

SYNTHESE DES TRAVAUX SUR LE SORGHO

par C. ETASSE*

Les notes qui ont été présentées précédemment ont fait ressortir, dans la mesure du possible, les traits particuliers et les résultats marquants de chaque programme. De ce fait, il n'est peut-être pas toujours facile pour le lecteur de bien apprécier l'uniformité de vues et de bien saisir le fil conducteur qu'a pu motiver une évolution sensiblement parallèle des grandes orientations avec, toutefois, un certain décalage dans le temps. On retrouve à peu près le même phénomène dans tous les programmes importants, que ce soit en Afrique de l'Ouest anglophone, en Afrique de l'Est et même en Inde.

Cette uniformité d'ensemble et cette évolution concernent aussi bien :

- Les objectifs généraux et particuliers de sélection.
- Les formules variétales recherchées.
- Les méthodes de sélection.

C'est ce que nous allons essayer de développer ci-après, montrant que tout cela aboutit naturellement à une politique d'importants échanges de matériel végétal et d'expérimentation en commun.

LES OBJECTIFS GENERAUX DE SELECTION

Productivité et régularité du rendement.

Comme pour toutes les plantes et dans tous les pays, on a toujours recherché une productivité forte et régulière. C'est un caractère facile à mesurer et à apprécier au moyen des essais comparatifs de rendement ; mais c'est un caractère complexe à composer multiples (caractéristiques de la panicule, adaptation aux conditions climatiques, au sol, au parasitisme). C'est pourquoi on ne sélectionne pas vraiment le rendement mais ses composantes.

Si, pendant un certain temps, on a recherché les variétés ayant les meilleures potentialités en très bonnes conditions, donc pratiquement en l'absence de facteurs limitants, on s'attache de plus en plus à la régularité du rendement qui permet d'atténuer

les accidents du milieu et d'obtenir, même en conditions défavorables, une production satisfaisante.

Bien entendu, la recherche du meilleur rendement ne doit pas se faire aux dépens de la qualité. C'est une condition très difficile à remplir et c'est ce qui fait la difficulté de la sélection chez cette espèce.

Amélioration du rapport paille/grain et réduction des exportations.

Cet objectif est général et très ancien, car tous les sélectionneurs ont été frappés par la morphologie des variétés locales dont la tige varie de 3 à 5 m. Cette tige représente effectivement une masse considérable de matière sèche inutile et un très grand gaspillage d'éléments minéraux dont la restitution au sol est difficile.

Ce défaut est corrigé par l'incorporation aux variétés sélectionnées de 2 ou 3 des 4 gènes de nanisme connus. Les premiers croisements ont été faits avec la variété à stérilité mâle CK 60 ; par la suite, on a utilisé des introductions fertiles à bien meilleure qualité de grain.

D'une façon générale, on cherche à obtenir des tiges de 1,50 à 2 m dans le groupe précoce et de 1,80 à 2,50 m dans le groupe tardif. Le raccourcissement de la tige augmente la résistance à la verse et on pensait aussi que cela permettait d'augmenter la densité de semis et donc le rendement ; en réalité, il n'en est rien car la surface foliaire des variétés courtes reste très importante et l'ombrage mutuel diminue la photosynthèse.

Vigueur de départ.

Lorsque les conditions sont très favorables (absence de facteurs limitants) en début de végétation, on constate que la vitesse de développement de la jeune plantule n'a que très peu d'influence sur le rendement. Dans de telles conditions, les meilleures lignées atteignent presque le niveau des meilleurs hybrides, par contre, si les conditions sont un peu plus limites, surtout au semis et pendant les trois premières semaines, les différences entre hybrides et lignées deviennent très importantes.

Or, quand on cultive côte à côte hybrides et lignées, le caractère qui saute aux yeux est la différence de développement pendant les premiers stades. On peut donc admettre que ce caractère, sans doute par une meilleure installation de la plante (racines et feuilles) dans le milieu, conditionne pour une bonne part le rendement final de la culture.

La vigueur de départ est soumise en partie à la qualité des semences mais, il y a également des différences variétales très grandes. Des variétés comme *Meloland* originaire de Californie et *Naga White* du Ghana ont une bonne vigueur de départ. On peut donc penser qu'en utilisant une méthode de criblage adaptée aux descendance de croisements on pourra obtenir des lignées régulièrement vigoureuses.

Cycle et résistance aux moisissures du grain.

A cause de la sensibilité du grain aux moisissures pendant la période de maturation, le cycle doit être ajusté de façon assez étroite à la longueur de la saison des pluies en faisant coïncider la floraison avec la fin de la période très humide.

Sauf pour les variétés précoces de soudure, ceci correspond très exactement aux caractéristiques des variétés locales qui sont renommées pour la qualité de leur grain.

Pendant les premières étapes des programmes de sélection, on a recherché un cycle correspondant sensiblement à celui des variétés locales photosensibles. Les résultats ont été conformes au but à atteindre tant que les conditions culturales ont été maintenues à leur niveau de départ, mais à partir du moment où l'intensification (travail du sol et fertilisation) est devenue une réalité au moins en station, le développement végétatif est devenu tel que les stocks d'eau du sol en fin de cycle n'étaient souvent plus suffisants pour assurer une maturation normale. Il y avait là un risque trop important absolument contraire à l'objectif de stabilité du rendement.

Par ailleurs, les agronomes réclament souvent des variétés à cycle court qui leur permettent de faire un

* ETASSE (C.). — Coordonnateur sorgho, IRAT (France). Division d'amélioration des plantes, IRAT/GERDAT, BP 5035, 94032 Montpellier.

O. R. S. T. O. M. 30 JUIN 1978

Collection de Référence

n° 3291 B.A.A.U.

labour avec enfouissement des résidus de récolte avant la saison sèche.

Pour ces deux raisons, le sélectionneur, en liaison avec un phytopathologiste quand c'est possible, a tendance à conserver des lignées à cycles plus courts, cherchant à concilier les deux impératifs de stabilité du rendement des variétés précoces et la bonne qualité de grain des variétés tardives.

Il faut bien admettre que c'est là un idéal qui n'est pas encore atteint et qu'on n'est même pas sûr d'atteindre un jour. Certes, on connaît d'importantes différences variétales pour la sensibilité du grain, mais on n'a pas encore trouvé la résistance ni même une tolérance suffisante pour préconiser la culture de variétés précoces en toutes conditions climatiques.

Qualités du grain

(grosceur, vitrosité, couleur, aspect brillant ou mat).

Dans l'immense majorité des cas qui nous intéressent, le sorgho est utilisé pour l'alimentation humaine avec préparation manuelle par les femmes des plats traditionnels ; ceci a pour conséquence directe ou indirecte la recherche d'un certain nombre de caractéristiques qui sont plus ou moins impératives selon les habitudes.

Disons qu'une bonne variété doit avoir un grain facile à piler par les femmes, ne s'écrasant pas facilement pour limiter les pertes avec le son, fournissant une farine blanche ; il faudrait ajouter les qualités gustatives, mais leur appréciation est beaucoup trop subjective.

Le grain doit donc être :

— gros (au moins 25 à 30 g pour 1.000 grains) pour réduire la proportion de son et de germe éliminée par le décorticage avant mouture,

— vitreux (au moins 2 de l'échelle Bono) surtout parce qu'un grain vitreux est dur et résiste bien à l'écrasement au cours du décorticage),

— de couleur claire (blanc ou ivoiré) sans couche brune car, malgré tout le soin apporté au pilonnage, il reste toujours quelques morceaux d'enveloppes qui colorent la farine. Les tanins abondants chez les grains colorés réduisent la digestibilité,

— si possible brillant, car le grain a un aspect beaucoup plus sain et agréable pour le consommateur ou l'acheteur ; ce n'est pas, toutefois, un caractère impératif.

Absence d'anthocyane :

En conditions très humides, la transformation de composés phénoliques

aboutit au développement très important d'anthocyanes dans le feuillage qui peut aller jusqu'au dessèchement de celui-ci.

Sur le grain, il y a développement de taches localisées qui déprécient très fortement la récolte, allant jusqu'à l'impossibilité de vulgariser de telles variétés. C'est un défaut de beaucoup des premières obtentions de l'IRAT et également d'introductions.

Au Sénégal, ce danger a été perçu assez tôt et presque tous les croisements font intervenir une variété sans anthocyane dite « tan » depuis une dizaine d'années ; la première de ces variétés a été le **Mourmouré**, originaire du Niger. Ailleurs, on procède au transfert aux bonnes obtentions par recroisements successifs, du caractère absence d'anthocyane.

Résistance aux maladies et prédateurs.

De nombreuses maladies peuvent attaquer le feuillage mais celle qui provoque le plus de dégâts est le *Ramulispora sorghi*, surtout sur de nombreuses variétés introduites. Sans rechercher une résistance absolue, on s'attache à ne conserver que les lignées qui sont peu attaquées sur les vieilles feuilles de la base. Les sélections sans anthocyane dont on dispose sont sensibles ou même très sensibles à cette maladie en Afrique et on peut se demander s'il ne s'agit pas là de caractères liés.

Assez récemment, on a découvert que de nombreux exemples d'échaudage du grain, malgré les bonnes conditions d'alimentation hydrique sont dus à une attaque de *Fusarium sp.* ; ceci expliquerait les rendements très irréguliers de certaines variétés comme le 137-62 du Niger et de bien d'autres sélections récentes, notamment celles issues de croisements avec Kaura. Fort heureusement, il semble y avoir d'importantes différences variétales de sensibilité.

Sur le grain, ce sont les moisissures qui causent le plus de problèmes quand celui-ci arrive à maturité en période humide et des recherches sont poursuivies notamment au Sénégal et en Haute-Volta pour trouver des variétés précoces cultivables en toutes conditions.

Parmi les insectes, peu d'entre eux constituent un danger grave dans les conditions de culture assez extensive en Afrique. L'*Atherigona sp.* est présent partout, mais si les semis précoces sont respectés, les dégâts dus à la première génération sont très faibles. Différentes espèces de foreurs des tiges existent, mais ne sont susceptibles de réduire le rendement que lorsque les larves pénètrent dans le pédoncule floral qui se casse alors

facilement. La cécidomyie (*Contarinia sorghicola*), existe également partout mais ne devient dangereuse qu'à partir de la troisième génération, soit 20 à 30 jours après les premières floraisons ; on limite les pullulations en ne cultivant que des variétés à floraison groupée.

Le *Striga* est également inscrit parmi les ennemis du sorgho. On connaît des variétés locales tolérantes, malheureusement, elles ne sont agronomiquement que peu intéressantes. Le meilleur moyen de lutte reste le respect des rotations, le travail du sol et la fertilisation.

LES OBJECTIFS PARTICULIERS

Selon les pays, il existe des systèmes culturaux particuliers qui peuvent exiger des types variétaux spécifiquement adaptés.

Les sorghos de décrue :

Ce sont des sorghos aptes à être cultivés en début de saison sèche (photosensibles et assez résistants au froid) dont l'alimentation en eau est assurée uniquement par les réserves du sol. Il s'agit généralement de vertisols, très argileux, à fort pouvoir de rétention et qui sont, en saison des pluies, inondés ou engorgés d'eau.

Les types variétaux adaptés présentent une grande homogénéité, et la sélection pour cet objectif est assez inefficace. Les deux principaux facteurs limitants sont la réserve d'eau utile et la fertilité du sol.

Les sorghos dunaires :

On désigne sous cette appellation des types de sorghos particulièrement bien adaptés aux sols très sableux (les dunes). Ils sont résistants à la sécheresse mais leur adaptation tient sans doute surtout à l'aptitude à supporter des « pH » assez bas et corrélativement la toxicité aluminique qui caractérise souvent ces sols sableux acides et épuisés. On les trouve fréquemment en culture associée avec le mil *Pennisetum* au Niger où il existe une sélection spéciale ; on peut d'ailleurs noter que beaucoup de lignées sélectionnées au Sénégal sur des sols intermédiaires révèlent une assez bonne adaptation aux sols sableux typiques.

Les sorghos de culture irriguée :

Dans les zones nord, le facteur eau est fréquemment limitant pour l'intensification de la culture, surtout pendant la dernière série d'années sèches. Chaque fois que cela est possible des aménagements sont entrepris (grands barrages ou micro-hydrau-

lique) pour pouvoir apporter une irrigation de complément aux cultures de saison des pluies ou même pour faire des cultures de saison sèche entièrement irriguées.

Certaines cultures riches rentabilisent assez facilement ces investissements mais ce n'est généralement pas le cas des cultures vivrières; toutefois, pour des raisons de rotations culturales, de lutte contre certaines mauvaises herbes, d'aération du sol ou même pour des raisons psychologiques, on est amené à cultiver le sorgho. Dans ce cas, on demande aux variétés utilisées de rentabiliser au mieux les apports d'eau (cycle court, bonne réponse à l'apport d'eau, et à la fertilisation, production de paille réduite). Dans le cas de cultures d'hivernage avec irrigation d'appoint comme à Kogoni, Fanaye et Tarna, il suffit de tester les bonnes variétés précoces; par contre, pour les cultures de saison sèche, l'expérimentation est pratiquement inexistante et seuls des travaux de sélection ont été réalisés pendant cette saison pour gagner du temps.

Les premiers travaux ont montré qu'il est possible de faire une culture dite « désaisonnée » en saison sèche et fraîche avec semis vers le 15 octobre et une culture dite « de contre-saison » en période sèche et chaude avec semis après les froids, soit vers le 15 février. Pour ces deux cultures, on enregistre d'importantes modifications du cycle (réaction au photopériodisme et aux variations de température) et surtout du type de plante, car le tallage est considérablement accru, produisant de nombreuses tiges fines, à floraison échelonnée et panicules très petites. Il faut donc rechercher des cultivars à tallage nul, caractère qu'on trouve chez de nombreux types *durra* et chez les variétés *kafir*; ce n'est malheureusement pas le cas de la plupart des sélections actuelles faisant intervenir des *caudatum* et des *guinea*.

LES FORMULES VARIETALES

Selon les objectifs du programme d'amélioration variétale et aussi surtout en fonction de l'intensification des techniques culturales, on a été amené à peu près dans tous les pays à passer par les étapes :

- obtention de populations améliorées,
- création de lignées,
- exploitation de l'hétérosis par les hybrides F_1 .

Obtention de populations améliorées :

Au départ des travaux de recherche variétale, il était universellement admis que seules des variétés locales améliorées pouvaient permettre au sélec-

tionneur de conserver la bonne adaptation aux conditions du milieu (sol, climat, parasitisme). Ces variétés étant d'un type bien connu des cultivateurs et des consommateurs, leur vulgarisation ne devait pas poser de problème. Les variétés travaillées en Afrique de l'Ouest ont été très souvent de type *Guinea* dont la variabilité est faible.

En réalité, les résultats obtenus avec les populations locales ne sont pas très spectaculaires; les augmentations de rendement dépassant rarement 10 à 15% quand on réalise les tests en plusieurs endroits et pendant deux ou trois ans. Cette différence est appréciable en essai, mais au niveau de la vulgarisation, on ne peut rien prouver et le paysan ne voit pas l'intérêt de changer de semences. Même si celles-ci sont distribuées, on ne peut pas contrôler leur utilisation.

Création de lignées :

Quand des critères de sélection nouveaux ont été adoptés (raccourcissement de la tige et du cycle) et lorsque les conditions culturales ont été améliorées, il n'a plus été possible de se cantonner à l'étude des variétés locales.

Deux voies ont pu être utilisées :

— introduction de lignées possédant les nouveaux caractères recherchés. Cette voie a été, et est encore, largement utilisée, mais il est très rare de trouver la variété directement utilisable;

— croisement de variétés possédant des caractères complémentaires et extraction de lignées dans la descendance. Les premières séries de croisements faisaient intervenir systématiquement une variété locale (souvent de type *Guinea*) pour l'adaptation et une variété introduite pour les caractères nouveaux. Les résultats n'ont pas toujours été très concluants, surtout pour la qualité du grain, et les croisements actuels sont souvent faits uniquement entre variétés introduites, apportant la productivité et la qualité.

Exploitation de l'hétérosis par les hybrides F_1 :

Toujours dans le cadre d'une amélioration de plus en plus poussée des techniques (intensification de la culture), on recherche des cultivars qui répondent bien et régulièrement à ces améliorations. L'exploitation de l'hétérosis permet plus facilement de se rapprocher de cet idéal et, de ce fait, les hybrides F_1 présentent un grand intérêt par leur très forte productivité potentielle et par leur vigueur qui leur permet de développer rapidement un enracinement puissant capable de bien exploiter les ressources du sol, les mettant à l'abri de l'irrégularité des pluies.

L'étude de l'aptitude à la combinaison a donc été entreprise depuis quelques années en Haute-Volta sur variétés tardives et surtout au Sénégal où de nombreux hybrides précoces sont étudiés, ainsi qu'à un moindre échelle au Niger et au Mali. Les hybrides de ce type sont au moins aussi productifs que les meilleurs hybrides introduits et de bien meilleure qualité de grain.

Dans les groupes 1/2 tardifs et tardifs, les résultats sont moins concluants et les études sont freinées par le manque actuel de variétés mâle-stériles adaptées aux conditions africaines. Un des principaux objectifs est donc d'obtenir rapidement, par croisement et extraction de lignées, toute une gamme de ces variétés avec des cycles échelonnés pour répondre à toutes les conditions climatiques.

Le développement des recherches sur l'exploitation de l'hétérosis a été entrepris en tablant sur un développement rapide de solides structures nationales de production de semences.

LES METHODES DE SELECTION

Tout comme les objectifs de sélection et les formules variétales, les méthodes de sélection évoluent selon que l'on envisage des objectifs à court, moyen ou long terme.

Objectifs à court terme :

Dans ce cas, on cherche à obtenir très rapidement des résultats, peut-être fragmentaires ou limités, mais directement vulgarisables; il n'est donc pas question d'entreprendre un travail de création, mais de tirer le meilleur parti possible du matériel existant.

Les variétés ou populations locales se prêtent très bien aux études de ce genre. Pour cela, on commence par faire une prospection de la variété intéressante dans toute la zone où on peut la rencontrer. Ensuite, on peut soit comparer entre eux les différents écotypes, soit extraire des lignées, soit procéder par sélection pédigrée massive. Toutes ces méthodes ont été largement utilisées dans tous les pays et les variétés améliorées sont encore proposées à la vulgarisation au Cameroun (IRAT 55, Yolobri, etc.), en Haute-Volta (S 29, Gnofing, Tioadi, etc.), au Mali (SH 1 D 3, SH 2 D 2, etc.). Leur diffusion est très variable, mais souvent restreinte car elles n'apportent qu'un gain limité; ceci est dû au manque de variabilité génétique à l'intérieur des variétés locales, à la difficulté d'obtenir une expérimentation suffisamment précise pour mettre en évidence les différences réelles et non pas seulement apparentes et sans doute aussi au fait que l'interaction

génotype X environnement modifie l'ordre des classements et donc les choix d'une année sur l'autre.

L'autre méthode consiste à introduire le maximum de variétés aussi proches que possible de ce que l'on recherche et à les observer dans le milieu où on pense les diffuser. C'est une source de variabilité qui est largement exploitée, surtout pour les variétés précoces, principalement à partir de la collection mondiale, des autres stations de recherche de l'Afrique de l'Ouest et, plus récemment, à partir de l'ICRISAT.

Là aussi les résultats ne sont pas négligeables, mais sont souvent difficiles à exploiter directement.

Objectifs à moyen terme :

Il s'agit de créer du matériel nouveau, possédant le maximum de caractères intéressants ou bien de corriger certains défauts.

La méthode classique consiste à croiser entre eux les géniteurs complémentaires pour les caractères recherchés et à extraire les lignées les plus intéressantes dans la descendance. Cette méthode a été employée dans tous les pays depuis une quinzaine d'années, d'abord pour raccourcir la tige, puis pour d'autres caractères au fur et à mesure qu'il est apparu nécessaire de les travailler.

On recherche de cette façon aussi bien des lignées « B » mainteneuses de stérilité pour élargir la gamme des variétés mâle-stériles adaptées, que des lignées « R » restauratrices de fertilité utilisables directement ou sous forme d'hybride F₁.

Ce qui a le plus varié est sans doute l'origine des lignées introduites ; dans les premiers temps le **Combine kafir 60 A** a été très utilisé, mais comme il apportait de graves défauts pour la qualité du grain, il a été remplacé par des introductions de la collection mondiale puis par les sélections de l'Afrique de l'Ouest.

Actuellement on dispose, dans tous les pays, de lignées intéressantes mais qui ont souvent un défaut particulièrement pour la qualité du grain. Dans ce cas, on procède au transfert de gènes par back-cross successifs.

La mutagenèse induite est également utilisée dans certains cas, soit pour réduire la hauteur de paille, soit pour modifier le cycle végétatif de variétés par ailleurs intéressantes. De bons résultats dans ce sens ont été obtenus au Cameroun, mais il n'est pas encore certain que ces modifications ne s'accompagnent pas d'une perte de vigueur et donc d'une baisse de productivité.

Objectif à long terme :

Les résultats obtenus par les méthodes précédentes sont loin d'être négligeables, mais il est certain qu'elles ne favorisent pas les recombinaisons de gènes dans le cas de liaison génétique assez étroite, à moins de travailler sur des effectifs extrêmement importants, ce qui, pratiquement, est impossible. De plus, les variétés sans intérêt agronomique immédiat, mais pouvant posséder quelques caractères utiles et assez rares, sont exclues des croisements car elles apportent trop de défauts ; dans une optique à long terme, on peut les utiliser, car il est possible d'éliminer progressivement ces défauts.

Tout ceci conduit nécessairement à utiliser des méthodes qui assurent un réarrangement continu des groupes de liaison ; un système de sélection récurrente des populations, en se rapprochant le plus possible de l'allogamie complète, est le meilleur car il permet une sélection continue avec recombinaison des génotypes. On tire ainsi parti des effets additifs des gènes et on retient le maximum de gènes dominants favorables.

Chez le sorgho, la constitution de telles populations est possible grâce à l'utilisation des gènes de stérilité (Ms 3 de la souche « Coes », et Ms 7 du « Kaura »).

Depuis 1972, au Sénégal puis en Haute-Volta, on a entrepris la création de composites généraux « R » et « B » en leur incorporant le maximum de variétés disponibles de chaque type (variétés précoces au Sénégal et tardives en Haute-Volta). Les composites précoces et tardifs doivent être brassés ensemble pendant plusieurs années, puis on doit procéder à l'élimination des principaux défauts avant de les distribuer aux diverses stations qui pourront alors faire leurs sélections pour l'adaptation locale et des objectifs particuliers. Il sera aussi possible de travailler la stabilité du rendement en testant multilocalement des descendances.

Des composites thématiques sont aussi en cours de réalisation :

— en Haute-Volta, un composite de type *durra* avec des lignées en majorité africaines intéressantes pour la grosseur de leurs panicules et souvent pour leurs caractères de grain ;

— au Sénégal, un composite « *tan* » (sans anthocyanes). En effet, les premières observations sur les composites disponibles et sur les descendances qui en sont tirées montrent qu'il sera beaucoup plus difficile que prévu d'éliminer les très nombreux défauts ; l'ob-

tention de résultats intéressants est vraiment un objectif à très long terme. Pour obtenir des résultats plus rapides, on ne prend que des lignées agronomiquement valables, sans anthocyanes, avec diversification du cytoplasme pour obtenir cette population « *tan* ».

EXPERIMENTATION COMMUNE

OBJECTIFS DES ESSAIS COOPERATIFS

Ils sont de deux catégories principales :

— Tout d'abord les essais coopératifs permettent de faire connaître à tous les participants d'une même zone climatique les nouvelles variétés disponibles dans chaque pays et jugées les plus intéressantes.

Les variétés ainsi testées peuvent être mises très rapidement en expérimentation multilocale, puis diffusées par les pays où elles se sont révélées supérieures.

— Le deuxième objectif principal est beaucoup plus général. En effet la somme des observations en plusieurs endroits et sur plusieurs années permet aux responsables locaux et centraux de tirer des renseignements fort utiles pour l'orientation des programmes, par exemple en élargissant le choix des géniteurs.

L'expérimentation pendant deux ou trois ans avec les mêmes variétés représentatives d'une gamme assez étendue permet d'avoir une bonne idée des principaux facteurs limitants à chaque endroit.

DIFFERENTS TYPES D'ESSAIS

Suivant que l'on cherche prioritairement des variétés déjà confirmées et très rapidement vulgarisables, ou au contraire des informations sur la stabilité du rendement pour la poursuite des sélections engagées par les principales stations, on peut faire :

— des essais lourds avec peu de variétés. La précision doit être suffisante pour mettre en évidence en deux ou trois ans la supériorité ou l'infériorité des variétés testées ; on utilise des essais à 6 répétitions et des parcelles utiles de 24 m² ;

— des essais légers avec de nombreuses variétés. Ce sont des essais orientatifs pour l'observation de caractères qualitatifs (variations de cycle, tolérance aux maladies, etc.) et la précision y est plus ou moins sacrifiée. Malgré tout, ils nécessitent des moyens importants qui n'ont pas pu être mis en œuvre.

ESSAIS COOPERATIFS DE SORGHOS PRECOQUES COURTS

Essai 1970 : dans cette catégorie, il n'y a eu que les tests réalisés dans le cadre du projet conjoint n° 26 de l'OUA-STRC. Ces tests réalisés en huit endroits sans dispositif statistique à deux ou quatre répétitions donnent des indications sur le comportement d'une douzaine de variétés et hybrides.

Les trois hybrides CK 60 × SA 7706, NK 300, NK 9357, donnent régulièrement les meilleurs résultats (25 à 34 q/ha en moyenne).

Les lignées CE 90 et 137-62 sont intéressantes par leur taille courte et leur bonne qualité de grain (moyenne de 17 q/ha).

Essai 1971 : il y avait huit variétés plus un témoin local mis en place en huit endroits dont sept interprétables (Bambey et Guédé au Sénégal, Kogoni au Mali, Tarna au Niger, Kaya en Haute-Volta). Les rendements moyens ont varié de 25 q/ha à Kaya à 47 q/ha à Kogoni, et les coefficients de variation de 9,5 à 19%.

Essai 1972 : sept variétés ont été comparées en huit points, mais seuls cinq d'entre eux sont interprétables (Bambey au Sénégal, Sotuba et Kogoni au Mali, Kolo et Tarna au Niger). Les rendements moyens varient de 20 à 58 q/ha mais seuls trois essais sont suffisamment précis car les coefficients de variation vont de 5,3 à 39,4%.

Essai 1973 : sur huit essais prévus avec huit variétés, un n'a pu être mis en place faute de terrain et un a été noyé. Restent donc les essais de Bambey au Sénégal, Sotuba et Kogoni au Mali, Tarna au Niger, Tankoulounga en Haute-Volta et Maroua au Cameroun ; les rendements moyens s'échelonnent de 15 à 43 q/ha, et les coefficients de variation de 12,8 à 40%. Seuls les essais de Kogoni et Tarna ont un bon rendement et une précision satisfaisante.

Essai 1974 : cinq essais avec seulement quatre variétés sont interprétables. Ce sont ceux de Bambey et Fanaye au Sénégal, Sotuba et Kogoni au Mali, Tarna au Niger. Les rendements moyens sont très variables, de 23 à 41 q/ha, ainsi que les coefficients de variation, 8,0 à 31,7%.

Essai 1975 : Sur neuf essais prévus avec huit variétés, sept ont pu être réalisés à Bambey et Fanaye au Sénégal, Sotuba et Kogoni au Mali, Tarna au Niger, Gorom-Gorom en Haute-Volta et Maroua au Cameroun. Les rendements moyens vont de 20 à 42 q/ha et les coefficients de variation de 13,5 à 34,8%.

Interprétation globale des résultats et conclusions.

Il est très difficile de tirer de cette série d'essais des conclusions indiscutables. On constate qu'il existe une très grande variabilité entre les rendements moyens des essais et elle est encore plus forte pour chaque variété. Il en est de même pour les coefficients de variation qui, bien souvent, sont tels qu'on ne peut même pas comparer valablement les moyennes entre elles. Les conditions d'homogénéité des moyennes et des variances résiduelles ne sont pas remplies, ce qui rend impossible l'interprétation statistique globale ; même l'interprétation multilocale pour une même année ne peut généralement être faite qu'avec deux ou trois des huit ou neuf essais programmés au départ.

Cet état de fait provient en grande partie de ce qu'on ne maîtrise pas suffisamment bien les techniques agronomiques dans un grand nombre de cas : hétérogénéité du sol aggravée très souvent par une pluviométrie déficitaire et irrégulière (sauf à Fanaye, Kogoni et Tarna où il est possible de faire des irrigations d'appoint). Le problème de la qualité des semences a souvent une grande influence sur le taux de levée et donc sur la régularité des variétés. Le parasitisme (sauf dégâts d'oiseaux) est rarement le principal facteur limitant.

Compte tenu de toutes ces difficultés, nous avons cherché une représentation graphique qui permette d'avoir une vue globale claire du comportement des principales variétés testées au cours de ces cinq années. Les variétés médiocres n'ayant figuré qu'une seule année ne sont pas représentées, bien qu'elles entrent dans le calcul de la moyenne.

Les figures font apparaître le comportement d'une (ou deux) variétés. Chaque point (ou croix) représente le résultat (exprimé en quintaux par hectare), dans un essai en fonction de la moyenne de l'essai : celle-ci est une donnée nettement plus stable que le résultat d'une seule variété qu'on retrouve partout et tous les ans, comme IRAT S 10 qui a subi dans quelques cas des accidents divers. La moyenne générale est représentée par un point (ou une croix) entouré d'un cercle.

Sur chaque graphique ont été tracées les droites :

- « $y = x$ » qui est le lieu des points représentatifs d'une variété parfaitement égale à la moyenne des essais ;
- « $y = 1,20x$ » et « $y = 0,80x$ » qui matérialisent arbitrairement les résultats supérieurs ou inférieurs de 20% à cette même moyenne des essais.

Dans nos conditions, une véritable étude de la stabilité n'est pas possible (résultats trop peu nombreux, sauf pour IRAT S 10, et surtout variétés différentes selon les années).

La variété « IRAT S 10 » (137-62 × Jan-Jaré lignée 30), sélection du Niger, a été mise dans tous les essais (30 résultats) et est représentée sur la figure 1. Sa moyenne générale est de 34,5 q/ha, soit 110% de la moyenne de l'ensemble des essais (31,4 q/ha) ; les points se distribuent au-dessus et autour de la droite de pente 1, avec une dispersion importante. Il s'agit donc d'une variété de productivité moyenne mais assez instable, bien qu'elle soit moins sensible à l'échaudage parasitaire (dû à un fusarium) que la variété parentale 137-62, représentée sur la figure 5 par des croix. La moyenne de cette variété est de 32,3 q/ha, soit 97% de la moyenne des essais (33,4 q/ha) mais la dispersion autour de la droite de pente 1 est encore plus grande à cause de l'échaudage, particulièrement dans les essais du Sénégal.

La figure 2 représente par des points la lignée « IRAT S 11 » (CE 90), sélection du Sénégal, dont la moyenne se situe à 99% (32,1 q/ha) de la moyenne des essais (32,3 q/ha). La variété « IRAT S 15 » (CE 99), également sélection du Sénégal, est présentée sur la même figure par des croix et sa moyenne est de 97% (28,6 q/ha) de la moyenne des essais (29,6 q/ha). Ces deux sélections, génétiquement et morphologiquement assez voisines, ont un comportement moyen comme IRAT S 10, mais avec une dispersion un peu plus faible. Leur principal défaut est une faible vigueur à la levée et en début de végétation. On pense améliorer très sensiblement la stabilité du rendement par transfert de la bonne vigueur de démarrage de la variété « Naga White ».

La figure 3 illustre le cas de deux cultivars à comportement régulier et nettement au-dessus de la moyenne. Il s'agit de l'hybride américain NK 300 (ou C 9357 ou X 3055) dont la moyenne est de 131% (38,2 q/ha) de la moyenne des essais (29,1 q/ha) et de la variété « Naga White » originaire du Ghana : moyenne 127%.

Leurs points se distribuent de façon régulière au-dessus de la droite de pente 1,20 ; ces deux cultivars peuvent donc être considérés comme réguliers à un niveau élevé, et donc des modèles à atteindre. En effet leurs mauvaises qualités de grain les rendent impropres à la consommation humaine (sauf pour la fabrication de bière artisanale) et empêchent leur vulgarisation. L'hybride NK 300 est utilisé comme témoin de productivité, et

Naga White a été utilisé comme géniteur dans toute une série de croisements.

La figure 4 illustre tout le contraire car on y représente deux variétés médiocres, au moins, dans ces conditions d'expérimentation. IRAT S 13 (CE 67 du Sénégal) est une lignée à développement réduit qui apprécie les fortes densités, les terrains argileux et qui peut même supporter un excès d'eau temporaire; sa moyenne 90% (26,7 q/ha) de la moyenne des essais (29,8 q/ha) n'est pas représentative de sa valeur réelle. La variété 68-25, qui est une introduction de la collection mondiale, a donné dans certains essais d'excellents résultats, mais dans le cas présent, elle n'atteint que 80%. Elle n'est intéressante que comme géniteur.

En conclusion, on peut donc dire que le meilleur cultivar est l'hybride NK 300, productif et régulier et que la voie de l'exploitation de l'hétérosis est la plus efficace. C'est bien ce qui est fait au Sénégal pour le groupe précoce, et déjà un certain nombre d'hybrides F₁ ont fourni des résultats aussi bons et avec une bien meilleure qualité de grain. Il faut maintenant les confirmer à plus grande échelle.

Parmi les lignées, IRAT S 10 atteint les meilleurs résultats, sauf au Sénégal; elle présenterait donc un certain intérêt si son grain n'était pas si sensible aux taches d'anthocyan. Ce défaut est en cours de correction à la Station de Tarna au Niger. Les variétés IRAT S 11 et S 15, à bonne qualité de grain et agronomiquement moyennes, seront nettement plus intéressantes quand on aura terminé le transfert de la bonne vigueur de départ. IRAT S 13, quant à elle, conserve tout son intérêt dans certaines conditions bien précises: forte densité en casier aménagé avec irrigation totale ou complémentaire.

ESSAIS COOPERATIFS DE SORGHOS DEMI-TARDIFS COURTS

Le nombre de sélections disponibles pour cette gamme de cycle (semis-maturité: 115 à 130 jours) est beaucoup moins important que pour les cycles plus courts et surtout il n'y a eu que peu de nouveautés. Dans tous les essais, la variété 137-62 marque la limite entre le groupe précoce et le groupe demi-tardif et sert de témoin.

Essai 1971: trois variétés demi-tardives ont été comparées dans le même essai que les variétés précoces en huit points, mais seuls ont été interprétables ceux de Bambey au Sénégal, Kogoni au Mali, Tarna, Kolo et Kawara au Niger et Kaya en Haute-Volta. Les rendements moyens ont varié de 22 à 47 q/ha, et les coefficients de variation de 9,5 à 18,4%.

Essai 1972: quatre variétés sont comparées à 137-62 en cinq points

(Nioro au Sénégal, Sotuba et Koulikoro au Mali, Saria en Haute-Volta et Tarna au Niger). Les rendements moyens sont faibles (10 à 31 q/ha), et les coefficients de variations élevés (15,6 à 31,5%).

Essai 1973: quatre variétés sont encore comparées à 137-62 aux mêmes endroits. Les rendements sont encore plus faibles qu'en 1972 (9 à 27 q/ha), et les coefficients de variation plus élevés (16,9 à 32,6%).

Interprétation globale des résultats et conclusions.

Nous avons vu, pour les variétés précoces, que l'extrême variabilité des rendements et des coefficients de variation rend impossible toute interprétation statistique globale. Ceci est encore plus vrai avec ce groupe qui a, en outre, souffert de l'arrêt précoce des pluies en 1972 et 1973.

La représentation graphique (fig. 5 à 8) est la même que pour les variétés précoces.

La variété 137-62 (fig. 5, points), qui sert de témoin et sert de limite inférieure pour les cycles, a un rendement moyen de 31,0 q/ha, soit 119% de la moyenne des essais; elle se comporte mieux que les variétés plus tardives, mais elle est instable et dans ces conditions climatiques, le grain est très taché.

Sur la figure 6 est représentée la sélection du Mali «IRAT S 6» (92-12-7A). La moyenne est de 114% (28,6 q/ha) de la moyenne des essais (25,1 q/ha). Les points sont régulièrement répartis au-dessus de la droite de pente 1 et leur dispersion n'est pas trop grande, ce qui semble indiquer une assez bonne stabilité. C'est la meilleure variété de ce groupe demi-tardif, malheureusement son grain est, comme les autres, sensible aux taches d'anthocyan.

La figure 7 illustre le comportement de la sélection 3/4 locale de Haute-Volta «IRAT S 7» (H 135-4) dont la moyenne est de 87% (21,6 q/ha) de la moyenne des essais. De plus, la dispersion est très grande lorsque les rendements sont faibles. Il en est sensiblement de même pour la sélection demi-locale de Haute-Volta «H 37» dont la moyenne n'est que de 74% (18,5 q/ha) de la moyenne des essais.

En conclusion, dans ce groupe partiellement *kaïr* et *guinea* africain, la sélection «IRAT S 6» pourrait être considérée comme assez satisfaisante pour la productivité, mais son cycle est tout de même trop court pour avoir un grain exempt de taches.

Le transfert du caractère sans anthocyan est en cours et, d'ici peu, cette lignée sera disponible ainsi que d'autres issues de croisements nouveaux.

Bibliographie

- ARRAUDEAU (M.). — L'amélioration du rendement du sorgho dans le Sud de Madagascar. *Agron. Trop.*, 1971, vol. XXVI, n° 4, pp. 456-75.
- BARRAULT (J.), ECKEBIL (J.P.), VAILLE (J.). — Point des travaux de l'IRAT sur les sorghos repiqués du Nord-Cameroun. *Agron. Trop.*, 1972, vol. XXVII, n° 8, pp. 791-814.
- BONO (M.). — Le mil pennisetum et le sorgho, synthèse des résultats. *Sols africains* (1970), vol. XV, n° 1-2-3, pp. 223-36.
- BONO (M.), LECLERQ (P.). — Méthodes d'amélioration variétale des mils et sorghos utilisées au CRA-Bambey. *Agron. Trop.* (1963), vol. XVII, n° 1, pp. 33-52.
- BONO (M.), SOUMARE (L.). — Le mil pennisetum et le sorgho. Les options. *Sols africains* (1970), vol. XV, n° 1-2-3, pp. 21-34.
- CATHERINET (M.), DUMONT (S.), MAYAKI (A.A.). — Le mil et le sorgho dans l'agriculture du Niger. *Agron. Trop.* (1963), vol. XVIII, n° 1, pp. 108-13.
- DUMONT (C.). — La sélection du sorgho à grain en Haute-Volta. *Sols africains* (1966), vol. XI, n° 1-2, pp. 307-20.
- DUMONT (S.). — Mils et sorghos cultivés dans le Niger-Est. *Agron. Trop.* (1966), vol. XXI, n° 8, pp. 883-917.
- ECKEBIL (J.P.). — Travaux entrepris par la station IRAT au Nord-Cameroun sur les sorghos repiqués «Muskwari». *Sols africains* (1970), vol. XV, n° 1-2-3, pp. 13 à 16.
- ECKEBIL (J.P.). — L'amélioration des céréales au Cameroun. *Sols africains* (1970), vol. XV, n° 1-2-3, pp. 21-34.
- ETASSE (C.). — Aspects généraux de la sélection des mils et sorghos au Sénégal. Document ronéoté, 18 pages.
- ETASSE (C.). — Utilisation des composites pour l'amélioration du sorgho. *Agron. Trop.* (1974), vol. XXIX, n° 12, pp. 1203-11.
- LE CONTE (J.). — Historique succinct et orientation actuelle des travaux d'amélioration variétale menés sur sorgho. *Agron. Trop.* (1965), vol. XX, n° 10, pp. 972-5.
- LE CONTE (J.). — Note succincte sur le sorgho au Dahomey. *Sols africains* (1967), vol. XII, n° 2-3, pp. 167-72.
- LE CONTE (J.). — Etat actuel des recherches sur le sorgho à l'IRAT. *Agron. Trop.* (1971), vol. XXVI, n° 10, pp. 1140-4.
- NABOS (J.). — Etat actuel des recherches d'amélioration variétale et de techniques culturales sur le mil et le sorgho au Niger. *Sols africains* (1966), vol. XI, n° 1-2, pp. 347-64.
- NABOS (J.). — Point actuel de l'expérimentation en matière de mil et sorgho. *Sols africains* (1970), vol. XV, n° 1-2-3, pp. 717-22.
- SAURAT (A.). — Amélioration des cultures vivrières au Nord-Cameroun. La sélection des sorghos. *Agron. Trop.* (1960), Riz et Riziculture, 2^e et 3^e trimestres, pp. 94-101.
- SENE (D.). — Recherches concernant les céréales de culture sèche dans les pays d'Afrique où s'exerce l'activité de l'IRAT. *Agron. Trop.* (1970), vol. XXV, n° 10-11, pp. 915-31.
- Compte rendu de la réunion des sélectionneurs mil et sorgho pour l'Afrique de l'Ouest. Bamako, 20-23 mars 1971, 33 pages ronéo.
- Compte rendu des réunions des sélectionneurs de maïs, sorgho et mil à Ouagadougou (29-2 au 4-3-1972) et Nogent (6-7/4/1972). 56 pages ronéo.
- Résultats de l'expérimentation commune 1972, mil-sorgho. 36 pages ronéo.

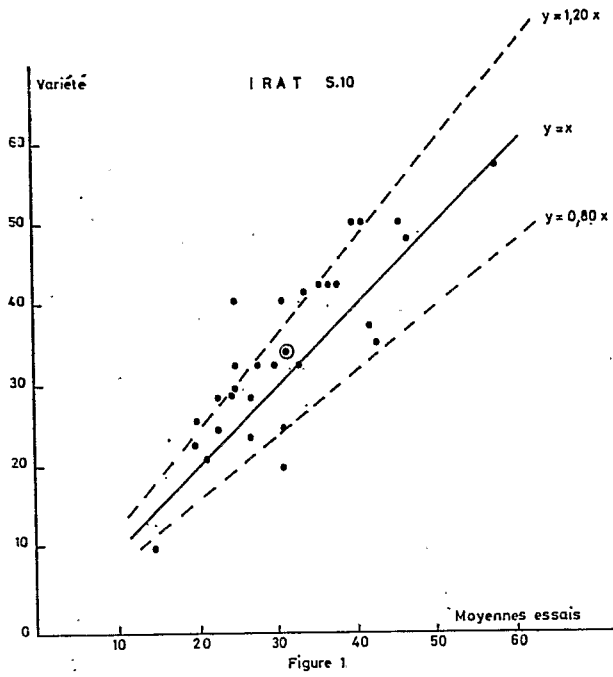


Figure 1

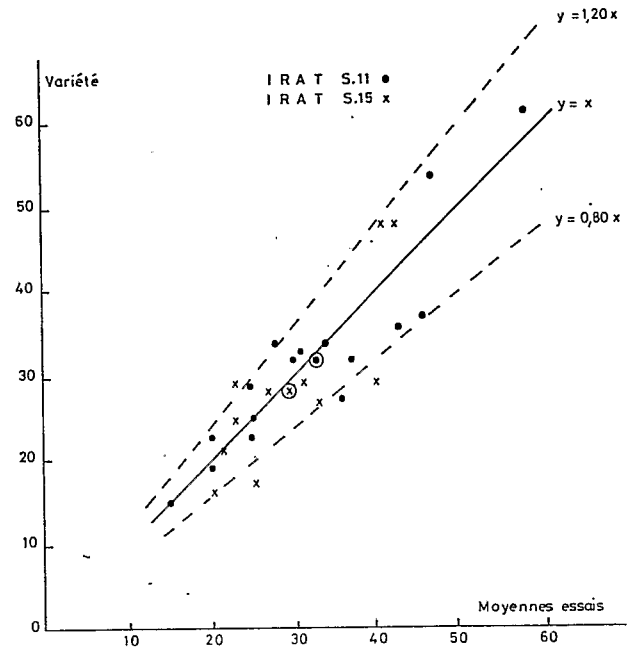


Figure 2

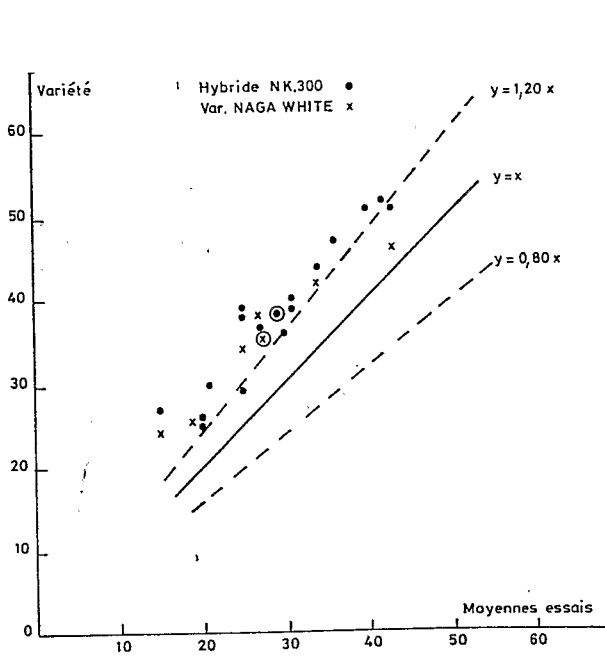


Figure 3

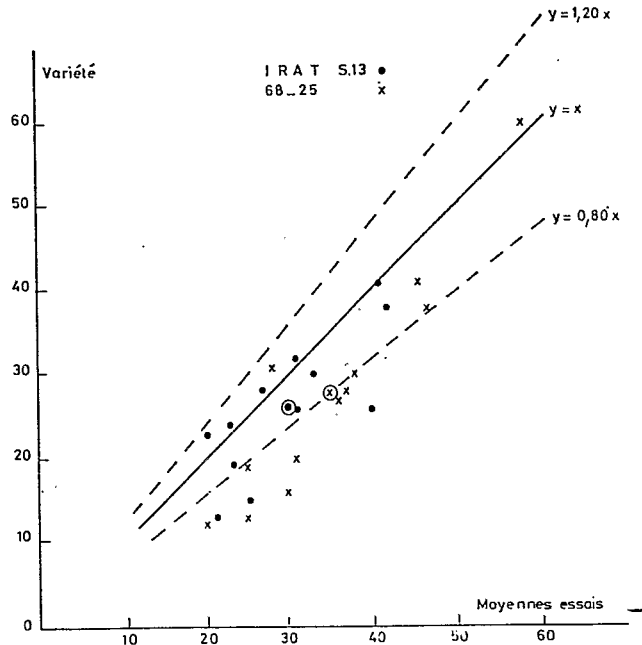


Figure 4

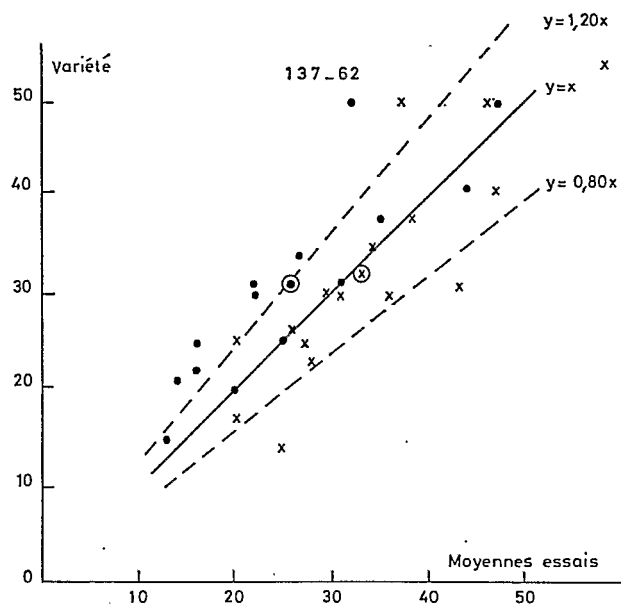


Figure 5

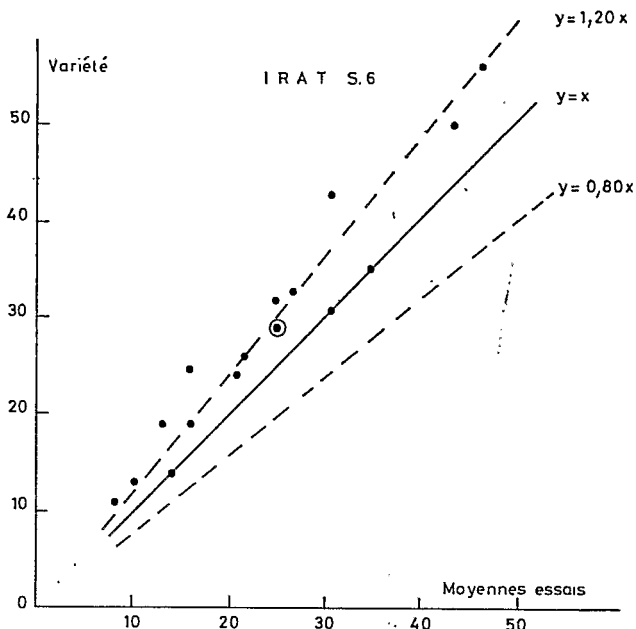


Figure 6

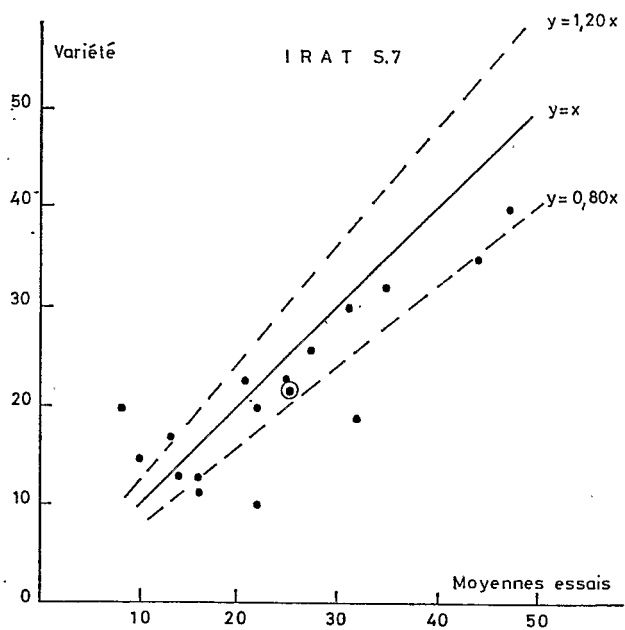


Figure 7

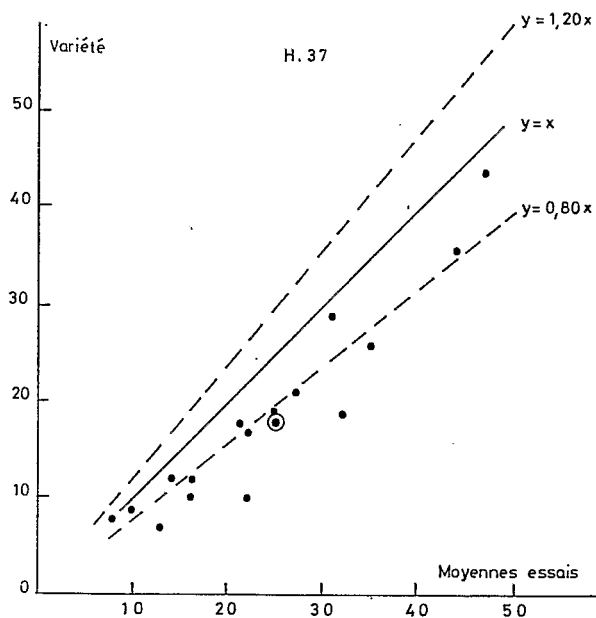


Figure 8