# Inventaire et diversité des ignames sauvages (*Dioscorea* sp.) dans la région du Menabe (Ouest de Madagascar)

*Auteur:* ***RAJAONAH Mamy Tiana Marcel****
* : Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo

La partie Ouest de Madagascar, notamment dans la région du Menabe, est dotée d'une saison sèche très longue (8 mois d'avril à novembre ; précipitation moyenne annuelle de 780 mm), suivie d'une période de soudure. La population riveraine collecte des tubercules comestibles comme les ignames sauvages pour combler le manque de riz, base de son alimentation. L'exploitation intensive et irrationnelle de ces produits a un effet néfaste pour la forêt dense sèche caducifoliée et pour la biodiversité des ignames.

Une étude a été réalisée dans le Menabe (District de Morondava) dans le but d'avoir une meilleure connaissance des *Dioscorea* sauvages locales. Elle est basée sur des enquêtes ethnobotaniques, des inventaires, des études biologiques et écologiques (RAJAONAH 2004).

Figure 1 *: D. maciba* (*« Ovy »*)

Figure 2 : *D. antaly (« Antaly »)*

Douze noms vernaculaires d'ignames ont été ainsi recensées, 11 sauvages (Tableau 1) : « *Ovy* » (figure 1), « *Angily* », « *Anjiky* », « *Antaly* » (figure 2), « *Trengitrengy* », « *Veoveo* », « *Babo gasy* » (figure 3), « *Babo menamionga* » (figure 4), « *Bako* » (figure 5), « *Sosa an'ala* » et « *Sosa an-drano* » relevant d'au moins neuf espèces différentes et une cultivée « *Ovy toko* » (*D. alata*).

Figure 3 : *D.* sp (« *Babo gasy* »)

Figure 4 : *D. bemandry (« Babo mena mionga)*

Les ignames de cette région ont un niveau d'endémicité assez élevée puisque deux seulement sont des espèces introduites (*D. sansibarensis* et le cultivar *Ovy toko*). *D. bako* est une nouvelle espèce (WILKIN et *al*., 2007).

Figure 5 : *Dioscorea bako (« Bako »)*

La partie souterraine est constituée de tubercules de formes diverses, tous comestibles avec ou sans préparation préalable suivant les espèces.

Tableau 1 : Inventaire des espèces d'ignames sauvages dans la région de Morondava.

| Noms vernaculaires | Noms scientifiques | Préférences écologiques | Mode de consommation |
|---|---|---|---|
| *Ovy* | *D. maciba* | Forêt dégradée très ouverte | Cuit |
| *Bako* | *D. bako* | Marécage sur sol argileux | Cuit |
| *Sosan-drano*<br>*Sosan'ala* | *D.* sp (cf *soso)* | Forêt partiellement écrémée et/ou au bord des cours d'eau | Cru ou cuit |
| *Babo gasy* | *D.* sp (cf *soso*) | Forêt dégradée | Cru ou cuit |
| *Babo mena mionga* | *D. bemandry* | Forêt dégradée | Cru ou cuit |
| *Angily* | *D. ovinala* | Forêt relativement intacte | Cuit |
| *Antaly* | *D. antaly* | Forêt dégradée | Cuit |
| *Veoveo* | *D. sansibarensis* | Marécage | Cuit |
| *Anjiky* | *D. fandra* | Zone de culture | Cuit |
| *Trengitrengy* | *D. bosseri* | Forêt dégradée | Cru ou cuit |

Ces ignames jouent un rôle socio-économique important dans cette région. L'environnement favorable est une formation végétale dégradée en voie de reconstitution avec un sol riche et à texture sableuse. Les mesures d'abondance et de fréquence montrent que deux espèces parmi les douze commencent à se faire rares (*D. maciba* et *D. bako*).

## BIBLIOGRAPHIE

**RAJAONAH** MTM. 2004. Études *b*iologique, anatomique, écologique et ethnobotanique des espèces de *Dioscorea* (Dioscoreaceae) de la région du Menabe. Mémoire de DEA Biologie et écologie végétales, option Écologie Végétale, Antananarivo. Antananarivo, Madagascar. 115 pp.

**WILKIN P, RAJAONAH MT, JEANNODA VH, HLADIK A, JEANNODA VL, HLADIK CM.** 2008. An endangered new species of edible yam (*Dioscorea*, Dioscoreaceae) from Western Madagascar and its conservation. Kew Bulletin 63:113–20.

POSTER

# Détection des virus et comptage des chromosomes sur les ignames cultivées de Madagascar

*Auteurs : Mamy Tiana RAJAONAH [1], Hana CHAIR [2], Marguerite RODIER [2], Denis FILLOUX [2], Vololoniaina JEANNODA [1]*

[1] Faculté des Sciences, Département de Biologie et Ecologie Végétales, Antananarivo, Madagascar ; Email : vololoniaina.jeannoda@gmail.com

[2] Cirad - Bios, Montpellier, France

**Résumé :**

Afin d'accompagner le développement de la culture d'ignames à Madagascar et de proposer des itinéraires techniques limitant l'impact des virus sur la production, nous avons souhaité connaître la présence ou l'absence des principaux virus susceptibles d'infecter les ignames cultivées et les caractériser, le cas échéant. Nous décrivons, dans la présente étude, en premier lieu, la caractérisation génétique de 94 échantillons d'ignames cultivées en utilisant 10 marqueurs microsatellites. Mais pour avoir plus d'information la détermination du niveau de ploïdie de ces ignames et de leur nombre de chromosome par la technique de coloration DAPI a été réalisée. Sept échantillons de *Dioscorea alata* de Madagascar ont été utilisés et nous avons comme résultat, 4 échantillons possèdent 60 chromosomes, 2 échantillons à 40 chromosomes et un échantillon à 80 chromosomes.

En second lieu, une étude sur la détection des virus par les techniques de PCR (Polymerase Chain Reaction) et RT-PCR (Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction) a été également réalisée. Ainsi, nous avons testé 6 espèces ou genres de virus à savoir tous les potyvirus et, en particulier, l'YMV (Yam mosaïc virus) et l'YMMV (Yam mild mosaïc virus), tous les potexvirus, le CMV (Cucumber mosaïc virus), et les badnavirus.

Parmi les 93 échantillons d'ADN d'ignames testés, 29 sont positifs pour le test badnavirus. Pour les autres tests de potexvirus et de potyvirus, un seul échantillon étant positif pour le test d'YMMV et tout le reste est négatif pour les autres tests.

**Mots clés** : Microsatellites, Niveau de ploïdie, Ignames cultivées, Madagascar, Virus

# CARACTERISATION GENETIQUE ET VIRALE DES IGNAMES CULTIVEES DE MADAGASCAR

MamyTiana RAJAONAH [1] , Hana CHAIR [2], Marguerite RODIER [2], Denis FILLOUX [2], Vololoniaina JEANNODA [1]
[1] Faculté des Sciences, Département de Biologie et Ecologie Végétales, Antananarivo, Madagascar ; Email : rajaonahm@yahoo.fr
[2] Cirad - Bios, Montpellier, France

A Madagascar, l'igname est une ressource alimentaire marginale mais néanmoins importante comme plante d'appoint pendant la période de soudure. Historiquement, les études botaniques sur les ignames se sont principalement axées sur les espèces sauvages. En revanche, peu d'informations existent sur les ignames cultivées notamment sur la richesse en variétés et sur les risques sanitaires. Le projet Corus 6020 (Université d'Antananarivo, Cirad) se propose maintenant d'étudier la diversité génétique des ignames cultivées et la présence des maladies virales susceptibles de réduire la production.

## Prospection et collecte des ressources génétiques

►Des missions de collecte d'échantillons d'igname (feuilles, tubercules, lianes) ont été réalisées dans plusieurs régions du nord, de l'est, de l'ouest et du centre de Madagascar. Un herbier a été constitué. Une collection vivante de ces échantillons a été également installée au sein du Département de Biologie et Ecologie Végétales de l'Université d'Antananarivo.

►Trois espèces d'ignames ont été collectées : *Dioscorea alata* (165), *D. bulbifera* (12) et *D. esculenta* (22).

Collection vivante dans la serre

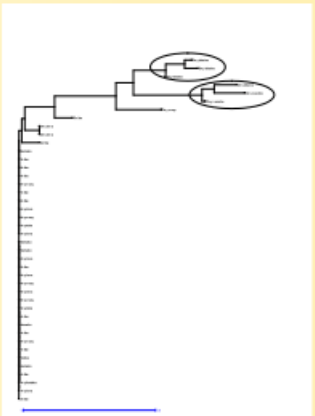
## DIVERSITE GENETIQUE

Mavondro (*D. esculenta*)

### Classification morphologique

►Basée principalement sur 1- le format et le nombre de tubercules, 2- la forme, la taille et la texture des feuilles, 3- la présence d'ailes sur les tiges, 4- la présence et le format des bulbilles, 5- la nature du sexe.

►15 morphotypes identifiés : *D. alata* (12), *D. bulbifera* (2), *D. esculenta* (1)

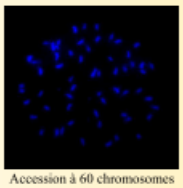


Dendrogramme préliminaire révélant la diversité de 42 accessions d'igname analysées

### Comptage chromosomique

►Étalement de pointes racinaires colorées au DAPI et visualisation au microscope à épifluorescence

►3 niveaux de ploïdie (nombre de base *x* =20) ont été observés chez *D. alata* : di- (2), tri- (4), tétraploïde (1)



Accession à 60 chromosomes

### Analyse du polymorphisme des sites microsatellites

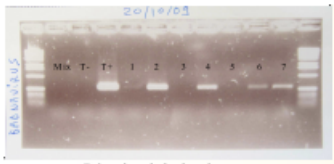
►Amplification par PCR de 10 loci microsatellites (Tostain *et al.*, 2006 ; Chair *et al.*, in prep.)

►Migration sur gel acrylamide avec marquage 33P ou fluorescent (séquenceur Licor 4300)

►Traitement des données par les logiciels Quantar Pro. (lecture des gels) et Darwin 5.0 (phylogénie)

►Au moins 3 groupes génétiques (Ovy Vazaha, Ovy Lalaina, « Ovibe ») se distinguent chez les accessions *D. alata*

## DETECTION DES VIRUS




Détection de badnavirus

►Recherche de CMV (cucumovirus), DBV (badnavirus), DLV (potexvirus), YMMV et YMV (potyvirus) par PCR et RT-PCR (Filloux et Girard, 2006) pour 88 accessions *D. alata* et 6 acc. *D. esculenta*

►Clonage et séquençage des produits PCR des plantes trouvées virosées

►Comparaison avec les séquences disponibles sur la GenBank (http://blast.ncbi.nlm.nih.gov)

►DBV a été détecté chez 29 acc. *D. alata*. Les 9 acc. séquencées ont été trouvées doublement infectées par 2 souches de DBV (99 % d'identité avec AM072674 et AM072675 ; PG102 Da Papouasie Nouvelle-Guinée).

►1 acc. *D. alata* a été trouvée infectée par YMMV (92 % d'identité avec AJ305458 DaVan1 Da Vanuatu).

## Conclusions

►Ces premiers résultats informent déjà sur la richesse relative des ignames cultivées de Madagascar. Ils permettent de préparer d'éventuelles introductions ciblées de variétés plus productives, plus conformes en qualité ou plus tolérantes aux maladies, visant à élargir la gamme disponible et sécuriser la production.

►La présence constatée, quoique faible, de virus implique la mise en place en amont le plus tôt possible de mesures de sélection sanitaire avant toute diffusion de matériel végétal vers des zones indemnes de Madagascar.

**Références:**
- Filloux D., Girard J-C. 2006. Indexing and elimination of viruses infecting yams (*Dioscorea* spp.) for the safe movement of germplasm. Proceedings 14th Triennial Symposium of the International Society for Tropical Root Crops, November 20-26, Trivandrum, India.
- Tostain S., Scarcelli N., Brottier P., Marchand J.-L., Pham J.-L., Noyer J.-L. 2006. Development of DNA microsatellite markers in tropical yam (*Dioscorea* sp.). Molecular Ecology Notes 6: 173–175.

# Caractérisation cytologique et génétique des ignames cultivées (*Dioscorea alata*) de Madagascar

*MamyTiana Rajaonah*[1], *Marguerite Rodier*[2], *Vololoniaina Jeannoda*[1], *Hana Chaïr*[2]

[1.] Département de Biologie et Ecologie Végétales, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, Madagascar ; e-mail :rajaonahm@yahoo.fr
[2.] Cirad, UMR AGAP, Avenue Agropolis, 34398 Montpellier Cedex 5, France

**Résumé :**

A Madagascar, une forte pression anthropique est exercée sur les ignames endémiques sauvages. En revanche, les ignames introduites cultivées sont très peu exploitées et ont fait l'objet de peu ou pas de travaux. Nous avons collecté des ignames (*Dioscorea alata)* dans les différentes aires de culture afin de les caractériser. En utilisant les descripteurs morphologiques, treize morphotypes ont été déterminés. Avec la technique de coloration DAPI des chromosomes en mitose, nous avons identifié des accessions diploïdes, triploïdes et tétraploïdes. Enfin, l'analyse de la diversité, avec dix marqueurs microsatellites, a révélé une base génétique très étroite. Les conséquences de nos résultats sur l'exploitation des ignames cultivées et la pression sur les ignames sauvages seront discutées.

**Mots clés :** Igname cultivée, diversité, microsatellites, diversité génétique

## INTRODUCTION

A Madagascar, les ignames cultivées sont, historiquement, des espèces introduites et définies comme étant des aliments de base des étrangers venus pour peupler la grande île dans le temps (Raison, 1992). Elles sont maintenant devenues très peu connues des populations et sont même considérées comme des aliments de pauvreté. Actuellement, l'igname ne fait pas l'objet d'une véritable culture et sa production est devenue marginale (Penche, 2008).Elle n'est désormais utilisée par les malgaches que pendant les périodes de soudure et la mauvaise récolte pour substituer le riz (Tostain, 2009). Or une forte pression anthropique est exercée sur les ignames sauvages appréciées pour leurs qualités organoleptiques.

En effet, Madagascar possède une diversité importante d'ignames sauvages. Burkill et *al.,* (1950) décrivent 27 espèces endémiques et neuf nouvelles espèces endémiques ont été récemment découvertes par Wilkin et *al.,* (2000,2002, 2006, 2009). Ces espèces sauvages endémiques sont très prisées et sont menacées par la déforestation et la pratique des cueillettes ancestrales. De ce fait, il existe une forte incitation au retour vers la pratique de culture des ignames cultivées, par certains organismes nationaux et non gouvernementaux, comme une solution alternative pour la préservation des espèces endémiques et leur habitat.

Les ignames (*Dioscoreae* spp) sont des plantes alimentaires de grande importance pour les régions tropicales humides et subhumides. Il existe 3 espèces majeures cultivées: *Dioscorea trifida*, *D. alata* et *D. rotundata* et plusieurs espèces mineures *(D. bulbifera, D. nummularia, D. esculenta, D. cayenensis, D.dumetorum* et *D. oppositifolia).* Trois espèces cultivées, seulement, ont été recensées à Madagascar :*Dioscorea alata*, *D. esculenta* et *D. bulbifera*. Il n'y a pratiquement pas de données disponibles sur ces espèces car les recherches faites sont toutes axées sur les espèces sauvages. Ainsi, la connaissance de ces ignames cultivées, qui sont toutes introduites, se limite au niveau du rang espèce et en effet la diversité génétique ou variétale reste encore à analyser.

Or, plusieurs travaux ont été réalisés surtout sur l'espèce *D. alata*. En effet, la grande igname ou *Dioscorea alata* est la plus répandue dans les régions tropicales et subtropicales.

L'origine de *D. alata* reste encore un sujet de débat puisqu'on ne l'a pas trouvé à l'état sauvage dans son milieu naturel. Malapa et *al.,* (2005, 2006) ont utilisé les markers AFLP pour montrer que *D. alata* est plus proche de *D. nummularia* et *D. transversa* que *D. persimilis*, deux espèces qui sont endémiques du sud Est Asiatique et de l'Océanie (Lebot, 1997).

C'est une espèce polyploïde comprenant des accessions avec des chromosomes 2n = 40, 60 et 80 (Abraham et Nair, 1991; Gamiette et *al.,* 1999; Malapa et *al.,* 2005; Arnau et *al.,* 2009.) Le niveau de ploïdie a été corrélé avec le développement de la plante, une plus grande tolérance aux stress abiotiques et biotiques, et le rendement supérieur du tubercule (Malapa, 2005; Abraham et Arnau, 2007; Lebot, 2009). L'anthracnose, causée par le champignon *Colletotrichum gloeosporioides*, est la maladie la plus grave affectant cette espèce (Winch et *al.,* 1984; Onyeka et *al.,* 2006.).

*Dioscorea alata* se distingue par son rendement élevé, surtout dans des sols peu fertiles, sa facilité de propagation (production de bulbilles, bonne capacité de germination), ses qualités nutritionnelles et sa bonne aptitude au stockage. Elle est également tolérante aux viroses qui affectent *D. trifida*. En Afrique, l'appauvrissement des sols du à la pression foncière et à la diminution des durées de jachère la fait préférer aux *D. rotundata* et *D. cayenensis* plus exigeantes.

La présente recherche vise donc à faire un inventaire sur les ignames de *D. alata* cultivées dans l'île dans le but de les caractériser, sur le plan morphologique, d'étudier leur diversité et leur structure génétique.

## MATERIELS ET METHODES

### *Sites d'étude*

La collecte des ignames a été conduite dans la partie nord, est et sud de Madagascar entre 12° 39' 28.8" et 23° 21' 18.6" de latitude sud et de 043° 34' 30.7" et 49° 20' 57.0" de longitude est, avec une altitude comprise entre 25 m et 1300 m (Figure 1). Le prélèvement s'est réalisé auprès des paysans soit au niveau de leur jardin de case, soit au sein d'autre type de culture comme le manioc, caféier, Jacquier, etc. soit dans des jachères.

### *Matériel végétal*

Les racines de sept accessions plantées en serre ont été utilisées afin de prélever des apex intacts pour le comptage des chromosomes.

Des feuilles et des tubercules, quand c'était possible, de 300 accessions ont été collectés lors des missions de terrain. Les feuilles ont servi aux besoins de génotypage et le reste a été conservé dans l'herbier national. Ces dernières ainsi que les tubercules ont été utilisés pour l'analyse morphologique.

### *Analyse morphologique*

La collecte des données pour l'analyse morphologique a débuté sur le terrain lors de la récolte et s'est poursuivie au laboratoire avec les feuilles de l'herbier et avec les collections vivantes. Nous avons utilisé 31 descripteurs de l'IPGRI : feuilles (6), tiges (6), fleurs(4), bulbilles (4) et tubercules (11).

### *Comptage chromosomique*

Après la récolte, les méristèmes des racines ont été traités dans 0,04% hydroxyquinoline pendant 4 h à l'abri de la lumière et à température ambiante. Ensuite, ils ont été fixé pendant 48 h dans la solution Carnoy (Acide acétique glacial: éthanol, 1:3) et stocké dans l'éthanol à 70% à 4°C. Les préparations chromosomiques ont été faites selon les méthodes décrites par D'Hont et *al.,* 1995. Après avoir lavé à l'eau distillée pendant 10 min, les racines ont été hydrolysées avec l'acide HCl 0,25% pendant 10 min puis lavées à fond avec 0,01 mol / l

tampon citrate (citrate de sodium-acide citrique acide, pH 4,5). Pour chaque clone, un bout de racine a été mis dans un tube et incubé à 37°C pendant 40-50 min dans 25 ml d'un mélange enzymatique (1% pectolyase Y-23, 1% cytohelicase, et 1% de cellulase Onozuka R10 dans un tampon citrate, pH 4,5). La partie méristématique des racines a été soumise à un traitement hypotonique en ajoutant une goutte d'eau distillée. Après 15 min, le méristème a été placé au centre d'une lame de verre préalablement nettoyée et macéré dans une goutte de 3:1 (v / v) d'éthanol: acide acétique glacial. Les lames ont été séchées à l'air libre, puis stockées à 4°C avant d'être utilisées. Après coloration au 4,6-diamino- 2-phenylindole/Vectashield, les chromosomes ont été visualisés et comptés sous une lumière fluorescente sous un microscope Leica DMRAX 2 couplé à un appareil photo numérique Sensys Photometrics.

***Extraction d'ADN et génotypage***

L'ADN génomique a été extrait de 209 accessions selon le protocole décrit par Risterucci et al, (2000). Pour l'analyse génétique, 9 marqueurs microsatellites nucléaires des 16 marqueurs identifiés par Tostain et al, (2006) ont été sélectionnées et utilisées: Da1A01, Dab2C05, Dab2D08, Dpr3B12, Dab2E07, Dpr3D06, Dpr3F12, Da3G04 et Da1F08. Les réactions PCR ont été réalisées avec l'amorce forward marquée avec la queue M13 sur PTC-100 thermocycleurs (MJ Research) et le génotypage a été effectué sur un analyseur IR2-ADN (LiCor 4200 Sequencer) tel que décrit dans Barnaud et *al.* (2007). Le logiciel Quantar AFLP Pro 1.0 a été utilisé pour la collecte automatique de données et la détermination de la taille des allèles.

***Analyse des données***

Considérant la nature polyploïde des accessions, les allèles ont été codés en absence ou présence : 0 ou 1, respectivement. Nous avons utilisé l'indice de Dice :

$$a/[a+(b+c)/2]$$

La matrice de dissimilarité entre paires d'individus a été calculée avec le logiciel Darwin 5.0, et un arbre a été construit selon la méthode Neighbor Joining.

## RESULTATS ET DISCUSSIONS

### Caractérisation morphologique

Toutes les accessions malgaches collectées se présentent sous 8 types morphologiques avec une répartition géographique plus ou moins spécifique (Tableau 1a et 1b).

Le type morphologique Ovibe, présent dans tous les sites prospectés pour cette étude, igname à gros tubercule en malgache, est caractérisé par ses grandes feuilles et surtout par la taille du tubercule qui est longue et large, et dont la chaire s'oxyde rapidement en contact avec l'air.

Les types morphologiques Ovy lava, Ovy lalaina, se rencontrent au Nord et à l'Est de l'île et Mavondro et Ovy vazaha se rencontrent à l'Est de l'île seulement. Ils se différencient par: un tubercule très long mais pas très gros, et dont la chaire est toute blanche pour le Ovy lava ; par des feuilles arrondies velouteuses, avec une tige épineuse et des tubercules nombreux et sucrés pour le Mavondro; par un tubercule de couleur violette pour le Ovy lalaina ; et par un tubercule possédant une partie apicale rétrécie et longue et dont la chaire se colore en blanc teinté de violet pour le Ovy vazaha.

Le type Randromiendaka, présent dans le centre-Est de l'île, a un tubercule relativement gros et la partie du tubercule sous l'écorce est rouge violacée.

Les types morphologiques Ovy tranga se rencontre au Sud et au centre et Bodoa se rencontre à l'Ouest et également au Sud. Ils se différencient par des tubercules petits,

nombreux qui remontent vers l'extérieur du sol quand ils se développent pour le ovy tranga et par un gros tubercule à écorce lisse par rapport à l'Ovibe et dont la chaire est blanche pour le Bodoa.

Le nombre de types morphologiques trouvés au cours de cette étude est très faible par rapport à celui trouvé au Vanuatu sur *D. alata* où plusieurs types morphologiques ont été recensés. (Malapa et *al.,* 2005) Il est également très faible par rapport à celui décrit par Dansi et *al.* (1997) sur *D. rotundata,* espèce cultivée au Bénin

Une des hypothèses qui peut expliquer un nombre si limité de morphotypes est qu'il y a eu très peu d'accessions d'igname introduites à Madagascar. Contrairement au Vanuatu, où un nombre de morphotypes plus élevé est dû probablement à plusieurs vagues d'introduction.

**Cytogénétique**

Le comptage des chromosomes, a révélé que les échantillons d'igname cultivée de Madagascar présentent trois nombres de chromosomes différents à savoir 40, 60 et 80 (Tableau 2).

Selon Arnau et al, (2009) le nombre de base des chromosomes pour *Dioscorea alata* est de x=20, donc parmi les échantillons analysés deux sont diploïdes (Figure 2a), quatre sont triploïdes (Figure 2b) et une est tétraploïde (Figure 2c).

Malgré un nombre d'accessions très limité, les trois niveaux de ploïdie trouvés chez *D. alata* sont représentés à Madagascar et ce même si le nombre de types morphologiques est réduit par rapport à celui trouvé par ailleurs sur *D. alata* ou sur d'autres espèces cultivées.

**Analyse de la diversité génétique**

Le dendogramme a révélé l'existence de trois groupes bien distincts dont le groupe de Ovy lalaina, celui de Ovy vazaha et un troisième groupe constitué du reste des accessions avec des mélanges de Ovibe, Ovy lava Ovy voay, Bemako, Oy fantaka, et de Mavondro.

Ces deux différents groupes sont très proches sur le dendrogramme avec une distance génétique très faible. Ce résultat est en concordance celui trouvé lors de la caractérisation morphologique. En effet, ces 2 groupes ont en commun la couleur violette du tubercule et de la tige, l'existence des épines vers la base de la tige et enfin la taille de tubercule produit. En plus, ils sont très proches géographiquement car ils se rencontrent uniquement dans des zones humides notamment sur la côte est de Madagascar.

Le troisième groupe est constitué du reste des accessions. Morphologiquement, ces ignames sont très proches et souvent ce sont la forme et la taille du tubercule qui les différencient. Les autres caractères morphologiques ne varient pas ou très peu.

Très peu de groupes ont été distingués sur l'arbre montrant la faible diversité des ignames cultivées à Madagascar. Ceci confirme l'hypothèse d'introductions très faibles de variétés de cette espèce dans le temps, déjà constatée lors des analyses morphologiques. Les variétés sont juste utilisées comme substitues du riz pendant la période de soudure. Donc, l'exigence en terme de variété ne s'est pas ressentie auprès des paysans malgaches avec une introduction de nouveaux clones, contrairement au Vanuatu où les analyses ont permis de révéler une diversité génétique beaucoup plus importante. En effet, sur cette île la diversité s'expliquerait par des introductions plus importantes, liées à une culture basée sur les Racines et Tubercules, suivies d'une diversification locale à laquelle la sexualité a probablement contribué, comme suggéré par Lebot et *al*. (1998) suite à une étude enzymatique.

A Madagascar, cette faible diversité en ignames cultivées peut également s'expliquer par le fait que les peuples malgaches se sont attachés au riz et ils ont délaissé l'igname et ne les utilisent que pendant un moment très court dans l'année. Ainsi, le statut de l'igname a changé car elle est réputée un aliment des pauvres, sa production est devenue marginale

D'autre part, le réseau igname ne s'est pas établit au sein de la population malgache à cause de ce statut déshonorant ce qui explique également cette faible diversité. Les échanges de tubercules ne se sont pas réellement faits comme en Afrique (Vernier et *al.*, 2001) car les ignames cultivées sont transmises de père en fils. Ce dernier n'en cultive pas de nouveaux. Ainsi, l'igname des parents ne se propage pas.

## CONCLUSION

Les trois niveaux de ploïdie (di-, tri- et tétraploïde) trouvés chez les *Dioscorea alata* sont tous présents à Madagascar. Ce résultat a été obtenu avec très peu d'échantillons suivant leur disponibilité. Tous les morphotypes n'ont pas pu être analysés pour cette étude donc ce travail mérite d'être complété encore pour plus de précision.

En reliant les données obtenues avec le génotypage et le niveau de ploïdie des accessions, on peut dire que les deux groupes, Ovy lalaina et Ovy vazaha, sur l'arbre sont vraiment différents puisque même au niveau de leur nombre de ploïdie le Ovy vazaha est tétraploïde tandis que le Ovy lalaina est diploïde. Le troisième groupe est encore mélangé et qui devrait être encore affiné.

Le faible nombre de groupes génétiques est probablement la preuve d'introductions restreintes de tubercules qui ont été multipliés par la suite par voie végétative. Ainsi, au cours du temps les processus de diversification par mutation et par voie sexuée ont été très réduits.

La diversité actuelle à Madagascar ne peut pas répondre aux exigences des consommateurs qui trouvent plus de diversité organoleptique chez les ignames endémiques sauvages. Pour contrer ce phénomène, il serait important que cette base génétique puisse être élargie par l'introduction de nouvelles variétés et de nouvelles espèces cultivées.

Ceci contribuera à diminuer la pression qui s'exerce sur les ignames sauvages en vue de préserver et de conserver la diversité des ignames endémiques.

Les nouvelles variétés introduites pourront également être utilisées comme alternative pour réduire la forte dépendance au riz de l'alimentation des populations.

## Références bibliographiques

Abraham, K. et Nair, G.P., 1991. Polyploidy and sterility in relation to sex in *Dioscorea alata* L. (*Dioscoreaceae*). Genetica, 83, 93–97.

Abraham, K., et Arnau, G., 2007. Use of DNA Markers for Genetically Improving the Productivity, Palatability, Storability and Dry Matter Content of Tubers of Greater Yam. In: Mi-term report of IFCPAR Project Number 3000-B1. IFCPAR eds, New Delhi, India, 26.

Arnau, G., Nemorin A., Maledon E.,2009. Revision of ploidy status of *Dioscorea alata* L. (Dioscoreaceae) by cytogenetic and microsatellite segregation analysis. Theor Appl Genet 118,1239-1249.

Barnaud, A., Deu.M., Garine E., 2007. Local genetic diversity of sorghum in a village in northern Cameroon: structure and dynamics of landraces. Theor. Appl. Genet., 114; 237-248.

Burkill, I.H., et Perrier de la Bâthie, H., 1950. La flore de Madagascar et de Comores. 44è Famille : Dioscoreaceae. Muséum National d'Histoire Naturelle (Phanérogamie), Paris Vè, 78

Degras, L., 1986. L'Igname ; plante à tubercule tropicale. G-P Maisonneuve et Larose, Paris (Vè). Agence de coopération culturelle et technique, 408.

Dumont, R., et Martin, A., 1997. Panorama sur l'igname. Ressource millénaire et culture d'avenir. Montpellier, France, CIRAD- CA, 187.

Gamiette, F., Bakry, F., Ano, G. 1999- Ploidy determination of some yam species (*Dioscorea* spp.) by flow cytometry and conventional chromosomes counting. Genet. Resour. Crop Evolut. 46: 19–27.

Lebot V., 1997. Cahiers de la Recherche Développement , (43, Do) : 20-34.

Lebot, V, Trilles, B, Noyer, J. L, Modesto, J, 1998. Genetic relationships between *Discorea alata* L. cultivars. Genetic Resources and Crop Evolution, 45 (6) : 499-509.

Lebot, V., Champagne, A., Malapa, R., Shiley, D., 2009. Journal of agricultural and food chemistry, 57 (22) : 10539-10547.

Malapa, R., Arnau, G., Noyer, J. L., Lebot, V., 2005. Genetic diversity of the greater yam (Dioscorea alata L.) and relatedness to *D. nummularia* Lam. and *D. transversa* Br. as revealed with AFLP markers. Genetic Resources and Crop Evolution, 52: 919–929

Malapa, R., 2000. Etude de la diversité génétique des cultivars de D. alata L. du Vanuatu par les marqueurs morpho-agronomiques et AFLP. DEA de génétique, adaptation et productions végétales. Université de Rennes I et E.N.S.A. de Rennes. In : Université de Rennes I, ENSA de Rennes, centre CIRAD de Montpellier, centre CARFV du Vanuatu.

Onyeka, T.J., Petro, D., tienne, S., Jacqua, G., et Ano, G., 2006. Optimizing controlled environment essessment of levels of resistance to yam anthracnose disease using tissuee culture derived whole plants.J. Phytopathology, 154 6-292.

Penche, A., 2008. L'igname sur la côte Est de Madagascar : Plante du passé ou culture d'avenir ? Diagnostic agraire dans la commune de Ranomafana-Est. Rapport de stage ESAT 1, IRC SupAgro, Montpellier

Raison, J. P, 1992. Le noir et le blanc dans l'agriculture ancienne de la côte orientale malgache. Revue d'études dans l'Océan Indien, 15: 199-215.

Risterucci, A.M., Fargeas, D., Lanaud, C., 2000. Use of microsatellites for identification and genome analysis of cocoa genotypes. In 3rd INGENIC international workshop on the new technologies and cocoa breeding: abstracts. Reading : INGENIC, p. 6. International Workshop on New Technologies and Cocoa Breeding. 3. Kota Kinabalu, Malaysia.

Scarcelli, N., Daïnou, O. Agbanbla, C., Tostain, S., Pham, J.-L., 2005. Seggregation patterns of isozyme loci and microsatellite markers show the diploïdy of African yam *Dioscaorea rotundata* (2n=40). Theor. Appl. Genet., 11, 226-232;

Tostain S., Scarcelli N., Brottier P., Marchand J.-L, Pham J.-L, Noyer J.-L., 2006). Development of DNA microsatellite markers in tropical yam (Dioscorea sp.). Mol. Ecol. Notes 6, 173-175.

Tostain, S., 2009. Les ignames du sud de Madagascar. Université de Tuléar. IRD. Tuléar. Madagascar, 124

Vernier, P, Dossou, R. A, 2001. Un exemple de sédentarisation de la culture des ignames : le cas des kokoro (*D. rotundata*) au Bénin. Atelier national sur développement durable de la production et de la consommation de l'igname en Côte d'Ivoire.

Wilkin, P., Caddick, L., Foster, C., Schols, P., 2000. A new species of *Dioscorea* (Dioscoreaceae) from Eastern Madagascar and its pollen morphology. Kew Bull., 55: 427-434.

Wilkin, P., Rakotonasolo, F., Schols, P., Furness, C., 2002. A new species of *Dioscorea* (Dioscoreaceae) from Western Madagascar and its pollen morphology. Kew Bull., 57(4): 901-909.

Wilkin, P., Rajaonah, M.T., Jeannoda, V.H., Jeannoda, V.L., Hladik, A., Hladik, C.M., 2006. An endangered new species of edible yam (*Dioscorea*, Dioscoreaceae) from westernMadagascar. Kew Bull., 63: 113–120

Wilkin P., Hladik A., Weber O., Hladik C.M., Jeannoda V.,2009. *Dioscorea orangeana* (Dioscoreaceae), a new and threatened species of edible yam from northern Madagascar. Kew Bull., 64: 461–468

Winch, J.E, Newhook, F.J, Jackson, G.V.H, Cole, J.S, 1984. Studies of *Colletotrichum gloeosporioides* disease on yam, *Dioscorea alata*, in Solomon Islands. Plant Pathology, 33(4): 467-478