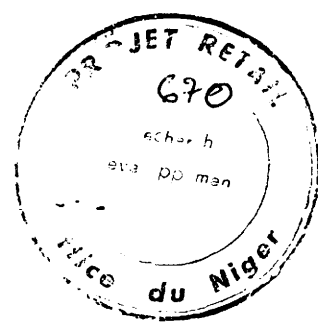


MCG ~~at~~

Ihs

L40
Sorgho



ÉTUDE DES PRIORITÉS EN MATIÈRE DE CULTURES VIVRIÈRES ANNUELLES

III - LE SORGHO

UNIVERSITÉ BIBLIOTHÈQUE
N° <u>L40</u>
Date: <u>30 / 03 / 86</u>

Mars 1986

S O M M A I R E

	<u>PAGES</u>
1. <u>LA PLANTE : DONNEES GENERALES</u>	1
1.1. <u>Exigences écologiques et répartition géographique</u>	
1.2. <u>Caractéristiques physiologiques (produits et sous-produits)</u>	
1.3. <u>Caractéristiques nutritionnelles</u>	
2. <u>LA PRODUCTION</u>	4
2.2. <u>Les zones écologiques et leurs contraintes</u>	4
- la Zone sahélienne	
- la Zone soudano-sahélienne	
- la Zone soudano-guinéenne	
- la Zone méditerranéenne	
2.3. <u>Les producteurs et leurs problèmes</u>	6
2.4. <u>Les consommateurs et leurs exigences</u>	7
2.5. <u>Conclusions</u>	7
- Contraintes biologiques	
- Contraintes techniques	
- Contraintes socio-économiques	
3. <u>LA RECHERCHE : PROBLEMES ET REPONSES POSSIBLES</u>	8
3.1. <u>Problèmes posés à la recherche par le développement</u>	8
- La Zone sahélienne	
- La Zone soudano-sahélienne	
- La Zone soudano-guinéenne	
- La zone méditerranéenne	
3.2. <u>Les réponses possibles de la recherche</u>	9
- Amélioration des plantes	
- Agronomie	
- Technologie	
3.3. <u>Conclusion</u>	10

	<u>PAGES</u>
4. <u>LA SITUATION DE LA RECHERCHE</u>	11
4.1. <u>Dans les organismes français de recherche</u>	11
4.2. <u>Dans les structures nationales de recherche en Afrique.</u>	13
4.3. <u>A l'ICRISAT : Cibles et objectifs.</u>	13
4.4. <u>L'INTSORMIL (International Sorghum-Millet)</u>	16
4.5. <u>LE SAFGRAD</u>	16

LE SORGHO

1. LA PLANTE : DONNEES GENERALES

1.1. Exigences écologiques et répartition géographique

Vraisemblablement domestiqué en Afrique, le sorgho est une céréale bien adaptée à un climat semi-aride et une agriculture peu exigeante. Il ne peut cependant pas prétendre à la rusticité du mil qui arrive à se contenter de précipitations annuelles de l'ordre de 400 à 800 mm et de sols sableux. Pour le sorgho, sauf exceptions très localisées (sorghos dunaires) un minimum de 6 % d'argile est nécessaire à son développement. Par ailleurs, dans la zone guinéenne, il est supplanté par le maïs en tant que céréale principale.

Dans son continent d'origine, il trouve donc sa meilleure place sous un climat sahélo-soudanien à 800 mm de pluviométrie moyenne. Environ 15 millions d'hectares lui sont consacrés principalement en Afrique de l'Ouest (Mali, Burkina Faso, Niger, Sénégal, etc.) et Afrique de l'Est (Ethiopie, Soudan, Zimbabwe, Tanzanie, etc.). Pour l'ensemble du continent africain, les rendements moyens à l'hectare sont médiocres (de l'ordre de 700 kg/ha). Ils s'expliquent en partie par la vocation culturelle de cette plante qui la destine aux terres relativement pauvres et sèches.

Cependant en bonnes conditions, les rendements du sorgho peuvent égaler, voire dépasser ceux du maïs. Ce fait explique le développement de cette céréale dans les autres parties du monde où il s'avère qu'elle peut bien valoriser, en agriculture intensive, les pluviométries limites pour le maïs, ou, en conditions sèches, les irrigations. Au total les surfaces consacrées au sorgho dans le monde sont de l'ordre de 48.735.000 hectares.

En ce qui concerne son importance économique, la production mondiale de sorgho doit se situer au cinquième rang des céréales après le blé, le riz, le maïs et l'orge. Ces dernières années on a noté un développement du sorgho en Amérique du Sud (Argentine, Brésil, Venezuela) et aux USA, ce dernier pays restant le premier producteur mondial. Par contre une stagnation, voire même une régression des surfaces, est observée en Asie, compensée il est vrai par une augmentation des rendements, les principaux producteurs pour ce continent étant la Chine et l'Inde.

1.2. Caractéristiques physiologiques (produits et sous-produits)

Le sorgho grain est utilisé aussi bien pour l'alimentation humaine que pour celle des animaux. La tige et le feuillage peuvent servir également de pâturage, fourrage et ensilage. Dans quelques pays la tige est un matériel de construction pour fabriquer des clôtures, et un combustible domestique.

Evolution des données statistiques concernant le sorgho dans le monde.

	Superficies en Kha		Rendement en kg/ha	
	1969/71	1984	1969/71	1984
AFRIQUE	<u>13073</u>	<u>15559</u>	<u>697</u>	<u>646</u>
dont Nigeria	5572	6000	652	643
Soudan	1828	3500	834	429
Burkina Faso	1054	999	501	601
Niger	589	1130	445	265
Ethiopie	950	950	870	1316
AMERIQUE	<u>9223</u>	<u>11389</u>	<u>3095</u>	<u>3167</u>
dont USA	5820	5750	3318	3563
Mexique	930	2036	2727	3305
Argentine	1979	2370	1932	3266
ASIE	<u>25087</u>	<u>20689</u>	<u>749</u>	<u>1092</u>
dont Inde	17585	16500	484	715
Chine	5411	2703	1591	3520
R.A. Yemen	1235	480	711	833
MONDE	<u>48064</u>	<u>48735</u>	<u>1155</u>	<u>1482</u>

Kha = 1000 ha.

Un pain non levé préparé avec de la farine tirée du grain est la nourriture la plus commune faite à partir du sorgho. Quelquefois la pâte est fermentée avant que le pain soit préparé. Généralement un grain vitreux blanc est réservé à cet usage. La farine de sorgho est aussi bouillie pour la préparation de "porridge" ou Tô et la semoule cuite à la vapeur (couscous). Dans de nombreux pays africains, de la bière est préparée avec les grains (généralement colorés). Il y a aussi quelques utilisations marginales du grain de sorgho telles que le "pop sorgho" ou le sorgho sucré qui sont consommés sous forme rôtie.

Le sorgho destiné à l'alimentation du bétail est généralement plus farineux que celui destiné à l'alimentation humaine. Son grain est souvent coloré. Cependant les nouvelles variétés se rapprochent de plus en plus de celles recherchées pour l'alimentation humaine. Il sert rarement de nourriture animale sans un broyage grossier. Le but de cette opération est d'exposer une portion plus importante de la graine aux enzymes digestifs. S'il n'est pas ainsi traité, le sorgho peut transiter sans être digéré.

La plante elle-même est une bonne nourriture pour l'animal. Elle peut être coupée par ensilage ou alimenter directement sur pied le bétail. Les tiges restantes après récolte des panicules sont souvent pâturées. Toutefois, la qualité de cette pâture est moins bonne que celle du sorgho cultivé à des fins uniquement fourragères.

Un composé générateur d'acide cyanhydrique peut être produit en quantité mortelle pour l'animal chez certains sorghos. La concentration en toxine est forte au stade plantule et diminue au fur et à mesure de la croissance de la plante ; elle est virtuellement nulle juste avant l'épiaison. C'est dans les repousses après coupe qu'elle est la plus forte.

Enfin, certains sorghos doux ont une tige juteuse sucrée qui par extraction industrielle peut donner du sucre ou de l'alcool. Ils n'apparaissent cependant pouvoir concurrencer la canne à sucre que dans les régions insuffisamment chaudes pour permettre un développement normal de celle-ci.

1.3. Caractéristiques nutritionnelles

Le grain de sorgho, avec de 68 à 73 % d'amidon, est une des céréales les plus énergétiques. Sa teneur en protéines (9-14 %) serait en moyenne largement supérieure à celle du maïs. Par contre il ne contient pas, ou très peu, de carotène. Enfin, les extractifs non azotés résiduels (ENAR) sont un peu plus importants chez le maïs mais moins que chez le blé ou l'orge.

	Energie métabolisable	ENAR
Maïs	3.800 kcal/kg	8 %
Sorgho	3.650 kcal/kg	9 %
Blé	3.500 kcal/kg	11 %
Triticale	3.500 kcal/kg	10 %
Orge	3.250 kcal/kg	17,5 %

Cependant, trois importants facteurs compliquent la bonne utilisation du riche réservoir d'amidon et de protéines que constitue le grain de sorgho.

Tout d'abord, la disponibilité énergétique et protéique est limitée de façon plus ou moins importante par la richesse du grain en composés polyphénoliques localisés principalement dans la testa.

Ces composés pigmentés ne sont que depuis peu caractérisés chimiquement et sont traditionnellement désignés par le nom de tanin. En général, plus une graine est colorée plus elle contient de tanins.

Deuxièmement, la qualité des protéines de tous les régimes à base de sorgho est réduite par la basse teneur en lysine des grains. Pour les exigences nutritionnelles des monogastriques, cet acide aminé n'est pas suffisamment fourni et constitue la carence principale de la nourriture à base de sorgho. Pour les autres acides aminés, on ne note pas de déficiences notables.

Enfin il existe des limitations spécifiques à l'utilisation de produits cuits de sorghos dans l'alimentation humaine. Elles sont dues à des facteurs tels que la haute température de gélatinisation de l'amidon et de la haute viscosité des préparations culinaires. Ils conduisent à des problèmes d'acceptabilité et de digestion.

2. LA PRODUCTION

2.1. La situation agroalimentaire globale : autoconsommation et commerce

Le sorgho est destiné à l'alimentation humaine (Asie, Afrique, URSS) et à l'alimentation animale (USA, Europe). La consommation humaine est d'un coût social important dans les campagnes et d'un coût énergétique non négligeable dans les villes. En effet il nécessite deux types de transformations (décorticage et mouture) avant d'être cuisiné. Au-delà des questions de goût (préférence pour telle ou telle variété), c'est bien souvent le facteur économique qui prédomine dans le choix du sorgho par le consommateur. Des substitutions se font alors au bénéfice du riz ou du maïs (selon les habitudes locales) notamment dans les capitales de la zone sahélienne.

Dans les petites villes, une transformation effectuée en partie de manière artisanale et en partie à domicile rendrait le coût du sorgho acceptable. Dans chaque pays de grandes disparités de production apparaissent et il arrive que cela ne soit pas uniquement des excédents de production locale qui soient mis en marché mais les stocks mêmes des paysans.

Les échanges qui s'effectuent au niveau mondial concernent principalement l'alimentation animale. En ce qui concerne les échanges destinés à l'alimentation humaine, ils sont surtout localisés autour des frontières des pays d'une même zone. Les volumes en sont difficilement évaluables. A l'intérieur de chaque pays, une large part de la production est autoconsommée et une partie mise en circulation d'une région à l'autre ou vers les villes proches. Il n'existe pas de données concernant le commerce du sorgho comme il en existe pour la production.

2.2. Les zones écologiques et leurs contraintes

Il y a quatre grandes zones écologiques où le sorgho est une culture importante.

La zone sahélienne (400-600 mm). La zone sahélienne est la zone de prédilection du mil. Cependant, on y rencontre traditionnellement le sorgho dans des conditions souvent particulières (sorghos dunaires du Niger au moins avant la grande sécheresse, bas-fonds, vertisols, etc.).

Les problèmes rencontrés par les sorghos traditionnels sont essentiellement :

- la pluviométrie le plus souvent insuffisante et erratique,
- le taux d'argile du sol peu élevé,
- la faible fertilité des sols,
- les oiseaux pour les sorghos désaisonnés (décrué, irrigué).

C'est pourquoi il est à l'origine surtout concentré dans les bas-fonds plus argileux ou dans les zones inondées en saison des pluies où il utilise en saison sèche l'humidité ainsi stockée (culture de décrué, muskwari).

En pluvial, la mise au point de variétés à court cycle résistantes à la sécheresse a permis d'obtenir des résultats fort appréciables en milieu paysannal (Nord Burkina). De plus, ce matériel paraît particulièrement adapté aux zones de bas-fonds où le taux d'argile est supérieur à 6 % ; 90 % de la production sahélienne en sorgho de ces dernières années viendraient de ces surfaces cultivées en bas-fond en augmentation au cours des périodes de sécheresse.

Le sorgho de décrué (photosensible désaisonné), qui était très cultivé (vallée du fleuve Sénégal) a régressé ces dernières années du fait des périodes de sécheresse qui ont diminué les zones d'épandage des fleuves par diminution des crues, mais aussi du fait de l'aménagement des vallées. Cependant la culture sur vertisol garde tout son intérêt.

Le sorgho irrigué pourrait se développer car les recherches ont permis d'obtenir des variétés hautement productives qui pourraient rentabiliser l'irrigation. Cela reste très limité pour l'instant. L'irrigation contraléatoire en saison des pluies pourrait permettre d'obtenir des rendements intéressants en paysannat.

La zone soudano-sahélienne (600-900 mm). C'est la zone de production du sorgho qui reste en bonne place dans la compétition qui l'oppose au maïs.

Les problèmes qui se posent sont liés :

- à l'irrégularité des précipitations (grandes variations intra et inter-annuelles) d'où la nécessité de variétés à cycle adapté, résistantes à la sécheresse. C'est la zone des cycles dits "moyens" partiellement photosensibles ;
- à la fertilité des sols : le taux d'argile est en général suffisant, mais les éléments minéraux et la matière organique font souvent défaut pour l'obtention de rendements importants. Les zones sont le plus souvent surpeuplées et les sols sont épuisés ;
- au striga.

La souplesse et la rusticité du sorgho sont d'un grand intérêt dans cette zone pour la sécurité des productions.

Il ne faut pas oublier les problèmes liés aux sorghos repiqués en saison des pluies (babouri) ou en saison sèche (muskwari) qui sont des photosensibles désaisonnés.

La zone soudano-guinéenne (900 mm). Le sorgho est de plus en plus supplanté par le maïs sauf dans certains pays comme le Tchad.

C'est la zone des sorghos à longs cycles, grande taille (4 m) photosensibles très adaptés et dont l'amélioration présente de grandes difficultés. Ils sont souvent cultivés en association en particulier avec d'autres céréales (maïs, mil).

Les problèmes sont liés à la mauvaise répartition des pluies et à la fertilisation des sols. Les rendements sont très irréguliers et demeurent faibles car trop grand déséquilibre entre phase végétative (100-140 jours) et reproductive (40-50 jours).

La zone méditerranéenne. Le sorgho est surtout utilisé pour l'alimentation animale. Cette culture reste marginale pour l'alimentation humaine. Il est cependant possible d'y exploiter les variétés précoces des pays tropicaux ou tardives des pays tempérés et d'y faire même un travail spécifique de sélection.

Les contraintes sont les suivantes :

- pluviométrie généralement insuffisante, le recours à une irrigation d'appoint ;
- nécessité de recourir aux hybrides pour valoriser l'irrigation alors que l'on ne dispose pas d'un tel matériel préalablement trié ou sélectionné pour cette zone ;
- le froid.

2.3. Les producteurs et leurs problèmes

Compte tenu de la faible commercialisation des céréales et de leur prix souvent peu élevé, le cultivateur ne dispose pas souvent des moyens suffisants pour augmenter sa production céréalière.

Si le sorgho réagit très bien aux intrants (travail du sol, engrais minéraux, matière organique) le paysan n'en dispose pas le plus souvent et il n'est pas incité à les acquérir surtout en culture pluviale.

Le sorgho en culture de case reçoit une fertilisation organique, ce qui permet de cultiver des variétés améliorées dans de bonnes conditions.

En culture de plein champ les aléas climatiques deviennent prépondérants :

- pas de charrue pour labourer, diminuer le ruissellement et faciliter le développement racinaire ;
- faible disponibilité des semences de variétés sélectionnées par suite de la faiblesse voire de l'inexistence des structures semencières ;
- travail très pénible pour fabriquer les billons cloisonnés ou pour mettre en oeuvre des techniques de conservation de l'eau ;
- peu d'engrais minéral ;
- peu de résidus de récolte, utilisés à 90 % comme source d'énergie (cuisine), nourriture du bétail ou matériau de construction.

Même si à terme les intrants doivent être développés pour maintenir la fertilité des sols à un niveau convenable, le cultivateur ne pourra les acquérir que progressivement.

2.4. Les consommateurs et leurs exigences

Dans toute la zone sahélienne et sahélo-soudanienne, les sorghos sont essentiellement consommés sous forme de bouillies, de pâtes gélifiées consistantes, couscous, galettes grillées. Les habitudes alimentaires diffèrent d'un pays à l'autre non par le type d'aliment consommé mais par la couleur du produit, sa granulométrie, son goût, sa texture, son acidité (Tô acide au Burkina Faso, alcalin au Mali).

Le système post-récolte du sorgho s'inscrit encore dans une économie d'auto-suffisance caractérisée par un taux de commercialisation réduit et une technologie de transformation rudimentaire appliquée à satisfaire les besoins alimentaires au niveau familial.

Dans les villages, toutes les préparations alimentaires sont réalisées par les femmes à partir de farines ou de semoules obtenues encore très largement par pilonnage au mortier de bois ou broyage sur meules de pierre.

Au niveau urbain on assiste depuis plusieurs années à une évolution du marché et des habitudes alimentaires suite à une croissance explosive des villes aux changements de situation des femmes qui travaillent. (Voir haut page 12).

On fait alors appel à des importations de blé, riz, maïs, bien moins chers que les produits locaux traditionnels. Les citadins préfèrent le pain blanc, les pâtes alimentaires, le riz.

Des études ont été entreprises pour incorporer un certain pourcentage de farine de sorgho dans les farines de blé. Ce fut un échec en particulier parce que les africaines habituées au pain blanc n'ont guère apprécié l'altération de la couleur due au sorgho. Mais il est probable que l'utilisation de matières premières appropriées (sorgho sans tanin) et de procédés de mouture permettrait d'obtenir un produit mieux accepté (farine de grande qualité à faible teneur en cendres, en lipides de couleur blanche et de granulométrie fine).

L'allure de la plante revêt aussi une certaine importance. Les cultivateurs commencent à s'adapter aux pailles courtes mais il ne faut pas pousser trop loin. L'expérience du mil montre que les mils nains ont du mal à passer en vulgarisation en Afrique.

Les sorghos à bière présentent aussi beaucoup d'intérêt dans certains pays. Ils nécessitent des qualités de grain différentes (rouge, farineuse).

2.5. Conclusions : contraintes à lever pour l'augmentation de la production.

Contraintes biologiques :

- pluviométrie le plus souvent insuffisante et de répartition très irrégulière ;
- faible fertilité des sols ;
- parasitisme, striga ;

- les oiseaux (culture de contre-saison) ;
- le froid.

Contraintes techniques :

- mise au point de technologies assurant un débouché urbain et industriel pour le sorgho ;
- sous-équipements des cultivateurs en matériel agricole.

Contraintes socio-économiques :

- structures semencières peu fonctionnelles, voire inexistantes ;
- liaison recherche/développement insuffisante ;
- sous estimation par les paysans des aspects intéressants des nouvelles variétés en particulier : régularité du rendement qui valorise mieux les techniques agronomiques ;
- adaptation de ces variétés aux qualités gustatives exigées par les consommateurs ;
- intégration du sorgho dans un système agriculture-élevage.

3. LA RECHERCHE : PROBLEMES ET REPONSES POSSIBLES.

3.1. Problèmes posés à la recherche par le développement

Autosuffisance alimentaire et pour cela, mettre l'accent sur les quatre thèmes suivants : intensification, sécurité alimentaire, valorisation des résultats techniques déjà obtenus, technologie.

Zone sahélienne

- Sorgho pluvial. Mise au point de variétés à court cycle, résistantes à la sécheresse, à bonne qualité de grain, capables de se contenter de faibles intrants, mais pouvant rentabiliser les engrais et l'irrigation complémentaire antialéatoire.

- Sorgho irrigué. Les organismes de développement prudents, se demandent si d'autres cultures ne valoriseraient pas mieux les grands aménagements hydro-agricoles. Sur 150.000 hectares aménagés d'ici l'an 2000, le pourcentage de terres perméables est faible et la culture du sorgho ne paraît pas être d'un grand avenir. A l'inverse, les essais de culture des franges sableuses des fleuves, associés à une irrigation par aspersion semblent prometteurs, le sorgho paraissant plus plastique que le maïs et plus adapté aux sols sableux.

Dans le cas de la culture irriguée désaisonnée, la lutte contre les oiseaux est d'une grande importance.

Zone soudano-sahélienne

Certains développeurs ne semblent pas croire au devenir du sorgho commercial. Il reste pourtant en bonne place dans la compétition qui l'oppose au maïs et ceci dans de nombreux pays : Burkina Faso, Mali, Nigeria, Sénégal, Afrique de l'Est.

La cible urbaine est à atteindre au travers d'une amélioration du produit fini (pâtes, couscous) afin de limiter les importations acquises de blé et de riz.

Zone soudano-guinéenne

Le sorgho peut entrer dans un système de culture à sécurité accrue face au maïs que le supplante de plus en plus. La préférence de culture se fait pour des critères particuliers (ethniques, gustatifs). La plupart des pays interrogés ont mis le maïs en priorité 1, mais il faut peut-être distinguer entre les pays à économie ouverte ou fermée. Dans les pays enclavés, le sorgho et le maïs sont au même plan pour une raison principale de sécurité.

Zone méditerranéenne

Le sorgho reste encore marginal par rapport à l'Afrique sud-saharienne.

Cependant, les sorghos précoces sahéliens poussent à Montpellier et une collaboration est entamée avec le secteur privé (Semences de Provence). L'adaptation de ces sorghos au pourtour méditerranéen ne doit donc pas être un gros problème.

3.2. Les réponses possibles de la recherche

Amélioration des plantes

Le sorgho est une plante autogame avec un pourcentage d'allogamie assez important. Il possède plusieurs systèmes de stérilité mâle dont un très stable. Il manifeste un fort hétérosis en croisement. On peut donc lui appliquer, suivant les besoins, toutes les méthodes de sélection connues et créer des variétés lignées pures ou des hybrides ou des populations de travail pour répondre aux besoins définis par ailleurs par zone géographique.

Pour la phase d'élargissement de la variabilité les directives de travail sont :

- mieux comprendre l'organisation en groupe de l'espèce pour juger de la complémentarité de ceux-ci (en particulier en utilisant l'analyse par électrophorèse des systèmes enzymatiques) et mieux tirer parti des collections ;
- prospecter en recherchant des types particuliers (Guinea à paille courte, sorghos riches en lysine, résistants à l'engorgement, etc.) ;
- adapter par conversion les sorghos tropicaux à la zone tempérée pour élargir la variabilité utilisée dans celle-ci ;
- explorer la mutagenèse et éventuellement la variété somaclonale.

A la phase de l'utilisation de la variabilité, les axes de sélection sont les suivants :

- Travailler en lignes pures :

Outre les objectifs habituels en rendement (résistance aux maladies et aux insectes, vigueur à la levée, qualité du grain) on peut manipuler les colorations suivant les besoins. On peut extraire des lignées-en cours de cycle de sélection récurrente pour les utiliser telles quelles ou en parents d'hybrides. Accélérer la phase de fixation par l'utilisation de l'haplométrie.

- Travailler en hybrides F1 :

A partir de mâles stériles, tester les meilleures combinaisons, en particulier pour les conditions irriguées (Sahel, région méditerranéenne).

Agronomie

Les résultats obtenus en matière d'agronomie sont loin d'être négligeables. Un certain nombre de domaines nécessitent des recherches complémentaires et des adaptations.

- Mise au point des techniques antialéatoires les plus adaptées au contexte pédoclimatique, techniques d'économie de l'eau, dispositifs antiérosifs, irrigation d'appoint, irrigation de contre-saison.

- Mise au point de systèmes de fertilisation à faible intrants utilisant au maximum les ressources locales : phosphates naturels, résidus de récolte, fixation symbiotique.

- Combinaison des techniques et des rotations de culture pour un maintien ou une restauration de la fertilité des sols. Utilisation de la culture associée.

Technologie

- Transposition de certains procédés de transformation à une échelle semi-industrielle pour créer des produits aptes à la conservation, prêts à consommer au niveau des villes.

- Création de produits nouveaux à base de sorgho pour utilisation urbaine.

- Caractérisation des matières premières utilisées en vue d'apprécier leur aptitude à telle ou telle transformation.

3.3. Conclusion : les objectifs assignés à la recherche

- Mettre au point des variétés de sorgho non photosensibles à court cycle, résistantes à la sécheresse et aux principales maladies et répondant à l'irrigation de complément.

- Mise au point de variétés hautement performantes répondant à l'irrigation totale.

- Mise au point de matériel végétal photosensible résistant à la sécheresse, aux insectes et aux maladies pour les zones de pluviométrie supérieure à 600 mm.

- Mise au point de techniques agronomiques adaptées aux différents contextes pédoclimatiques permettant une restauration ou un maintien de la fertilité des sols.
- Mise au point de technologies adaptées au traitement après récolte du sorgho afin de faciliter sa commercialisation et son utilisation dans les zones urbaines.
- Insertion du sorgho dans les différents systèmes de culture : paysan traditionnel non encadré et disposant de peu d'intrants :
 - . paysan encadré et disposant d'intrants,
 - . utilisateur agro-industriel.

4. LA SITUATION DE LA RECHERCHE

4.1. Dans les organismes français de recherche

- Milieu et contraintes :

Des travaux en cours (agroclimatologie, ressources en sols et en eau, érodibilité, aménagement intégré) concernent l'ensemble du système de production : sorgho-mil - arachide, sur une base essentiellement écologique et ne sont donc rarement présentés comme des programmes "sorgho". Ces travaux ont une grande importance pour l'avenir de la production et il ne faut donc pas les oublier.

- Plante et potentialités :

Avec le concours de l'IBPGR, l'ORSTOM a réalisé depuis 1975 la prospection des cultivars traditionnels de sorgho et de mil de l'Afrique Occidentale. Pour le sorgho, les collectes ont été réalisées dans 8 pays (Sénégal, Niger, Togo, Bénin, Mali, Burkina-Faso, Guinée). Environ 4000 échantillons ont été rassemblés et conservés en chambre froide (ORSTOM France, ICRISAT Inde, USA) et dans les pays africains visités.

A l'inverse des sorghos photosensibles travaillés depuis longtemps, les travaux portant sur les sorghos à court cycle sont plus récents. L'extension de la culture de ce type à des zones plus humides se heurte à des problèmes de parasitisme.

Les sorghos à cycle moyen sont travaillés au Burkina-Faso (IRAT).

Le CIRAD-IRAT entend maintenir son intérêt pour les sorghos précoces et les programmes définis doivent permettre de couvrir l'ensemble de la filière.

En matière de multiplication de semences, le problème est préoccupant et laisse apparaître la nécessité absolue de la création de structures adaptées.

- Production :

De nombreux résultats ont été obtenus par l'IRAT-CIRAD dans les domaines suivants :

- méthodes culturales, préparation des terres,
- techniques d'économie de l'eau, mécanisation,
- nutrition minérale, fertilisation,
- restauration de la fertilité des sols, problèmes liés à la matière organique.

Dans le cadre des recherches de l'ORSTOM sur les rapports agriculture-élevage en zone sahélienne (Burkina-Faso), les céréales vivrières importantes comme le sorgho et le mil sont prises en considération. Les pratiques paysannes, leurs effets et leur évolution sont au centre de ces études agro-économiques.

- Défense des cultures :

Au cours des travaux sur les maladies et parasites des céréales tropicales, l'ORSTOM intègre le sorgho. Les études les plus spécifiques se rapportent aux parasites des stocks et au striga.

- Technologie :

Un certain nombre d'études ont été réalisées par le Service de Technologie de l'IRAT-CIRAD en collaboration avec l'INRA. Elles concernent en particulier :

- la dégradation des résidus de pesticides dans les produits de transformation,
- l'influence des conditions de traitement et de mouture du sorgho sur l'aptitude des farines à la conservation,
- l'étude de la mouture du sorgho pour l'obtention de produits finis utilisables dans les industries de deuxième transformation,
- la mise au point d'un procédé de fabrication de pâtes alimentaires à partir du sorgho.

Dans le tableau (P.14), on a fait figurer les activités concernant le sorgho, conduites par les organismes français qui interviennent en milieu tropical : ORSTOM et CIRAD (IRAT, DSA) ainsi que les besoins actuels en matière de recherche. Les recherches sont menées en étroite collaboration avec les structures de recherche africaines.

Remarques sur ce tableau :

36. Les sorghos poussent dans le Sud de la France ; il existe un projet CIRAD-région-INRA pour l'acquisition d'une ferme semencière.
- 52.53. La production locale ne peut pallier l'importation du blé que si les problèmes de technologie sont résolus. La qualité du produit fini est très importante et il faut rechercher :
- . Les protéines corrélées aux aptitudes technologiques,
 - . Les conditions de panification et l'absence de complexe gluténique,
 - . L'absence de tanins,
 - . L'évaluation de l'aptitude au décorticage,
 - . Les critères d'appétence.
61. Un effort de concertation doit être fait au niveau national pour que ce problème soit envisagé de façon globale.
62. Une attention particulière devra être prêtée au problème de la diffusion locale des résultats.

4.2. Dans les structures nationales de recherche en Afrique

L'inventaire des activités de recherche menées par des structures africaines en dehors du concours de la recherche française en coopération serait à faire : (Cf. le séminaire franco-africain de mars 86).

4.3. Dans l'ICRISAT (cibles et objectifs)

Cibles :

- Le petit agriculteur exploitant avec sa famille et quelques travailleurs sans terre, à faible niveau d'intrants en culture sèche ;
- Les villageois qui approvisionnent les paysans en biens et services en échange de leur production ou de paiements monétaires.

	BESOIN	CIRAD	ORSTOM	REMARQUES
<u>1. Milieu et contraintes</u>				
11. Agroclimatologie-Zonage		+	+	
12. Caractérisation des ressources sols-eaux-sites favorables	+	+	+	
13. Risque érosif, évolution des sols		+		
14. Aménagement intégré de l'espace	+	+	+	

<u>2. Plante et potentialités</u>				
21. Biologie et morphologie végétale		+		
221. Ressources génétiques et évaluation variétale		+	+	
222. Stratégies pour le sorgho (cycle long)	+	+		
23. Amélioration variétale, possibilités, limites		+		
24. Physiologie : adaptation milieu physique	+	+	+	
25. Physiologie : adaptation milieu biologique	+	+		

<u>3. Production</u>				
31. Systèmes traditionnels	+			
32. Systèmes améliorés	++			
33. Cultures associées	+			
34. Méthodes culturales, préparation terre-irrigation	+	+		
35. Le matériel-mécanisation	+			
36. Production semencière	+++	+		Cf.P.13
37. Problèmes de nutrition minérale, fertilisation	+	+		
38. Itinéraires techniques, suivi agronomique, conseils de gestion	+	+		
39. Restauration de la fertilité	+	+		

<u>4. Défense des cultures</u>				
		faible	+	
41. Biologie des ravageurs	++			némato.
42. Biologie des adventices, malherbologie	+		+	
43. Méthodes de lutte				
44. Phytopathologie	+	+		

<u>5. L'après récolte</u>				
51. Conservation et protection	+	+	+	
52. Valorisation des produits	+	+		Cf.P.13
53. Valorisation des sous-produits	+	+		
54. Micro-économie, commercialisation	++	-		
55. Problèmes socio-économiques	++	-		

<u>6. Transfert des connaissances-valorisation</u>				
61. Banque de données	+			Cf.P.13
62. Publications	+			Cf.P.13
63. Formation	+			

Objectifs :

- Obtenir une production accrue, de meilleure qualité, des produits de base des paysans employant peu d'intrants et d'un faible niveau technique ;
- Trouver des variétés résistantes aux maladies, aux déficiences de l'environnement, capables de répondre aux intrants s'ils sont utilisés, mais donnant des résultats acceptables si ces intrants font défaut ;
- Priorité aux zones arides (2 à 4,5 mois de pluie).

Stratégie :

- Sélectionner des variétés fixées et hybrides à bons niveaux de récolte et de régularité, en particulier en zones arides ;
- Améliorer la conduite d'exploitation et évaluer le matériel génétique destiné à la culture associée ;
- Repérer les sources de résistance aux maladies et agressions et les incorporer dans les lignées sélectionnées ;
- Améliorer les techniques d'évaluation des préparations alimentaires et comprendre les facteurs contribuant à leur qualité ;
- l'ICRISAT a accru ses recherches dans les domaines des facteurs de stérilité mâle cytoplasmique, de l'apomixie, de la fixation de l'azote.

Les principaux thèmes de recherche sont les suivants :

Agressions physiques :

- Criblage de germplasm résistant à la sécheresse.
- Etablissement des cultures (température).

Agressions biotiques :

- Résistance aux maladies et aux insectes.
- Fixation symbiotique de l'azote (balance N, mycorhizes, P naturel).
- Amélioration de la plante.
- Qualité de la nourriture.
- Farming systems : modèles de prévision, éléments minéraux, aménagement du sol, culture associée, culture attelée, études économiques.

4.4. INTSORMIL (International Sorghum-Millet)

L'INTSORMIL est un programme de soutien à la recherche sur le sorgho et le mil proposé par l'Agence pour le Développement International (AID) et auquel participent certaines universités américaines (Arizona, Floride A et M, Kentucky, Mississippi, Nebraska, Purdue, Texas A et M), des pays hôtes et des donateurs individuels.

Ses objectifs sont les suivants :

- Servir de liens entre les établissements intéressés par la recherche sur le sorgho et le mil ;
- mobiliser et coordonner les compétences dans le domaine de la recherche,
- assurer une collaboration plus étroite et un échange d'informations plus fructueux entre les missions de l'AID, les centres de recherches internationaux (ICRISAT, IRRI, CIMMYT, CIAT), les universités américaines et les pays en voie de développement,
- assurer la responsabilité du programme ainsi que sa gestion financière.

Les programmes de recherches coordonnés portent sur :

- l'agronomie et la physiologie,
- la sélection : en particulier la fabrication d'hybrides,
- la valeur alimentaire des sorghos.

Un certain nombre de travaux sont conduits en liaison avec les chercheurs Nigériens. Le matériel végétal est fabriqué à Purdue University et expérimenté au Niger.

Le volet formation est très important.

4.5. SAFGRAD

L'ICRISAT et le SAFGRAD ont lancé conjointement un programme d'amélioration du sorgho et du mil en Afrique Orientale et Australe dont l'objectif principal était de mettre sur pied un réseau régional de recherche sur le sorgho et le mil, d'organiser et de coordonner des essais régionaux. Depuis sa création le programme a établi une bonne liaison avec les programmes nationaux.