

# végétaux du soleil

## L'igname *D. alata*, la génétique et l'antracnose

En Guadeloupe, contribution de l'INRA :  
passage de la collecte-introduction à la création de variétés résistantes

Georges Ano\*, Jean Gelabale\* et Pierre Marival\*

L'antracnose de l'igname *D. alata*, due au champignon *Colletotrichum gloeosporioides*, est la cause principale de pertes de rendement de cette culture à travers le monde (Abang *et al.*, 2003). Elle est connue en Guadeloupe depuis les années 1960 (Toribio, 1980) ; ses dégâts ont été décrits au début des années 1970 (Fournet *et al.*, 1974, 1975). En même temps, des travaux ont été effectués pour introduire des variétés résistantes « dénichées » dans d'autres zones de culture et trouver des fongicides efficaces.

Mais en 1989, *C. gloeosporioides* s'est mis à résister aux fongicides et à contourner la résistance de la variété la plus cultivée.

L'INRA a alors cherché à voir si d'autres variétés anciennement réputées résistantes l'étaient restées, et à sélectionner par hybridation de nouvelles variétés résistantes. Sachant qu'hybrider cette espèce d'igname n'est pas une mince affaire...



ph. Ano

Début d'attaque d'antracnose sur igname *Dioscorea alata* (nécroses sur feuilles gagnant les tiges). La maladie est favorisée par de fortes températures et par l'humidité.

D'origine asiatique et pacifique, *Dioscorea alata* est sans doute l'espèce d'igname la plus cultivée dans le monde. Diffusée par multiplication végétative (bulbilles ou fragments de tubercules) à partir de centres d'origines primaires ou secondaires, elle s'est fortement développée dans les régions de la zone intertropicale où l'on peut pratiquer une mécanisation sommaire. Elle ne nécessite en effet qu'une seule récolte ; de plus, on peut la cultiver à plat sans tuteurs et conserver son tubercule jusqu'à cinq mois grâce à une bonne teneur en matière sèche.

Cette igname, du fait de son aptitude à la mécanisation, est entrée dans les assolements de diversification en Guadeloupe, tant en Grande Terre qu'en Basse Terre.

Les variétés actuellement cultivées sont en général plantées de mars à juin et récoltées entre novembre et mars. Elles sont très appréciées, en particulier les variétés de type

Pacala. Mais le développement de la culture est fragilisé par une maladie, l'antracnose causée par le champignon *Colletotrichum gloeosporioides*. Il n'est pratiquement plus possible de cultiver la variété Pacala sinon dans les zones sèches des extrémités Nord et Est de la Grande Terre.

La maladie se développe lorsque les niveaux de température et d'humidité sont élevés, en général début septembre, et ses ravages se poursuivent jusqu'en novembre. Sur variétés sensibles, on observe des nécroses de feuilles qui se propagent rapidement sur les tiges, détruisant toute la partie aérienne de la plante.

Dès 1970, Degras mit en place un programme d'introduction de variétés réputées résistantes à partir des collections des Universités de Porto Rico, de Barbade et de la Jamaïque (Université des West Indies) et à partir de collectes réalisées en Nouvelle Calédonie en collaboration avec Barrau (Degras *et al.*, 1971) ; en même

\* INRA Antilles Guyane. Domaine Duclos  
97170 Petit Bourg, Guadeloupe.

temps, des expérimentations de fongicides (Fournet *et al.*, 1974, 1975) furent entreprises.

La première grande crise causée par l'antracnose, en 1976, a ravagé la quasi-totalité des parcelles de *D. alata* (Pacala et Sainte-Catherine) au point qu'il a fallu importer de Barbade une grande quantité de plants. La lutte chimique avec le benomyl ou le chlorothalonil fut proposée par Toribio et Jacqu (1978). En même temps, un travail important d'évaluation de variétés introduites a été réalisé par Degras (1984). À la suite d'une prospection en Haïti, Degras introduisit en Guadeloupe la variété Plimbite qui eut un très grand succès dans les années 1980.

Hélas, à partir de 1989, cette variété fut à son tour victime d'attaques d'antracnose en même temps que les traitements fongicides devenaient inefficaces (Bayart et Pallas, 1994) avec l'apparition de souches résistantes. Cette seconde crise a porté un coup d'arrêt au développement de la culture d'igname en Guadeloupe. Rapidement l'INRA, en concertation avec les organisations professionnelles des planteurs d'igname, orientait ses travaux en vue d'identifier ou de créer de nouvelles variétés résistantes à cette forme du pathogène et de trouver les éléments permettant d'optimiser la production de plants sains.

## Anciennes variétés résistantes et nouvelles souches du pathogène

### Trois variétés testées

L'émergence de souches de *Colletotrichum* surmontant la résistance de Plimbite nous a conduit à évaluer le comportement de variétés connues auparavant comme résistantes à l'antracnose. Les variétés Belep, Kinabayo et Oriental signalées comme résistantes (Degras, 1971), ont été évaluées au champ en Grande Terre (Godet-Petit Canal) et en Basse Terre (Duclos-Petit Bourg) dans des conditions agro-climatiques contrastées. Le site de Godet, sur vertisols à argiles gonflants et au climat relativement sec, est bien moins favorable à la culture de l'igname mais aussi au développement de la maladie que celui de Duclos, au climat plus humide et situé sur des andosols favorables à la culture de l'igname.

Les expérimentations ont été répétées durant quatre ans, de 1997 à 2000. Le dispositif comprenait, pour chaque localité et pour chaque variété, quatre répétitions d'une parcelle élémentaire de quatre lignes de dix plantes.

Les notations de sévérité des attaques d'antracnose ont été faites sur les deux lignes centrales de chaque parcelle élémentaire. Nous avons utilisé une échelle quantitative allant de 0 (aucun symptôme visible) à 6 (plus de 50 % de surface foliaire malade), adaptée à l'igname par Green (1994) à Barbade. Les notations ont été effectuées à l'aide d'un cadre d'une surface de 0,6 m<sup>2</sup> (dimensions

	Duclos			Godet		
	JAP	Variétés	Note	JAP	Variété	Note
1997	209	Belep Kinabayo Oriental Plimbite Ste Catherine	0,5 0,1 0,5 6 6	215	Belep Kinabayo Oriental Plimbite Ste Catherine	0,1 0 0 6 5,6
1998	162	Belep Kinabayo Oriental Plimbite Ste Catherine Kabusa	0,0 0,61 0,25 6 6 5,44	183	Belep Kinabayo Oriental Plimbite Ste Catherine Kabusa	0 0 0,53 3,36 6 2,58
1999	195	Belep Kinabayo Oriental Plimbite	0 0 0 6			
2000	186	Belep Kinabayo Oriental Plimbite	0 0 0,1 6	189	Belep Kinabayo Oriental Plimbite	0 0 0 5,5

N.B. : L'analyse, effectuée par test de rang de Friedman (analyse classique inadaptée, en particulier variance nulle quand les quatre répétitions sont nulles), a confirmé la différence entre les témoins sensibles et les variétés jugées résistantes.

77 x 77 cm), déposé au hasard sur les plantes pour délimiter la zone de lecture.

### Un très bon niveau constaté

Les résultats de ces évaluations sont regroupés dans le tableau 1 ; seules les dernières notations y figurent, les dates de lectures sont indiquées en jours après plantation (JAP). Les notes correspondent à la moyenne des quatre répétitions pour chacune des variétés.

On voit que Belep, Kinabayo et Oriental manifestent un très bon niveau de résistance sur les deux sites d'expérimentation durant les quatre années de travail. Degras *et al.* (1971) les ayant déjà signalées comme résistantes, on peut considérer que leur résistance est plus stable que celle de Plimbite. Ces trois variétés sont donc recommandées pour être cultivées dans les conditions de la Guadeloupe.

## Création de nouvelles variétés résistantes

Parallèlement à nos travaux sur la recherche de variétés résistantes à l'antracnose dans notre collection, nous avons mis en place un programme de création variétale afin d'élargir la gamme des variétés résistantes à l'antracnose et de réaliser des croisements (hybridations) permettant de construire par recombinaison des résistances durables à cette maladie.

### Toutes les variétés ne peuvent pas être parents d'hybrides

À cause de la quasi absence de production de graines en conditions naturelles chez *D. alata* (Abraham et Nair, 1990-1991), une étude de la reproduction sexuée de cette espèce a dû être



ph. Hoëtache

Flours femelles (au centre) et mâles (à droite) d'igname *D. alata*. Elles poussent sur deux pieds différents (l'espèce est dioïque) mais les lianes s'entrecroisent : nous sommes dans une parcelle destinée aux croisements.

**Tableau 2 - Résistance à l'antracnose en pépinière puis au champ, des semis de graines hybrides récoltées en 1999, 2000 et 2001 à partir de croisements entre parents résistants.**

Année	Parent femelle	Nb graines semées	Résistants pépinière	Résistants champ
1999	Oriental	317	11	3
2000	Boutou	212	19	5
2001	Boutou	567	42	14

**Tableau 3 - Résultats moyens des notations de sensibilité à l'antracnose, pour les hybrides, selon une échelle de 0 à 6.**

	Duclos			Godet		
	JAP	Variétés	Note	JAP	Variété	Note
1999	195	Plimbite	6			
		Boutou	0			
		Hy N° 5	0			
		Hy N° 6	0			
2000	186	Plimbite	6	189	Plimbite	5,5
		Boutou	0		Boutou	0
		Hy N° 5	0		Hy N° 5	0
		Hy N° 6	0		Hy N° 6	0
		Hy N° 30	0		Hy N° 30	0

entreprise sur les variétés de notre collection. La plupart des variétés de *D. alata* dont nous disposons ne fleurissent pas ou fleurissent de façon erratique. Parmi celles qui fleurissent, les variétés de type Tahiti peuvent donner des inflorescences femelles mais celles-ci restent toujours stériles.

L'étude des problèmes de floraison et de stérilité (Pierre-Gamiette, 1998) a permis de mettre en évidence que les ignames *D. alata* fleurissent en jours courts (novembre et décembre) et qu'on peut identifier des variétés à floraison précoce et tardive ; les variétés florifères ont pu être classées selon leur sexe.

Les problèmes de stérilité ont été expliqués après l'évaluation des niveaux de ploïdie. Trois classes ont pu être identifiées : 40, 60, 80 chromosomes (Gamiette *et al.*, 1999).

Les variétés de la classe 60 chromosomes sont stériles et ne peuvent être utilisées comme parents d'hybrides. Dans cette classe, on retrouve la variété mâle Belep et l'ensemble des femelles de type Tahiti. Parmi les variétés résistantes à l'antracnose, Kinabayo ayant une floraison erratique ne peut être retenue comme parent d'hybrides. En revanche les deux femelles résistantes AIA 445 et Oriental peuvent être utilisées.

### Hybridations puis évaluations

Après avoir choisi les géniteurs mâles potentiels, nous avons pu procéder aux hybridations (Pierre-Gamiette, 1998) et évaluer les descendance pour leur résistance à l'antracnose en conditions naturelles.

Plus de 3 000 plantules issues de graines hybrides ont été évaluées au champ de 1996 à 2004. Les semis sont faits en godets en pépinière, et dès la levée, les plantules sont attaquées naturellement par l'antracnose ; les

survivants sont mis au champ ; trois mois après les semis, ils doivent affronter à nouveau des souches communes du pathogène (la diversité de ces souches est en cours d'étude dans le cadre d'une thèse au laboratoire de pathologie végétale INRA Antilles-Guyane, et d'autre part par des travaux de post-doctorat). Les résultats de cette double

**Tableau 4 - Bilan en t/ha des productions pour les expérimentations multi-locales des hybrides résistants comparées à celles des variétés traditionnelles.**

	Duclos Basse Terre		Godet Grande Terre
	1999	2000	2000
Oriental	52		32
Belep	48	37	
Plimbite	17	16	29
Boutou	101	116	39
Hy N° 5	45	63	28
Hy N° 6	66	59	40
Hy N° 30		65	41

N.B. Belep non testée à Godet car inadaptée aux conditions pédoclimatiques locales.

sélection sont regroupés dans le tableau 2.

Dans ces conditions, nous avons toujours récupéré moins de 5 % de plantes résistantes, à côté de plantes plus ou moins sensibles (maladie se développant dès la pépinière, en début de plantation ou après quelques semaines). Ces chiffres sont bien plus faibles que ceux obtenus par Mignouna *et al.* (2001).

Ces descendance ayant été obtenues à partir de croisements entre parents mâles et femelles résistants à l'antracnose, l'explication du déterminisme génétique de la résistance au champ semble complexe et de type polygénique.

## Bibliographie

- **Abang M.M., Winter S., Mignouna H.D., Green K.R., Asiedu R.**, 2003 - Molecular taxonomic, epidemiological and population genetic approaches to understanding yam anthracnose disease. African Journal of Biotechnology, 2 (12):486-496.
- **Abraham K. A. and P. G. Nair**, 1990 - Floral biology and artificial pollination in *Dioscorea alata* L. Euphytica. 48: 45-51.
- **Abraham K. A. and Nair P. G.**, 1991 - Polyploidy and sterility in relation to sex in *Dioscorea alata* L. (Dioscoreaceae). Genetica. 83: 93-97.
- **Barrau J.**, 1965 - Histoire et préhistoire horticole de l'Océanie Tropicale. J. Soc. Océanistes 21 : 55-78.
- **Bayart J.D., Pallas B.**, 1994 - Résistance de l'antracnose de l'igname à un benzimidazole. Résultats d'une première étude menée en Guadeloupe. Phytoma. 461 : 37-42.
- **Degras L., Suard C., Poitout A., Arnolin R.**, 1971 - Observations on recently introduced Pacific Yams in the French West Indies. Trop. Root and Tuber Crops Newsletter. 4: 44-45.
- **Degras L., R. Arnolin C. Suard et R. Poitout**, 1984 - Selection of *D. alata* cultivars of low susceptibility to anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*). In, Proc. 6<sup>th</sup> Sympos. ISTRC, Peru 1983, pp. 627-632.
- **Fournet J., Degras L., Arnolin R., Jacqua G.**, 1974 - Field trials about yam anthracnosis. 12<sup>th</sup> Ann. Meeting CFCS, Jamaica, 6 pages.
- **Fournet J., Degras L., Arnolin R., Jacqua G.**, 1975 - Essais relatifs à l'antracnose de l'igname. Nouv. Agron. Antilles-Guyane Vol 1: 2, 115-122.
- **Gamiette F., F. Bakry, et G. Ano**, 1999 - Ploidy determination of some yam species (*Dioscorea* spp.) by flow cytometry and conventional chromosomes counting. Genetic Resources and Crop Evolution 46(1) : 19-27.
- **Green K. R.**, 1994 - Studies on the epidemiology and control of yam anthracnose. PhD Thesis University of Reading, UK. 166p.
- **Mignouna, H. D., Abang M.M., Green K.R., Asiedu R.**, 2001 - Inheritance of resistance in water yam (*Dioscorea alata*) to anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*). Theoretical Applied Genetics 103 :1, 52-55.
- **Pierre-Gamiette F.**, 1998 - Reproduction sexuée de *Dioscorea alata*. Les avancées et interrogations. pp. 189-192. Actes du séminaire international « L'igname, plante séculaire et culture d'avenir », 3-6 juin 1997, Montpellier, France. CIRAD, INRA, ORSTOM, CORAF. Berthaud, Bricas, Marchand Edit.
- **Prain D., Burkill I.H.**, 1934 - Diocoreacées. In: Flore Générale de l'Indochine Tome VI : Fasc 5 et 6 pp698-745). Aut : H. Lecompte, H. Humbert, F. Gagnepain. Ed : Masson.
- **Torbio J.A., Jacqua G.**, 1978 - Traitements fongicides contre l'antracnose de l'igname. Nouv. Agron. Antilles - Guyane Vol 4 : 3-4, 147-152.
- **Torbio J. A.**, 1980 - Principales maladies des ignames en Guadeloupe. In: L'igname aujourd'hui et demain. Editeur I.N.R.A. pp. 40-45.

### Une variété aujourd'hui, d'autres demain

Les descendances des premières hybridations ont été évaluées au champ pour leur comportement vis-à-vis de l'antracnose et leur potentiel de production. Les résultats sont regroupés dans les tableaux 3 et 4.

La variété Boutou a été retenue à partir de cette sélection. Elle se caractérise par une très bonne résistance à l'antracnose, une production supérieure à celle de Belep et une végétation importante qui réduit le nombre de sarclages. Plus tardive que Belep, elle se récolte en février-mars. Ses qualités culinaires sont jugées excellentes. Elle est en cours de diffusion sous contrôle en Guadeloupe depuis 2001.

Nous avons associé par hybridation les résistances d'AIA 445 et d'Oriental ainsi que les résistances partielles d'autres variétés dans le but de construire une résistance durable. Ce travail a abouti à la création de la variété INRA 15. Cet hybride est lui aussi progressivement proposé aux professionnels.



ph. Anjo

MM. Marival et Gelabalé devant une parcelle de la nouvelle variété INRA 15, dont ils désignent les inflorescences (la variété fournit en effet des fleurs mâles).

### Résumé

En Guadeloupe, plusieurs crises provoquées par l'antracnose de l'igname due à *Colletotrichum gloeosporioides* depuis la fin des années 60 ont obligé l'INRA à rechercher et introduire, à partir des collections de l'Université de Porto Rico, de Barbade et de prospections en Nouvelle Calédonie, des variétés de l'igname *Dioscorea alata* résistantes à la maladie. Dans les années 80, Plimbite, variété provenant d'Haïti, a été largement cultivée. Des souches de *C. gloeosporioides* surmontant la résistance de Plimbite sont apparues en 1989. La nécessité d'élargir la gamme des variétés résistantes à l'antracnose et la perspective de construire des résistances durables à cette maladie ont conduit l'INRA à mettre en place en 1993 un programme de création variétale dans l'espèce *D. alata*. En 1997, l'INRA a identifié par des essais multiloceaux des variétés de *D. alata* résistantes aux nouvelles souches communes de *Colletotrichum* dont trois, Belep, Oriental et Kinabayo, ont montré une bonne résistance à la maladie durant quatre ans d'expérimentation en Grande Terre et Basse Terre.

La quasi absence de production de graines viables en conditions naturelles chez les *D. alata* de notre collection a justifié une étude de la reproduction sexuée de cette espèce. La plupart des variétés de *D. alata* dont nous disposons ne fleurissent pas ou le font de façon erratique. Les études sur la biologie florale et les niveaux de ploïdie de nos variétés florifères nous ont permis de

maîtriser les techniques d'hybridation et d'éviter les problèmes de stérilité en n'utilisant que des variétés possédant 40 chromosomes. Deux femelles résistantes AIA 445 et Oriental ont été retenues et les descendances des graines obtenues par hybridation ont été évaluées pour leur résistance à l'antracnose en conditions naturelles et pour la qualité de leurs tubercules. Plus de 3 000 plantules issues de graines ont été testées au champ de 1996 à 2004. Les variétés Boutou et INRA 15 ont été retenues à partir de cette sélection. Présentant une très bonne résistance à l'antracnose et une production supérieure à celle de Belep, elles sont en cours de diffusion en Guadeloupe et dans d'autres îles de la Caraïbe.

### Summary

#### GENETIC AGAINST ANTHRACNOSE OF YAM BREEDING PROGRAM IN GUADELOUPE

In Guadeloupe, Anthracnose of yam *D. alata* was identified since the sixties. From 1966 till 1980 INRA introduced, from collections or by prospections many yam varieties resistant to the disease.

In 1989, new strains of the disease became virulent on the resistant variety Plimbite. After 4 years of fields trials, only 3 varieties still resistant to the disease: Belep, Oriental and Kinabayo.

In 1993, INRA set up then a breeding program to create new resistant varieties of yam. A study of the number of chromosomes of *D. alata* showed that it was possible to use in hybridization the varieties having 40 chromosomes. In spite of the small number of resistant females which could be used as parent, we obtained numerous new resistant varieties. Two of these new hybrids: Boutou and INRA 15 are, at present, successfully cultivated in Guadeloupe.

## Conclusions et perspectives

Le programme de création variétal mis en place à l'INRA de la Guadeloupe a permis à ce jour de créer plus de 40 hybrides résistants dont certains résistent à l'antracnose depuis au moins 8 ans. Ces hybrides sont tous florifères et produisent des bulbilles. Propriétés de l'INRA, ils sont intégrés à notre collection de travail. Ils présentent une grande variabilité de forme et de qualité de leurs tubercules ; les recombinaisons réalisées à partir de structures génétiques hétérozygotes sélectionnées puis figées depuis des siècles à cause de l'usage de la seule multiplication végétative (par tubercules et bulbilles) sont bien entendu la source de cette variabilité.

Barrau (1965) indique que *D. alata* aurait été domestiquée en Indochine à partir de *D. perisimilis* et *D. hamiltonii* dont elle ne diffère que par la forme de la tige (Prain et Burkill, 1934). Ces deux espèces semblent également proches de *D. nummularia* rencontrée en Mélanésie. Des prospections dans les régions citées par Prain et Burkill permettraient probablement de collecter de nouvelles sources de résistance à l'antracnose.

La suite du travail évoqué ici sera conduite par Petro, et porte sur l'étude des mécanismes de résistance et de leurs déterminismes.

**Remerciements.** Les auteurs remercient M. Farant, Directeur des Unités expérimentales INRA de Godet et de Duclos ainsi que les équipes techniques de ces deux Unités expérimentales, particulièrement MM. Maynard, Irep, Lator et Labirin.