,14 **	2 326,56 **
	Gén. x Rép.	575,32 **	971,75 **	1 395,08 **	337,44 **
	Erreur	220,92	235,42	454,21	140,08
Indice d'infection m	Générations	68,22 **	54,60 **	94,27 **	72,43 **
	Répétitions	9,03 **	11,32 **	18,27 **	5,62 **
	Gén. x Rép.	1,98 **	2,25 **	3,53 **	0,72 **
	Erreur	0,58	0,61	0,53	0,35
Indice d'infection M	Générations	166,36 **	158,43 **	238,34 **	275,50 **
	Répétitions	18,36 **	39,56 **	23,83 **	15,89 **
	Gén. x Rép.	5,07 **	6,73 **	5,86 **	2,41 **
	Erreur	1,46	1,64	1,10	1,00

** : Significatif à 1%

TABLEAU 8: Carrés moyens de l'analyse de variance du croisement 63-43 x Ck60 à Bambey, pour les caractères de la maladie

Source de variation	Pourcentage d'attaque	Incidence moyenne	Sévérité moyenne	Indice d'infection m	Indice d'infection M
Générations	15,40 **	12,13	2,18	0,007	0,19
Répétitions	1,49	25,55	10,21 **	0,04	0,99 **
Gén. x Rép.	0,99	19,28	1,87	0,05	0,15
Erreur	2,14	5,03	1,27	0,07	0,08

** : Significatif à 1%

TABLEAU 9: Composantes de l'analyse de variance pour les croisements étudiés, combinée pour les deux lieux en 1977 et en 1978

Caractéristique	Source de variation	1977		1978	
		Is4225 x Ck60	Ck60 x Is4225	Is4225 x Ck60	CE111-6 x Ck60
Pourcentage d'attaque	Générations	24 021,87 **	10 364,16 **	63 708,97 **	10 535,53 **
	Environnements	750 239,50 **	659 823,44 **	1 382 991,00 **	1 158 167,00 **
	Gén. x Env.	22 843,89 **	13 725,09 **	54 656,40 **	38 393,32 **
	Erreur	1 098,80	180,89	353,32	245,94
Incidence moyenne	Générations	17 357,35 **	12 595,46 **	46 508,03 **	37 436,70 **
	Environnements	637 005,75 **	479 462,12 **	841 608,12 **	883 965,12 **
	Gén. x Env.	14 640,20 **	12 764,73 **	44 081,00 **	36 885,39 **
	Erreur	153,39	168,32	258,77	182,73
Sévérité moyenne	Générations	14 274,28 **	9 191,02 **	19 688,81 **	14 546,41 **
	Environnements	397 068,50 **	270 958,12 **	282 872,69 **	283 965,06 **
	Gén. x Env.	13 877,41 **	10 960,78 **	19 183,67 **	15 255,44 **
	Erreur	125,17	122,68	130,50	71,77
Indice d'infection m	Générations	32,80 **	26,31 **	47,12 **	34,29
	Environnements	945,80 **	696,80 **	666,54 **	674,22 **
	Gén. x Env.	33,42 **	28,85 **	48,07 **	37,37 **
	Erreur	0,33	0,32	0,35	0,18
Indice d'infection M	Générations	96,72 **	83,20 **	128,211 **	146,82 **
	Environnements	3 485,55 **	2 603,72 **	2 230,41 **	2 643,92 **
	Gén. x Env.	69,69 **	78,06 **	112,69 **	129,58 **
	Erreur	0,91	0,95	0,65	0,55

** : Significatif à 1%

significative, avec des carrés moyens sensiblement égaux à ceux trouvés pour les générations. L'analyse de variance combinée pour les deux années et les deux lieux du croisement Is4225 x Ck60 (tableau 10) a montré des différences très significatives entre les générations et les environnements mais aucune différence significative entre les années pour le pourcentage d'attaque et l'incidence moyenne, L'interaction génotype x environnement a été très significative pour toutes les variables de la maladie. Quant à l'interaction génotype x environnement x année, elle n'a été significative que pour le pourcentage d'attaque et l'incidence moyenne.

L'infection quasi nulle des cultivars sensibles à Bambey s'expliquerait à l'aide de quelques hypothèses qui peuvent se compléter. Semée le 13 juillet 1977 sur précédent jachère, l'expérimentation à Bambey a connu dans les premiers stades de développement une sécheresse d'une quinzaine de jours. La pluviosité y a été de 383,4 mm, en 33 jours de pluie, sur une période de 120 jours. Acceptant la grande plasticité du sorgho qui lui permet d'endurer des conditions de mauvaise pluviosité, l'inoculum, au contraire, aurait plutôt souffert de ces pauvres conditions épiphytologiques. En 1978, le semis s'est effectué le 1^{er} juillet, sur précédent niébé (*Vigna unguiculata*). La pluviosité a été de 688,6 mm pendant 52 jours. Mais contrairement à toute attente, l'infestation n'a pas été meilleure qu'en 1977. Le précédent cultural pourrait dans ce cas-ci expliquer cette faible infestation, En effet, contrairement à une jachère où l'inoculum hiverne sur les pailles sèches des sorghos attaqués, l'utilisation d'un engrais vert a nécessité un travail du sol, avec enfouissement des pailles. L'inoculum aurait alors été détruit et malgré les lignes infestantes, l'infestation primaire n'aurait pas été optimale.

Le manque d'inoculum primaire ou l'absence de spécificité entre l'inoculum primaire et les hôtes impliqués aurait conduit l'interaction hôte-pathogène à ne pas se traduire par une forte infestation, Toutefois, l'existence de races physiologiques n'a jusqu'à présent jamais été rapportée. Ainsi Bambey serait un environnement où au cours des deux années d'expérimentation, le pathogène n'a pas permis une différenciation

TABLEAU 10: Analyse de **variance** combinée aux deux lieux et aux deux années, du croisement Is4225 x Ck60 pour les variables de la maladie

Source de variation	Pourcentage d'attaque	Incidence moyenne	Sévérité moyenne	Indice d'infection m	Indice d'infection M
Générations	97 602,44 **	78 338,62 **	41 308,14 **	99,11 **	266,48 **
Environnements	2 193 650,00 **	1 295 705,00 **	611 576,37 **	1 458,66 **	5 161,43 **
Année	92,98	504,35	15 643,91 **	38,36 **	212,61 **
Gén. x Env.	87 672,06 **	74 636,31 **	41 409,35 **	103,69 **	236,41 **
Gén. x Année	5 125,42 **	1 785,84 **	364,07 **	0,73	2,19 *
Env. x Année	2 257,87 *	416,27	11 872,41 **	32,52 **	119,98 **
Gén. x Env. x Année	9 505,17 **	3 997,29 **	292,87	0,56	1,26
Résiduel	419,58	208,58	370,52	0,34	2,673

*: Significatif à 5%

** : Significatif à 1%

optimale entre les cultivars sensibles et le cultivar résistant. Devant ces faits et pour une meilleure certitude dans l'interprétation des résultats, seules les données de Nioro, aux deux années, seront considérées.

3.2 Etude des corrélations-

Les corrélations phénotypiques ont été calculées pour toutes les générations jusqu'en F_2 . Le tableau 11 présente celles trouvées pour la génération F_2 des croisements utilisés en 1978, à Nioro. Le détail des autres corrélations, trouvées aux deux années, pour les autres générations, se retrouve en appendice (tableaux I et II). Les corrélations génotypiques sont présentées au tableau 12.

3.2.1 Corrélations entre variables du rendement

Une comparaison des résultats montre de fortes corrélations positives très significatives entre toutes les variables du rendement, mais surtout entre le poids de la panicule et le poids en grain. Les corrélations génotypiques n'ont pu être estimées à cause des covariances négatives qui apparaissaient dans l'évaluation de la covariance génotypique, entraînant des résultats erratiques. Exception faite de certains cas en 1977, la hauteur de la plante est en moyenne significativement et positivement associée au poids de la panicule, au poids en grain et au poids de 1 000 grains (appendice, tableaux I et II). Ces résultats concordent avec ceux déjà trouvés par d'autres chercheurs (Niehaus et Pickett 1966; Liang *et al.* 1969a; Ali-Khan et Weibel 1969). Le rendement en grain est lié au poids de la panicule de même qu'à la hauteur. Ainsi le poids de la panicule serait un bon indicateur du rendement chez le sorgho. Il est à noter cependant que les deux variables, soit le poids de la panicule et le poids en grain, ne sont pas indépendantes. Les estimés du rendement en grain et du poids de la panicule pourraient être essentiellement identiques mais basés sur des échelles différentes.

3.2.2 Corrélations entre variables de la maladie-

Les variables de la maladie: hauteur d'attaque, pourcentage d'attaque, incidence moyenne, sévérité moyenne, indice d'infection

TABLEAU 11: Matrice des coefficients de corrélations phénotypiques observés en F₂ pour les croisements CE111-6 x Ck60 (en haut) et Is4225 x Ck60 (en bas) en 1978 à Nioro

Caractéristique		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hauteur de la plante	1	---	0,61 **	0,50 **	0,44 **	0,67 **	0,11	0,13	0,14	0,15	0,18
Poids panicule	2	0,44 **	---	0,94 **	0,66 **	0,30 **	-0,01	0,02	0,03	0,03	0,06
Poids grain	3	0,40 **	0,94 ***	---	0,61 **	0,22 *	-0,04	---	0,02	0,02	0,05
Poids de 1 000 grains	4	0,25 ***	0,45 ***	0,47 **	---	0,17	-0,08	0,03	0,05	0,05	0,11
Hauteur d'attaque	5	0,53 ***	0,22 *	0,18	0,01	---	0,64 **	0,59 **	0,53 **	0,53 **	0,58 **
Pourcentage d'attaque	6	0,07	0,01	-0,04	-0,19	0,65 **	---	0,85 **	0,79 **	0,78 ***	0,77 ***
Incidence moyenne	7	0,08	0,01	-0,03	-0,19	0,63 **	0,89 **		0,93 ***	***	0,90***
Sévérité moyenne	8	0,10	0,02	-0,02	-0,18	0,57 **	0,82 **	0,94 **	---	***	0,93**
Indice d'infection m	9	0,10	0,02	-0,03	-0,20	0,57 **	0,81 ***	***	0,98***	---	0,92**
Indice d'infection M	10	0,16	0,04	-0,01	-0,12	0,65 **	0,84 **	0,19 **	0,91 **	0,91 **	***

*: Significatif à 5%

**: Significatif à 1%

TABLEAU 12: Matrice des coefficients de corrélations génotypiques observés en F₂ pour les croisements CE111-6 x Ck60 (en haut) et Is4225 x Ck60 (en bas) en 1978 à Nioro

Caractéristique		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hauteur de la plante	1	---	0,70 **	0,81 **	0,71 ***	0,60 **	0,30 **	0,16	0,16	0,20	-0,27
Poids panicule	2		---								
Poids grain	3			---							
Poids de 1 000 grains	4				---						
Hauteur d'attaque	5	0,61 **				---	0,88 **	0,73 **	0,66 **	0,67 **	0,80 **
Pourcentage d'attaque	6	0,20				0,88 **	---	0,84 **	0,79 **	0,79 ***	0,84 **
Incidence moyenne	7	0,06				1,09 **	1,31 **	---	0,94 **	0,93 **	0,99 **
Sévérité moyenne	8	0,08				1,09 **	1,22 **	0,74 **	---	0,97 **	0,99 **
Indice d'infection m	9	0,10				1,17 **	1,26 **	0,77 **	0,84 **	---	1,00 **
Indice d'infection M	10	0,12				0,93 **	1,10 **	0,99 **	0,86 **	0,91 **	---

**: Significatif à 1%

minimum et indice d'infection maximum, ont toutes été généralement très fortement liées mais surtout l'incidence, la sévérité et les indices d'infection. Les coefficients de corrélations phénotypiques ont tous été très significatifs pour les deux années, dans toutes les populations considérées (tableau 11), les valeurs trouvées se situant en moyenne entre 0,70 et 0,90. Les coefficients de corrélations génotypiques se sont comportés de façon identique (tableau 12).

Il est à noter que ces variables en fait ne sont pas indépendantes, car elles dérivent souvent après transformation, de l'échelle de notation employée (tableau 4). D'ailleurs, un des problèmes dans l'étude de la résistance à une maladie réside dans la difficulté d'établir des catégories d'infection ou des catégories de résistance. L'identification et la détection de la résistance dépend de la précision de l'échelle de notation. Une échelle de notation très détaillée serait fastidieuse et une autre simpliste ferait perdre de l'information. Elle doit être bien définie, compréhensive et surtout bien divisée entre le point zéro, absence de maladie, et le point M, maximum de la maladie. S'il est facile de déterminer le point zéro, par contre le point M ne signifie pas nécessairement 100% de maladie. Comme le mentionne Zadoks (1974), au-delà de 50% d'attaque, l'observateur tend à regarder la partie saine plutôt que la partie infectée. En conséquence, l'échelle choisie doit tenir compte de ces possibilités d'erreur,

L'indice d'infection et l'incidence se révèlent des variables facilement utilisables pour une observation rapide et précise sur un très grand nombre de plantes. Les corrélations confirmant leur association, surtout les corrélations génotypiques, l'incidence qui est très facilement estimable serait un indicateur fiable de la maladie des bandes de suie.

La hauteur de la plante ne semble pas associée aux variables de la maladie, les valeurs obtenues ne dépassant pas 0,50. Ce résultat est un peu insolite car considérant que le pathogène évolue du bas vers le haut, la hauteur pourrait être un facteur supplémentaire dans l'explosion de la maladie. Mais les coefficients de corrélations génotypiques ont été très faibles. Bien entendu, la maladie peut sembler plus specta-

culaire sur un cultivar de 3,50 m avec ses nombreuses feuilles brûlées que sur un cultivar ayant à peine 1 m, mais c'est sans doute une fausse impression car dans le cadre de cette étude, l'infection par le *R. sorghi* n'a semble nullement être modifiée par la hauteur du plant.

3.2.3 Corrélations entre les variables du rendement et celles de la maladie

Les corrélations entre les variables du rendement et celles de la maladie ont été pratiquement uniformes entre les populations aux deux années. Elles se sont révélées faibles, voisinant parfois zéro, exception faite cependant de quelques cas en F_1 . La maladie des bandes de suie n'aurait causé que peu de dégâts aux cultivars employés pendant les deux années d'expérimentation. Afin d'éclaircir cette situation, une analyse de régression multiple a été faite, avec les variables du rendement comme variables dépendantes. Les coefficients de détermination (R^2), susceptibles de spécifier la part de la variation du rendement attribuable aux variables de la maladie ont été quasiment nuls. Seule la hauteur de la plante a présenté un R^2 de 0,25, confirmant une fois de plus son rôle non négligeable dans l'expression du rendement (appendice, tableau III). Devant la possibilité d'une résistance au stade plantule, ou bien au stade adulte, une seconde analyse de régression multiple a été réalisée incluant cette fois l'incidence et la sévérité obtenues à chaque date d'observation pour un stade moyen de développement dans chaque population. Les coefficients de détermination trouvés ont encore une fois été voisins de zéro (appendice, tableau IV),

Ces résultats semblent indiquer que la maladie des bandes de suie n'aurait pas causé de dommages appréciables aux cultivars de sorgho ayant fait l'objet de cette étude. Des résultats identiques ont déjà été rapportés (Girard 1977). Toutefois, des conclusions définitives et générales dans ce sens seraient hâtives et insidieuses, car plusieurs éléments devraient être considérés. Sharma (1978) a rapporté des dégâts de l'ordre de 36% sur la variété 370 en Inde, et Webster (1979, communication personnelle) mentionne: *J'ai déjà vu des lignées introduites de Turquie, complètement défoliées par la maladie des bandes de suie, avant l'épiaison.* Sur ces faits, le niveau de sensibilité des

plants serait le premier élément à considérer. Comparant la hauteur d'attaque et celle de la plante, il est apparu que la hauteur d'attaque n'a jamais dépassé les deux tiers de la hauteur de la plante. Ainsi le tiers supérieur de la plante, qui, à partir de l'épiaison, joue un rôle très important dans le remplissage du grain, a été épargnée; d'où un rendement peu modifié. Donc les cultivars sensibles n'ont pas été attaqués au point où le rendement en fut affecté. Le second élément à considérer serait l'absence d'une importante masse d'inoculum capable de permettre une infestation à 100% et de défolier les plants. En considérant la variable temps, il semble que le *R. sorghi* apparaît à n'importe quel moment: l'infestation ne serait pas facilitée par un stade de croissance bien défini. Les conditions optimales seraient alors des cultivars très sensibles, une importante masse d'inoculum et des conditions épidémiologiques favorables. Il est à penser que toutes ces conditions n'ayant pas été remplies au cours de l'expérimentation, la maladie n'a pu causer de dommages appréciables.

3.3 Héritabilité et nombre minimum de gènes

Aucun progrès réel ne peut être obtenu en amélioration sans sélection. Il devient ainsi nécessaire de déterminer les variances génétiques dans les populations en ségrégation afin de connaître pour chaque caractère, la grandeur de la fraction héritable. Il n'a pas toujours été possible d'estimer l'héritabilité, surtout au sens étroit, de même que le nombre minimum de gènes pour les variables du rendement. Néanmoins, à partir des valeurs estimées il est ressorti que l'héritabilité n'était pas élevée (tableau 13). Le poids de 1 000 grains a présenté une hérabilité plus grande que celles obtenues pour le poids de la panicule et le poids en grain. Ces estimations sont similaires à celles rapportées par Ali-Khan et Weibel (1969). Les effets environnementaux constitueraient donc une part importante dans la variation phénotypique totale des populations observées en F_2 surtout pour le poids en grain et le poids de la panicule. La hauteur de la plante s'est comportée comme un caractère très héritable avec un petit nombre de gènes. Quatre gènes pour la hauteur ont été identifiés chez le sorgho (Quinby et Ksrper 1954). D'ailleurs la grande hérabilité de la hauteur de la

TABLEAU 13: Estimation de l'héritabilité au sens large (H) et au sens strict (h^2) et du nombre minimum de gènes (n_1 et n_2) pour les croisements étudiés en 1977 et 1978

Caractéristique	1977						1978							
	Is4225 x Ck60			Ck60 x Is4225			Is4225 x Ck60				CE111-6 x Ck60			
	H	n_1	n_2	H	n_1	n_2	H	h^2	n_1	n_2	H	h^2	n_1	n_2
Hauteur de la plante	0,71	1,03	2,5	0,52	1,64	3,12	0,83	1,00	0,85	1,80	0,71	0,70	0,77	1,30
Poids panicule	0,16	--	--	--	--	--	0,10	--	--	18,97	0,34	--	--	--
Poids grain	0,02	--	81,00	0,30	--	--	0,24	--	--	10,15	0,25	--	--	--
Poids de 1 000 grains	0,32	--	1,22	0,55	--	--	0,47	--	--	--	0,58	0,25	--	--
Hauteur d'attaque	0,51	0,93	--	0,50	0,70	--	0,88	1,00	0,43	--	0,64	0,87	1,50	1,32
Incidence moyenne	0,73	0,99	1,04	0,67	1,12	1,13	0,60	0,80	1,91	1,52	0,82	0,70	1,03	1,32
Sévérité moyenne	0,71	1,14	1,16	0,69	1,41	1,20	0,53	1,00	2,26	0,71	0,85	1,00	1,03	1,09
Indice d'infection m	0,73	1,04	1,13	0,67	1,06	1,05	0,58	1,00	2,53	1,43	0,83	0,83	1,10	1,16
Indice d'infection M	0,70	0,94	0,93	0,69	1,58	1,20	0,68	0,80	1,30	1,08	0,83	0,83	1,41	1,54
Pourcentage d'attaque	0,88	0,22	0,75	0,53	1,37	1,42	0,70	0,63	1,07	--	0,89	0,35	0,74	--

plante et son association avec le poids de la **panicule** et le poids en grain, qui sont peu **héritables**, a permis de sélectionner pour le rendement par des manipulations qui impliquaient la hauteur et la maturité;.

Pour les variables de la maladie, l'**héritabilité** au sens large et au sens Etroit ont été **très élevées**, atteignant d'ailleurs 1 dans bien des cas (tableau 13). Le nombre minimum de gènes estimé de deux façons a montre un nombre de facteurs génétiques très petit. Un **gène** majeur gouvernerait la résistance. Les génotypes individuels pourraient facilement être détectés à partir de leur expression phénotypique. Aucune valeur d'héritabilité estimée n'étant inférieure à 505, des progrès considérables pourraient être réalisés dans la **création** de cultivars résistants, par l'utilisation de **n'importe** quelle méthode d'amélioration. La sélection phénotypique devrait être possible dans les populations ségrégantes.

La formule de Castle et Wright (1921) (n_1) pour calculer le nombre minimum de **gènes** est une fonction du nombre de gènes **opérant** si ces gènes sont additifs, égaux dans leurs effets et **hérités** indépendamment. L'interaction génotype x environnement, le **linkage** et l'**épistasie** doivent également être absents. Si la **dominance** existe et se trouve au même niveau pour tous les loci, la formule de Wright (n_2) présentée par Burton (1951) est plus appropriée. Ces conditions **n'ont** pas toujours été remplies surtout dans le cas de variables complexes comme le poids du grain et le poids de la panicule, d'où l'**impossibilité** de calculer le nombre minimum de genes. Néanmoins, 'les valeurs estimées d'après ces deux méthodes pour le nombre minimum de genes indiquent que **très** peu de gènes sont impliqués dans le contrôle de la maladie (tableau 13).

3.4 Nature et action des genes

3.4.1 Hétéroose et rendement

La comparaison des moyennes des générations donne un aperçu de la nature et de l'action des genes, d'autant plus que les caractères mis en jeu sont peu complexes. Les valeurs de l'hétéroose ont été calculées par rapport au parent moyen (A), et par rapport au meilleur parent:

(B). Les tableaux 14, 15, 16 et 17 présentent les résultats obtenus. L'hétéroose par rapport au meilleur parent a été positive partout sauf pour le poids de 1 000 grains du croisement CE111-6 x Ck60 en 1978, Quant aux variables de la maladie, la F_1 n'a jamais dépassé le meilleur parent pour la sensibilité au *R. sorghi*. Les moyennes observées se sont toujours situées entre le parent moyen et le parent sensible. Seul le croisement Ck60 x Is4225 en 1977 a montré des valeurs moyennes entre le parent moyen et le parent résistant.

Les valeurs de la dépression due à la consanguinité ont été plus élevées chez les variables présentant un fort degré d'hétéroose, comme les variables du rendement. La dépression serait proportionnellement liée au degré d'hétéroose. Pour les variables de la maladie, la F_2 s'est montrée moins sensible que la F_1 pour tous les croisements sauf Ck60 x Is4225. Dans ce dernier cas, le croisement résistant x sensible semblerait différent du croisement sensible x résistant, surtout à la F_1 où le nombre de plants résistants où montrant une certaine résistance, seraient beaucoup plus grand.

L'hétéroose chez le sorgho a toujours été très importante. Devant la performance des hybrides, la sélection s'est dirigée beaucoup plus vers la création d'hybrides, bien que le potentiel d'utilisation des effets additifs des gènes soit encore loin d'être épuisé. Diverses explications de l'hétéroose chez le sorgho ont été avancées sur la base de l'action génique. Sinha et Khanna (1975), dans l'explication de la surdominance pour la hauteur chez le sorgho, ont montré que la F_1 héritait de deux caractères dominants et indépendants qui sont le nombre de noeuds et la longueur moyenne des entre-noeuds. L'action multiplicative des gènes conduirait à l'hétéroose, illustrée dans ce cas par la surdominance. D'ailleurs, l'hétéroose pour le rendement se manifeste toujours chez le sorgho par une supériorité de l'hybride sur le meilleur parent illustrant ainsi la surdominance.

Les degrés de dominance en F_1 (h_1) et F_2 (h_2) ont été calculés. Ils sont présentes aux tableaux 18, 19, 20 et 21. La dominance s'est montrée complète pour les variables du rendement en F_1 , pour tous les

TABLEAU 14: Moyenne des générations et détermination de l'hétérose et de la dépression chez le croisement Is4225 x Ck60 (Nioro 1977)

Caractéristique	Génération					Hétérose (%)		Dépression (%)
	P ₁	P ₂	Moyenne des parents	F ₁	F ₂	A	B	
Hauteur de la plante	165,89	73,94	119,91	201,73	156,02	68,23	21,60	22,66
Poids panicule	26,18	17,72	21,95	55,32	25,00	152,03	111,31	54,81
Poids grain	13,79	9,61	11,70	36,00	13,39	207,69	161,41	62,80
Poids de 1 000 grains	13,46	16,27	14,86	18,33	14,69	23,69	12,97	20,08
Hauteur S'attaque	104,93	31,52	68,22	119,77	81,85	75,56	14,14	31,66
Pourcentage d'attaque	70,54	26,78	48,66	54,07	50,85	11,17	-23,34	5,95
Incidence moyenne	61,68	14,96	38,32	43,00	38,81	12,21	-30,28	9,74
Sévérité moyenne	54,14	9,57	31,85	31,46	30,25	-1,22	-41,89	3,85
Indice d'infection m	3,71	1,49	2,60	2,57	2,46	-1,15	-30,73	4,28
Indice d'infection M	5,49	2,20	3,84	4,40	3,88	14,58	-19,85	11,82

TABLEAU 15: Moyenne des générations et détermination de l'hétérose et de la dépression chez le croisement Ck60 x Is4225 (Nioro 1977)

Caractéristique	Génération					Hétérose (%)		Dépression (%)
	P ₁	P ₂	Moyenne des parents	F ₁	F ₂	A	B	
Hauteur de la plante	65,50	155,56	110,53	171,08	111,08	54,78	9,98	35,07
Poids panicule	16,88	23,95	20,41	64,62	30,78	216,61	169,81	52,37
Poids grain	7,83	9,06	8,44	35,61	12,85	321,92	293,05	63,91
Poids de 1 000 grains	16,19	12,15	14,17	17,78	15,41	25,48	9,82	13,33
Hauteur d'attaque	26,66	83,57	55,11	96,46	64,56	75,03	15,42	33,07
Pourcentage d'attaque	13,63	66,41	40,02	48,79	50,82	21,91	-26,53	-4,16
Incidence moyenne	9,34	53,21	31,27	24,36	40,45	9,88	-35,42	-17,72
Sévérité moyenne	4,13	44,25	24,19	23,07	30,55	-4,63	-47,86	-32,42
Indice d'infection m	1,21	3,32	2,26	2,14	2,55	-5,31	-35,54	-19,16
Indice d'infection M	1,58	5,12	3,35	3,59	4,04	7,16	-29,88	-12,53

TABLEAU 16: Moyenne des générations et détermination de l'hétérose et de la dépression chez le croisement Is4225 x Ck60 (Nioro 1978)

Caractéristique	Génération					Hétérose (%)		Dépression (%)
	P ₁	P ₂	Moyenne des parents	F ₁	F ₂	A	B	
Hauteur de la plante	163,05	68,11	115,58	186,35	150,31	60,93	14,29	19,34
Poids panicule	26,53	9,62	18,07	59,19	20,66	227,56	123,10	65,09
Poids grain	17,97	5,38	11,67	43,28	13,34	270,86	140,84	69,18
Poids de 1 000 grains	15,33	13,43	14,38	19,49	15,55	35,53	27,14	20,21
Hauteur d'attaque	110,48	12,87	61,67	163,54	110,19	165,18	48,03	32,62
Pourcentage d'attaque	80,90	7,63	44,26	72,99	51,36	64,91	-9,78	29,63
Incidence moyenne	67,23	3,25	35,24	54,87	37,57	55,70	-18,38	31,53
Sévérité moyenne	44,29	1,40	22,84	28,32	21,02	23,99	-36,06	25,78
Indice d'infection m	3,18	1,07	2,12	2,36		11,32	-25,79	6,78
Indice d'infection M	4,55	1,25	2,90	3,73	3,26	28,62	-18,02	12,60

TABLEAU 17: Moyenne des générations et détermination de l'hétéroose et de la dépression chez le croisement CE111-6 x Ck60 (Nioro 1978)

Caractéristique	Génération					Hétéroose (%)		Dépression (%)
	P ₁	P ₂	Moyenne des parents	F ₁	F ₂	A	B	
Hauteur de la plante	130,19	68,57	99,38	135,66	98,91	36,50	4,20	27,08
Poids panicule	31,48	13,93	22,70	53,82	22,28	137,09	70,96	58,60
Poids grain	18,95	7,82	13,38	29,41	13,35	119,80	55,20	54,61
Poids de 1 000 grains	20,99	14,39	17,69	19,68	16,03	11,31	-6,24	18,55
Hauteur d'attaque	99,42	10,91	55,16	104,30	68,15	89,09	4,90	34,66
Pourcentage d'attaque	68,58	7,28	37,93	61,95	53,05	63,32	-9,67	14,37
Incidence moyenne	64,30	3,85	34,07	57,08	45,27	67,54	-11,23	20,69
Sévérité moyenne	41,52	1,62	21,57	28,90	25,02	33,98	-30,39	13,43
Indice d'infection m	3,06	1,07	2,06	2,39	2,21	16,02	-21,89	7,53
Indice d'infection M	5,06	1,22	3,14	4,01	3,44	27,71	-20,75	14,21

TABLEAU 18: Comparaison des moyennes observées et calculées en F₂ pour une action arithmétique ou géométrique des gènes et détermination du degré de dominance en F₁ (h₁) et en F₂ (h₂) chez le croisement Is4225 x Ck60 (Nioro 1977)

Caractéristique	Génération F ₂			Degré de dominance	
	Moyenne observée	Moyenne calculée		h ₁	h ₂
		Arithmétique	Géométrique		
Hauteur de la plante	156,02	160,82	149,47	1,76	1,57
Poids de la panicule	25,00	38,63	34,52	7,94	1,44
Poids du grain	13,39	5,85	20,36	11,63	1,61
Poids de 1 000 grains	14,69	16,62	16,49	2,50	-2,41
Hauteur d'attaque	81,85	93,99	82,99	1,40	0,74
Pourcentage d'attaque	50,85	51,36	48,48	0,25	0,20
Incidence moyenne	38,81	40,66	36,14	0,20	0,04
Sévérité moyenne	30,25	31,66	26,76	-0,02	-0,14
Indice d'infection m	2,46	2,58	1,53	-0,03	-0,25
Indice d'infection M	3,88	4,12	3,91	0,34	0,05

TABLEAU 19: Comparaison des moyennes observées et calculées en F_2 pour une action arithmétique ou géométrique des gènes et détermination du degré de dominance en F_1 (h_1) et en F_2 (h_2) chez le croisement Ck60 x Is4225 (Nioro 1977)

Caractéristique	Génération F_2			Degré de dominance	
	Moyenne observée	Moyenne calculée		h_1	h_2
		Arithmétique	Géométrique		
Hauteur de la plante	111,08	98,03	131,41	1,34	0,02
Hauteur de la panicule	30,78	42,51	36,04	12,49	5,86
Poids du grain	12,85	22,03	17,32	43,82	14,22
Poids de 1 000 grains	15,41	15,97	15,79	1,79	1,23
Hauteur d'attaque	64,56	75,79	67,48	1,45	0,66
Pourcentage d'attaque	50,82	44,40	38,31	0,33	0,81
Incidence moyenne	40,45	32,82	27,68	0,14	0,84
Sévérité moyenne	30,55	23,63	17,65	0,06	0,63
Indice d'infection m	2,55	2,20	3,59	-0,11	0,55
Indice d'infection M	4,04	3,47	1,65	0,13	0,78

TABLEAU 20: Comparaison des moyennes observées et calculées en F_2 pour une action arithmétique ou géométrique des gènes et détermination du degré de dominance en F_1 (h_1) et en F_2 (h_2) chez le croisement Is4225 x Ck60 (Nioro 1978)

Caractéristique	Génération F_2			Degré de dominance	
	Moyenne observée	Moyenne calculée		h_1	h_2
		Arithmétique	Géométrique		
Hauteur de la plante	150,31	150,96	140,00	1,49	1,46
Poids de la panicule	20,66	38,68	30,75	4,86	0,61
Poids du grain	13,34	27,47	20,62	5,02	0,53
Poids de 1 000 grains	15,55	16,93	16,72	5,38	2,46
Hauteur d'attaque	110,19	123,43	85,29	2,09	2,04
Pourcentage d'attaque	51,36	58,62	42,58	0,78	0,39
Incidence moyenne	37,57	45,05	28,48	0,61	0,15
Sévérité moyenne	21,02	25,58	14,93	0,25	-0,17
Indice d'infection m	2,20	2,24	2,08	0,23	0,15
Indice d'infection M	3,26	3,31	2,98	0,50	0,44

TABEAU 21: Comparaison des moyennes observées et calculées en F_2 pour une action arithmétique ou géométrique des gènes et détermination du degré de dominance en F_1 (h_1) et en F_2 (h_2) chez le croisement CE111-6 x Ck60 (Nioro 1978)

Caractéristique	Génération F_2			Degré de dominance	
	Moyenne observée	Moyenne calculée		h_1	h_2
		Arithmétique	Géométrique		
Hauteur de la plante	98,91	117,52	113,21	1,18	-0,03
Poids de la panicule	22,28	38,26	33,57	3,54	-0,09
Poids du grain	13,35	21,39	18,92	2,88	-0,01
Poids de 1 000 grains	16,03	18,68	18,49	0,60	-1,00
Hauteur d'attaque	68,15	79,73	58,60	1,11	0,59
Pourcentage d'attaque	53,05	49,94	37,20	0,78	0,99
Incidence moyenne	45,27	45,57	29,97	0,76	0,74
Sévérité moyenne	25,02	25,53	15,39	0,73	0,35
Indice d'infection m	2,21	2,22	2,08	0,33	0,30
Indice d'infection M	3,44	3,57	3,15	0,45	0,31

croisements, aux deux années. D'ailleurs le degré de dominance a été supérieur à 1, spécifiant ainsi une surdominance. Quant aux valeurs trouvées en F_2 , elles ont indiqué parfois une co-dominance, parfois une dominance complète, excepté le poids de 1 000 grains qui s'est révélé moins constant. Pour les variables de la maladie, la dominance a été partielle, n'atteignant jamais 1, sauf pour la hauteur d'attaque qui s'est montrée une variable très ambiguë, étant associée à la fois aux variables de maladie et à celles du rendement bien que ce soit à un degré moindre. Dans les conditions de champ, une grande hauteur d'attaque n'a pas toujours été synonyme de forte attaque du pathogène et dans ce cas, la hauteur d'attaque évoluerait comme la hauteur de la plante,

Un bon nombre d'évidences ont montré que peu de gènes seraient impliqués dans l'hétérobose chez le sorgho. Une plus haute taille, un tallage abondant, un rendement supérieur, ne seraient pas la cause de l'hétérobose mais plutôt une résultante. En regard des travaux effectués chez le maïs, la vigueur hybride résulterait d'une plus grande division cellulaire dans le méristème apical et aussi de cellules plus grosses (Kiesse'lbach 1922, cité par Quinby 1963). La cause d'une division cellulaire plus rapide n'est pas connue, mais une différence dans la concentration en gibberelline influencerait le taux de division cellulaire. L'hétérobose chez le sorgho impliquerait probablement un type d'action complémentaire allélique aussi bien que l'action complémentaire non allélique (Allard 1956). De toute façon, les fortes valeurs de l'hétérobose indiqueraient une grande diversité génétique entre les populations parentales.

3.4.2 Variation génétique

L'observation des moyennes en F_2 révèle que les valeurs obtenues se rapprochent beaucoup plus des moyennes géométriques que des moyennes arithmétiques pour les variables du rendement, exception faite de quelques cas pour le poids de 1 000 grains. Les variables de la maladie ont évolué différemment. Les moyennes observées en F_2 tendent plutôt vers les moyennes arithmétiques calculées. L'action génique au niveau de ces deux groupes de variables semble différente. Une action additive

des gènes expliquerait le comportement des variables de maladie et une action multiplicative, celle des variables du rendement. Il est à noter cependant que pour la hauteur de la plante, malgré son association avec les variables du rendement, une action additive des gènes semblerait plus adéquate qu'une action multiplicative. Le poids de 1 000 grains a encore eu une attitude différente, comparée au poids de la panicule et au poids en grain. Peu associé à ces deux variables et ayant une héritabilité plus grande, un nombre de gènes plus petit et une réponse hétérotique moins prononcée, le poids de 1 000 grains serait un caractère peu complexe et peu sujet à la variation surtout d'après les valeurs moyennes obtenues pour les générations étudiées. Les résultats obtenus sont consignés aux tableaux 18, 19, 20 et 21.

L'estimation des paramètres génétiques a été effectuée afin de mieux spécifier la nature de l'action génique. Les résultats sont présentés au tableau 22. Les effets additifs n'ont pas été significatifs pour les variables du rendement, sauf pour le poids de 1 000 grains dans le croisement CE111-6 x Ck60; par contre, les effets de dominance ont été très importants, de même que les interactions épistatiques, additif x additif et additif x dominance. En comparant les valeurs obtenues, les effets additifs ont été très inférieurs aux effets de dominance. Les valeurs des effets additif x additif ont dépassé ceux des effets additifs, venant directement en importance après les effets de dominance. Ces résultats sont identiques à ceux trouvés par Liang et Walter (1968) à savoir que l'effet additif des gènes aurait une contribution mineure dans l'hétérose de ces caractères.

Chez les variables de la maladie, les effets additifs ont tous été significatifs à 1%, de même que les effets de dominance. Les interactions épistatiques seraient négligeables dans leur ensemble. Ainsi, les effets additif-dominance expliqueraient la nature de la variation pour les variables de la maladie. Ceci confirme le fait que la variation additive est plus grande pour les caractères qui présentent une hérédité peu complexe. D'ailleurs, les différences entre les valeurs de "a" et "d" ont augmenté en faveur de "d" en passant des variables de maladie à celles du rendement. Plus l'hérédité d'un caractère devient complexe, plus la contribution des effets de dominance devient

TABLEAU 22: Estimation des paramètres génétiques spécifiant la variation observée chez les croisements Is4225 x Ck60 (1) et CE111-6 x Ck60 (2) pour les variables étudiées (Nioro 1978)

Caractéristique	Croisement	m	a	d	aa	ad	dd
Hauteur de la plante	1	150,31 **	59,59 **	84,50 **	-54,38 **	12,22 **	109,38 **
	2	98,90 **	26,40 **	127,57 **	22,72 *	-4,41	29,01
Poids de la panicule	1	20,66 **	-8,54	87,01 **	36,28 **	-16,99 **	-0,67
	2	22,08 **	3,44	81,10 **	36,06 **	-5,33 *	-8,07
Poids du grain	1	17,96 **	-1,14	60,03 **	23,04 **	-7,43 *	10,46
	2	18,95 **	1,24	45,16 **	21,32 **	-4,32	-10,45
Poids de 1 000 grains	1	15,55 **	-1,77	25,40 **	6,86 **	-2,72 *	-7,80
	2	16,03 **	3,53 **	24,28 **	7,90 **	0,23	3,46
Pourcentage d'attaque	1	51,36 **	37,67 **	59,85 **	23,50 *	1,03 **	-17,99
	2	53,05 **	26,42 **	29,98 XX	-1,32	-4,23	-9,80
Incidence moyenne	1	37,57 **	35,92 **	62,72 **	39,84 **	3,93	-49,74 **
	2	45,27 **	30,28 **	22,09 **	-4,76	0,05	10,75
Sévérité moyenne	1	21,02 **	25,53 **	25,09 **	18,22 **	4,08	18,19
	2	25,02 **	21,73 **	5,73	-3,22	1,78	7,30
Indice d'infection m	1	2,20 **	1,34 **	1,38 **	0,08	0,28 *	0,01
	2	2,21 **	0,99 **	1,17 **	-0,22	-0,005	0,51
Indice d'infection M	1	3,26 **	2,11 **	2,30 **	0,22	0,46 *	-0,22
	2	3,44 **	1,94 **	1,81 **	-0,28	0,02	1,10

importante. Il est à noter aussi le signe positif des effets additifs et surtout des effets dominants: un effet de **dominance** significatif et positif indique un effet stimulateur dans la performance des **caractères**.

3.4.3 Distribution des fréquences d'observation

Les distributions des fréquences ont été construites d'après l'indice d'infection maximum. En accord avec l'échelle de notation choisie, les plants ayant l'indice d'infection 1 ou 2 sont considérés comme résistants et ceux ayant l'indice 3, 4, 5 ou 6 comme sensibles.

Sur cette base, le parent résistant Ck60 s'est nettement séparé des parents sensibles Is4225 et CE111-6 (figures 1 et 2). Cependant, pour le parent résistant Ck60 au cours des deux années d'expérimentation, des plants ont été trouvés dans la classe 3. Leur fréquence n'a jamais dépassé 5% (appendice, tableaux V, VI, VII et VIII). La classe 1 s'est montrée la plus importante en effectifs, pour tous les croisements, confirmant encore la **résistance** du cultivar Ck60.

Les cultivars sensibles, Is4225 et CE111-6, ont occupé toutes les classes de sensibilité. La classe 5 a été la plus importante en effectifs pour tous les cultivars sensibles étudiés. La faiblesse des effectifs de la classe 6, classe où théoriquement la **sévérité** est d'au moins 50% illustre l'infestation moyenne de la maladie au cours des deux années d'expérimentation. Mais considérant les populations parentales, il peut être conclu qu'à Nioro, l'**inoculum** a quand même été assez abondant pour permettre une séparation adéquate des plants sensibles et des plants résistants.

En F_1 , comme trouve dans les comparaisons des moyennes de génération, les plants ont pratiquement tous été sensibles, mais des plants ont été trouvés dans la classe 2 pour le croisement Is4225 x Ck60 et dans les classes 1 et 2 pour Ck60 x Is4225. Ainsi certains plants en F_1 présenteraient un certain niveau de résistance. Ceci dénote encore que la sensibilité ne serait pas **complètement** dominante.

En F_2 , toutes les classes d'infection ont été représentées. Dans chacun des deux groupes, sensible et résistant, une classe a semblé

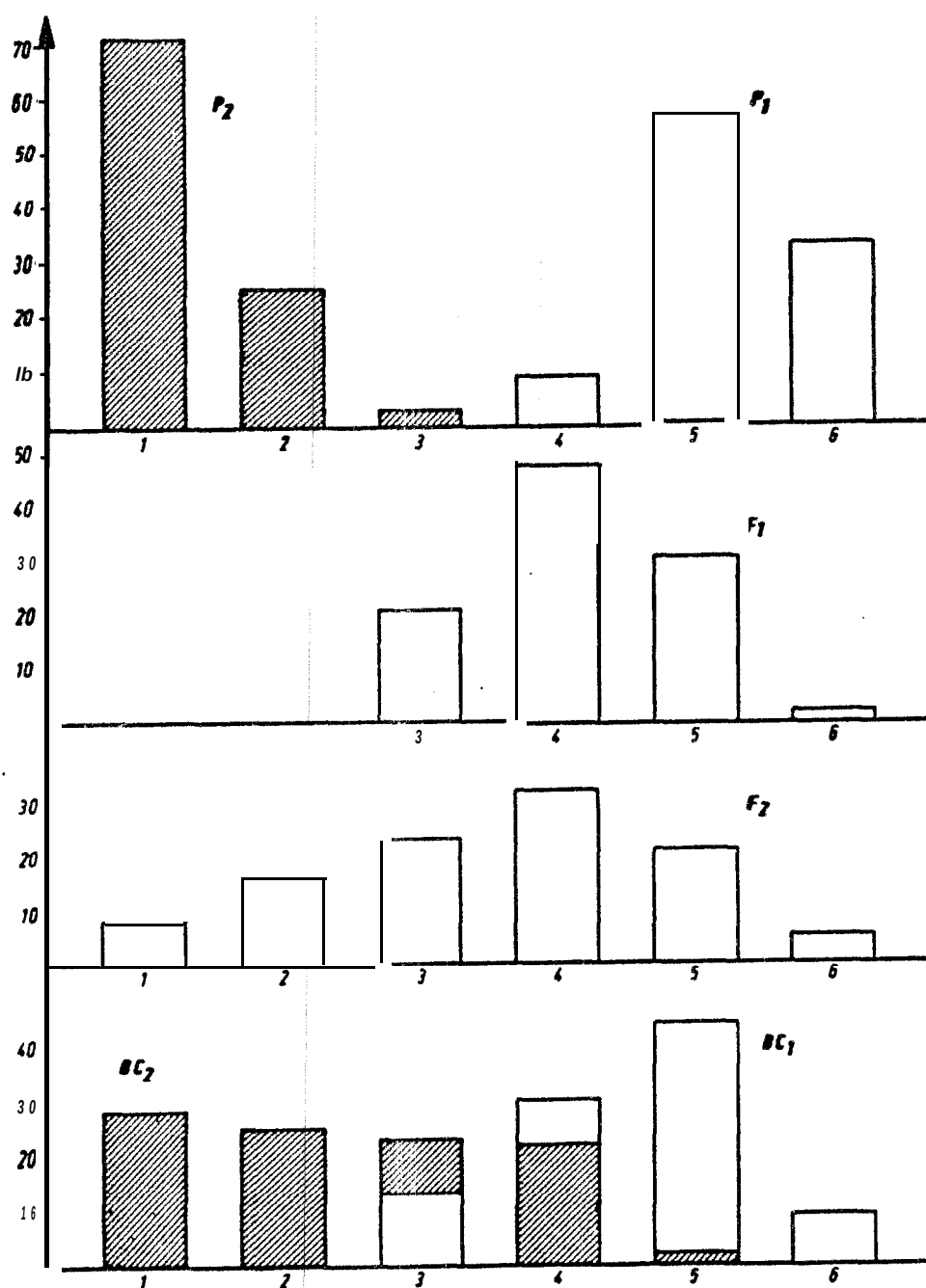


Figure 1. Distribution de l'indice d'infection maximum
dans les populations issues du croisement
CE 111-q x CK 60 NIORO 1978

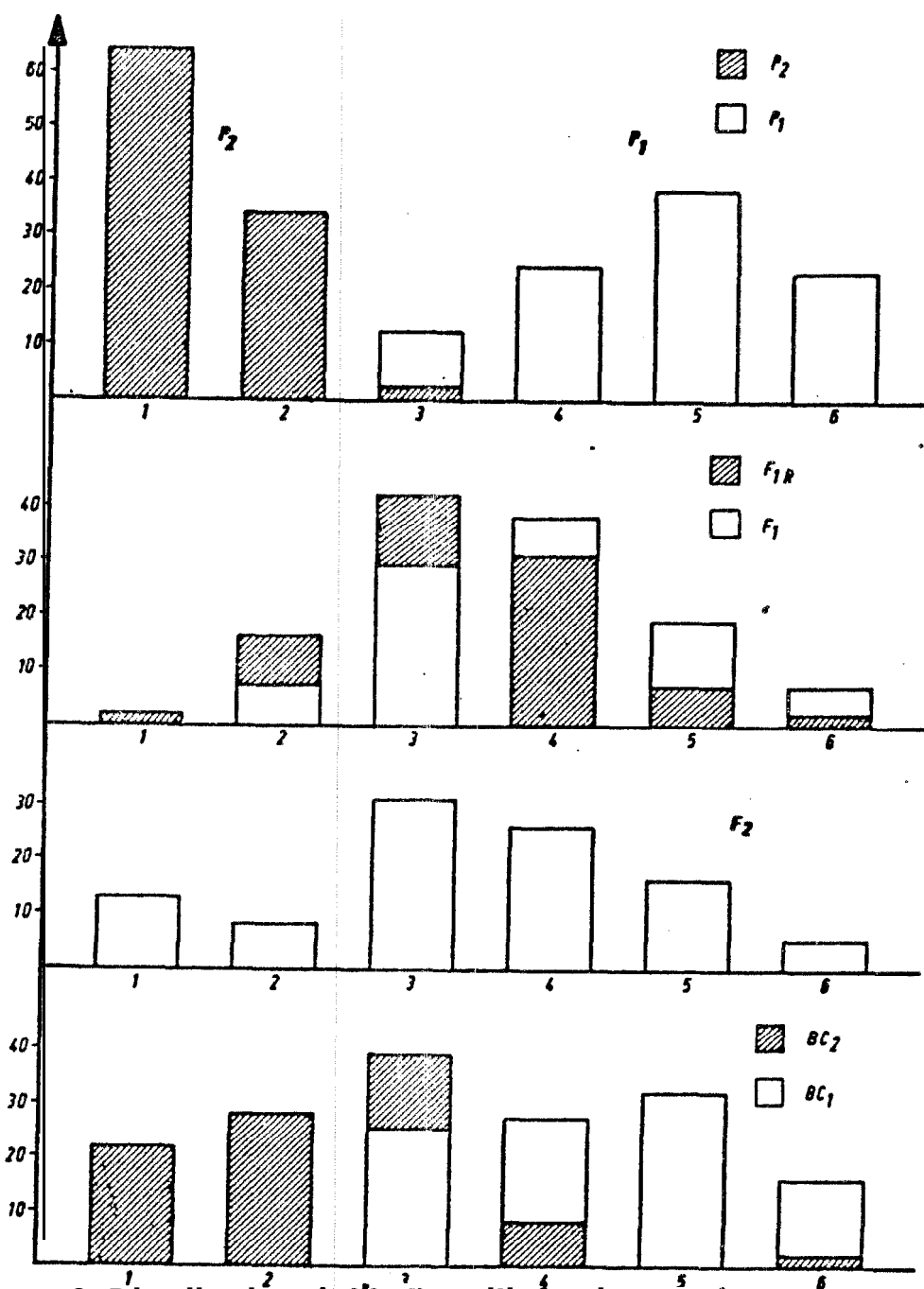


Figure 2, Distribution de l'indice d'infection maximum dans tes populations issues du croisement I S 4225 x CK 60 NIORO 1978

plus importante, dépendamment des croisements. Mais certaines distributions ont montré une courbe tendant vers la normale avec une déviation prononcée vers les classes d'infection 3 et 4 surtout chez le croisement CE111-6 x Ck60. Il s'ensuit que les distributions seraient bimodales, suggérant une activité génique très peu complexe.

Les rétro-croisements effectués en 1978 ont permis de mieux appréhender le comportement des générations précédentes. Dans la génération BC_1 (rétro-croisement au parent sensible) tous les individus ont été sensibles, la classe 5 étant la plus importante. Ce résultat signifierait la dominance du caractère sensible. Par contre, en BC_2 (rétro-croisement au parent résistant), les plants se sont repartis presque également entre plants sensibles et plants résistants. Le détail des résultats est placé en appendice aux tableaux V, VI, VII et VIII).

Suite à ces résultats, l'hypothèse d'un gène majeur dominant pour la sensibilité a été testée. Tout d'abord, considérant les populations non ségrégantes, les parents et les hybrides ont évolué dans le sens attendu de même que la génération BC_1 . Les ratios calculés en F_2 et BC_2 ont donné des probabilités satisfaisantes, confirmant l'hypothèse d'un gène majeur dominant pour la sensibilité. Les ratios testés ont été 3:1 en F_2 et 1:1 en BC, (tableaux 23 et 24).

Devant les résultats observés en F_1 et F_1R pour Is4225 x Ck60, une analyse de variance a été faite. En 1978, 7% des plants en F_1 ont été résistants contre 17% en F_{1R} . Les résultats de l'analyse de variance ont montré des différences significatives pour toutes les variables de la maladie exception faite du pourcentage d'attaque (tableau 25). Il serait hâtif de conclure à un effet réciproque ou à un effet maternel, mais cette hypothèse n'est pas à rejeter.

TABLEAU 23: Test de Chi-carré (χ^2) pour un gène de résistance chez le croisement CE111-6 x Ck60 à Nioro

Génération	Nombre de plants		Ratio théorique S:R	χ^2	Probabilité
	Sensibles	Résistants			
P ₁	174	0	1:0		
P ₂	6	170	0:1		
F ₁	66	0	1:0		
F ₂	450	142	3:1	0,32	0,50 - 0,70
BC ₁	74	2	1:0		
BC ₂	36	41	1:1	0,32	0,50 - 0,70

TABLEAU 24: Test de Chi-carré (χ^2) pour un gène de résistance chez le croisement Is4225 x Ck60 à Nioro

Génération	Année	Nombre de plants		Ratio théorique S:R	χ^2	Probabilité
		Sensibles	Résistants			
P ₁	1977	80	0	1:0		
	1978	194	6			
P ₂	1977	4	81	0:1		
	1978	3	170			
F ₁	1977	114	3	1:0		
	1978	64	5			
F ₂	1977	360	104	3:1	1,65	0,10 - 0,20
	1978	376	101		3,72	0,05 - 0,10
F _{1R}	1978	63	13	1:0		
BC ₁	1978	100	1	1:0		
BC ₂	1978	23	23	1:1	0	0,99

TABLEAU 25: Carrés moyens de l'analyse de variance des générations F_1 et F_{1R} du croisement Is4225 x Ck60 à Nioro 1978

Source de variation	Pourcentage d'attaque	Incidence moyenne	Sévérité moyenne	Indice d'infection m	Indice d'infection M
Générations	803,64	3 122,07 *	2 485,38 **	6,55 **	9,59 **
Répétitions	1 174,72 *	3 408,74 **	2 304,28 **	5,65 **	9,30 **
Gén. x Rép.	19,26	275,04	233,44	0,51	
Erreur	362,92	469,89	190,04	0,50	

*: Significatif à 5%

** : Significatif à 1%

RÉSUMÉ ET CONCLUSION

La maladie des bandes de suie, causée par *Ramulispora sorghi* (Ell. et Ev.) Olive et Lefevre est la maladie foliaire du sorgho la plus importante au Sénégal. Ce travail avait pour but d'abord d'établir les corrélations entre le rendement et la maladie afin de connaître l'impact de la maladie sur le rendement, ensuite de déterminer l'hérédité de la résistance et la nature de la variation génétique dans les populations étudiées. Il se veut surtout et avant tout un support de l'effort de la sélection pour les cultivars résistants au *R. sorghi*.

Des deux lieux choisis, Bambey n'a pas présenté une infestation adéquate afin de permettre l'expression optimale des génotypes en cause. L'expérimentation s'est effectuée au champ en absence d'inoculation artificielle. Ainsi, afin d'être plus confiant dans les résultats et surtout dans les conclusions, seuls les résultats de Nioro ont été considérés.

Les études de corrélation ont montré une grande association entre les variables du rendement et également une grande association entre celles de la maladie. Par contre,, entre ces deux groupes de variables, aucune corrélation significative n'a généralement été trouvée. D'ailleurs, les coefficients de détermination calculés à l'aide d'une analyse de régression multiple ont tous été voisins de zéro.

Les estimations de l'héritabilité au sens large et au sens étroit, de même que le nombre minimum de gènes, ont également séparés les deux groupes de variables: les variables du rendement et celles de la maladie. Les variables du rendement ont présenté de faibles

héritabilités avec de grands nombres de gènes tandis que les variables de la maladie ont montré de très fortes héritabilités et un nombre minimum de gènes avoisinant un.

L'hétéroose par rapport au parent moyen et par rapport au meilleur parent a été estimée de même que la dépression due à la consanguinité. Les variables du rendement ont présenté de très forts pourcentages d'hétéroose, mais également de très fortes dépressions. Néanmoins, ces fortes valeurs ont confirmé le haut potentiel de rendement présent chez les hybrides F_1 surtout quand les parents sont génétiquement très éloignés. Par contre, chez les variables de la maladie, les hybrides n'ont jamais été plus sensibles que le parent le plus sensible. L'hétéroose par rapport au meilleur parent a toujours été négative. En moyenne, les hybrides se sont situés entre la moyenne des parents et le meilleur parent. D'ailleurs, les degrés de dominance estimés en F_1 et F_2 ont confirmé ces résultats.

La nature et l'action des gènes estimées à partir des moyennes en F_2 ont montré que chez les variables du rendement, l'action géométrique des gènes est beaucoup plus importante que l'action arithmétique. Par contre, pour la maladie, un modèle additif-dominant serait adéquat. Ainsi, l'estimation des paramètres génétiques, susceptibles d'expliquer toute la variation dans nos populations a montré effectivement que les effets additifs et ceux de dominance étaient significatifs chez les variables de la maladie. Chez les variables du rendement, les effets de dominance et les effets épistatiques (surtout l'interaction additif x additif) se sont montrés plus importants.

L'étude des distributions des fréquences pour les populations ségrégantes, appuyée par les tests de Chi-carré, a montré que la maladie des bandes de suie serait gouvernée par un gène majeur avec la sensibilité dominante sur la résistance, mais la dominance ne serait pas complète. La comparaison des générations F_1 et F_2 du croisement Is4225 x Ck60 (sensible x résistant) suggérerait la présence d'un effet maternel ou d'un effet réciproque. Des études ultérieures pourraient mieux préciser ce type d'action génique.

En somme la création de cultivars résistants devrait s'effectuer sans problème majeur. Les fortes valeurs d'héritabilité pour la maladie, le petit nombre de gènes, l'importance des effets additifs font que la résistance à la maladie des bandes de suie est un caractère peu complexe, transmissible sans grand peine aux descendants.

BIBLIOGRAPHIE

ADAMOU, M. et D.E. WEIBEL. 1976

Relations of kernel size with other characters in sorghum.
Sorghum Newsletter, 19: 116

ALI-KHAN, S.T. et D.E. WEIBEL. 1969

Heritability and interrelationships of some agronomic
characters in grain sorghum.
Can. J. Plant Sci., 49: 217-218

ALLARD, R.W. 1956

Biometrical approach to plant breeding.
Brookhaven Symposium in Biology, pp. 69-88

ALLARD, R.W. 1960

Principles of plant breeding.
John Wiley & Sons, New York

ANDERSON, V.L. et O. KEMPTHORNE. 1954

A model for the study of quantitative inheritance.
Genetics, 39: 883-898

ARGIKAR, G.P. et V.M. CHAVAN. 1957

A study of heterosis in sorghum.
Ind. J. Genet. Pl. Breeding, 17: 65-72

BARTEL, A.T. 1949

Hybrid vigor in sorghum.
Agron. J., 41: 147-152

BARTLEY, B.C. et C.R. WEBER. 1952

Heritable and non-heritable relationships and variability of
agronomic characters in successive generations of soybean
crosses.
Agron. J., 44: 487-493

BEIL, G.M. et R.E. ATKINS. 1965

Inheritance of quantitative characters in grain sorghum.
Iowa State J. Sci., 39: 345-358

BOWMAN, D.H., J.H. MARTIN, L.E. MELCHERSET et J.H. PARKER. 1937

Inheritance of resistance to Phytium root rot in sorghum.
J. Agr. Res., 55: 105-115

BRIGGS, F.N. 1926

Inheritance of resistance to bunt *Tilletia tritici* (Bjerk.)
Winter, in wheat.
J. Agric. Res., 32: 973-990

BURLEIGH, J.R., A.P. ROELFS et M.G. EVERSMEYER. 1970

Estimating damage to wheat caused by *Puccinia recondita*
tritici.
Phytopathology, 60: 944-946

BURTON, W. 1951

Quantitative inheritance in pearl millet (*Pennisetum glaucum*).
Agron. J., 43: 409-417

CASADY, A.J. 1963

Inheritance of the blasting reaction of sorghum to physio-
logic race 1 of *Sphaerellotheca sorghi*.
Crop Sci., 3: 535-538

CASTLE, W.E. et S.A. WRIGHT. 1921

An improved method of estimating the number of blending
inheritance.
Science, 54: 223

CAVALLI, L.L. 1952

An analysis of linkage in quantitative inheritance.
(Ed. E.C.R. Rieve et C.H. Waddington), pp. 135-144,
HMSO London

CHARLES, D.R. et H.H. SMITH. 1939

Distinguishing between two types of gene action in
quantitative inheritance.
Genetics, 24: 34-48

CHARLES, D.R. et R.H. GOODWIN. 1943

An estimate of the minimum number of genes differentiating
two species of golden rod with respect to their morphological
characters.
Amer. Nat., 77: 53-69

CHIANG, M.S. et J.D. SMITH. 1967a

Diallel analysis of the inheritance of quantitative characters
in sorghum. I. Heterosis and inbreeding depression.
Can. J. Genet. Cytol., 9: 44-51

CHIANG, M.S. et J.D. SMITH. 1967b

Diallel analysis of the inheritance of quantitative characters
in sorghum. II. Gene action, number of effective factors and
heritability.
Can. J. Genet. Cytol., 9: 823-830

CHOUDHARI, S.D., S.S. BHALERAJE et S.N. MAHAYAN. 1977

Correlation of total dry matter accumulation and grain yield
in sorghum.
Sorghum Newsletter, 20: 45-46

CHUNG, J.H. et G.H.L. LIANG. 1970

Some biometrical studies on nine agronomic traits in grain
sorghum, *Sorghum bicolor* (L.) Moench.
Can. J. Genet. Cytol., 12: 288-296

COLLIMAN, O.H. et J.C. DEAN. 1961

The inheritance of resistance to rust in sorghum.
Crop Sci., 1: 152-154

COLLINS, F.C. et R.C. PICKETT. 1972

Combining ability for grain yield, percent protein and Lysine/100 g protein in a near-parent diallel of *Sorghum bicolor* (L.) Moench.
Crop Sci., 12: 423-425

COMSTOCK, R.E. et H.F. ROBINSON. 1952

Estimation of average dominance of genes.
Heterosis (Ed. J.W. Gowen), pp. 494-516

CONDE, B.C., R.F. MOORE, D.S. FLETCHER et D.S. TEAKLE. 1976

Inheritance of resistance of Krish Sorghum to sugar-cane mosaic virus.
Austr. J. Agric. Res., 27: 45-52

CROOK, W.J. et A.J. CASADY. 1974

Heritability and interrelationships of grain-protein content with other agronomic traits in sorghum.
Crop Sci., 14: 622-624

DALTON, L.G. 1967

A positive regression of yield on maturity in sorghum.
Crop Sci., 7: 271

DENIS, J.C. 1967

Estimation de la hereditabilidad del rendimiento y sus componentes primarios en el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.); correlaciones genotípicas y fenotípicas entre estos caracteres.
Tesis de Magister Scientiae, Instituto Americano de Ciencias, Agrícolas de la OEA, Costa Rica

DHIMMAR, Z.R. et K.B. DESAI. 1978

Genetic variability, correlations, and path coefficient analysis of grain yield in some types of winter sorghum.
Sorghum Newsletter, 21: 23

DUDLEY, J.W. et R.H. MOLL. 1969

Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding.
Crop Sci., 9: 257-262

ECK, H.V., E.C. GILMORE, D.B. GERGUSON et G.C. WILSON. 1975

Heritability of nitrate reductase and cyanide levels in seedlings of grain sorghum cultivars.
Crop Sci., 15: 421-424

ECKEBIL, J.P., W.M. ROSS, C.O. GARDNER et J.W. MARANVILLE. 1977

Heritability estimates, genetic correlations and predicted gains from S_1 progeny tests in three grain sorghum random mating populations:
Crop Sci., 17: 373-377

EHDAIE, B. et A. GHADIR. 1978

Inheritance of some agronomic characters in a cross of Safflower.
Crop Sci., 18: 544-547

FALCONER, D.S. 1960

Introduction to quantitative genetics.
Olivier et Boyd, Edinburgh

FANOUS, M.S., D.E. WEIBEL et R.D. MORRISON. 1971

Quantitative inheritance of some head and seed characteristics in sorghum, *Sorghum bicolor* (L.) Moench.
Crop Sci., 11 : 787-789

FISHER, R.A. 1918

The correlation between relatives on the supposition of Mendelian inheritance.
Trans. Roy. Soc. Edinburgh, 52: 399-433

FUTRELL, M.C. et O.J. WEBSTER. 1966a

Races of sorghums resistant to sooty stripe disease.
Plant Dis. Repr., 50: 606-608

FUTRELL, M.C. et O.J. WEBSTER. 1966b

New sources of resistance to the downy mildew disease of sorghum.
Plant Dis. Repr., 50: 641-644

- GARDNER, C.O., P.H. HARVEY, R.E. COMSTOCK et H.F. ROBINSON. 1953
 Dominance of genes controlling quantitative characters in maize.
 Agron. J., 45: 186-191
- GARDNER, C.O. et J.H. LONNQUIST. 1959
 Linkage and the degree of dominance of genes controlling quantitative characters in maize.
 Agron. J., 51: 524-528
- GIRARD, J.C. 1977
 Synthèse des activités du service de pathologie du sorgho.
 CNRA, Bambey, Sénégal
- GOVIL, J.N. et B.R. MURTY. 1973
 Combining ability for yield and quality characteristics in grain sorghum.
 Indian J. Genet. Plant Breeding, 33: 239-251
- GREWAL, R.P.S. et R.S. PARODA. 1974
 Heterosis and combining ability in forage sorghum.
 Maydica, 19: 107-119
- GRIFFING, B. 1956
 A generalised treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance.
 Heredity, 10: 31-50
- HACKEROTT, H.L., T.L. HARVEY et W.M. ROSS. 1969
 Greenbug resistance in sorghum.
 Crop Sci., 9: 656-658
- HADLEY, H.H. 1957
 An analysis of variation in height in sorghum.
 Agron. J., 49: 144-147

HARLAN, J.R. et J.M.J. WET. 1972

Une classification simplifiée des sorghos cultivés.
Traduction de J.P. Marathée, CNRA, Bambey, Sénégal.
Crop Sci., 9: 172-176

HAYMAN, B.I. 1958a

The theory and analysis of diallel crosses.
Genetics, 42: 336-355

HAYMAN, B.I. 1958b

The separation of epistatic from additive and dominance
variation in generation means.
Heredity, 12: 371-390

HAYMAN, B.I. et K. MATHER. 1955

The description of genic interaction in continuous variation.
Biometrics, 11: 69-82

JAMES, W.V., L.C. CALLBECK, W.A. HODGSON et C.S. SHIH. 1971

Evaluation of a method to estimate loss in yield of potatoes
caused by late blight.
Phytopathology, 61: 1471-1476

JAN DE JONG et S. HONMA. 1976

Inheritance of resistance to *Corynebacterium michiganense*
in the tomato.
Journal of Heredity, 67: 79-84

JAN-ORN, J., C.O. GARDNER et W.M. ROSS. 1976

Quantitative genetic studies of the NP3R sorghum random-
mating population.
Crop Sci., 16: 489-496

JENKINS, M.L. et A.L. ROBERT. 1952

Inheritance of resistance to the leaf blight of corn caused
by *Helminthosporium turcicum*.
Agron. J., 44: 136-140

JINKS, J.L. et R.M. JONES. 1957

Estimation of the components of heterosis.
Genetics, 43: 223-234

JINKS, J.L. et J.M. PERKINS. 1970

A general method for the detection of additive, dominance and epistatic components of variation. III. F_2 and back-cross populations.
Heredity, 25: 419-429

JOHNSON, J.W., D.T. ROSENOW et G.L. TECTES. 1973

Resistance to the sorghum midge in converted lines of exotic sorghum cultivars.
Crop Sci., 13: 754-755

JOHNSON, V.A., K.J. BIEVER, A. HAUNOLD et J.W. SCHMIDT. 1966

Inheritance of plant height, yield of grain, and other plant and seed characteristics in a cross of hard red winter wheat *Triticum aestivum* L. .
Crop Sci., 6: 336-338

KAMBAL, A.E. et O.J. WEBSTER. 1966a

Manifestations of hybrid vigor in grain sorghum and the relations among the components of yield, weight per bushel and height.
Crop Sci., 6: 513-515

KAMBAL, A.E. et O.J. WEBSTER. 1966b

Estimates of general and specific combining ability in grain sorghum, *Sorghum vulgare* Pers.
Crop Sci., 6: 521-523

KIESSELBACH, T.A. 1922

Corn investigations.
Nebraska Agr. Exp. Sta. Res., Bull. n° 20

KIM SOON KWON et J.L. BREWBAKER. 1977

Inheritance of general resistance in maize to *Puccinia sorghi* Schw.
Crop Sci., 17: 456-461

KIRBY, J.S. et R.E. ATKINS. 1968

Heterotic response for vegetative and mature plant characters
in grain sorghum, *Sorghum bicolor* (L.) Moench.
Crop Sci., 8: 335-339

KHOSLA, R.K. 1977

Techniques for assessment of losses due to the pests and
diseases of rice.
Indian J. Agric. Sci., 47: 17-i-174

KOTCHA, A. et L.H. ZIMMERMAN. 1978

Inheritance of seed weight, pappus, and striped hull in
Safflower species.
Crop Sci., 18: 999-1003

KULKARNI, N.K., S. HUSSAIN et J.N. MURTY. 1976

Genetic analysis of sorghum shootfly resistance in sorghum.
Sorghum Newsletter, 19: 18-19

LARGE, E.C. 1954

Growth stages in cereals illustration of the Feekes scale.
Phytopathology, 44: 128-129

LEBEAU, F.J. et O.H. COLEMAN. 1950

The inheritance of resistance in sorghum to leaf anthracnose.
Agron. J., 42: 33-34

LE COCHEC, F. 1972

Les méthodes de calcul du coefficient d'héritabilité en amé-
lioration des plantes.
Ann. Amélior. Plantes, 22: 115-125

LEFFEL, R.C. et W.D. HANSON. 1961

Early generation testing of diallel crosses of soybean,
Crop Sci., 1: 169-174

LIANG, G.H. 1967

Diallel analysis of agronomic characters in grain sorghum,
Sorghum vulgare Pers.
Can. J. Genet. Cytol., 9: 269-276

LIANG, G.H. et A.J. CASADY. 1966

Quantitative presentation of the systematic relationships
among twenty-one sorghum species,
Crop Sci., 6: 76-79

LIANG, G.H. et T.L. WALTER, 1968

Heritability estimates and gene effects for agronomic traits
in grain sorghum, *Sorghum vulgare* Pers.
Crop Sci., 8: 77-83

LIANG, G.H., E.G. HEYNE, J.H. CHUNG et Y.O. KOH. 1968

The analysis of heritable variation for three agronomic
traits in a 6-variety diallel of grain sorghum, *Sorghum*
vulgare Pers.
Can. J. Genet. Cytol., 10: 460-469

LIANG, G.H., C.B. OVERLEY et A.J. CASADY. 1969

Interrelations among agronomic characters in grain sorghum
(*Sorghum bicolor* (L.) Moench.),
Crop Sci., 9: 299-302

LIANG, G.H., T.L. WALTER, C.D. NICKELL et Y.O. KOH. 1969

Heritability estimates and interrelationships among agronomic
traits in grain sorghum.
Can. J. Genet. Cytol., 11: 199-208

LIANG, G.H., C.R. REDDY and A.D. DAYTON. 1972

Heterosis, inbreeding depression, and heritability estimates
in a systematic series of grain sorghum genotypes.
Crop Sci., 12: 409-411

LIANG, G.H., A.D. DAYTON, C.C. CHU et A.J. CASADY. 1975

Heritability of stomatal density and distribution on leaves
of grain sorghum.
Crop Sci., 15: 567-570

LUSH, J.L. 1943

Animal breeding plans (2nd Edition).
Iowa State College Press, Ames, Iowa

MARCY, E. 1937a

Inheritance of resistance to the loose and covered kernel
smuts of sorghum. 1. Dwarf yellow **milo** hybrids.
Bull. Torrey Bot. Club 64: 209-228

MARCY, E. 1937b

Inheritance of resistance to the loose and covered kernel
smuts of sorghum. II. **Feterita** hybrids,
Bull. Torrey Bot. Club 64: 245-267

MATHER, K. 1949

Biometrical genetics.
Methuen, London

MOTTO, M., G.P. SORESSI et F. SALAMINI. 1978

Seed size inheritance in a cross between wild and cultivated
common beans (*Phaseolus vulgaris* L.).
Genetica, 49: 31-36

NAGARAJAN, K., V. SARASWATHI, B.L. RENFRO et N.V. SUNDARAM. 1971

Report of *Ramulispora sorghicola* from India and reaction of
sorghum cultivars to *R. sorghi* and *R. sorghicola*.
Indian Phytopathology, 24: 644-648

NIEHAUS, M.H. et R.C. PICKETT. 1966

Heterosis and combining ability in a diallel cross in
Sorghum vulgare Pers.
Crop Sci., 6: 33-36

ODVODY, G.N., L.D. DUNKLE et M.G. BOOSALIS. 1973

The occurrence of sooty stripe of sorghum in Nebraska.
Plant Dis. Repr., 57: 681-683

ODVODY, G.N. et L.D. DUNKLE. 1973

Overwintering capacity of *Ramulispora sorghi*.
Phytopathology, 63: 1530-1532

OLIVE, L.S., C.L. LEFEBVRE et H.S. SHERWIN. 1946

The fungus that causes sooty stripe of Sorghwn spp.
Phytopathology, 36: 190-200

PATIL, K., B.G. PUTTA, N.B. KAJJARI et J.V. GOUD. 1972

Breeding for rust resistance in sorghum.
Indian Phytopathology, 25: 166-168

PENNY, H., W.A. RUSSEL et G.F. SPRAGUE. 1962

Type of gene action in yield heterosis in maize.
Crop Sci., 2: 341-344

PETR, F.C. et K.J. FREY. 1966

Genotypic correlations, dominance, and heritability of
quantitative characters in oats.
Crop Sci., 6: 259-262

QUINBY, J.R. 1963

Manifestations of hybrid vigor in *Sorghum*.
Crop Sci., 3: 288-291

QUINBY, J.R. 1966

Fourth maturity gene locus in *Sorghum*.
Crop Sci., 6: 516-518

QUINBY, J.R. 1975

The genetics of *Sorghwn* improvement.
Journal of Heredity, 66: 56-62

QUINBY, J.R. et R.E. KARPER. 1946

Hererosis in *Sorghum* resulting from the heterozygous condition
of a single gene that affects the duration of growth.
Am. J. Bot., 33: 716-721

QUINBY, J.R. et R.E. KAPER. 1954

Inheritance of height in *Sorghum*.
Agron. J., 46: 211-216

RANA, B.S., D.P. TRIPATHI et N.G.P. RAO. 1976

Genetic analyses of some Exotic - Indian Crosses in *Sorghum*
XV Inheritance of resistance to sorghum rust.
Indian J. Genet. Plant Breeding, 36: 244-249

RAWLA, G.S. 1973

Gloeocercospora and *Ramulispora* in India.
Trans. Br. Mycol. Soc., 60: 283-292

RAWLA, G.S., N.S. KOTHATH et S.S. CHAHAL. 1974

Ramulispora sorghi on *Sorghum halepense* and *S. vulgare*.
Indian Phytopathology, 27: 282-285

RAWLA, G.S. et S.S. CHAHAL. 1975

Comparative trace element and organic growth factor requirements
of *Ramulisporasacchari* and *R. sorghi*.
Trans. Br. Mycol. Soc., 64: 532-535

REDDY, C.R. et G.H. LIANG. 1971

Genetic variability of yield in F_2 populations of grain sorghum.
Can. J. Genet. Cytol., 13: 101-104

RICHARDSON, M.J. et W.J. RENNIE. 1970

An estimate of the loss of yield caused by *Cephalosporium*
graminew in wheat.
Plant Path., 19: 138-140

ROBINSON, H.F., R.E. COMSTOCK et P.H. HARVEY. 1949

Estimation of heritability and the degree of dominance in corn.
Agron. J., 41: 353-359

RUSSEL, W.A. et A.L. HOOKER. 1958

Inheritance of resistance in corn to rust, *Puccinia sorghi*
Schw and genetic relationships among different sources of
resistance.
Agron. J., 50: 21-24

SANDLIN, C.O. 1970

Quantitative genetic studies of a sorghum cross.
Ph.D. Diss. Oklahoma State Univ., Stillwater

SHARMA, H.C. 1978

Screening of sorghum for leaf-disease resistance in India.
International workshop on *Sorghum* diseases, Hyderabad, India

SHARMA, H.C. et N.K. JAIN. 1975

Effects of leaf diseases on grain yields of some varieties
of sorghum.
Proc. Indian Acad. Sci., 81B(5): 223-227

SINDAGI, S.S., V. SWARUP et D. SINGH. 1970a

Correlation between characters contributing to yield in F₂
progenies of intervarietal crosses in sorghum,
Indian J. Genet. Plant Breeding, 30: 654-659

SINDAGI, S.S., V. SWARUP et D. SINGH. 1970b

Variation and heritability of some quantitative characters
in F₂ progenies of intervarietal crosses of sorghum,
Indian J. Genet. Plant Breeding., 30: 660-664

SINHA, S.K. et R. KHANNA. 1975

Physiological, biochemical and genetic basis of heterosis.
Advances in Agronomy, 27: 123-174

SY ABDOUL AZIZ. 1978

Recherche sur le mildiou du mil (*Sclerospora graminicola*).
Résultats de la campagne agricole 1977, CNRA, Bambey,
Sénégal

VAN DER PLANK, J.E. 1968

Disease resistance in plants.
Academic Press Inc., New York and London

VOIGT, R.L., C.O. GARDNER et O.J. WEBSTER. 1966

Inheritance of seed size in sorghum, *Sorghum vulgare* Pers.
Crop Sci., 6: 582-586

WARNER, J.N. 1952

A method for estimating heritability.
Agron. J., 44: 427-430

WEBER, C.R. 1950

Inheritance and interrelation of some agronomic and chemical characters in a interspecific cross in soybean, *Glycine max* x *G. ussuriensis*.
Bull. Iowa Agric. Pl. Exp. Sta., 374: 765-816

WEBER, C.R. et B.R. MOORTHY. 1952

Heritable and non-heritable relationships and variability of oil content and agronomic characters in F₂ generation of soybean crosses.
Agron. J., 44: 202-209

WEBSTER, O.J. 1964

Genetic studies in *Sorghum vulgare* Pers.
Crop Sci., 4: 207-210

WILLIAMS, R.J., S.D. SINGH et R.P. THAKUR. 1976

Rating scale and standard drawings for incidence and severity assessment of pearl millet diseases: downy mildew, ergot, and smut.
Icrisat, Cereal Improvement Program

WRIGHT, S. 1921

Systems of mating.
Genetics, 6: 111-178

ZADOKS, J.C. 1974

Modern concepts of disease resistance in cereals.
Ann. Rev. of Phytopathol., 12: 89-98

APPENDICES

TABLEAU I: Coefficients de corrélations phénotypiques entre les caractères considérés à Nioro en 1977

Caractéristique	Population parentale		Is4255 x Ck60		Ck60 x Is4225	
	Ck60	Is4225	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂
Hauteur de la plante et						
Poids de la panicule	0,55 **	0,47 **	0,44 **	0,50 **	0,44 **	0,60 **
Poids du grain	0,55 *	0,47 *	0,45 **	0,35 **	0,42 *	0,29 *
Poids de 1 000 grains	0,41 *	0,06	0,06	0,19 **	0,26 *	0,04
Hauteur d'attaque	0,20	0,61	0,37 **	0,51 **	0,60 **	0,73 **
Pourcentage d'attaque	0,21	0,11	0,12	0,06	-0,20	0,22 **
Incidence moyenne	0,09	0,11	0,12	0,05	-0,06	0,14
Sévérité moyenne	-0,06	0,11	0,07	0,04	-0,11	0,22
Indice d'infection m	-0,07	0,16	0,18	0,04	-0,16	0,20
Indice d'infection M	-0,15	0,20	0,15	0,05	-0,19	0,24
Poids de la panicule et						
Poids du grain	0,81 **	0,85 **	0,96 **	0,88 **	0,70 **	0,59 **
Poids de 1 000 grains	0,41 *	0,14	0,30 **	0,25 *	0,25 *	0,10
Hauteur d'attaque	0,24	0,26	0,43 **	0,32 **	-0,02	0,03
Pourcentage d'attaque	-0,04	0,14	0,28 *	0,11	-0,04	-0,03
Incidence moyenne	0,11	0,12	0,21	0,06	0,14	-0,02
Sévérité moyenne	0,18	0,11	0,17	0,06	-0,16	-0,01
Indice d'infection m	0,12	0,13	0,15	0,08	0,14	-0,01
Indice d'infection M	0,14	0,11	0,16	0,07	0,20	0,00
Poids du grain et						
Poids de 1 000 grains	0,40 *	0,08	0,34 **	0,37 **	0,62 **	0,10
Hauteur d'attaque	0,15	0,11	0,44 **	0,25 **	0,54 **	0,14 *
Pourcentage d'attaque	-0,08	0,10	-0,36 **	0,06	0,13	-0,03
Incidence moyenne	0,10	0,15	-0,30	0,01	0,16	-0,06
Sévérité moyenne	0,17	0,14	-0,26 *	0,02	0,01	-0,02
Indice d'infection m	0,13	0,11	-0,30 *	0,02	0,02	-0,02
Indice d'infection M	0,15	0,08	-0,20	0,04	-0,07	-0,04
Poids de 1 000 grains et						
Hauteur d'attaque	-0,15	-0,11	0,08	0,16 **	0,43 **	0,03
Pourcentage d'attaque	-0,13	-0,12	0,16	0,07	-0,11	0,00
Incidence moyenne	-0,13	-0,18	0,17	0,05	-0,21	0,04
Sévérité moyenne	-0,11	-0,18	0,04	0,05	-0,15	0,06
Indice d'infection m	-0,17	-0,16	-0,02	0,03	-0,16	0,07
Indice d'infection M	-0,22	-0,18	-0,05	0,03	-0,16	0,01
Hauteur d'attaque et						
Pourcentage d'attaque	0,41 **	0,20	0,22 *	0,31 **	0,15	0,28 **
Incidence moyenne	0,63 **	0,21	0,36 **	0,44 **	0,11	0,31 **
Sévérité moyenne	0,50 **	0,17	0,26 **	0,36 **	-0,03	0,28 **
Indice d'infection m	0,40 **	0,28	0,29 **	0,36 **	0,02	0,26 **
Indice d'infection M	0,36	0,30	0,30 **	0,39 **	-0,01	0,30 **
Pourcentage d'attaque et						
Incidence moyenne	0,60 **	0,63 **	0,83 **	0,61 **	0,72 **	0,85 **
Sévérité moyenne	0,55 **	0,54 **	0,75 **	0,57 **	0,60 **	0,78 **
Indice d'infection m	0,53 **	0,52 **	0,71 **	0,53 **	0,65 **	0,77 **
Indice d'infection M	0,55 **	0,55 **	0,65 **	0,56 **	0,59 **	0,75 **
Incidence moyenne et						
Sévérité moyenne	0,89 **	0,92 **	0,91 **	0,94 **	0,92 **	0,93 **
Indice d'infection m	0,77 **	0,72 **	0,83 **	0,84 **	0,77 **	0,92 **
Indice d'infection M	0,72 **	0,63 **	0,73 **	0,86 **	0,77 **	0,85 **
Sévérité moyenne et						
Indice d'infection m	0,86 **	0,83 **	0,90 **	0,88 **	0,86 **	0,97 **
Indice d'infection M	0,84 **	0,63 **	0,79 **	0,86 **	0,84 **	0,91 **
Indice d'infection m et indice d'infection M						
	0,84 **	0,64 **	0,84 **	0,85 **	0,85 **	0,92 **

*: Significatif à 5%

**: Significatif à 1%

TABLEAU II: Coefficients de corrélations phénotypiques entre les caractères considérés Nioro en 1978

Caractéristique	Population rentale			Is4225 x Ck60		CE111-6 x Ck60	
	Ck60	Is42	CE111-6	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂
Hauteur de la plante et							
Poids de la panfculc	0.43 ***	0,73 *	0.48 ***	0.51 ** *	0.44 **	0,30 *	0.61 **
Poids du grain	0.28 ***	0,70 *	0.41 **	0,52 ***	0.40 **	0,15	0.50 **
Poids de 1 000 grains	0.41 **	0,35	0.28 ***	0,31 ***	0.25 ***	0,08	0.44 **
Hauteur d'attaque	0.06	0,82 *	0.88 ***	0.18 *	0,53 **	0,81 **	0,67 **
Pourcentage d'attaque	0.03	0,12	0,04	-0,15	0,07	-0,13	0,11 *
Incidence moyenne	0.02	0,09	0.04	-0,12	0,08	0,04	0,13 *
Sévérité moyenne	0.01	0.04	0.09	-0,10	0,10	0,07	0.14 *
Indice d'infection m	0.03	0.05	0.10	-0.17	0,10	0,01	0,15 **
Indice d'infection M	0.02	0.09	0.07	-0,15	0.16	-0.06	0,18 **
Poids de la panicule et							
Poids du grain	0,88 **	0,94 *	0,44 ***	0,94 **	0,91 ** *	0,94 **	0,94 **
Poids de 1 000 grains	0,59 **	0.42	0,57 **	0,45 **	0,69	0.66	0,66 **
Hauteur d'attaque	0.07	0,50 *	0.26 *	0.18	0,22 ***	0,12 ***	0,30 **
Pourcentage d'attaque	0,07	0,04	-0.13	-0.11	0.01	0,15	-0.01
Incidence moyenne	0.07	-0.04	-0,09	-0.10	0,01	0,19	0,02
Sévérité moyenne	0.07	-0.14	-0.08	-0.10	0.02	0,18	0,03
Indice d'infection m	0,08	-0.11	-0,04	-0.31 *	0,02	0,19	0,03
Indice d'infection M	0.08	-0.08	0,04	-0.20	0.04	0,16	0,06
Poids du grain et							
Poids de 1 000 grains	0.52 ***	0.47	0,54 **	0,53 **	0,47 ***	0,70 **	0,61 **
Hauteur d'attaque	0,07	0,47	0.19	0,16	0,18	0,16	0,22
Pourcentage d'attaque	0.07	-0,02	-0.13	-0,22	-0.04	0,14	-0,04
Incidence moyenne	0.07	-0.11	-0.11	-0,23	-0,03	0,15	0,00
Sévérité moyenne	0.08	-0.22	-0,08	-0.23	-0.02	0,24	0,02
Indice d'infection M	0.10	-0.19	-0,02	-0.30 *	-0,03	0,17	0,02
Indice d'infection m	0.38	-0,15	0.07	-0,28 *	-0,01	0,11	0.05
Poids de 1 000 grains et							
Hauteur d'attaque	0,07	0,27	0,12	0,03	0,01	-0.26	0,17
Pourcentage d'attaque	0,03	-0,14	-0,17	-0,17	-0.19	0,39 **	-0,08
Incidence moyenne	0,04	-0.24	-0,18	-0,23	-0.19	0,17	0,03
Sévérité moyenne	0.08	-0.31	-0.14	-0,23	-0.18	0.12	0,05
Indice d'infection m	0.07	-0,24	-0.13	-0,26 *	-0.20	0,17	0.05
Indice d'infection M	0.09	-0,19	0.01	-0.23	-0,12	0,19	0.11
Hauteur d'attaque et							
Pourcentage d'attaque	0.81 ***	0,43	0,21	0.19	0.65 **	0,13	0.64 **
Incidence moyenne	0.78 ***	0.42	0,20	0.18	0,63 **	0,28	0.59 **
Sévérité moyenne	0.74 ***	0.34	0,21	0.14	0,57 **	0,25	0,53 **
Indice d'infection m	0.75 ***	0,34	0.19	0.14	0,57 ***	0,26	0,53 **
Indice d'infection M	0.78 **	0,31	0.10	0,13	0,65 **	0,10	0,53 **
Pourcentage d'attaque et							
Incidence moyenne	0.92 ***	0.71	0,40 **	0.69 **	0,89 **	0,67 **	0.85 **
Sévérité moyenne	0.56 ***	0.58	0,35 **	0.64 ***	0,82 **	0,79 ***	0,79 **
Indice d'infection m	0,86 **	0.55	0,24 **	0,66 ***	0.81 ***	0,50 ***	0.78 ***
Indice d'infection M	0.77 **	0.47	0,21 *	0.56 **	0.84 **	0.41 **	0.77 **
Incidence moyenne et							
Sévérité moyenne	0,93 ***	0.89	0.63 **	0,90 **	0,94 **	0,82 ***	0,93 **
Indice d'infection m	0,92 ***	0.87	0.51 **	0.88 ***	0,92 **	0.94 **	0.92 **
Indice d'infection M	0.76 ***	0.78	0.51 **	0.80 **	0,91 ** *	0,51 **	0.90
Sévérité moyenne et							
Indice d'infection m	0,86 ***	0.96	0,65 **	0.98 **	0.98 **	0,98 **	0,97 **
Indice d'infection M	0.86 ***	0.80	0.72 **	0.84 **	0,91 **	0,70 **	0.33 ***
Indice d'infection m et							
Indice d'infection M	0,80 **	0.79	0,55 **	0,82 ***	0.91 **	0.57 **	0,86 **

*: Significatif à 5%.

**: Significatif à 1%.

TABLEAU III: Coefficients de détermination (R^2) issus de l'analyse de régression multiple pour la génération F_2 des croisements Is4225 x Ck60 1977 (1), Is4225 x Ck60 1978 (2) et CE111-6 x Ck60 1978 (3)

Caractéristique	Croisement	Poids de la panicule - - 0	Poids du grain	Poids de 1 000 grains
Hauteur de la plante	1	0,25	0,12	0,04
		0,20	0,16	0,01
	3	0,23	0,18	0,02
Pourcentage d'attaque	1	0,003	0,003	0,004
	2	0	0,002	0,020
	3	0,008	0,020	0,074
Incidence moyenne	1	0,002	0,005	0,001
	2	0,003	0	0,001
	3	0	0,020	0,001
Sévérité moyenne	1	0,006	0,005	0,003
	2	0	0	0,001
	3	0,001	0,020	0,005
Indice d'infection m	1	0,006	0,002	0,003
	2	0	0,002	0,040
	3	0	0,020	0
Indice d'infection M	1	0,001	0	0,003
	2	0,001	0,002	0,022
	3	0,003	0,003	0,013

TABLEAU IV: Coefficients de détermination (R^2) issus de l'analyse de régression multiple pour la génération F_2 des croisements Is4225 x Ck60 (1) et CE111-6 x Ck60 (2) en 1978, en considérant les dates d'observation T_1 , T_2 , T_3 et T_4

Date et caractéristique	Croisement	Poids de la panicule	Poids du grain	Poids de 1 000 grains
T_1 Incidence moyenne	1	0	0	0,060
	2	0	0	0,034
Sévérité moyenne	1	0		0,009
	2	0	6,015	0
Stade	1	0,120	0,009	0,002
	2	0,026	0,020	0,006
T_2 Incidence moyenne	1	0,001	0,009	0
	2	0	0	0,010
Sévérité moyenne	1	0,012	0,009	0,002
	2	0,002	0,004	0,001
Stade	1	0,013	0,015	0,001
	2	0,011	0,051	0,138
T_3 Incidence moyenne	1	0	0	0,009
	2	0	0	0
Sévérité moyenne	1	0	0	0,009
	2	0,025	0,022	0,020
Stade	1	0,001	0,001	0,001
T_4 Incidence moyenne	1	0,004	0,004	0
	2	0,027	0	0,003
Sévérité moyenne	1	0	0,001	0
	2	0	0	0
Stade	1	0,002	0,001	0,007
	2	0,007	0	0,015

TABLEAU V-1: Distribution de l'indice d'infection maximum pour le cultivar Is4225 (P₁) à Nioro en 1977

Répétition	Indice						Résistants	Sensibles	Total
	12	3	4	5	6				
1				4	3	3		10	10
2				3	3	2		8	8
3	-	-	-	-	5	3		8	8
4	-	-	1	1	7	1	-	10	10
5				3	5	2	-	10	10
6	-	-	-	2	6	2	-	10	10
7	-	-	3	1	2	2	-	8	8
8				2	2	4	-	8	8
9	-	-	-	3	5	2	-	10	10
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	-	4	18	38	20		80	80
Fréquence %	-	-	5	22	47	25		100	100

TABLEAU V-2: Distribution de l'indice d'infection maximum pour le cultivar Ck60 (P₂) à Nioro en 1977

Répétition	Indice						Résistants	Sensibles	Total
	1	2	3	4	5	6			
1	5	4	1	-	-	-	9	1	10
2	4	6	-	-	-	-	10	-	10
3	6	4	-	-	-	-	10	-	10
4	3	5	-	-	-	-	8	1	9
5	4	6	-	-	-	-	10	-	10
6	4	5	-	1	-	-	9	1	10
7	8	1	-	-	-	-	9	-	9
8	4	5	1	-	-	-	9	1	10
9	5	3	-	-	-	-	8	-	8
Total	43	38	4	-	-	-	81	4	85
Fréquences	%	50	44	5	-	-	95	5	100

TABLEAU V-3: Distribution de l'indice d'infection maximum pour la génération F_1 du croisement Is4225 x Ck60 à Nioro en 1977

Répétition	Indice						Résistants	Sensibles	Total
	1	2	3	4	5	6			
1	-	-	5	3	1	-	-	9	9
2	-	-	1	1	10	-	-	12	12
3				4	2	-	-	6	6
4			2	12	-	.		14	14
5			4	8	2	-		14	14
6			1	4	6	1		12	12
7		3	6	6	2	-	3	14	17
8				1	19	-		20	20
9				2	9	3		14	14
Total		3	19	41	51	4	3	114	117
Fréquences %		2	16	35	44	2	3	97	100

TABLEAU V-4: Distribution de l'indice d'infection maximum pour la génération F_2 du croisement Is4225 x Ck60 à Nioro en 1977

Répétition	Indice						Résistants	Sensibles	Total
	1	2	3	4	5	6			
1	3	2	24	17	6	-	5	47	52
2	4	2	21	18	8	-	6	47	53
3	16	2	16	6	8	-	18	30	48
4	2	1	19	18	15	-	3	52	55
5	14	6	12	9	12	-	20	33	53
6	8	4	21	11	9	-	12	41	53
7	15	8	17	4	6	-	23	27	50
8	3	8	19	11	10	-	11	40	51
9	2	4	14	19	18	-	6	51	57
Total	67	37	163	113	92	-	104	368	472
Fréquences %	14	8	34	24	19	-	22	78	100

TABLEAU VI-1: Distribution de l'indice d'infection maximum pour le cultivar Ck60 (P₁) à Niogo en 1977

Répétition	Indice						Résistants	Sensibles	Total
	1	2	3	4	5	6			
1	8	1	-	-	-	-	10	0	10
2	4	5	-	-	-	-	9		9
3	2	8	-	-	-	-	10		10
4	9	1	-	-	-	-	10		10
5	3	6	1	-	-	-	9	1	9
6	2	7	1	-	-	-	9	1	9
7	5	5	0	-	-	-	10	0	10
Total	34	33	2	-	-	-	67	2	69
Fréquences %	49	48	3	-	-	-	97	3	100

TABLEAU VI-2: Distribution de l'indice d'infection maximum pour le cultivar Is4225 (P₂) à Nioro, en 1977

Répétition	Indice						Résistants	Sensibles	Total
	1	2	3	4 A	5	6			
1				1	1	7		9	9
2				-	4	5		9	9
3				1	1	8		10	10
4					2	6		8	8
5		2	2	-	3	3	2	8	10
6					6	2		8	8
7					3	2		5	5
Total		2	2	2	20	33	2	57	59
Fréquences %		3	3	3	34	56	3	97	100

TABLEAU VI-3: Distribution de l'indice d'infection maximum pour la génération F_1 du croisement Ck60 x Is4225 à Nioro en 1977

Répétition	Indice						Résistants	Sensibles	Total
	1	2	3	4	5	6			
1	2	2	2	1	2		4	5	9
2		7	8	4	-		7	12	19
3		5	5	5	-		5	10	15
4	2	2	5	4	1		4	10	14
5			4	1	a	4	0	17	17
6					1	7	-	8	8
7			2	2	1	-	-	5	5
Total	4	16	26	17	13	11	20	67	87
Fréquences %	5	18	30	19	15	13	23	77	100

TABLEAU VI-4: Distribution de l'indice d'infection maximum pour la génération F_2 du croisement Ck60 x Is4225 à Nioro en 1977

Répétition	Indice				Résistants		Sensibles	Total
	1	2	3	4	5	6		
1	5	9	10	20	9	6	14	59
2	4	9	10	19	10	10	13	62
3	7	8	9	8	13	14	15	59
4	13	14	10	9	8	4	27	58
5	2	8	2	7	12	28	10	59
6		1	2	-	10	39	1	52
7	2	7	2	13	17	15	9	56
Total	33	56	45	76	79	116	89	405
Fréquences %	8	14	11	19	19	29	22	100

TABLEAU VII-1: Distribution de l'indice d'infection maximum pour le cultivar Is4225 (P₁) à Nioro en 1978

Répétition	Indice					Résistants	Sensibles	Total
	1	2	3	4	5	6		
1		1	7	13	2	-	1	23
2		5	11	15			5	37
3				10	17	8	-	35
4			2	6	19	7		34
5			3	4	15	18	-	40
6	-	-	1	-	17	13	-	31
Total		6	24	48	76	46	6	200
Fréquences	%	3	12	24	38	23	3	100

TABLEAU VII-Z: Distribution de l'indice d'infection maximum pour le
cultivar Ck60 (P₂) à Nioro en 1978

Répétition	Indice						Résistants	Sensibles	Total
	1	2	3	4	5	6			
1	23	6	-	-	-	-	29		29
2	25	5	1	-	-	-	30	1	32
3	18	21	-	-	-	-	39	-	39
4	23	8	1	-	-	-	31	1	32
5	10	11	1	-	-	-	21	1	21
6	12	8	-	-	-	-	20	0	20
Total	111	59	3	-	-	-	170	3	173
Fréquences %	64	34	2	-	-	-	98	2	100

TABLEAU VII-3-1: Distribution de l'indice d'infection maximum pour la génération F_1 du croisement Is4225 x Ck60 à Nioro en 1978

Répétition	Indice						Résistants	Sensibles	Total
	1	2	3	4	5	6			
1			3	9	2	0	0	14	14
2	0	4	10	5	1	0	4	16	19
3	0			0		0			
4		1	2	7	5	1	1	15	16
5	0		5	3	1	1		10	10
6	0			2	4	3	0	9	9
Total	0	5	20	26	13	5	5	64	69
Fréquences %	0	7	29	38	19	7	8	92	100

TABLEAU VII-3-2: Distribution de l'indice d'infection maximum pour la
génération F_{1R} du croisement Is4225 x Ck60 à Nioro en
1978

Répétition	Indice						Résistants	Sensibles	Total
	1	2	3	4	5	6			
1	-		5	2		-		7	7
2	-	8	11	-		-	8	11	19
3	1	3	6	6	1	-	4	13	17
4			5	4	1	-	-	10	10
5		1	7	4		1	1	12	13
6	-			7	3	-		10	10
Total	1	12	34	23	5	1	13	63	76
Fréquences %	1	16	45	30	7	1	17	83	100

TABLEAU VII-4: Distribution de l'indice d'infection maximum pour la génération F_2 du croisement Es4225 x Ck60 à Nioro en 1978

Répétition	Indice						Résistants	Sensibles	Total
	1	2	3	4	5	6			
1	9	1	2	3	1	6	9	10	58
2	24	12	20	16	11	3	36	50	86
3	14	14	31	24	11	1	28	67	95
4	2	1	27	23	28	6	3	84	87
5	9	7	30	27	13	4	16	74	90
6	4	4	19	18	4	12	8	53	61
Total	62	39	150	124	76	26	101	376	477
Fréquences %	13	8	31	26	16	5	21	79	100

TABLEAU VII-5: Distribution de l'indice d'infection maximum pour 2^a génération BC₁ du croisement Is4225 x Ck60 à Nioro en 1978

Répétition	Indice						Résistants	Sensibles	Total
	1	2	3	4	5	6			
1	-	-	1	2	5	2	-	10	10
2			1	4	9	5		19	19
3	-	1	8	7	4	-	1	19	20
4	-	-	-	4	5	6		15	15
5	-	-	11	2	3	2		18	18
6	-	-	4	8	6	1		79	19
Total	1	1	25	27	32	16	1	100	ROI
Fréquences %	1	1	25	27	32	16	7	99	100

TABLEAU VII-G: Distribution de l'indice d'infection maximum pour la génération BC₂ du croisement Is4225 x Ck60 à Nioro en 1978

Répétition	Indice						Résistants	Sensibles	Total
	1	2	3	4	5	6			
1	2	3	2	1			5	3	8
2	1	3	4	1			4	5	9
3				-				-	
4	6	4	6	1		1	10	8	18
5	1	3	6	1			4	7	11
6				-		-	-	-	
Total	10	13	18	4		1	23	23	46
Fréquences %	22	28	39	7		2	50	50	100

TABLEAU VI11-1: Distribution de l'indice d'infection maximum pour le
cultivar CE111-6(P₁) à Nioro en 1978

Répétition	Indice						Résistants	Sensibles	Total
	1	2	3	4	5	6			
1	-	-	-	3	9	8	-	20	20
2	-	-	-	-	12	16	-	28	28
3	-	-	-	1	8	76	-	25	25
4	-	-	-	4	28	5	-	37	37
5	-	-	1	7	26	1	-	35	35
6	-	-	-	1	17	11	-	29	29
Total	-	-	1	16	100	57	-	174	174
Fréquences %	-	-	1	9	57	33	-	100	100

TABLEAU VIII-2: Distribution de l'indice d'infection maximum pour le cultivar Ck60 (P₂) à Nioro en 1978

Répétition	Indice						Résistants	Sensibles	Total
	1	2	3	4	5	6			
1	20	3		-	-		23		23
2	21	8	2		-		29	2	31
3	5	14	2	1	-		19	3	22
4	37	3	-	-	-		40		40
5	25	8		-	-		33		33
6	17	9	1				26	1	27
Total	125	45	5	1	-		170	6	176
Fréquences %	71	25	3	1	-		97	3	100

TABLEAU VIII-3: Distribution de l'indice d'infection maximum pour la
génération F_1 du croisement CE111-6 x Ck60 à Nioro en
1978

Répétition	Indice						Résistants	Sensibles	Kota?
	1	2	3	4	5	6			
1			5	3	-	-	-	8	8
2			1	1	10	-	-	32	12
3				4	2	-	-	6	6
4			2	12	-	-	-	14	14
5			4	8	2	-	-	14	14
6			1	4	6	1	-	12	12
Total			13	32	20	1	-	66	66
Fréquences	%		20	48	30	2	-	100	100

TABLEAU VIII-4: Distribution de l'indice d'infection maximum pour la génération F_2 du croisement CE111-6 x Ck60 à Nioro en 1978

Répétition	Indice						Résistants	Sensibles	Total
	1	2	3	4	5	6			
1	15	27	16	22	10	1	42	49	91
2	5	11	16	18	33	9	6	76	92
3	7	12	17	29	24	9	19	79	98
4	15	15	29	26	23	1	30	79	109
5	5	17	32	27	21	2	22	82	104
6	1	12	22	33	24	6	13	85	98
Total	48	94	132	155	725	28	142	450	592
Fréquences %	8	16	23	27	21	5	24	76	100

TABLEAU VIII-S: Distribution de l'indice d'infection maximum pour la
génération BC₁ du croisement CE111-6 x Ck60 à Nioro
en 1978

Répétition	Indice						Résistants	Sensibles	Total
	1	2	3	4	5	6			
1	-	-	-	2	5	2	-	9	9
2	-	-	-	4	70	3	-	17	17
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	4	7	7	1	-	19	19
5	-	-	2	7	10	-	-	19	19
6	-	2	4	2	1	1	2	8	10
Total	-	2	10	22	33	7	2	74	76
Fréquences %	-	3	13	30	45	9	3	97	100

TABLEAU VIII-6: Distribution de l'indice d'infection maximum pour la
génération BC₂ du croisement CE111-6 x Ck60 à Nioro en
1978

Répétition	Indice						Résistants	Sensibles	Total
	1	2	3	4	5	6			
1	4	3		2	1		7	3	10
2		5	1	3	-		5	4	9
3	6	9	10	6	-		15	16	31
4					-	-	-		
5	5		4	1	-		5	5	10
6	7	2	3	5	-		9	8	17
Total	22	19	18	17	1		41	36	77
Fréquences %	29	25	23	22	1		53	47	100

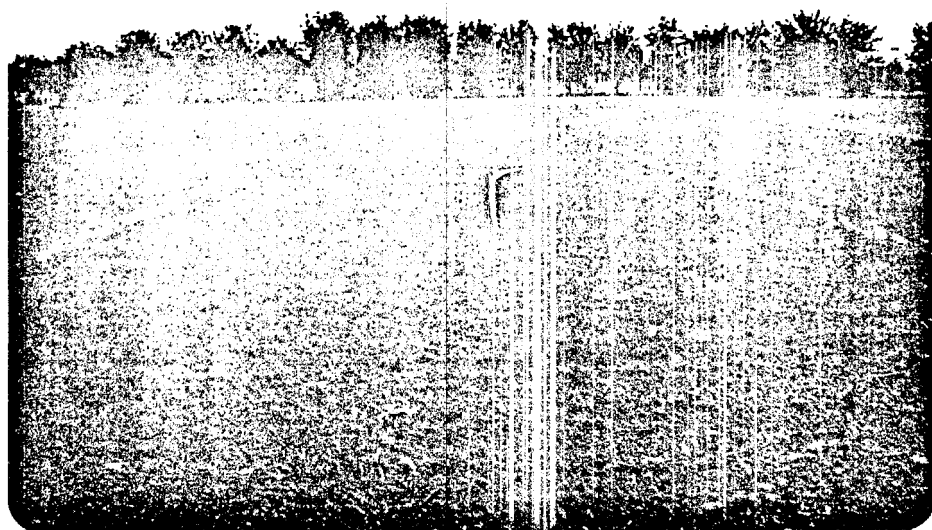


Photo 1: Mise en place de l'expérimentation à Bambey en 1977



Photo 2: Le cultivar résistant Ck60 encadré par deux lignes infestantes du cultivar Is4225 à Bambey



Photo 3: La maladie des bandes suie sur une feuille de sorgho (taches coalescentes)



Photo 4 Détail de la maladie des bandes de suie sur une feuille de sorgho: une tache elliptique mûre, recouverte de sclérotés noirs



Photo 5: Maladie des bandes de suie sur un cultivar peu sensible: la maladie n'ayant pas dépassé les deux tiers de la hauteur



Photo 6: Maladie des bandes de suie sur un cultivar très sensible: 'le plant de sorgho est entièrement brûlé jusqu'à la feuille paniculaire. (Photo réalisée par J.C. Girard, phytopathologiste à Bambe)

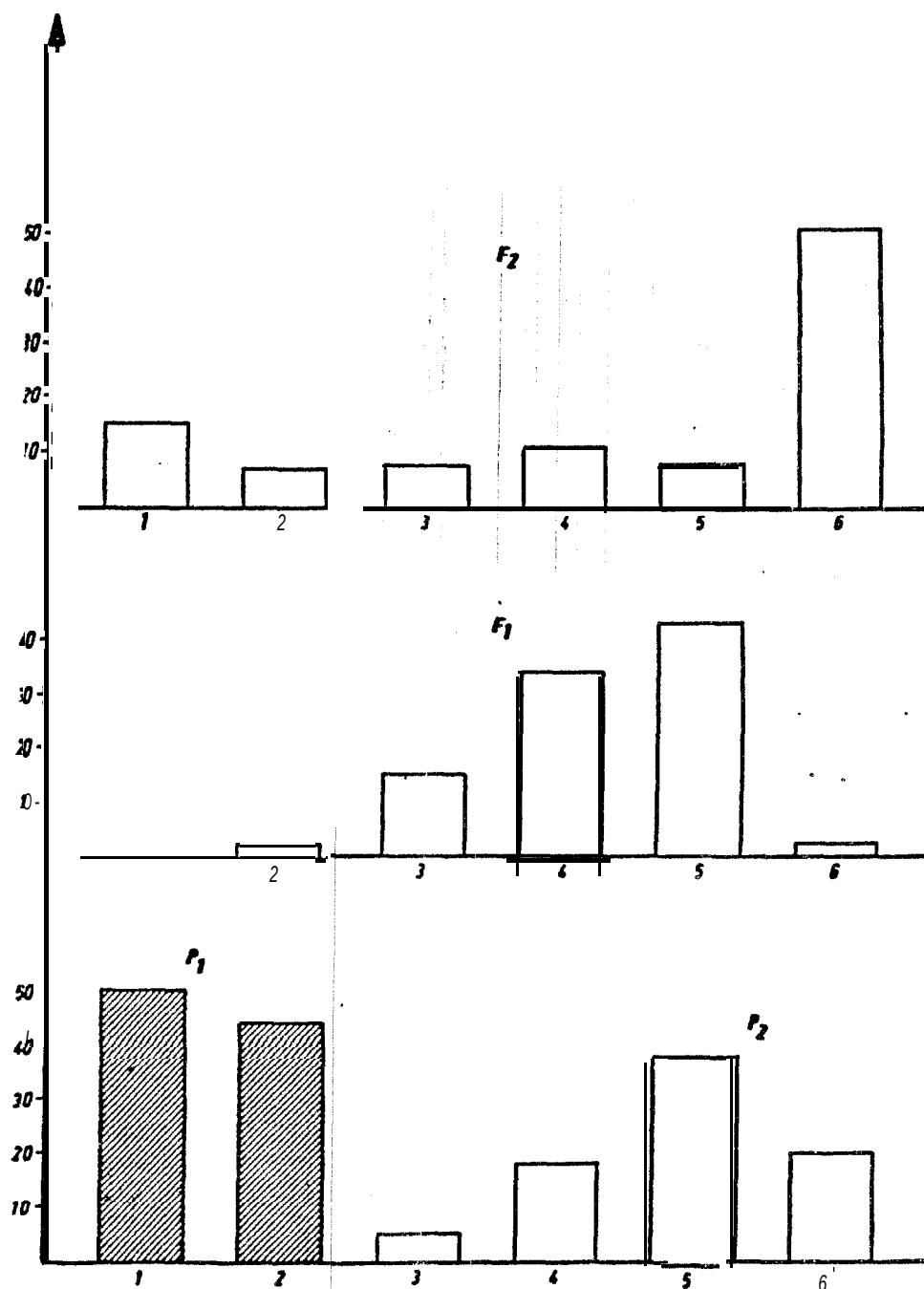
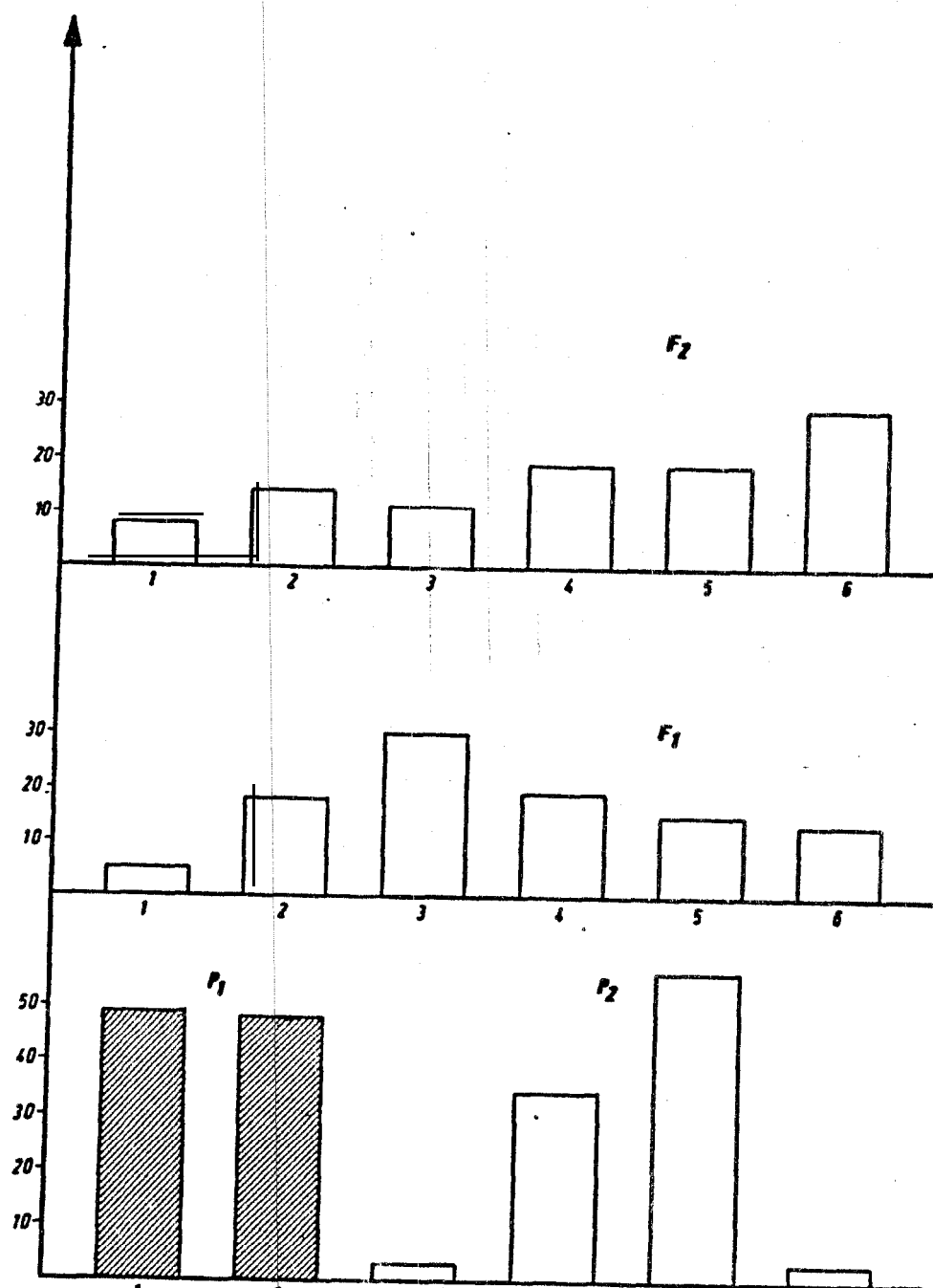


Figure 1. Distribution de l'indice d'infection maximum
dans les populations issues du croisement
IS 422N x IOR00 1 9 7 7



**Figure 2. Distribution de l'indice d'infection maximum
dans les populations issues du croisement
CK 60 x IS 4225 NIORO 1977**