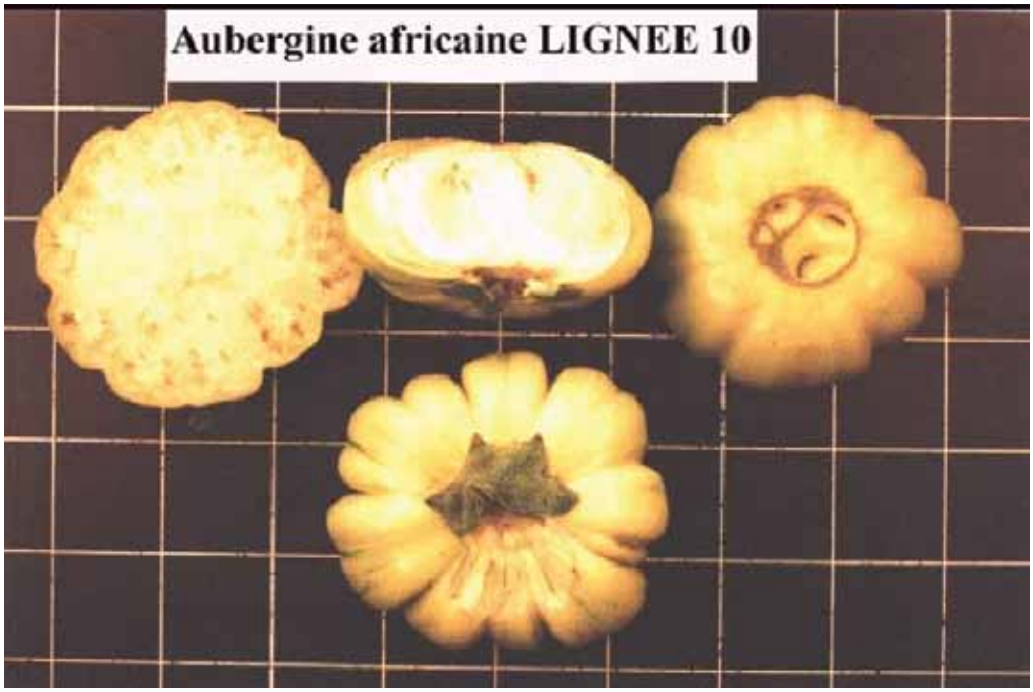
Recherche et étude génétique de la resistance de l'aubergine africaine (*Solanum aethiopicum* L, spp *Kumba*) aux acariens phytophages

RADHORT


Aubergine africaine LIGNEE 10

Recherche et étude génétique de la resistance de l'aubergine africaine (*Solanum aethiopicum* L, spp *Kumba*) aux acariens phytophages

Abdoulaye SECK, Consultant Indépendant Horti Consult, Unité 26, Villa 810 - Parcelles Assainies, Dakar, Sénégal

INTRODUCTION

Les légumes de type africain, qui pendant longtemps ont été considérés comme secondaires, sont de nos jours progressivement pris en compte aux niveaux national et international. Ceci s'explique par leur valeur nutritive dans l'alimentation des zones rurales et le risque réel d'érosion génétique dont ils sont aujourd'hui menacés.

Les aubergines africaines regroupent plusieurs espèces dont *Solanum macrocarpon, S. anguivi* et *S. aethiopicum*. Cette dernière, appelée jaxatu au Sénégal, est très répandue en Afrique sous diverses formes variétales, et porte différents noms vernaculaires suivant les ethnies et les pays.

La sous-espèce *Kumba*, la seule cultivée au Sénégal à travers plusieurs variétés locales et sélectionnées, compte parmi ses principaux problèmes phytosanitaires les attaques de deux familles d'acariens qui peuvent réduire les rendements de manière notable.

Face aux difficultés rencontrées avec le contrôle chimique en raison entre autres du phénomène de résistance, les recherches se sont orientées depuis 1983 vers l'exploration des possibilités de la lutte génétique.

Dans cet article, nous nous proposons de présenter et de discuter les principaux résultats de recherche relatifs à la mise en évidence de la résistance aux acariens du jaxatu et à la caractérisation de cette résistance au plan génétique. Ensuite, nous discuterons des perspectives d'exploitation horticole et de recherche qui ressortent de cette étude.

GÉNÉRALITÉS

Noms vernaculaires

L'aubergine africaine est appelée *jaxatu* partout au Sénégal sauf dans les régions de Louga et de Saint-Louis (nord) où elle porte le nom de *xuluñe*. C'est un légume-fruit et feuille important en Afrique où il est désigné par des noms vernaculaires divers (*Ngoyo* au Mali, *Ndrowa* en Côte d'Ivoire, *Kumba* au Burkina Faso, *Yallo* au Tchad, etc) (Seck, 1986).

Taxonomie

Le jaxatu, qui est un *Solanum* non-tubérifère, appartient à la grande famille des solanacées. L'espèce, qui pendant longtemps n'a pas échappé aux difficultés de nomenclature qui caractérisent le genre *Solanum,* a été étudiée par plusieurs taxonomistes dont Lester (1982). Ce dernier, avec ses collaborateurs, a mis en évidence le polymorphisme de l'espèce, et son processus de domestication à partir de *Solanum anguivi*, qui a abouti à l'apparition de ses 4 sous-espèces interfertiles (*Kumba, Gilo, Aculeatum* et *Shum*).

Celles-ci ont été à tort (et le sont encore dans certains pays) considérées comme des espèces à part entière portant les noms tels que *Solanum integrifolium*, *S. anomalum*, *S. gilo*, *S. aethiopicum*, etc.

Importance

Le jaxatu (spp *Kumba*) est principalement un légume-fruit, mais ses feuilles glabres sont également consommées dans le sud du Sénégal et dans d'autres pays d'Afrique. Les études de Toury et al. (1965) montrent que les fruits sont plus riches que ceux de la tomate et de l'aubergine européenne en calories (respectivement 30, 23 et 25 cal/100 g), en protéines (1,6 ; 0,7 et 1,1 mg/100 g), et en glucides (7, 5 et 6 mg/100 g). Il en est de même pour les cendres. Quant aux feuilles, elles sont 2 à 3 fois plus riches que les fruits. Par ailleurs, sa fréquence d'utilisation alimentaire est égale à celle de l'aubergine, qui est de 6 fois par semaine (Sow, 1981).

Description

Solanum aethiopicum L, ssp. *Kumba* est une plante annuelle herbacée cultivée toute l'année, et pouvant atteindre et dépasser 0,5 à 1 m suivant les variétés et les conditions de culture. Ses feuilles glabres et inermes sont plus ou moins sinuées et portent des nervures plus ou moins anthocyanées, de même que les tiges. Les fleurs de type 5 sont solitaires ou en courtes cymes de 2 à 4, caractérisées par une certaine péristylie (Seck, 1984 ; 1986 ; 1987). Elles donnent après nouaison (2 à 2 mois et demi après semis) des baies de forme souvent aplatie, de couleur vert-foncé à blanc qui virent au rouge ou au rouge orangé suivant la teneur en ß carotène. Ces baies ont un goût plus ou moins amer suivant la teneur en furostonal saponine. Le système racinaire est de type pivotant avec de nombreuses racines secondaires.

Production et prix au producteur

La production nationale rapportée par la Direction de l'Horticulture (1996) est de l'ordre de 3.000 t/an, issue de 330 ha.

Le produit est disponible toute l'année, avec des pics de production situés entre avril et juin, période qui correspond aux prix au producteur les plus bas. Les prix au détail varient ainsi entre des valeurs extrêmes situées entre 200 et 250 (avril-juin) et plus de 400 F CFA/kg (sept-oct) (Isra/Cdh, 1994, communication personnelle).

Problèmes phytosanitaires

La plante fait l'objet d'attaques multiples (ravageurs, pathogènes), qui ont été passées en revue dans plusieurs études (Seck, 1984 ; 1986). L'impact des problèmes phytosanitaires se traduit par le faible niveau des rendements moyens en milieu rural (9 t/ha). Au Sénégal, les plus importants ravageurs sont le borer des fleurs (*Scrobipalpa* sp), lépidoptère encore mal connu des producteurs, la cécidomyie des fruits (*Asphondylia* spp), importante au sud du pays et les acariens, araignées minuscules invisibles (ou à peine visibles) à l'oeil nu.

Acariens phytophages du jaxatu

On distingue 2 principales familles d'acariens, sur le jaxatu :

- les tétranychidés : araignées rouges ou tétranyques, en l'occurrence, *Tetranychus* sp (500 µ de diamètre selon Messiaen, 1974) qui vivent en colonie sur la face inférieure des feuilles, et dont les larves et les adultes provoquent facilement l'abcission de ces dernières suite à leur jaunissement. *Tetranychus urticae* Koch est un représentant connu de cette famille.
- les tarsonémidés : tarsonèmes (par exemple : *Polyphagotarsonemus latus*), acariens de très petite taille (160 µ selon Messiaen, 1974) qui provoquent des déformations

sur les feuilles et les fruits. Ces ravageurs, faute d'un contrôle efficace, limitent le nombre de récoltes à 2 à 3, avec des chutes de rendement pouvant atteindre 40 à 60 % (observations personnelles).

Le contrôle de ces types de ravageur est possible, mais devrait être réalisé dans le cadre d'une lutte intégrée qui associerait :

- la lutte chimique avec l'utilisation des acaricides ; toutefois ceux-ci devront être efficaces et diversifiés pour éviter le développement d'une résistance comme cela a déjà été observé avec le diméthoate qui n'est pas un acaricide spécifique (Leigh et Winholds, 1980) et le dicofol (Dennehy et Granet, 1984).
- la lutte biologique : l'efficacité d'autres acariens prédateurs des acariens phytophages, tels que les phytoséidés (par ex. *Phytoseiulus* sp) a déjà été rapportée par plusieurs auteurs, mais leur emploi en Afrique n'est pas encore développé. L'exploration des possibilités de lutte biologique semble opportune.
- la lutte génétique : c'est l'utilisation de variétés tolérantes ou résistantes aux acariens. Les résultats des différents travaux de recherche sur la variabilité génétique et les possibilités offertes, sont présentés dans le chapitre suivant.

ETUDE DES POSSIBILITES DE LUTTE GENETIQUE

Etude de la variabilité génétique

Il s'agit d'un criblage des génotypes en conditions d'infestation naturelle.

Matériel et méthodes

Vingt-neuf génotypes appartenant à 4 espèces de *Solanum* (24 de *S. aethiopicum*, 2 de *S. anguivi*, 2 de *S. macrocarpon* et 1 de *S. sisymbrifolium)* ont été semés et repiqués respectivement en début mars et début juin 1984. La culture a donc été réalisée en pleine saison chaude et humide propice à une attaque maximum des tétranyques, principales cibles de l'étude. Dix de ces variétés ou populations étaient locales et 19 ont été introduites de divers pays : Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Mauritanie, Bénin, Congo, Ouganda, Japon et Amérique du Sud. La variété Soxna (sélection du Centre pour le Développement de l'Horticulture-CDH), sensible aux acariens, a été utilisée comme témoin. La conduite de la culture comme tous les essais de cette étude, a été faite sur base des recommandations des fiches techniques du CDH. Les observations concernant le comportement des plantes vis-à-vis des acariens ont consisté à :

- effectuer une appréciation visuelle du niveau d'infestation par les araignées rouges,
- dénombrer au binoculaire (grossissement 40 ; plaques de 19.6 mm²) sur les lots retenus, les acariens (adultes + larves) et les poils foliaires, pour vérifier la corrélation entre le degré d'infestation et le niveau de pilosité : comptages sur 2 plantes prises au hasard, avec 2 feuilles par plante et 3 niveaux de prélèvement, puis calcul des moyennes arithmétiques.

Résultats et discussions

L'observation visuelle du comportement des plantes sous stress naturel a permis d'apprécier le niveau d'infestation, notamment la réaction des différents génotypes vis-à-vis de cette attaque et de sélectionner 13 génotypes destinés à une étude approfondie. On observe la destruction suite à une défoliation complète de certains génotypes à feuilles glabres (par exemple de la variété Soxna) ou un degré d'attaque très sévère, à l'opposé des plantes à feuilles poilues.

Les tableaux I et II présentent pour les 13 génotypes observés les données recueillies.

TABLEAU I
Résultats des observations sur le degré d'infestation par les tétranyques en relation avec la pilosité foliaire (pour *S. anguivi* et *S. aethiopicum*)

Génotypes	Espèces/Sous-espèces	Nbre d'acariens par lot et par cm²	Nbre de poils par lot et par mm²
Bot 10i	*S. anguivi*	0,4	11,73
Bot 10g	*S. anguivi*	0,92	13,4
Bot 10a	*S. aethiopicum* ssp *Gilo*	1,16	13,8
Bot 10e	*S. aethiopicum* ssp *Gilo*	1,48	11,16
Bot 10c	*S. aethiopicum* ssp *Gilo*	1,9	12,37
TAM 88	*S. aethiopicum* ssp *Kumba*	2,97	0
Bot 2	*S. aethiopicum* ssp *Aculeatum*	3,01	9,4
Bot 14	*S. aethiopicum* ssp *Kumba*	7,2	0
Bot 18	*S. aethiopicum* ssp *Shum*	11,35	0
SOXNA	*S. aethiopicum* ssp *Kumba*	18,75	0

Avec les 10 génotypes de *S. aethiopicum* et *S. anguivi*, l'analyse statistique (valeur calculée $\chi^2 = 6{,}67$ $p = 1$ % et $\nu = 1$) permet d'admettre l'hypothèse de corrélation inverse entre la pilosité et le degré d'infestation.

TABLEAU II
Résultats des mêmes observations pour les autres espèces étudiées

Génotype	Espèces	Nombre d'acariens par lot et par cm²	Nombre de poils par lot et par mm²
MM 284	*S. sisymbrifolium*	0	0,95
SM1	*S. macrocarpon (vert)*	0,32	0
SM2	*S. macrocarpon (blanc)*	1,17	0

En considérant les 13 génotypes, qui englobent les 3 génotypes de ces 2 autres espèces distinctes, l'hypothèse d'indépendance entre les deux caractères (nombre d'acariens et pilosité) est admissible : χ^2 calculé (2,25) dépassé avec $p = 10$ % et $\nu = 1$.

Interprétation des résultats et analyse des mécanismes de résistance

Les observations visuelles, associées aux résultats des comptages, indiquent bien l'effet de la pilosité foliaire sur le comportement des plantes vis-à-vis des tétranyques.

La pubescence se présente sous forme de poils étoilés à plusieurs branches (6 à 8), répartis plus ou moins densément sur la face inférieure des feuilles suivant l'âge de celles-ci, les génotypes et le milieu (Seck, 1984 ; 1986).

- Les 10 premiers lots (tableau I) ne sont différenciés que par la pilosité foliaire prise comme caractère quantitatif (valeurs extrêmes : 0 à 13,8). Ainsi, plus un lot est poilu, moins il est attaqué ; l'étude du mécanisme de résistance a permis de le caractériser de non-préférence ou d'antixénose, en s'appuyant sur les définitions conceptuelles respectives proposées par Russel (1978) et par Kogan et Hartman (cités par Buddenhagen et De Ponti, 1983). Selon ces auteurs, ce mécanisme est basé sur une caractéristique (morphologique, physiologique ou biochimique) de la plante qui gêne la ponte et la reproduction du ravageur. Ils le différencient de l'antibiose qui se réfère à un effet inhibiteur de la plante (substance toxique, par exemple une phytoalexine) sur la reproduction du ravageur.
- Avec l'ensemble des 13 génotypes qui portent le nombre d'espèces à 4 (tableaux I et II), la corrélation n'est plus évidente, car les 3 génotypes du tableau II, malgré leur absence de poils étoilés sont hautement résistants. L'observation des plantes de ces espèces permet de constater les spécificités suivantes :

- *S. macrocarpon* (aubergine à gros fruits aplatis, blancs ou verts) a déjà été rapporté comme résistant aux acariens par Schaff et al. (1982). Il semble que cette résistance, confirmée par notre étude, soit liée à l'épaisseur de la cuticule épidermique des feuilles qui empêche l'alimentation du ravageur.
- S. *sisymbrifolium* est une plante très épineuse, à feuilles simples très découpées portant de petits fruits ronds de couleur rouge orangé rappelant des tomates cerises. Ses feuilles portent à leur face inférieure quelques trichomes glanduleux (moins de 1 par mm²). Ces poils sécrètent une substance collante, non encore identifiée au plan biochimique, mais qui a au moins l'effet d'immobiliser les petits ravageurs (acariens, pucerons, jassides, etc.) qui meurent peu après.

Les mécanismes de résistance respectifs qui caractérisent ces 2 *Solanum*, pourraient être d'autres formes, différentes de la «non-préférence». Cependant, des études plus poussées pourraient vérifier l'éventualité d'un effet d'antibiose en ce qui les concerne.

Etude de l'hérédité de la résistance liée à la pilosité foliaire

Matériel et méthodes

Cette partie de l'étude a été basée sur un croisement entre la variété Soxna (*S. aethiopicum*, sous-espèce *Kumba)* glabre et inerme, utilisée comme femelle avec la lignée codifiée Bot 2 (*S. aethiopicum*, sous-espèce *Aculeatum*), poilue et très épineuse, originaire du Japon.

Méthodes et techniques d'hybridation

La technique d'hybridation a été celle rapportée par Seck (1983 ; 1984). Elle consiste à castrer un bouton floral à la veille de son épanouissement et à le polliniser avec de l'allopollen du parent mâle, et enfin à l'isoler au moyen d'un morceau de bande collante.

Technique d'autofécondation

Les hybrides F1 (Soxna x Bot 2) obtenus ont été semés en 1984 dans le cadre d'un programme de sélection pedigree pour la résistance, avec la même conduite culturale que pour les parents.

En début de floraison, ces hybrides ont été autofécondés pour l'obtention de la génération F2. La technique utilisée a consisté à polliniser les boutons floraux respectifs non castrés à la veille de leur anthèse, par du pollen prélevé d'une autre fleur de la même plante, pour des raisons de viabilité de l'autopollen à ce stade.

Méthodes d'étude et d'analyse de la résistance

Les graines F2 obtenues ont été semées le 7/12/84 et repiquées le 30/01/85. Avant repiquage, les plantules ont fait l'objet d'un dénombrement basé sur la présence d'épines et de poils foliaires.

Les données obtenues ont ensuite été traitées par le test χ^2, en prenant en compte les 2 caractères précités. Ce test compare les proportions observées de plantes comportant ces caractères avec toutes les combinaisons alléliques possibles, à celles attendues conformément à la théorie du dihybridisme de Mendel.

Ensuite, la comparaison des valeurs calculées et tabulaires permet de conclure ou non à l'hypothèse mendélienne.

Résultats et discussions

Déterminisme génétique de la pilosité foliaire

L'observation de l'hybride entre les 2 géniteurs permet de constater la dominance de la présence de poils (liée à la résistance) et d'épines.

Les caractéristiques de l'hybride, comparées à celles des parents (tableau III) mettent en évidence la dominance de la présence de ces caractères.

TABLEAU III
Caractéristiques de l'hybride Soxna x Bot 2 et des génotypes parentaux

Hybrides et parents	Pilosité foliaire poilu ; glabre P ; p	Spinosité épineux ; inerme E ; e
Soxna	p	e
Bot 2	P	E
Soxna x Bot 2	P	E
Bot 2 x Soxna	P	E

Au point de vue phénotypique, les combinaisons réciproques sont identiques, ce qui semble exclure pour les 2 caractères considérés l'éventualité d'une hérédité cytoplasmique.

Analyse des résultats

Combinaisons génotypiques et proportions attendues

Le tableau IV présente l'échiquier du croisement basé sur 2 caractères dominants et à érédité simple, avec, suivant la théorie du dihybridisme, les divers génotypes attendus pour une plante diploïde.

TABLEAU IV
Génotypes attendus en F2

Femelle Mâle	PE	Pe	pE	pe
PE	PPEE	PPEe	PpEE	PpEe
Pe	PPEe	PPee	PpEe	Ppee
pE	PpEE	PpEe	ppEE	ppEe
pe	PpEe	Ppee	ppEe	ppee

Analyse statistique des phénotypes

Une synthèse des résultats obtenus avec le test du χ^2 est consignée dans le tableau V qui confronte les effectifs attendus et observés.

TABLEAU V
Résultats des analyses de proportion issues des combinaisons alléliques

Phénotypes		Proportions mendéliennes	Effectifs théoriques (C)	Effectifs observés (O)	O-C	$(O-C)^2$	$(O-C)^2/C$
Poilus	Epineux	9/16	39	34	-5	25	0,64
Poilus	Inermes	3/16	13	19	+6	36	2,77
Glabres	Epineux	3/16	13	11	-2	4	0,31
Glabres	Inermes	1/16	5	6	+1	1	0,20
TOTAUX		**1**	**70**	**70**	**-**	**-**	**χ^2=3,95**

$\chi^{2obs} = 3,95 < \chi^{20,05} = 7,8$ (v = 3)

La probabilité qui correspond à $\chi^2 = 3,95$ pour 3 degrés de liberté est supérieure à 5 %, ce qui permet d'admettre l'hypothèse mendélienne pour ces 2 caractères.

NB : Dans le cas de 2 autres croisements entre les sous-espèces *Gilo* et *Kumba*, les mêmes tendances ont été observées pour les deux caractères considérés.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

La présente étude qui entre dans le cadre d'un programme global de sélection créatrice pour la résistance aux acariens, comporte 2 volets distincts, à savoir :

- la recherche et la mise en évidence de la résistance et
- son étude génétique.

Le premier volet a permis, suite à l'évaluation de 29 génotypes sous stress naturel (saison chaude et humide), d'identifier plusieurs formes de résistance par antixénose ou non-préférence. Parmi celles-ci, la seule qui présente des possibilités d'un transfert facile dans l'immédiat, semble être celle liée à la pilosité foliaire (poils étoilés) chez les espèces *S. aethiopicum* et *S. anguivi*. Les autres formes de résistance, qui sont certes de haut niveau (*S. macrocarpon, S. sisymbrifolium*), pourraient poser des problèmes d'incompatibilité interspécifique quant à leur transfert.

En ce qui concerne le 2e volet, il a permis de contribuer à caractériser cette forme de résistance quant à son déterminisme et son hérédité. Les résultats de ces travaux ont par la suite été confirmés en partie par ceux de Lester et Thitai (1986), notamment en ce qui concerne la pilosité prise comme caractère qualitatif.

En perspective, le travail à faire suite à cette étude devrait être orienté vers les axes suivants :

- confirmation de l'efficacité de la résistance ;
- vérification des résultats de l'étude génétique (hérédité) ;
- détermination du degré de pilosité correspondant à un niveau maximum de résistance, de manière à faciliter le choix des géniteurs ;
- étude de l'hérédité de la pilosité prise comme caractère quantitatif (éventualité d'une dominance incomplète) ;
- étude des mécanismes, bases génétiques et le cas échéant, biochimiques des formes de résistance observées chez *S. macrocarpon* et S. *sisymbrifolium*, et des possibilités de transfert de gènes (techniques spéciales, biotechnologie, etc).

BIBLIOGRAPHIE

DENNEHY, J.J. ; GRANET, J., 1984 : *Spider mite resistance to dicofol in San Joaquin Valley cotton : inter and intraspecific variability in susceptibility of three species of Tetranychus (Acari : Tetranychidae).*

DIRECTION DE L'HORTICULTURE (D.H) (comm. pers.) : *Données statistiques sur la production maraîchère,* campagne 1995-96.

ISRA/CDH (comm. pers.) : *Variation des prix au détail des légumes*, campagne 1993-1994.

LEIGH, T.F. ; WINHOLDS, P.F., 1980 : *Insecticides enhance spider mites reproduction.* California Agriculture, 34 (10), pp 14-18.

LESTER , R.N., 1982 b : *Systematics of Asian and African eggplants, (Solanum melongena, S. macrocarpon and S. aethiopicum).* University of Birmingham U.K. (Comm. pers. à Daunay), pp 1-5

LESTER, R.N. ; THITAI, G.N.W, 1986 : *Inheritance in Solanum aethiopicum, the scarlet eggplant.* 6ème rencontre Eucarpia, Saragosse, pp 1-24.

MESSIAEN, C.-M., 1974 : *Le potager tropical - Tome 1. Techniques vivantes* -Presses universitaires, p 98-100

RUSSEL, G.E., 1978 : *Studies in the agricultural and food Sciences. Plant breeding for pest and disease resistance.* Butterworths, pp 198-328.

SCHAFF, D.A. ; JELENKOVIC, G. ; BOYER, C.D. ; POLLACK, B.L., 1982 : *Hybridization and fertility of hybrid derivatives of S. melongena L. and S. macrocarpon L.* Theor. Appl. Genet. 62 (2), pp 149-153.

SECK, A., 1983 : *Amélioration génétique de l'aubergine : Etude de croisements de S. melongena L. par S. torvum S. W. et S. sisymbrifolium Lam*, Mémoire ESAT 1, 38 p.

SECK, A., 1984 : *Contribution à l'amélioration génétique du jaxatu (Solanum aethiopicum L.) pour la culture en saison chaude et humide*, Mémoire ESAT 2, 48 p.

SECK, A., 1986 a : *Sélection généalogique du jaxatu (Solanum aethiopicum L, subsp Kumba) pour son adaptation aux conditions chaudes et humides : étude des descendances F2 et F3 obtenues par hybridation entre Soxna et 3 génotypes des sous-espèces Gilo et Aculeatum.*, Mémoire de titularisation ISRA/CDH, 70 p.

SECK, A., 1986 b : *Synthèse des travaux de sélection créatrice réalisés sur le jaxatu entre avril 1984 et juillet 1986*, ISRA/CDH, 30 p.

SOW, I., 1981 : *Etude de la consommation des légumes à Pikine-Guédiawaye (Dakar).* ISRA/CDH, BP 154, Dakar-Sénégal, 32 p.

TOURY, J. et al., 1965 : *Aliments de l'Ouest Africain (ORANA)* pp 38-39, Mémoire ESAT 1, 38 p.

VAN DE PLAS, G. ; SECK, A. ; DERMUL, P., 1984 : *Recherches de types d'aubergines africaines susceptibles d'être utilisées comme géniteurs pour l'amélioration de Solanum aethiopicum L. Subsp. Kumba, Var Soxna (Jaxatu), pour la culture en saison chaude et humide au Sénégal*, ISRA/CDH, BP 154, Dakar-Sénégal, 21 p.

RADHORT