

■ REPÈRES

# L'amélioration des plantes tropicales

---

André Charrier, Michel Jacquot,  
Serge Hamon et Dominique Nicolas  
*Editeurs scientifiques*



CIRAD

ORSTOM

## Les ignames

---

Perla Hamon, Roland Dumont, Jeanne Zoundjihékpon,  
N'goran Ahoussou, Bakary Tio-Touré

Les ignames sont des plantes herbacées volubiles à tubercules, plus rarement à rhizomes, produisant dans certains cas de petits tubercules aériens, les bulbilles (planche XVI, 1 et 2). Elles ont une aire de répartition très large, qui couvre tous les continents, et sont adaptées à des milieux écologiques très divers : régions tropicales savanicoles ou forestières, zones d'altitude, milieux tempérés.

Les ignames appartiennent au genre *Dioscorea* de la famille des dioscoréacées, rattachée aux monocotylédones. Le genre *Dioscorea* compte plus de six cents espèces dans le monde, mais son inventaire n'est probablement pas terminé — deux espèces viennent d'être récemment décrites au Pérou (TELLEZ-VALDES, 1996). En Afrique, on dénombre une vingtaine d'espèces autochtones ou introduites, réparties dans sept sections botaniques (MIEGE et LYONGA, 1982; N'KOUNKOU *et al.*, 1993). La section *Enantiophyllum* rassemble plus de la moitié des espèces d'ignames sauvages d'origine africaine. La domestication de plusieurs d'entre elles a fourni des ignames cultivées, qui sont aujourd'hui regroupées dans le complexe *D. cayenensis-D. rotundata*.

Les espèces sauvages sont soit annuelles — parties aérienne et souterraine renouvelées annuellement —, soit semi-pérennes — partie aérienne ayant un cycle de douze à vingt-quatre mois et partie souterraine pérenne —, soit

pérennes — parties aérienne et souterraine visibles à tout moment de l'année. Les espèces cultivées sont, en règle générale, exploitées annuellement.

De nombreuses espèces sont comestibles ou le sont devenues à la suite de la domestication. Parmi elles, une dizaine d'espèces sont couramment cultivées. Plusieurs espèces sauvages sont utilisées dans la pharmacopée et quelques-unes sont employées dans l'industrie pharmaceutique.

La production mondiale d'ignames alimentaires atteignait 30 millions de tonnes en 1994 (FAO, 1995). L'Afrique de l'Ouest assure 94 % de cette production. Le Nigeria occupe le premier rang des pays producteurs avec 22 millions de tonnes, suivi par la Côte d'Ivoire (2,8 millions), le Bénin (1,3 million) et le Ghana (1 million).

Les ignames constituent une ressource vivrière essentielle pour de nombreux pays d'Afrique de l'Ouest (planche XVI, 3). La production est, pour une large part, directement utilisée par les agriculteurs, mais elle est aussi commercialisée pour approvisionner les marchés urbains. Les tubercules sont le plus souvent consommés sous la forme de purée compacte. Récemment, leur transformation artisanale en cossettes séchées s'est développée au Nigeria et au Bénin. Leur transformation industrielle a été mise au point au Nigeria et en Côte d'Ivoire, dans les années 80, par des opérateurs du secteur agroalimentaire international.

En Afrique de l'Ouest, l'essentiel de la production repose sur les ignames du complexe *D. cayenensis-D. rotundata*. Cependant, d'autres espèces peuvent avoir localement une grande importance économique. C'est le cas de *D. alata*, d'origine asiatique, qui prédomine en pays baoulé, dans le centre de la Côte d'Ivoire, et de *D. dumetorum*, espèce autochtone en Afrique, très cultivée dans la partie occidentale du Cameroun.

Les ignames *D. cayenensis-D. rotundata* ont fait l'objet de nombreux travaux de recherche au cours des vingt dernières années. Ce chapitre se limite aux connaissances acquises sur ces ignames.

## L'organisation évolutive du complexe *D. cayenensis-D. rotundata*

### La taxonomie

En Afrique de l'Ouest, on cultive des ignames originaires d'Asie du Sud-Est — *D. alata* à tige ailée et *D. esculenta*, qui forme une grappe de petits tubercules — et des ignames africaines — *D. bulbifera*, qui produit de nombreuses bulbilles, *D. dumetorum*, à feuilles trifoliées, et un ensemble d'ignames n'appartenant à aucune de ces espèces. Les ignames de ce dernier ensemble ont posé des problèmes quant à leur dénomination scientifique.

Deux espèces distinctes Lamarck en 1792, à p Poiret en 1813, à part africaine de ces ignam quant à leur indépenda

Ainsi, dès 1918, Burkill *nensis* et *D. rotundata*. sion à partir d'une étude vars. Ceux-ci forment nombreuses formes inte *D. cayenensis* de *D.* d'hybrides interspécifiq base de 76 caractères m conduit à deux groupes *nensis* et *D. rotundata*.

Les travaux récents mon formes cultivées actuel et al., 1984; HAMON et 1994). Ces ignames pris botanique. La dénomina suite du séminaire inter au Cameroun en 1978, en leur accordant des ouest-africaine, sont tou tiges non pubescentes, p bulbifères.

### La diversité génétique

#### LA BIOLOGIE ET LE MODE

Les ignames *D. cayenensis* qui fonctionnent selon u une période de végétati disparition des organes i une phase de dormanc quatre mois.

En culture traditionnelle plante naît d'un fragmer mis en terre à la plantati tinctes. Dans un premie réserves énergétiques st sant des cataphylles, ou

Deux espèces distinctes ont tout d'abord été décrites : *D. cayenensis* par Lamarck en 1792, à partir d'un spécimen de Guyane, et *D. rotundata* par Poiret en 1813, à partir d'un spécimen provenant de Porto Rico. L'origine africaine de ces ignames, établie par la suite, s'est accompagnée de doutes quant à leur indépendance sur le plan taxonomique.

Ainsi, dès 1918, Burkill a-t-il mis en cause la séparation des espèces *D. cayenensis* et *D. rotundata*. MARTIN et RHODES (1978) ont abouti à la même conclusion à partir d'une étude morphologique et agronomique réalisée sur 68 cultivars. Ceux-ci forment deux groupes principaux, toutefois reliés par de nombreuses formes intermédiaires. AKORODA et CHIHEDA (1983) séparent aussi *D. cayenensis* de *D. rotundata*, tout en indiquant l'existence probable d'hybrides interspécifiques. En revanche, le classement de 22 cultivars sur la base de 76 caractères morphologiques effectué par ONYILAGHA et LOWE (1986) conduit à deux groupes mieux individualisés et assimilés aux espèces *D. cayenensis* et *D. rotundata*.

Les travaux récents montrent que quatre espèces au moins sont à l'origine des formes cultivées actuelles, classées *D. cayenensis* ou *D. rotundata* (HLADIK *et al.*, 1984 ; HAMON et TOURE, 1991 ; TERAUCHI *et al.*, 1992 ; DUMONT *et al.*, 1994). Ces ignames prises dans leur ensemble constituent donc un complexe botanique. La dénomination *D. cayenensis-D. rotundata*, recommandée à la suite du séminaire international sur les plantes à racines et à tubercules tenu au Cameroun en 1978, respecte l'origine plurispécifique de ces ignames tout en leur accordant des caractéristiques communes : ces ignames, d'origine ouest-africaine, sont toutes cultivées et possèdent des feuilles entières et des tiges non pubescentes, plus ou moins épineuses, non ailées, généralement non bulbifères.

## La diversité génétique

### LA BIOLOGIE ET LE MODE DE REPRODUCTION

Les ignames *D. cayenensis-D. rotundata* sont des plantes hémicryptophytes, qui fonctionnent selon un rythme annuel. Leur cycle biologique voit alterner une période de végétation et une phase de repos. Celle-ci commence par la disparition des organes aériens en fin de saison pluvieuse et se poursuit par une phase de dormance du tubercule, qui dure de quelques semaines à quatre mois.

En culture traditionnelle, la reproduction s'effectue par voie végétative. La plante naît d'un fragment de tubercule — appelé bouture ou semenceau — mis en terre à la plantation. La période de végétation compte deux étapes distinctes. Dans un premier temps, la plante est entièrement dépendante des réserves énergétiques stockées dans la bouture. La tige s'allonge en produisant des cataphylles, ou feuilles réduites, tandis que le système racinaire se

Il, l'appareil végétatif  
 le début de la tubérisa-  
 e végétative (TROUSLOT,  
 t de la tubérisation se  
 z, 1993). Une longue  
 masse foliaire et retarde  
 un effet inverse. Cela  
 e bien avant le solstice  
 Elle accroît la capacité  
 ules.

or conservé leur sexua-  
 c nécessairement allo-  
 e comportement sexuel

le des feuilles. En règle  
 antes femelles et de 2 à  
 ur es épis est 3 à 4 fois  
 p r centimètre contre  
 VI, 2). La pollinisation,

de l'Ivoire ont précisé  
 3) et à la Guadeloupe  
 s variétaux décrits par  
 s différentes phases de  
 sexes (ZOUNDJIHEKRON

a paraissent entre 3 et  
 x. Les premières ouver-  
 nes plus tard. La quasi-  
 ng jours. Le nombre de  
 nt, 10 et 14 heures, le  
 vre et se referme quoti-

aux apparaissent entre  
 plus tard que chez les  
 ères. La quasi-totalité  
 s avec un pic important  
 t 13 heures quatre jours  
 ide avec le moment où  
 é s insectes pollinisa-  
 observations réalisées sur  
 te, une fleur femelle ne

Ainsi, bien que les inflorescences mâles apparaissent plus tôt que les inflorescences femelles, il y a une assez bonne synchronisation intervariétale pour la plus grande partie du matériel végétal étudié si l'on considère l'ouverture du maximum de fleurs par plante.

#### LA DIVERSITÉ MORPHOLOGIQUE

Les formes cultivées de *D. cayenensis-D. rotundata* sont très diversifiées. Leur variabilité se manifeste surtout dans l'appareil végétatif aérien : architecture de la plante, coloration et aspect de la tige, taille, forme et couleur des feuilles. Pour l'appareil végétatif souterrain, cette diversité s'observe dans la forme, la taille et la coloration de la chair du tubercule ainsi que dans la durée de sa maturation, qui détermine l'aptitude à fournir une ou deux récoltes par cycle cultural annuel.

L'étude de la diversité morphologique de *D. cayenensis-D. rotundata* a été entreprise en Côte d'Ivoire dans les années 80. En partant de plus de 800 échantillons, pour la plupart collectés dans le pays, on a pu constituer 20 groupes variétaux, morphologiquement plus ou moins homogènes, tels que la variabilité morphologique intragroupe soit toujours inférieure à la variabilité existant entre les groupes (HAMON *et al.*, 1986; HAMON, 1988).

Ces groupes variétaux morphologiques se répartissent en deux classes (HAMON et TOURE, 1990b). La première comprend 2 groupes variétaux caractérisés par un cycle végétatif long (supérieur à dix mois), une très forte pigmentation, jaune ou violette, de la chair du tubercule et une inaptitude à produire deux récoltes par an. La seconde classe renferme les 18 autres groupes variétaux, qui présentent un cycle végétatif court (inférieur à dix mois), une chair incolore ou peu pigmentée et peuvent donner deux récoltes à chaque cycle cultural.

#### LA DIVERSITÉ ENZYMATIQUE

Le polymorphisme enzymatique du complexe *D. cayenensis-D. rotundata* a été étudié afin de préciser sa structure génétique (HAMON et TOURE, 1990a). Cinq systèmes enzymatiques ont été analysés par électrophorèse sur gel d'amidon sur environ 450 échantillons parmi les 800 représentatifs de la diversité morphologique et de la nomenclature vernaculaire. Il s'agit de l'isocitrate déshydrogénase (IDH), de la malate déshydrogénase (MDH), de la 6-phosphogluconate déshydrogénase (PGD), de la shikimate déshydrogénase (SDH) et de la phosphoglucose isomérase (PGI).

La diversité mise en évidence varie considérablement selon les groupes variétaux. Certains d'entre eux apparaissent génétiquement monomorphes et donc constitués d'un seul génotype au regard de ces marqueurs. D'autres, en revanche, sont très polymorphes puisqu'ils renferment 16 génotypes sur un total de 62 identifiés lors de l'étude. Pour trois systèmes enzymatiques (IDH, SDH, PGD), certains zymogrammes se caractérisent par la présence d'électromorphes de migration très lents.

met en place. Ensuite, les racines devenant fonctionnelles, l'appareil végétatif aérien se développe et la plante devient autonome. Le début de la tubérisation coïncide avec le ralentissement de la croissance végétative (TROUSLOT, 1982). La dynamique du développement végétatif et de la tubérisation se trouve influencée par la durée d'éclairement (OKEZIE *et al.*, 1993). Une longue durée d'éclairement favorise le développement de la masse foliaire et retarde la tubérisation. Une courte durée d'éclairement a un effet inverse. Cela explique pourquoi une plantation précoce, c'est-à-dire bien avant le solstice d'été, est essentielle pour assurer un fort rendement. Elle accroît la capacité de photosynthèse, qui conditionne le poids des tubercules.

De nombreux cultivars de *D. cayenensis*-*D. rotundata* ont conservé leur sexualité. Ces ignames sont généralement dioïques et donc nécessairement allogames. Des cas de monoécie ont été rapportés, mais le comportement sexuel de ces plantes n'est pas encore connu.

Les inflorescences sont des épis, qui naissent à l'aisselle des feuilles. En règle générale, les épis sont au nombre de 1 ou 2 chez les plantes femelles et de 2 à 8 chez les plantes mâles. La densité des fleurs mâles sur les épis est 3 à 4 fois plus importante que celle des fleurs femelles (3 à 8 par centimètre contre 1 ou 2). L'ouverture des fleurs est acropète (planche XVI, 2). La pollinisation, entomophile, est assurée par un thrips (PITKIN, 1973).

Les travaux sur la biologie florale effectués en Côte d'Ivoire ont précisé les observations réalisées au Nigeria (AKORODA, 1983) et à la Guadeloupe (BULLE-LEGRAND, 1983). Ils ont porté sur les groupes variétaux décrits par HAMON *et al.* (1986) et ont permis de caractériser les différentes phases de la floraison pour plusieurs variétés de chacun des sexes (ZOUNDJIHEKRON *et al.*, 1997).

Chez les plantes mâles, les premiers boutons floraux apparaissent entre 3 et 13 semaines après la levée, selon les groupes variétaux. Les premières ouvertures de fleur se produisent généralement 4 à 7 semaines plus tard. La quasi-totalité des fleurs d'une plante s'ouvre en quinze à vingt jours. Le nombre de fleurs ouvertes est maximal au cours de la matinée entre 10 et 14 heures, le pic se situant à la mi-journée. Chaque fleur mâle s'ouvre et se referme quotidiennement durant trois à quatre jours consécutifs.

Chez les plantes femelles, les premiers boutons floraux apparaissent entre 5 et 16 semaines après la levée, soit 2 à 3 semaines plus tard que chez les mâles. Les premières fleurs s'ouvrent 3 à 6 semaines après. La quasi-totalité des fleurs d'une plante est ouverte en trois à cinq jours avec un pic important pour le nombre de fleurs ouvertes se situant entre 9 et 13 heures quatre jours après le début de l'ouverture des fleurs. Ce pic coïncide avec le moment où la disponibilité en pollen est maximale et où l'activité des insectes pollinisateurs est forte en Côte d'Ivoire, si on se réfère aux observations réalisées sur le gombo (HAMON et KOEHLIN, 1991). Une fois ouverte, une fleur femelle ne se referme pas.

Ainsi, bien que les inflorescences femelles, il y a plus grande partie du maximum de fleurs par

#### LA DIVERSITÉ MORPHOLOGIQUE

Les formes cultivées de variabilité se manifestent la plante, coloration et Pour l'appareil végétatif taille et la coloration de maturation, qui déterminent le cycle annuel.

L'étude de la diversité morphologique a été entreprise en Côte d'Ivoire sur des clones et des sillons, pour la plupart des variétés, morphologique et morphologique intragroupes des groupes (HAMON *et al.*

Ces groupes variétaux morphologiques (HAMON et TOURE, 1990b). La période de cycle végétatif long est jaune ou violette, de la récoltes par an. La seconde présentent un cycle végétatif peu pigmentée et peuvent

#### LA DIVERSITÉ ENZYMATIQUE

Le polymorphisme enzymatique a été étudié afin de préciser les cinq systèmes enzymatiques d'amidon sur environ 40 variétés morphologiques. La diversité morphologique est citrate déshydrogénase (SDH) et de la phosphoglucose 6-phosphogluconate déshydrogénase (PGD).

La diversité morphologique mise en évidence sur des clones et des sillons. Certains d'entre eux sont constitués d'un seul génotype. En revanche, sont très polymorphes, total de 62 identifiés lors de l'étude de la diversité morphologique (SDH, PGD), certains zymogrammes de migration très

La classification enzymatique montre, elle aussi, une structure en deux classes principales rassemblant respectivement 15 et 5 groupes variétaux. La première classe présente la diversité génétique la plus faible. La seconde est génétiquement hétérogène et se singularise par la présence des électromorphes de migration très lents.

La comparaison entre la classification morphologique et la classification enzymatique indique que la classe morphologique à cycle végétatif aérien long est incluse dans celle à électromorphes de migration très lents (tableau 1). Elle révèle également que la plus forte variabilité morphologique s'observe dans la classe possédant la diversité enzymatique la plus restreinte.

Tableau 1. Principales caractéristiques des ignames du complexe *D. cayenensis-D. rotundata* tel qu'il est représenté en Côte d'Ivoire, d'après HAMON *et al.* (1986) et HAMON (1988).

Groupe variétal	Classe morphologique*	Classe enzymatique**	Teneur en ADN (pg)	Niveau de ploïdie
Afoubessou	A	1	1,24	4x
Cocoassié				
Frou				
Gnan				
Kponan				
Krandoufou				
Krenglé				
Kroukroupa				
Lokpa				
Nandokaka				
Sopéré				
Soussou				
Vinvan				
Waraga				
Zrézrou				
Baniakpa	B	2	1,77	6x
Kpôkpôkpôkpô				
Sammancou				
Kangba				
Yaobadou				
			2,59	8x

\* A : cycle végétatif aérien inférieur à 10 mois, chair du tubercule jamais très pigmentée, aptitude à produire une ou deux récoltes par cycle cultural ; B : cycle végétatif aérien supérieur à 10 mois, chair du tubercule le plus souvent très pigmentée, inaptitude à fournir deux récoltes par cycle cultural.

\*\* 1 : absence d'électromorphes lents pour l'IDH, la PGD et la SKDH ; 2 : présence d'électromorphes lents pour l'IDH, la PGD ou la SKDH.

Une structure en deux plexe *D. cayenensis-D.* De plus, il est intéressant et enzymatiques condui sont similaires à celles q

#### LES NIVEAUX DE PLOÏDIE

Les ignames cultivées c ploïdes. Leur nombre ch ploïdie ont été mis en év (BAQUAR, 1980; ZOUNDJI tion de la teneur en ADI les 15 groupes variétau tétraploïdes ( $2n = 4x =$  prend quatre groupes va ( $2n = 8x = 80$ ).

#### L'origine génétique *D. cayenensis-D. ro*

##### LES ESPÈCES SAUVAGES APP

Cinq espèces sauvages *D. praeensis* et *D. ma* d'une étude de polymorph les ignames cultivées (HA des caractéristiques biolog *D. abyssinica* et *D. prae* deux espèces pérennes *D.* des électromorphes de m tiques, IDH, SDH et PGD possède des caractères e entre les ignames annuelle

Les dénombrements chror vages révèlent différents ni (MIEGE, 1952, 1958; MAR HEKPON, 1994; tableau 2) s'accompagne pas nécessai

L'étude des relations entr permet de proposer une c *ensis-D. rotundata* (HAM formes tétraploïdes ont p et/ou *D. praeensis*. Les

structure en deux classes  
variétaux. La première  
La seconde est génétique-  
des électromorphes de

ue et la classification enzy-  
cl- végétatif aérien long est  
s lents (tableau 1). Elle  
mologique s'observe dans la  
streinte.

du complexe *D. cayenensis-*  
*D. rotundata* (HAMON *et al.* (1986) et

Teneur en ADN (pg)	Niveau de ploïdie
1,24	4x
1,77	6x
2,59	8x

culé jamais très pigmentée, apti-  
végétatif aérien supérieur à  
ude à fournir deux récoltes  
SKDH; 2 : présence d'électro-

Une structure en deux classes principales prévaut également au sein du complexe *D. cayenensis-D. rotundata* existant au Cameroun (DUMONT *et al.*, 1994). De plus, il est intéressant de constater que les caractéristiques morphologiques et enzymatiques conduisant à la séparation en deux classes du matériel végétal sont similaires à celles qui ont été mises en évidence en Côte d'Ivoire.

#### LES NIVEAUX DE PLOÏDIE

Les ignames cultivées du complexe *D. cayenensis-D. rotundata* sont polyploïdes. Leur nombre chromosomique de base est égal à 10. Trois niveaux de ploïdie ont été mis en évidence à partir des dénombrements chromosomiques (BAQUAR, 1980; ZOUNDJHEKPON *et al.*, 1990), puis confirmés par la détermination de la teneur en ADN par cytométrie en flux (HAMON *et al.*, 1992a). Seuls les 15 groupes variétaux de la classe enzymatique la moins diversifiée sont tétraploïdes ( $2n = 4x = 40$ ). La classe enzymatique la plus hétérogène comprend quatre groupes variétaux hexaploïdes ( $2n = 6x = 60$ ) et un octoploïde ( $2n = 8x = 80$ ).

#### L'origine génétique du complexe *D. cayenensis-D. rotundata*

##### LES ESPÈCES SAUVAGES APPARENTÉES

Cinq espèces sauvages — *D. burkilliana*, *D. minutiflora*, *D. abyssinica*, *D. praezensilis* et *D. mangelotiana* (HAMON *et al.*, 1995) — ont fait l'objet d'une étude de polymorphisme enzymatique analogue à l'analyse réalisée sur les ignames cultivées (HAMON, 1988). Ces ignames ont des biotopes variés et des caractéristiques biologiques différentes (tableau 2). Les espèces annuelles *D. abyssinica* et *D. praezensilis* apparaissent génétiquement proches. Les deux espèces pérennes *D. burkilliana* et *D. minutiflora* possèdent en commun des électromorphes de migration très lents pour les trois systèmes enzymatiques, IDH, SDH et PGD. Enfin, l'espèce semi-pérenne *D. mangelotiana* possède des caractères enzymatiques la situant en position intermédiaire entre les ignames annuelles et les ignames pérennes.

Les dénombrements chromosomiques effectués pour plusieurs espèces sauvages révèlent différents niveaux de ploïdie, qui vont de  $2n = 4x$  à  $2n = 12x$  (MIEGE, 1952, 1958; MARTIN et ORTIZ, 1963; LAUZER *et al.*, 1992; ZOUNDJHEKPON, 1994; tableau 2). Le passage de l'état sauvage à l'état cultivé ne s'accompagne pas nécessairement d'une polyploïdisation.

L'étude des relations entre les ignames cultivées et les ignames sauvages permet de proposer une origine polyspécifique pour le complexe *D. cayenensis-D. rotundata* (HAMON, 1988; HAMON *et al.*, 1992b; figure 1). Les formes tétraploïdes ont pour origine les espèces annuelles *D. abyssinica* et/ou *D. praezensilis*. Les formes hexaploïdes et octoploïdes sont partielle-

Tableau 2. Caractéristiques des espèces sauvages étudiées par HAMON (1988).

Espèces	Cycle	Habitat	Nombre de chromosomes (références)
<i>D. abyssinica</i>	annuel	savane arborée, forêt claire	40 (MIEGE, 1952 ; MARTIN et ORTIZ, 1963 ; LAUZER et al., 1992)
<i>D. praehensilis</i>	annuel	forêt mésophile	40 (MIEGE, 1952)
<i>D. mangenotiana</i>	semi-pérenne	forêt mésophile et ombrophile	80 (MIEGE, 1952) 40 (LAUZER et al., 1992) 60 (ZOUNDIHEKPON, 1994)
<i>D. burkilliana</i>	pérenne	forêt mésophile et ombrophile	40 (MIEGE, 1958)
<i>D. minutiflora</i>	pérenne	forêt mésophile et ombrophile	120 (MIEGE, 1958)

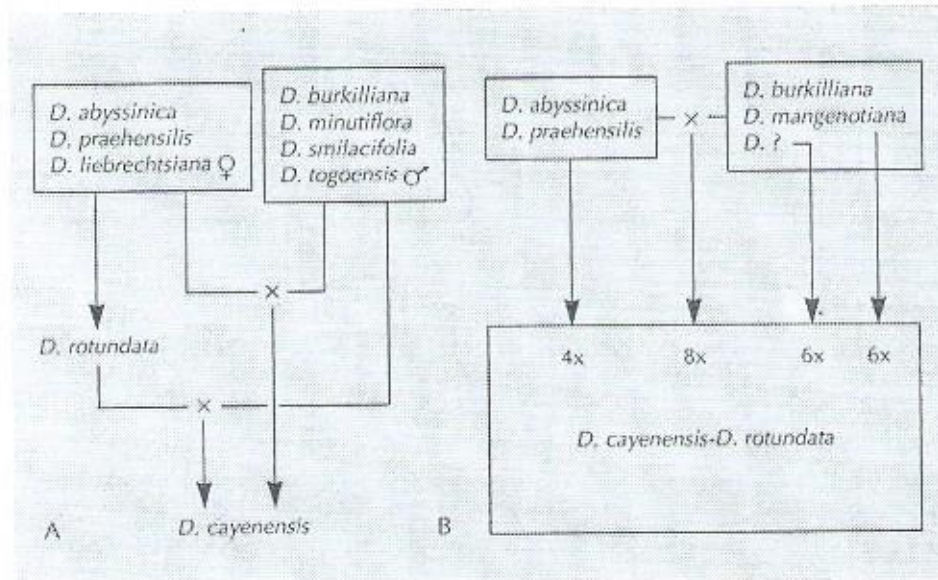


Figure 1. Schémas représentant l'origine polyspécifique du complexe *D. cayenensis*-*D. rotundata*, établis d'après les travaux de Terauchi (A) et de Hamon (B).

ment ou totalement apparentées à des espèces sauvages pérennes ou semi-pérennes. Le groupe variétal Sammancou (décrit in HAMON et al., 1986) provient de la domestication de *D. mangenotiana*, tandis que le groupe variétal Yaobadou (décrit in HAMON et al., 1986) présente les caractéristiques d'un

hybride interspécifique polyspécifique à égalité ADN chloroplastiques (1992). Cependant, ces espèces sauvages, dont trois sont rattachées au complexe

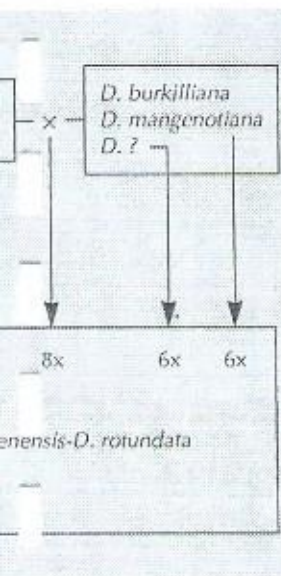
LA DOMESTICATION DES... La domestication des... tion de culture le maté... une vaste région couv... 1984; HAMON, 1988; D... vages nouvellement n... anciennes. Les critères... sont toujours pas élucid

Les modifications mor... de l'espèce sauvage *D...* ont été suivies pendant... et OKEZIE, 1986). A l'i... fortement alors que la... diminue sur la tige et... taille de l'appareil végé... de ses caractéristiques... principale chute de faç... du nombre de cataphyl... que dans les condition... mise en culture.

Compte tenu de la mult... cultivateurs, on peut per... formes cultivées, ils ne p... ration de culture. Néan... timité de descendances... voie sexuée, ZOUNDIHE... enzymatiques que ces f... vées et les formes sauva

Pour DUMONT (1982) e... surviennent naturelleme... vées, mais aussi entre... réservoir de variabilité c... pour domestiquer les i... *D. cayenensis*-*D. rotun...* un matériel génétique e

HAMON (1988).
Nombre de chromosomes (références)
4) MIEGE, 1952 ; MARTIN et ORTIZ, 1963 ; L'AZER et al., 1992)
4) MIEGE, 1952)
80 (MIEGE, 1952)
4) LAUZER et al., 1992)
6) ZOUNDIHEKPON, 1994)
40 (MIEGE, 1958)
1) (MIEGE, 1958)



du complexe *D. cayenensis-D. rotundata* (HAMON (B)).

ces formes pérennes ou semi-pérennes (HAMON et al., 1986) produisent des formes variétales qui possèdent les caractéristiques d'un

hybride interspécifique entre *D. praehensilis* et *D. burkilliana*. Cette origine polyspécifique a également été démontrée à partir de l'analyse par RFLP des ADN chloroplastiques et de l'ADN ribosomique nucléaire (TERAUCHI et al., 1992). Cependant, ces auteurs maintiennent la distinction des deux espèces, *D. cayenensis* et *D. rotundata*, bien qu'ils considèrent que sept espèces sauvages, dont trois communes à l'étude de HAMON et al. (1992b), sont apparentées au complexe cultivé (figure 1).

#### LA DOMESTICATION DES IGNAME

La domestication des ignames consiste à multiplier végétativement en condition de culture le matériel sauvage. Elle se poursuit encore aujourd'hui dans une vaste région couvrant l'Afrique de l'Ouest et du Centre (HLADIK et al., 1984; HAMON, 1988; DUMONT et al., 1994). Dans cette région, des formes sauvages nouvellement mises en culture côtoient des formes cultivées plus anciennes. Les critères guidant les choix opérés dans le matériel sauvage ne sont toujours pas élucidés.

Les modifications morphologiques qui accompagnent la mise en culture de l'espèce sauvage *D. praehensilis*, dont le biotope est la forêt mésophile, ont été suivies pendant huit campagnes de culture successives (CHIKWENDU et OKEZIE, 1986). A l'intérieur du tubercule, la quantité de fibres décroît fortement alors que la proportion d'amidon augmente. Le nombre d'épines diminue sur la tige et sur les racines qui coiffent la tête du tubercule. La taille de l'appareil végétatif aérien décroît et la forme de la feuille s'éloigne de ses caractéristiques initiales. Le nombre de cataphylles portées par la tige principale chute de façon spectaculaire. Selon DUMONT (1977), la réduction du nombre de cataphylles serait provoquée par une germination plus tardive que dans les conditions naturelles ; elle dépendrait fortement de la date de mise en culture.

Compte tenu de la multiplication exclusivement végétative de l'igname par les cultivateurs, on peut penser que, si des flux de gènes se produisent au sein des formes cultivées, ils ne permettent pas un brassage exploitable à chaque génération de culture. Néanmoins, ces flux de gènes existent. En contrôlant la légitimité de descendance entre les formes cultivées tétraploïdes, obtenues par voie sexuée, ZOUNDIHEKPON et al. (1994) démontrent à l'aide de marqueurs enzymatiques que ces flux de gènes interviennent aussi entre les formes cultivées et les formes sauvages apparentées.

Pour DUMONT (1982) et HAMON et al. (1992b), les brassages génétiques qui surviennent naturellement au sein des formes sauvages et des formes cultivées, mais aussi entre les unes et les autres, renouvellent régulièrement le réservoir de variabilité dans lequel puisent encore aujourd'hui les agriculteurs pour domestiquer les ignames. Ainsi dans son aire d'origine, le complexe *D. cayenensis-D. rotundata* et les espèces sauvages apparentées constituent un matériel génétique en constante évolution.

## L'amélioration variétale

### Les types variétaux

Les variétés d'ignames sont des clones ou des ensembles de clones relativement homogènes. Le choix des variétés mises en culture est dicté, entre autres, par le souci d'étaler la production de tubercules, en jouant sur les périodes de récolte et les capacités de conservation, et par des critères qualitatifs propres aux préparations culinaires locales. La productivité devient une préoccupation majeure lorsque la production est commercialisée.

### Les objectifs de sélection

Les objectifs de la sélection sont de deux ordres : permettre la modernisation de la culture en diminuant la charge de travail manuel et produire des tubercules se prêtant aux exigences de la commercialisation et des consommateurs. Les principaux critères à considérer sont mentionnés dans le tableau 3.

Tableau 3. Critères à prendre en compte dans les programmes de sélection variétale pour les ignames du complexe *D. cayenensis-D. rotundata*.

Modernisation de la culture	Indépendance envers le tuteurage Production spécifique de petits tubercules de poids homogène uniquement destinés à la plantation Production de tubercules ovoïdes, gros et courts permettant la mécanisation de la récolte
Qualité du tubercule	Aptitude à la conservation Résistance ou tolérance aux divers agents biotiques (nématodes, cochenilles, champignons, pourriture sèche) assurant un bon état sanitaire des tubercules Aptitude aux préparations culinaires ou aux transformations industrielles Bonnes qualités organoleptiques Bon aspect général (peau lisse, sans fissures ni radicelles)

### Les méthodes de sélection

#### LE CHOIX VARIÉTAL

En fonction de ses objectifs, l'agriculteur choisit parmi les nombreuses variétés traditionnelles du complexe *D. cayenensis-D. rotundata* ou d'autres espèces cultivées. Cette démarche a été largement utilisée par le cultivateur africain

au cours de ce dernier à l'échelle ouest-africain

Lorsqu'une variété s'avère être un clone différent par le biais d'une sélection intravariétale

#### LA SÉLECTION PAR VOIE SEXUÉE

Chez l'igname cultivée par voie sexuée signifie que la sélection est faite, non pas dans du matériel sélectionné, mais dans des populations de sélection libre ou dirigée. Ce processus nécessite un contrôle de la légitimité des travaux de ZOUNDJIHEKP (ZOUNDJIHEKP, 1986) et la mise en œuvre de la voie sexuée nécessite de nombreuses investigations (DEGRAS, 1986).

L'IITA (International Institute of Tropical Agriculture and Research) a entrepris, à partir de 1975, des recherches sur les ignames issues de pollinisations croisées. Les critères en étiquette sont la tolérance à la mosaïque et l'aptitude à la conservation. La sélection clonale a permis de sélectionner 45 clones dont les caractéristiques sont équivalentes à celles de la variété traditionnelle pour un groupe de clones appartenant à l'autre groupe.

En Inde, la variété Sree IITA a une architecture aérienne particulière. Ses demi-frères réalisées par sélection clonale opérée sur les clones sélectionnés des cultivars nigériens Iwo et Priya, encore plus productives.

Les connaissances acquises sur la biologie des ignames et sur la biologie de *D. rotundata*, avec, en conséquence, de nouvelles perspectives pour la sélection sexuée.

Parallèlement à l'exploitation des clones traditionnellement compatibles, on a sélectionné des formes sauvages apparentées.

au cours de ce dernier demi-siècle. Toutefois, la diversité variétale disponible à l'échelle ouest-africaine n'a pas été totalement exploitée.

Lorsqu'une variété s'avère hétérogène — c'est-à-dire qu'elle comporte des clones différant par le type de tubercule produit —, on peut pratiquer une sélection intravariétale afin d'homogénéiser la culture et la production.

#### LA SÉLECTION PAR VOIE SEXUÉE

Chez l'igname cultivée, *D. cayenensis-D. rotundata*, effectuer une sélection par voie sexuée signifie tout simplement qu'une sélection clonale est réalisée, non pas dans du matériel traditionnellement reproduit par voie végétative, mais dans des descendance issues de graines obtenues par fécondation libre ou dirigée. Cette méthode de sélection est encore peu utilisée et le contrôle de la légitimité des descendance n'a jamais été réalisé avant les travaux de ZOUNDJIHEKPON *et al.* (1994). Néanmoins, les possibilités d'utilisation de la voie sexuée pour améliorer ces ignames ont fait l'objet de premières investigations au Nigeria et en Côte d'Ivoire dans les années 50 (DEGRAS, 1986).

L'IITA (International Institute of Tropical Agriculture) au Nigeria a également entrepris, à partir de 1971, une sélection par voie sexuée sur des descendance issues de pollinisations libres et de pollinisations supposées contrôlées. Les critères en étaient la productivité, la culture sans tuteur, la résistance à la mosaïque et aux nématodes, la forme et le volume du tubercule, l'aptitude à la conservation et la qualité culinaire. Au début des années 90, la sélection clonale appliquée à ces descendance a permis d'identifier 45 clones dont les caractéristiques, et en particulier la productivité, étaient équivalentes à celles des variétés parentales (de 13,5 à 18,7 tonnes par hectare pour un groupe de clones et de 4,9 à 13,1 tonnes par hectare pour l'autre groupe).

En Inde, la variété Sree Dhanya, qui produit 20 tonnes par hectare et présente une architecture aérienne buissonnante, a été créée à partir de descendance demi-frères réalisées par l'IITA (ABRAHAM *et al.*, 1989). De plus, une sélection clonale opérée sur les descendance obtenues par la fécondation libre des cultivars nigériens Iwo et Umudika a conduit aux variétés Sree Subhra et Sree Priya, encore plus productives (THANKAMMA *et al.*, 1993).

Les connaissances acquises ces dernières années sur la structure génétique des ignames et sur la biologie florale du complexe *D. cayenensis-D. rotundata*, avec, en conséquence, une meilleure maîtrise des croisements, ouvrent des perspectives nouvelles dans le domaine de la création variétale par voie sexuée.

Parallèlement à l'exploitation de croisements entre variétés cultivées génétiquement compatibles, on pourrait envisager des croisements impliquant des formes sauvages apparentées : les ignames cultivées et leurs parents sau-

vages ne sont pas séparés par une barrière à la reproduction (ZOUNDJIHEKPON *et al.*, 1994). Ces combinaisons assureraient aux descendance une fertilité élevée et permettraient de récupérer les caractères intéressants des formes sauvages, notamment la résistance à divers agents pathogènes et la vigueur végétative.

#### LES APPORTS DES BIOTECHNOLOGIES

##### La culture *in vitro*

Dans les années 70, les techniques de culture *in vitro* ont suscité de grands espoirs. Le microbouturage de tige *in vitro* a été appliqué à l'igname cultivée asiatique *D. alata*. Cette technique a servi à multiplier rapidement des génotypes et à produire de petits tubercules de calibre homogène, destinés uniquement à la plantation (AHOUSOU *et al.*, 1979). Bien que cette méthode présente des avantages techniques, elle n'a jamais été utilisée en Afrique pour des raisons pratiques et économiques.

S'agissant des ignames du complexe *D. cayenensis-D. rotundata*, la culture *in vitro* a aujourd'hui essentiellement pour objectif la conservation des ressources génétiques et l'assainissement du matériel végétal (MALAURIE *et al.*, 1993, 1995). La cryoconservation de méristèmes et les conditions de régénération sont actuellement mises au point afin de faciliter la conservation de ces ressources à plus long terme.

##### La fusion somatique

La fusion somatique a été envisagée dans les années 80 pour opérer des transferts de gènes sans passer par la voie sexuée, réputée difficile à emprunter à l'époque (biologie florale non maîtrisée, décalage des floraisons mâles et femelles supposé rendre inefficace la reproduction sexuée, fleurs petites et difficilement manipulables). Aujourd'hui, on est parvenu à régénérer des plantes à partir de protoplastes chez le cultivar Oriental Lisbon de *D. alata* (KANDAMASAMY, 1996). D'autre part, on a observé la formation de microcals ou de colonies sur plusieurs cultivars de *D. alata* et de *D. cayenensis-D. rotundata* (TOR *et al.*, 1997).

##### Les marqueurs moléculaires

Les marqueurs moléculaires de type RFLP ont été utilisés chez les ignames afin d'établir les relations phylogénétiques entre les ignames cultivées et sauvages d'Afrique de l'Ouest (TERAUCHI *et al.*, 1992). Le polymorphisme révélé par les microsatellites a permis d'analyser la diversité génétique au sein de populations naturelles d'une igname japonaise, *D. tokoro* (TERAUCHI et KONUMA, 1994). Récemment, les marqueurs RAPD ont permis d'étudier la variabilité génétique de l'espèce *D. bulbifera*, rencontrée en Afrique, en Asie et en Polynésie (RAMSER *et al.*, 1996), et d'identifier les variétés cultivées en Jamaïque (ASEMOTA *et al.*, 1996).

## La diffusion c

Différentes méthodes de clones sélectionnés. mise au point au Nig (tute) et l'IITA. Elle 50 grammes pour adaptés à la plantatio de microboutures et de la portion nodale après une période de Ceux-ci peuvent dor culture en champ, cor

La diffusion de varié liorer la production d ne provoque pas une Ainsi le clone Florid d'Ivoire à partir de P désaffectation envers blables ont été obse échanges de matériel des moyens de commi que d'appauvrisse devenir irréversible s rapidement organisée

## Références bi

- ABRAHAM K., NAIR S.G., S dwarf type. *Tropical Agri*
- AHOUSOU N., PIQUEPAULI variabilité potentielle, se *Dioscorea alata* L. (cv. Br sité d'Abidjan, n° 15 : 7-1
- AKORODA M.O., 1983. F *Euphytica*, 32 : 831-838.
- AKORODA M.O., CHIHEDA F yams. *Tropical Agricultur*
- ASEMOTA H.N., RAMSER J., tion and cultivar identific morphic DNA analysis. E

## La diffusion des variétés

Différentes méthodes de multiplication rapide permettent de diffuser les clones sélectionnés. La première de ces méthodes, celle des *minisets*, a été mise au point au Nigeria par le NRCRI (National Root Crops Research Institute) et l'IITA. Elle consiste à utiliser des minifragments de tubercules de 25 à 50 grammes pour produire des plantes fournissant de petits tubercules adaptés à la plantation. La seconde méthode passe par la production *in vitro* de microboutures et de microtubercules. Les microplantes, obtenues à partir de la portion nodale des tiges, sont soit directement transférées au champ après une période de sevrage, soit utilisées pour fournir des microtubercules. Ceux-ci peuvent donner naissance à des plantes, qui, après un cycle de culture en champ, conduiront aux tubercules semences.

La diffusion de variétés sélectionnées est une solution efficace pour améliorer la production de l'igname. Il convient toutefois de veiller à ce qu'elle ne provoque pas une érosion génétique trop brutale dans la zone d'accueil. Ainsi le clone Florido de l'espèce *D. alata*, qui a été introduit en Côte d'Ivoire à partir de Porto Rico à la fin des années 70, a-t-il entraîné une forte désaffection envers le patrimoine variétal local. Des phénomènes semblables ont été observés dans d'autres pays d'Afrique de l'Ouest, où les échanges de matériel végétal sont fortement favorisés par le développement des moyens de communication. On est aujourd'hui engagé dans une dynamique d'appauvrissement des ressources génétiques, qui risque fort de devenir irréversible si la conservation des variétés traditionnelles n'est pas rapidement organisée.

## Références bibliographiques

- ABRAHAM K., NAIR S.G., SREEKUMARI M.T., 1989. White yam, *Dioscorea rotundata* Poir., dwarf type. *Tropical Agriculture*, 66 : 184-186.
- AHOUSSOU N., PIQUEPAILLE P., TOURE B., 1979. Analyses biométriques concernant la variabilité potentielle, selon la nature de l'organe de multiplication végétative, chez *Dioscorea alata* L. (cv. Brazo Fuerte). 1. La variabilité interorigine. *Annales de l'université d'Abidjan*, n° 15 : 7-146.
- AKORODA M.O., 1983. Floral biology in relation to hand pollination of white yam. *Euphytica*, 32 : 831-838.
- AKORODA M.O., CHIEDA H.R., 1983. Agro-botanical and species relationships of Guinea yams. *Tropical Agriculture*, 60 : 242-248.
- ASEMOTA H.N., RAMSER J., LOPEZ-PERALTA C., WEISING K., KAHL G., 1996. Genetic variation and cultivar identification of Jamaican yam germplasm by random amplified polymorphic DNA analysis. *Euphytica*, 92 : 341-351.

- BAQUAR S.R., 1980. Chromosome behaviour in Nigerian yams (*Dioscorea*). *Genetica*, 54 : 1-9.
- BULLE-LEGRAND M.H., 1983. Etude de la floraison de quatre espèces d'igname en vue d'une amélioration par la voie sexuée. Thèse de doctorat, université Paris XI, Orsay, France, 158 p.
- CHIKWENDU V.E., OKEZIE C.E.A., 1986. Factors responsible for the ennoblement of African yams: inferences from experiments in yam domestication. In : Foraging and farming of plant exploitation: world archaeological congress, R. Harris et C. Hillman éd., Southampton, Royaume-Uni.
- DEGRAS L., 1986. L'igname : plante à tubercule tropicale. Paris, France, Maisonneuve et Larose, 408 p.
- DUMONT R., 1977. Etude morphobotanique des ignames *Dioscorea rotundata* et *Dioscorea cayenensis* cultivées au Nord-Bénin. *L'Agronomie tropicale*, 32 : 225-241.
- DUMONT R., 1982. Ignames spontanées et cultivées au Bénin et en Haute-Volta. In : Yams - Ignames, J. Miège et S.N. Lyonga éd., Oxford, Royaume-Uni, Clarendon Press, p. 31-36.
- DUMONT R., HAMON P., SEIGNOBOS C., 1994. Les ignames au Cameroun. Montpellier, France, CIRAD, collection Repères, 80 p.
- FAO, 1995. Annuaire production : 1994. Rome, Italie, FAO, 243 p.
- HAMON P., 1988. Structure, origine génétique des ignames cultivées du complexe *Dioscorea cayenensis-rotundata* et domestication des ignames en Afrique de l'Ouest. Paris, France, ORSTOM, Travaux et documents microédités n° 47, 223 p.
- HAMON P., BRIZARD J.P., ZOUNDJHEKPON J., DUPERAY C., BORGEL A., 1992a. Etude des index d'ADN de huit espèces d'ignames (*Dioscorea* sp.) par cytométrie en flux. *Canadian Journal of Botany*, 70 : 996-1000.
- HAMON P., DUMONT R., ZOUNDJHEKPON J., TIO-TOURE B., HAMON S., 1995. Les ignames sauvages d'Afrique de l'Ouest - Wild yams in West Africa. Paris, France, ORSTOM, collection Didactiques, 84 p.
- HAMON P., HAMON S., TOURE B., 1986. Les ignames cultivées du complexe *Dioscorea cayenensis-rotundata* de Côte d'Ivoire : inventaire et description des cultivars traditionnels. Rome, Italie, IBPGR, 63 p.
- HAMON P., TOURE B., 1990a. Characterization of traditional yam varieties belonging to the *Dioscorea cayenensis-rotundata* complex by their isozymic patterns. *Euphytica*, 46 : 101-107.
- HAMON P., TOURE B., 1990b. The classification of the cultivated yams (*Dioscorea cayenensis-rotundata* complex) of West Africa. *Euphytica*, 47 : 179-187.
- HAMON P., TOURE B., 1991. New trends for yam improvement in the *Dioscorea cayenensis-rotundata* complex. In : Crop genetic resources of Africa, N.Q. Ng et al. éd., Rome, Italie, IBPGR, p. 119-125.
- HAMON P., ZOUNDJHEKPON J., DUMONT R., TIO-TOURE B., 1992b. La domestication de l'igname (*Dioscorea* sp.) : conséquences pour la conservation des ressources génétiques. In : Complexes d'espèces, flux de gènes et ressources génétiques des plantes. Paris, France, BRG, p. 176-184.
- HAMON S., KOECHLIN J., 1996. Genetic diversity and population genetics in the cultivated yam (*Dioscorea rotundata*). *Euphytica*, 53 : 49-55.
- HLADIK A., BAHUCHET S., 1996. Les ignames de la forêt dense d'Afrique centrale. *Euphytica*, 53 : 49-55.
- KANDAMASAMY K., 1996. Les ignames et l'anthracnose pathogène. Londres, Royaume-Uni.
- LAUZER D., LAUBLIN G., 1996. Morphology of wild yams, *Dioscorea* spp. *Tissue and Organ Culture*, 44 : 1-10.
- MALAURIE B., PUNGU O., 1996. Germplasm collection of yams (*Dioscorea* spp.) in the Euphytica, 65 : 113-122.
- MALAURIE B., PUNGU O., 1996. The yam complex and *D. praehensilis*. *Tissue and Organ Culture*, 44 : 1-10.
- MARTIN F.W., ORTIZ S., 1966. Cytology of *Dioscorea rotundata*. *Cytologia*, 28 : 96-100.
- MARTIN F.W., RHODES A.M., 1966. Yams (*Dioscorea* spp.). *Tropical Agriculture*, 50 : 1-10.
- MIEGE J., 1952. Contribution à l'étude de la floraison de l'igname. Thèse de doctorat, université de Montpellier.
- MIEGE J., 1958. Deux ignames nouvelles. *Bulletin de l'IFAN*, 20 : 39-42.
- MIEGE J., LYONGA S.N., 1982. Les ignames sauvages d'Afrique de l'Ouest. *Bulletin de l'IFAN*, 44 : 412 p.
- N'KOUNKOU J.S., LEJOLY J., 1996. Les ignames de Côte d'Ivoire. *Floristica Geobotanica*, Suppl. 1 : 1-10.
- OKEZIE C.E.A., OKONKWO S.I., 1973. Domestication and tuberization of *Dioscorea* spp. *Botany*, 6 : 53-59.
- ONYILAGHA J.C., LOWE J., 1996. The yam (*Dioscorea rotundata*) cultivar complex. *Euphytica*, 53 : 49-55.
- PITKIN B.R., 1973. Larothrips species of thrips from yam flowers. *Euphytica*, 44 : 415-418.
- RAMSER J., LOPEZ-PERALTA C., 1996. Genetic diversity and relationships in aerial yam (*Dioscorea rotundata*) and polymorphic DNA. *Genome*, 39 : 1-10.
- TELLEZ-VALDES O., 1996. Two yam (*Dioscorea rotundata*) cultivars from West Africa. *Euphytica*, 53 : 49-55.

ms (*Dioscorea*). Genetica,

espèces d'igname en vue  
université Paris XI, Orsay,

for the ennoblement of  
tion. In : Foraging and far-  
I. Harris et C. Hillman éd.,

is, France, Maisonneuve et

*Dioscorea rotundata* et *Dios-*  
cale, 32 : 225-241.

e Haute-Volta. In : Yams -  
London Press, p. 31-36.

u Cameroun. Montpellier,

4. p.

litiyées du complexe *Dios-*  
rique de l'Ouest. Paris,  
22 p.

RGEL A., 1992a. Etude des  
C ométrie en flux. Cana-

MON S., 1995. Les ignames  
ri-France, ORSTOM, col-

es du complexe *Dioscorea*  
ion des cultivars tradition-

yam varieties belonging to  
ic patterns. Euphytica, 46 :

ted yams (*Dioscorea caye-*  
9-187.

en in the *Dioscorea caye-*  
frica, N.Q. Ng et al. éd.,

9 ). La domestication de  
ti à des ressources géné-  
es génétiques des plantes.

HAMON S., KOECHLIN J., 1991. The reproductive biology of okra. 2. Self-fertilization kinetics in the cultivated okra (*Abelmoschus esculentus*) and consequences for breeding. Euphytica, 53 : 49-55.

HLADIK A., BAHUCHET S., DUCATILLON C., HLADIK C.M., 1984. Les plantes à tubercules de la forêt dense d'Afrique centrale. Revue d'écologie, 39 : 249-290.

KANDAMASAMY K., 1996. Tissue culture studies on the interactions between the yam anthracnose pathogen and *Dioscorea alata* L. Thèse PhD, University of London, Londres, Royaume-Uni.

LAUZER D., LAUBLIN G., VINCENT G., CAPPADOCIA M., 1992. *In vitro* propagation and cytology of wild yams, *Dioscorea abyssinica* Hoch. and *D. manganotiana* Miège. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 28 : 215-223.

MALAURIE B., PUNGU O., DUMONT R., TROUSLOT M.F., 1993. The creation of an *in vitro* germplasm collection of yam (*Dioscorea* spp.) for genetic resources preservation. Euphytica, 65 : 113-122.

MALAURIE B., PUNGU O., TROUSLOT M.F., 1995. Effect of growth regulators concentrations on morphological development of meristem-tips in *Dioscorea cayenensis-rotundata* complex and *D. praehensilis*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 41 : 229-235.

MARTIN F.W., ORTIZ S., 1963. Chromosome number behaviour in some species of *Dioscorea*. Cytologia, 28 : 96-101.

MARTIN F.W., RHODES A.M., 1978. The relationship of *Dioscorea cayenensis* and *D. rotundata*. Tropical Agriculture, 55 : 193-206.

MIEGE J., 1952. Contribution à l'étude systématique des *Dioscorea* d'Afrique occidentale. Thèse de doctorat, université de Paris, Paris, France, 266 p.

MIEGE J., 1958. Deux ignames nouvelles d'Afrique occidentale à tubercules vivaces. Bulletin de l'IFAN, 20 : 39-59.

MIEGE J., LYONGA S.N., 1982. Yams - Ignames. Oxford, Royaume-Uni, Clarendon Press, 412 p.

N'KOUNKOU J.S., LEJOLY J., GEERINCK D., 1993. Les dioscoréacées<sup>®</sup> du Congo. Fragmenta Floristica Geobotanica, Supplementum, 2 : 139-182.

OKEZIE C.E.A., OKONKWO S.N.C., NWOKE F.I.S., 1993. The effect of daylength on growth and tuberization of *Dioscorea rotundata* propagated by seed. Nigerian Journal of Botany, 6 : 53-59.

ONYILAGHA J.C., LOWE J., 1986. Studies on the relationships of *Dioscorea cayenensis* and *Dioscorea rotundata* cultivars. Euphytica, 35 : 733-739.

PITKIN B.R., 1973. *Larothrips dentipes* (Thysanoptera, Thripidae), a new genus and species of thrips from yam flowers in Nigeria. Bulletin of Entomological Research, 62 : 415-418.

RAMSER J., LOPEZ-PERALTA C., WETZEL R., WEISING K., KAHL G., 1996. Genomic variation and relationships in aerial yam (*Dioscorea bulbifera* L.) detected by random amplified polymorphic DNA. Genome, 39 : 17-25.

TELLEZ-VALDES O., 1996. Two new species of *Dioscorea* from Peru. Brittonia, 48 : 100-103.

- TERAUCHI R., CHIKALEKE V.A., THOTTAPPILLY G., HAHN S.K., 1992. Origin and phylogeny of guinea yam as revealed by RFLP analysis of chloroplast DNA and nuclear ribosomal DNA. *Theoretical and Applied Genetics*, 83 : 743-751.
- TERAUCHI R., KONUMA A., 1994. Microsatellite polymorphism in *Dioscorea tokoro*, a wild yam species. *Genome*, 37 : 794-801.
- THANKAMMA P.K., NAIR S.G., ABRAHAM K., RAJENDRAN P.G., 1993. Breeding successes in tuber crops. *Indian Horticulture*, 38 : 10-13.
- TOR M., TWYFORD C.T., FUNES I., BOCCON-GIBOD J., AINSWORTH C.C., MANTELL S.H., 1997. Isolation and culture of protoplasts from immature leaves and embryogenic cell suspensions of *Dioscorea* yams: tool for transient gene expressions studies. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* (sous presse)
- TROUSLOT M.F., 1982. Croissance et tubérisation chez quelques cultivars de *Dioscorea cayenensis* Lam. In : *Yams - Igname*, J. Miège et S.N. Lyonga éd., Oxford, Royaume-Uni, Clarendon Press, p. 118-146.
- ZOUNDIHEKPON J., 1994. Biologie de la reproduction des ignames cultivées de l'Afrique de l'Ouest, *Dioscorea cayenensis-rotundata*. Paris, France, ORSTOM, Travaux et documents microédités n° 127, 344 p.
- ZOUNDIHEKPON J., ESSAD S., TOURE B., 1990. Dénombrement chromosomique dans dix groupes variétaux du complexe *Dioscorea cayenensis-rotundata*. *Cytologia*, 55 : 115-120.
- ZOUNDIHEKPON J., HAMON P., NOIROT M., TIO-TOURE B., HAMON S., 1997. Flowering Synchronisation between male and female West African cultivated yams (*Dioscorea cayenensis-rotundata* complex). *Euphytica*, 95 : 371-375.
- ZOUNDIHEKPON J., HAMON S., TIO-TOURE B., HAMON P., 1994. First controlled progenies checked by isozymic markers in cultivated yams, *Dioscorea cayenensis-rotundata*. *Theoretical and Applied Genetics*, 88 : 1011-1016.

Le maïs est la céréale de 132 millions d'hectares de à la latitude 58° nord, au d'altitude.

C'est, après le blé et le riz direct ou indirecte, de 500 millions de tonnes par Etats-Unis se placent au pr

Si on note, sur les dix de production dans les pays particulier ceux d'Asie, et tion. La Chine représente des pays comme l'Indone annuelle de leur productio de la production mondial (production mondiale), la tenc des pays en développeme tiellement à l'extension de très modestes. Le maïs se