

VALORISATION DE L'AGROBIODIVERSITE DES IGNAME DE MADAGASCAR

1. CONTEXTE

Parmi les plantes à tubercule cultivées, les espèces appartenant au genre *Dioscorea* (famille des Dioscoreaceae), plus communément connues sous le nom d'ignames en français se concentrent surtout dans les régions tropicales (Afrique, Amérique, Asie).

Sur le plan alimentaire, grâce aux valeurs nutritionnelles relativement élevées de leurs tubercules (nettement supérieures à celles du manioc) et à la maîtrise des techniques culturales qui permettent leur domestication et leur production en grande quantité, certaines espèces sont à la base de l'alimentation des populations et contribuent à l'alimentation des animaux d'élevage. Du point de vue de la production, les ignames sont devenues le second tubercule des régions tropicales après le manioc. Le Nigeria, la Jamaïque, le Ghana, le Brésil et bien d'autres pays en sont exportateurs. Plusieurs espèces sont utilisées en médecine traditionnelle (dermatologie, gynécologie humaine et vétérinaire, gastro-entérologie etc...). D'autres sont utilisées par l'industrie : en agroalimentaire comme la fabrication de farine et de flocons et en industrie pharmaceutique telle l'utilisation de la diosgénine dans l'hémisynthèse de pilules anticonceptionnelles et de corticostéroïdes.

A Madagascar, les données historiques font état du fait que l'igname constituait, avec la banane, l'aliment de base des premiers malgaches ayant peuplé la grande île (RAISON, 1992). Il s'agissait en particulier de cultivars de *D. esculenta*, *D. alata*, *D. bulbifera*, toutes originaires du continent asiatique et /ou du Pacifique. L'igname a ensuite été supplantée par le riz et les plantes à racines et tubercules dont la culture s'avérait être plus facile que celle de l'igname. La culture de l'igname est donc plus ou moins tombée en désuétude et elle ne subsiste plus actuellement que sur la côte orientale du pays, sous forme de végéculture, c'est-à-dire mélangée à d'autres espèces cultivées, annuelles ou pérennes, (SAUER, 1969) ou sous forme d'individus plus ou moins nombreux cultivés dans les différentes jachères. Enfin, on peut également rencontrer ces ignames dans les autres régions de l'île plantées en nombre très restreint (un ou deux pieds) dans les jardins de case. Dans ce dernier cas, l'igname est d'ailleurs appelée « voli-drazana » ou culture des ancêtres, ce qui reflète bien l'histoire de la culture de cette plante à Madagascar.

L'abandon de la culture des ignames domestiquées s'est fait au dépens des ignames sauvages appelées « oviala » ou igname de la forêt et que l'on rencontre effectivement dans toutes les forêts de Madagascar. On compte actuellement plus d'une trentaine d'espèces sauvages toutes endémiques. L'exploitation de l'igname à Madagascar est donc progressivement passée d'une agriculture véritable à un système de cueillette permettant seulement de combler les besoins alimentaires en période de soudure ou de disette. De ce fait, les ignames ne bénéficient plus que du statut d'aliment du pauvre dans de nombreuses régions de l'île. Force est de constater que les ignames occupent actuellement une place dérisoire dans structure de la ration alimentaire où elles représentent moins de 3% des racines et tubercules consommés par le Malgache (JEANNODA, 1997)

Enfin à Madagascar, contrairement à ce qui se passe par exemple chez les Pygmées Baka du sud du Cameroun (DOUNIAS, 2001) ou encore des fermiers du sud-ouest de l'Ethiopie (HILDEBRAND et al, 2002), la cueillette des ignames sauvages ne se fait pas selon des techniques qui permettent de régénérer la ressource (JEANNODA et al., 2003) menaçant ainsi certaines espèces de disparition (WILKIN et al., 2006).

Aussi, la connaissance des variétés intéressantes chez les espèces cultivées à Madagascar et la maîtrise de leurs techniques culturales pourront encourager leur culture et leur production en quantité importante. Ces résultats auront également pour conséquence de diminuer la pression qui s'exerce actuellement sur les ignames sauvages et de ce fait de préserver la diversité des ignames endémiques.

D'autre part, la sensibilisation et l'information des communautés sur la haute valeur nutritionnelle et les autres propriétés encore méconnues du public peuvent aboutir à une perception des ignames différentes de celle qui prévaut actuellement à Madagascar. Cette situation facilitera l'intégration des ignames à hautes valeurs nutritionnelles dans le régime alimentaire des ménages ruraux, ce qui améliorera leur sécurité alimentaire (disponibilité et accessibilité nettement améliorées) et leur état nutritionnel, surtout pendant les périodes difficiles comme les périodes de soudure et de crise.

Le développement d'autres cultures permettra de réduire la forte dépendance au riz de l'alimentation des populations au profil d'une ressource locale et non importée (produits à base de blé ou de maïs par ex.). Par ailleurs, la vente des surplus de production des ignames comestibles améliorera les revenus des producteurs. De tels résultats contribueront à la réduction de la pauvreté.

La réalisation de travaux de recherche multidisciplinaire sur les ignames constitue un préalable incontournable pour toutes opérations visant leur valorisation

Il est très difficile d'envisager attirer l'attention sur des plantes longtemps négligées tant qu'on ne dispose pas de toutes les données scientifiques de base qui constitueront des arguments solides susceptibles de convaincre les communautés, les décideurs et les opérateurs économiques d'autant plus que peu de travaux ont jusqu'à présent été réalisés sur les ignames malgaches. Aussi, s'avère-t-il indispensable de procéder d'abord à des travaux de recherche à la fois fondamentale et appliquée couvrant la biologie, l'écologie, la technologie et la chimie des ignames. La détermination des actions pertinentes pouvant conduire à la valorisation des ignames sont largement tributaires des résultats obtenus.

2. ACQUIS

A Madagascar, la flore des ignames ou « oviale » en malgache (genre *Dioscorea*) est particulièrement riche, à l'instar de l'ensemble de la Flore malgache qui compte plus de douze mille espèces de plantes vasculaires dont 85 à 95% sont endémiques (SCHATZ et al. 1996, SCHATZ, 2000). On dénombre dans la Flore des Dioscoreaceae (BURKILL et PERRIER DE LA BATHIE, 1950) trente trois espèces dont vingt sept sont endémiques. Des études récentes ont montré l'existence de nouvelles espèces endémiques (WILKIN et al., 2000, 2002, 2005 et 2006, JEANNODA et al., 2003, HAIGH et al., 2005, WEBER et al., 2005, RAJAONAH, 2004, ANDRIANANTENAINA, 2005) et on peut penser que la Flore des Dioscoreaceae comporte actuellement plus de 40 espèces, soit environ le dixième de la Flore des Dioscoreaceae dans le monde (WILKIN, com.pers.). Toutes les nouvelles espèces seraient endémiques. Le groupe des ignames malgaches, en dehors de l'espèce *D. antaly*, constitue un groupe monophylétique (WILKIN, com.pers.) différencié depuis la séparation de Madagascar du reste du Gondwana entre le milieu du Jurassique (séparation de l'Afrique) et le Crétacé (séparation de l'Inde) (WELLS, 2003).

Les derniers travaux relatifs aux ignames à Madagascar visent à terme la révision de la Flore des Dioscoreaceae et sont effectués par WILKIN du Royal Botanic Gardens de Kew depuis le début des années 2000 (voir références citées ci-dessus) en collaboration avec de nombreux scientifiques aussi bien étrangers que malgaches. Ces travaux comprennent des descriptions de nouvelles espèces et des travaux de phylogénie. Le Département de Biologie et Ecologie Végétales de la Faculté des Sciences d'Antananarivo a été associé à ces recherches (ANDRIANANTENAINA, 2005 et WILKIN et al., 2006).

Au sein de la Faculté des Sciences d'Antananarivo, de 2003 à 2005, le Département de Biologie et Ecologie Végétales et celui de Biochimie Fondamentale et Appliquée en collaboration avec le Muséum National d'Histoire Naturelle (Laboratoire d'Eco-anthropologie) et le CIRAD de Montpellier (Programme cultures alimentaires puis à partir de 2005 UR Horticulture) ont mené un projet intitulé « Appui à la recherche sur les possibilités de valorisation des ignames malgaches ». Ce projet, financé par la Banque Mondiale à travers le Projet Fades (Fond d'Appui au Développement de l'Enseignement Supérieur), a permis d'inventorier dans trois zones pilotes plus d'une vingtaine d'espèces aussi bien sauvages que domestiquées. Ces dernières ont été étudiées au point de vue leur biologie, écologie et statut en matière de conservation, de leurs valeurs nutritionnelles et propriétés organoleptiques, des facteurs anti-nutritionnels et de leur toxicologie, des possibilités de conservation et de transformation (biotechnologie). Les résultats des travaux ont été consignés au sein d'un rapport officiel qui a été mis à la disposition des décideurs et des communautés locales où ont été effectuées les enquêtes et a permis la soutenance d'une quinzaine de mémoires de DEA et la publication d'articles ou de diverses communications (RAZANAMPARANY et al., 2003, RAHANTAMAMONJY et al., 2003, JEANNODA, V.H. et al., 2004).

Il faut toutefois noter que les efforts du projet Fades se sont surtout focalisés sur les espèces sauvages et que peu de résultats sont disponibles sur les espèces cultivées. En effet ces dernières, en faible nombre, n'ont été étudiées que sur la base de leur nom vernaculaire sans précision taxonomique préalable. D'où l'idée de poursuivre les recherches plus poussées sur les espèces cultivées dans le cadre de CORUS.

3. QUESTIONNEMENT SCIENTIFIQUE

Les questions de recherche que pose cette proposition de recherche soumise à Corus sont les suivantes :

Quelles sont les espèces qui sont ou qui ont été cultivées à Madagascar ? Combien de cultivars ou de variétés existe-t-il ? Et quelles sont leurs caractéristiques botaniques et position taxonomique ? Quelles relations existe-t-il entre les ignames cultivées malgaches et les ignames des pays d'où étaient censés être originaires les ancêtres des premiers malgaches (Indonésie, Mélanésie, etc...) ? Quelles sont les pathologies dont souffrent les ignames cultivées malgaches ? Quels moyens mobiliser pour l'assainissement du matériel de plantation des ignames ? Quelles étaient et quels sont les systèmes de culture des ignames à Madagascar ? Est-ce qu'il existaient ou existent au niveau des populations locales des procédés de domestication d'espèces sauvages ? Quelle est la perception des communautés locales de la culture des ignames ? Quelle est la part de la production et le potentiel des ignames dans l'agriculture malgache actuelle ? Comment développer la culture et améliorer la valorisation d'une espèce jusqu'ici négligée ; quelles sont les possibilités de transformation ou de conservation adéquates pour les ignames malgaches ?

4. OBJECTIFS

L'objectif principal du projet est donc de contribuer par la recherche à une meilleure valorisation d'espèces alimentaires sous-utilisées et négligées (*Dioscorea spp.*) à Madagascar, de soutenir ainsi une diversification des produits alimentaires très centrés sur le riz dans ce pays qui possède pourtant un potentiel important d'amélioration de sa productivité. Les ignames ont également une plus faible sensibilité aux aléas climatiques et consomment moins d'eau que le riz. A ce titre la culture de l'igname peut contribuer au développement de systèmes de productions plus résilients et plus durables que la seule riziculture en augmentant l'agrobiodiversité des systèmes agraires.

Les objectifs spécifiques du projet sont :

- de faire l'inventaire des divers variétés ou cultivars d'ignames cultivées introduites ou ayant fait l'objet de domestication à Madagascar

- de les caractériser sous différents aspects (taxonomie impliquant l'utilisation de méthodes modernes comme le recours à la biologie moléculaire, biologie et écologie, pathologie, qualité nutritionnelle, facteurs anti-nutritionnels ou toxiques, etc..).
- de les caractériser au point de vue agronomique
- de développer par la suite, avec les communautés locales et grâce à l'appui d'ONG de développement, des essais plus rationnels et basés sur des données scientifiquement fiables de mise en culture d'igname

Les objectifs de formation du projet sont :

- de contribuer directement à la formation diplômante d'étudiants Malgaches et Français de 2^{ème} et 3^{ème} cycle principalement en agronomie, botanique, génétique, phytopathologie et biochimie appliquée (stages de Master et de doctorat)
- de contribuer à la formation continue des enseignants-chercheurs et chercheurs malgache et français, à travers des séminaires et ateliers. L'association pluri-institutionnelle (Université, Centres de recherches malgaches et français, ONG) a pour objectif de faire émerger et fonctionner un groupe de recherche pluridisciplinaire durable et d'impliquer étroitement les étudiants dans les démarches de recherche.

L'objectif opérationnel est de caractériser le matériel végétal sous ses différents aspects (biologique, agronomique, biochimique, constitué par les espèces cultivées d'igname à Madagascar et de déterminer les contraintes et les avantages comparatifs qui permettraient de développer son utilisation.

5. ZONES D'INTERVENTION DU PROJET

Les activités dans le cadre de ce projet seront principalement menées sur la côte orientale de Madagascar étant donné que c'est la zone où l'on observe encore de nos jours une importante exploitation des espèces cultivées. Il s'agit en particulier, du nord au sud de la côte est :

- Dans la province d'Antsiranana, de la région de Sambava
- Dans la province de Toamasina, de la presqu'île Masoala, des villages localisés autour de la réserve de Biosphère de Mananara Nord, de la région de Brickaville et de celle de Mahanoro
- Dans la province de Fianarantsoa, des villages situés autour de la réserve spéciale de Manombo
- Dans la province de Toliara, de la région de Taolagnaro, situé à l'extrême sud-est de l'île

D'autre part, dans les zones où la culture de l'igname est souvent réduite à quelques pieds dans les jardins de case, des prospections se feront :

- sur les hauts plateaux de l'Imerina (Ankazobe, Anjozorobe, Manjakandriana)
- sur les hauts plateaux betsileo (Ambositra, Fianarantsoa et Ambalavao)
- dans la partie septentrionale de l'île (village d'Anivorano et villages situés autour d'Antsiranana)
- dans la province de Mahajanga, sur la côte nord-ouest, autour de la réserve spéciale d'Ankarafantsika
- dans la province de Toliara, dans la région du Menabe autour de Morondava.

Notons enfin que le choix des zones d'intervention sur la côte est en grande partie subordonné à la proximité de la forêt par rapport aux villages d'intervention. Cela permettra de voir si les paysans se livrent à des récoltes d'ignames sauvages en vue de les domestiquer.

6. METHODE DE TRAVAIL :

Elle s'inscrit dans la volonté de travailler avec une approche pluridisciplinaire et participative. La présence, dans le même groupe de recherche, de botanistes, d'agronomes, de généticien, de

phytopathologiste et biochimistes permet une convergence des réflexions à partir de thématiques diverses pour un même objectif. La conduite du projet, en interaction constante avec d'autres projets (sensibilisation des communautés locales à la culture des ignames par le Programme SAHA, Programme de recherche du Royal Botanical Garden de Kew) et d'autres disciplines (technologies alimentaires) permet un renforcement du réseau de relation existant et l'intégration de nouvelles disciplines dans ce réseau.

Le projet est structuré en plusieurs activités disciplinaires qui se complètent pour obtenir un panorama large et complet du potentiel des ignames cultivées et jusqu'ici très négligées à Madagascar.

7. LES ACTIVITES DU PROJET

1- Etudes botaniques : Recensement, mise en collection et caractérisations morphobotaniques des ignames cultivées et collectées

Responsables: Département de Biologie et Ecologie Végétales (DBEV) de l'Université d'Antananarivo (UTana), Jeannoda Vololoniaina et Royal Botanical Gardens de Kew (RBGKew), Paul Wilkin

Les collections seront sous forme d'échantillons d'herbier, de collections vivantes qui seront suivis au Département de Biologie et d'Ecologie Végétales et dans les serres du CIRAD à Montpellier. Il sera également possible de placer des échantillons auprès du Centre de Technique Horticole d'Antananarivo (CTHA) qui possède l'expertise nécessaire pour la multiplication de plantes agronomiques et qui sera donc mis en tant que prestataire de services dans le cadre de ce projet. La caractérisation des divers cultivars se fera suivant les différentes méthodes utilisées pour la description des échantillons à des fins taxonomiques (étude l'appareil végétatif dont l'architecture, de l'appareil reproducteur, des pollens, de la phénologie, de l'écologie...). Une photothèque sera montée pour compléter les données.

2 - Etudes ethnobotaniques :

Responsables : DBEV (V.H. Jeannoda) et UR 27 du CIRAD (Vernier Ph)

Comme toutes les cultures très anciennes, les savoirs détenus par les paysans sont souvent très importants et leur connaissance est nécessaire avant toute intervention extérieure d'amélioration. Plusieurs travaux ont été déjà développés dans ce sens notamment basé sur l'analyse comparative participative du matériel végétal sur céréales (paire-wise analysis) (Defoer et al, 1997) et plus récemment sur igname (Vernier et Dansi, 2006). L'igname est une des rares plantes qui fait encore l'objet de domestication contemporaine (Dumont et al, 2006). On recherchera si des pratiques similaires existent à Madagascar avec les espèces endémiques.

Les travaux de ce volet se feront sous forme d'enquêtes de terrain avec les étudiants encadrés par le projet sur les pratiques paysannes de culture, de domestication et de collecte des ignames sauvages à des fins de domestication ainsi que par l'évaluation participative des différents cultivars.

3 - Caractérisation de la biodiversité intra spécifique des ignames cultivées de Madagascar.

Responsables : CIRAD UPR 75 (Hana Chair, MPL), DBEV (Faliniaina Lucien) et RBG Kew (P. Wilkin)

Chez les ignames trois centres de diversification sont connus : l'Afrique, l'Asie-Pacifique et l'Amérique du Sud. Nous ne disposons pas de données sur la diversité génétique des ignames cultivées malgaches. Néanmoins, certaines espèces introduites telle que *Dioscorea alata* ont été beaucoup documentées ces dernières années (Lebot et al., 1998, Malapa et al., 2005). Dans cette étude nous proposons de déterminer la diversité génétique de toutes les espèces cultivées à Madagascar quelque soit leur origine. Après caractérisation morphobotanique, une caractérisation moléculaire et cytologique sera réalisée sur la collection établie à l'Université d'Antananarivo. La

portabilité des marqueurs microsatellites développés récemment sera testée sur les espèces cultivées de Madagascar (Tostain, et al, 2006, Hochu et al, 2005). D'autres marqueurs moléculaires de type AFLP seront utilisés au cas où les marqueurs microsatellites seront insuffisants. La recherche de la diversité intra-variétale et des corrélations entre la répartition géographique et la diversité génétique sera également réalisée. Le nombre chromosomique de base des espèces malgaches cultivées sera également déterminé. Les techniques utilisées relèvent de la cytogénétique classique (dénombrement chromosomique, estimation du nombre chromosomique de base) et de la cytométrie de flux (niveau de ploïdie). Les résultats seront comparés à ceux obtenus récemment sur d'autres espèces d'igname.

4 - Caractérisation agronomique :

Responsable : Cirad -UR 27 (Philippe Vernier)

Ces travaux seront basés sur une analyse du système de production de l'igname dans le système de culture des agriculteurs (Capillon et Sébillotte, 1980, Sébillotte, 1990). Par analyse système on entend une approche qui ne considère pas seulement les différents éléments du système (variétés, gestion de la fertilité, techniques culturales, utilisation de la main d'œuvre et du capital terre) mais aussi et surtout les interactions entre ces différents éléments. L'analyse des systèmes de culture (échelle de la parcelle cultivée) et de production (échelle de l'exploitation agricole en tant qu'unité de production avec un centre de décision identifié). Ces travaux seront menés par enquêtes sur le terrain par les étudiants de master associés au projet. Les cultivars d'igname après collectes et caractérisation morpho-botaniques seront évalués ex situ en milieu contrôlés pour les paramètres agronomiques (rendement et composantes, résistances aux bio-agresseurs, réponses à l'intensification : tuteurage/fertilisation)

5 - Caractérisation de la qualité alimentaire et nutritionnelle

Responsable : Département de Biochimie Fondamentale et Appliquée (DBFA), UTana (Julia L. Razanamparany et Victor.L Jeannoda).

Ce volet d'activité se subdivise en deux parties :

A - Détermination de la valeur nutritionnelle et tests organoleptiques (J.L. Razanamparany)

L'analyse de la valeur nutritionnelle de chacun des cultivars ainsi que son inscription dans le tableau de composition des aliments constituent un part importante de ce projet. La connaissance des valeurs nutritionnelles permettra de déterminer la part des apports que représente la consommation d'igname dans la ration alimentaire et de sélectionner les cultivars les plus intéressants pour développer la culture des ignames. La méthode utilisée sera les analyses classiques effectuées pour déterminer le taux de macroéléments (protéines, glucides ou lipides) ainsi que les microéléments importants en alimentation et nutrition (vitamines, etc...).

D'autre part, l'appréciation du goût des divers cultivars constitue également un facteur à prendre en compte dans la sélection des cultivars. Le laboratoire de tests organoleptiques qui vient d'être mis en place au FOFIFA ou Centre National de la Recherche Appliquée au développement rural sera sollicité en tant que prestataire de service pour réaliser les divers tests.

B - Analyse physico-chimique de la composition des cultivars, en particulier leur toxicologie (V.L. Jeannoda) :

La recherche de molécules plus ou moins toxiques qui pourraient constituer un facteur antinutritionnel est également un élément fondamental pour permettre l'insertion des ignames dans le régime alimentaire. Il s'agira d'isoler les diverses molécules et de déterminer leurs impacts sur la comestibilité des divers cultivars et de chercher dans quelles mesures l'effet de ces molécules peut être atténués ou supprimé.

D'autre part certaines substances chimiques contenus dans ces cultivars peuvent avoir des propriétés médicinales. L'isolation de telles substances et la détermination de leurs propriétés médicinales constitueront un élément positif supplémentaire pour ce projet.

6 - Inventaire des principales viroses susceptibles d'infecter les ignames de Madagascar et assainissement des cultivars malgaches infectés.

Responsable : D. Filloux (UMR BGPI Cirad)

Parce qu'elles sont essentiellement propagées végétativement par plantation de fragments de tubercules, les ignames cultivées ont progressivement tendance à accumuler des viroses, entraînant une diminution de la production et de la qualité des tubercules récoltés (Thouvenel et Dumont, 1990). Souvent associées à d'autres bio-agresseurs (anthracnose, cochenilles, nématodes), elles peuvent entraîner la disparition totale de certains cultivars ou espèces sensibles. Les virus connus susceptibles d'infecter les espèces d'ignames tropicales sont principalement transmis par les insectes (Brunt *et al.*, 1989). Ils sont au nombre de cinq : 1- Cucumber mosaic cucumovirus (CMV), 2- Dioscorea baciliform badnavirus (DBV), 3- Dioscorea latent potexvirus (DLV), 4- Yam mosaic potyvirus (YMV), 5- Yam mild mosaic potyvirus (YMMV). Ces virus sont diversement répartis dans le monde et aucune information n'existe, à ce jour, sur leur présence à Madagascar.

Pour le savoir, l'inventaire des viroses (indexation) sera établi par la collecte d'échantillons (feuilles et/ou tubercules) dans les 3 régions où sont cultivées les ignames à Madagascar et par la réalisation de tests virologiques (Elisa et PCR), à la quarantaine « ignames » du CIRAD à Montpellier (France), sur les échantillons collectés.

Les cultivars se révélant les plus intéressants et repérés lors de la caractérisation agronomique (activité n°4) feront également l'objet d'une indexation à la quarantaine « ignames ». L'assainissement par culture *in vitro* de méristèmes (Filloux et Girard, 2006) sera réalisé sur les cultivars se révélant infectés par des virus. Les cultivars certifiés sains pourront alors être renvoyés à Madagascar en vue d'une future distribution auprès des producteurs d'ignames malgaches.

7 – Essai de mise en culture avec les communautés locales

Responsable : DBEV (V.H. Jeannoda et M.T. Rajaonah) et Programme SAHA (Léopold Gahamany)

Une fois que les cultivars les plus intéressantes seront identifiés et caractérisés, une fois que les meilleures conditions de mises en culture dans le contexte agro-écologique malgache seront connues, il sera intéressant à la fin du projet de procéder à des essais de mise en culture avec certaines des communautés locales où ont été menées les enquêtes. Cette activité sera menée en collaboration avec le Programme SAHA qui est forte d'une longue expérience de conduite de projet de développement avec les populations malgaches et qui collabore déjà depuis quelques années avec le Faculté des Sciences dans le cadre du projet Fades pour la vulgarisation des résultats des recherches sur les ignames et pour les premiers essais de culture d'ignames avec les paysans.

Si jusqu'à présent, ces essais ont été faits en copiant les expériences agronomiques existant dans les pays producteurs d'ignames et en utilisant des cultivars non caractérisés, les essais qui se feront dans le cadre du projet Corus seront confortés par les résultats scientifiques fiables relatifs aux ignames cultivés malgaches.

8 - RETOMBEES DU PROJET

1. Formation

L'implication du projet dans la formation est forte : la participation directe des enseignants-chercheurs de la faculté des sciences de l'Université d'Antananarivo des départements de Biologie et Ecologie Végétale et département de Biochimie Fondamentale et Appliquée de l'Université favorisera la formation par la recherche des étudiants et la transmission des résultats obtenus. Le projet permettra la réalisation prévue d'au moins deux thèses sur la durée du projet (une en botanique et une en biochimie appliquée), et de plusieurs mémoires de 2^{ème} cycle (Master, Ingénieurs agronome) pour des étudiants malgaches et francophones.

- Thèse de Mamy Tiana Rajaonah en Botanique : Caractérisation à des fins taxonomiques des cultivars d'espèces cultivées d'ignames à Madagascar. Thèse co-encadrée par V.H.Jeannoda et P. Wilkin
- Thèse de Henintsoa Hezekia Randrianantoandro en Biochimie : Les propriétés nutritionnelles et organoleptiques des cultivars d'espèces cultivées d'ignames à Madagascar. Cette thèse sera co-encadrée par J.L Razanamparany et D. Valentin, chercheur du CNRS rattaché au Centre Européen du goût
- Différents étudiants malgaches et français pourront, dans le cadre du projet, réaliser leur stage de Master ou de DEA dans les différents laboratoires malgaches et français.

2. Utilisation de nouvelles technologies

Le projet fera une place importante aux nouvelles technologies tant en ce qui concerne leur utilisation que leur transfert au Sud :

- Du point de vue des outils scientifiques, il sera fait une large place à la génétique moléculaire (PCR, microsatellite) et la caractérisation et l'assainissement des virus (Test Elisa...). Le projet Corus participera à la formation d'étudiants à ces outils scientifiques, mais aussi à la constitution ou au renforcement d'unités.
- Au point de vue des études ethnobotaniques, les nouvelles méthodes concernant les techniques d'enregistrement des savoirs locaux, les méthodes participatives de détermination des cultivars ainsi que le recours à l'ethnobotanique quantitative formeront la base des techniques utilisées.

3-Dimension régionale

Le projet présent est limité à l'étude de la biodiversité des ignames de la seule île de Madagascar. Cependant cette approche est commune à celle développée dans d'autre région du monde comme l'Afrique de l'Ouest (projet BRG igname) et devrait permettre de nouer des partenariats avec les institutions de recherche du Sud (Bénin, Nigeria) notamment grâce aux collaborations déjà existantes avec les partenaires du Nord (Cirad, Kew Garden..)

9- PRESENTATION DES EQUIPES ET REPARTITION DES TACHES

Les équipes présentant le présent projet ont acquis une expérience significative dans les recherches sur les ignames à Madagascar et dans d'autres pays du Monde. Elles possèdent des expertises complémentaires et ont une longue expérience de partenariat commun dans le domaine de l'igname, tant sur le plan botanique, agronomique que technologique. Elles ont notamment participé ensemble à plusieurs projets ou activités de recherches sur cette plante depuis 1995.

A - La Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo avec l'intervention de deux départements :

Le Département de Biologie et Ecologie Végétale, sollicité par de nombreux organismes oeuvrant pour l'environnement et/ou le développement et en collaboration avec eux, a étudié la biologie et l'écologie de plantes utiles telles que les plantes aromatiques, artisanales, mellifères, et ornementales et mis au point des techniques de multiplication de plante comme les orchidées qui lui ont valu un prix. Ces travaux ont fait l'objet de publications, mémoires de DEA et rapports officiels. Il faut en particulier noter que la communication présentée par V.H. Jeannoda sur les ignames malgaches qui lors du Forum de la Recherche s'est tenu à Antananarivo en 2003 a obtenu le premier prix offert le Service d'Action et de Coopération Culturelle de l'Ambassade de France. Le Département de Biologie et Ecologie Végétales assurera la coordination des équipes du Sud.

Le Département de Biochimie Fondamentale et Appliquée, avec ses trois laboratoires spécialisés (Sciences des aliments, Sciences médicales et Biotechnologie/ Microbiologie) ont

évalué les potentialités alimentaires et nutritionnelles de plusieurs plantes comestibles dont sept espèces d'ignames, étudié les principes actifs de plusieurs plantes toxiques et médicinales et mis au point divers bio-procédés pour la valorisation de divers matériels végétaux dont les tubercules.

B - Le Programme SAHA :

SAHA est un programme de développement rural financé par la Suisse et mise en œuvre par la fondation Intercoopération. SAHA appuie de nombreuses ONG de développement pour la recherche de solutions durables aux problèmes agronomiques dans le monde rural malgache.

Le Programme SAHA soutient les recherches de la Faculté des Sciences sur les ignames pour accroître la sécurité alimentaire des populations rurales et contribuer à la conservation de la biodiversité des espèces végétales. Il pourra apporter un appui financier au projet dans les essais de mise en culture.

C - Le FOFIFA ou Centre National de Recherche Appliquée au Développement Rural : sera seulement sollicité en tant que prestataire pour les tests organoleptiques

D - Le CTHA ou Centre de Technique Horticole d'Antananarivo est un organisme qui sera également sollicité en tant que prestataire de service pour la maintenance des collections vivantes de cultivars d'ignames

E - Le CIRAD possède une expertise pluridisciplinaire reconnue sur toute la filière igname depuis plus de trente ans (IRAT avant 1990). Ses travaux sur cette plante ont été menés essentiellement en Afrique de l'Ouest en collaboration les organismes de recherche nationaux et les Centres internationaux (IITA au Nigeria et au Bénin). Dans ce projet le Cirad interviendra dans le domaine de la caractérisation génétique (H.Chair, spécialiste en biologie moléculaire, UR « Amélioration génétique d'espèces à multiplication végétative », de l'agronomie, des systèmes de culture et des savoir-faire locaux (P. Vernier, agronome, UR Horticulture) et de la caractérisation des virus et leur assainissement (D. Filloux, spécialiste en assainissement des virus, UMR BGPI « Biologie et génétique des interactions plantes-parasites pour la protection intégrée »). Le Cirad assurera la coordination des équipes du Nord.

F - Le ROYAL BOTANIC GARDENS, Kew, Royaume Uni : possède un des plus important herbier du monde. Il a une expertise reconnue au niveau mondial en phylogénie des plantes. P. Wilkin, taxonomiste et spécialiste des ignames au niveau de plusieurs régions du globe, a récemment commencé à revoir, en collaboration avec les chercheurs malgaches, la taxonomie des ignames de Madagascar et découvert plusieurs espèces endémiques nouvelles.

Le tableau ci-dessous résume la participation de chaque organisme impliqué dans le projet (l'importance de la participation est concrétisée par le nombre de X

Volets	Partenaires					Prestataires	
	DBEV	DBFA	SAHA	CIRAD	RBGkew	FOFIFA	CTHA
Botanique	XXX			X	X		
Ethnobotanique	XXX	X	X	XX	X		
Génétique	X			XXX	XX		
Agronomique	XX		X	XXX			X
Qualité alimentaire		XXX				X	
Pathologie	X			XXX			
Essai cultural	X		XX	X			X

10 - PLANIFICATION :

La planification des activités des divers volets est résumée dans le tableau ci-dessus

volet	Année 1	Année 2	Année 3
Botanique	XXX	X	X
Ethnobotanique	XXX	X	
Génétique	X	XXX	XX
Agronomique	X	XXX	XXX
Qualité alimentaire	X	XX	XXX
Virologie /assainissement	X	XXX	XX
Essai cultural			XX

11 - PUBLICATIONS :

Andrianantenaina, W. (2005).- Etude biosystématique des espèces de *Dioscorea seriflora* et *Dioscorea tanalarum*, Dioscoreaceae de Madagascar. Mémoire d'Ecologie Végétale, Faculté des Sciences, Antananarivo

Brunt A.A., Jackson G.V.H. & Frison E.A. (Eds). (1989).- FAO/IBPGR Technical guidelines for the safe movement of yam germplasm. Food and Agriculture Organization/International Board for Plant Genetic Resources, Rome.

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

Capillon, A. & Sébillotte, M. (1980).- Etude des systèmes de production des exploitations agricoles. Typologie 18 p., In : Séminaire Inter-Caraïbes sur les Systèmes de Production Agricole: Méthodologie de Recherche.

Defoer T, Kamara, A & De Groote, H. (1997).- Gender and variety selection: Farmers assessment of local maize varieties in southern Mali. *African Crop Science Journal*, 5 (1):65-76.

Dounias, (2001).- Les tarières à ignames sauvages des Pygmées Aka et Baka d'Afrique centrale. *Techniques & culture*, 37 : 127-154

Dumont R., Dansi A., Vernier P. & Zoundjhekpou J., (2006). - Biodiversity and domestication of yams in West Africa ; Traditional practices leading to *Dioscorea rotundata*. Update sciences & technologies, Quae edition , CIRAD-IPGRI, 94p.

Filloux D. & Girard, J-C. (2006).- Indexing and elimination of viruses infecting yams (*Dioscorea* spp.) for the safe movement of germplasm. *Communication présentée au 14^{ème} triennal Symposium de la International Society for Tropical Root Crops*, 20-26 novembre 2006, Trivandrum, India.

Haigh, A., Wilkin, P. & Rakotonasolo, F. (2005).- A new species of *Dioscorea* L. (Dioscoreaceae) from western Madagascar and its distribution and conservation status. *Kew Bull.*, 60: 273-281.

Hildebrand, E, Demissew, S & Wilkin, P. (2006).- Local and regional disappearance in species of *Dioscorea* L. (Yams) in southwest Ethiopia. In: **Stepp JR, Wyndham FS, and Zarger RR** (eds.), *Ethnobiology and biocultural diversity*, Proceedings of the 7th International Congress of Ethnobiology. University of Georgia Press, USA, pp 678-695

- Hochu, I, Santoni, S, & Bousalem, M. (2005).**- Isolation, characterization and cross-species amplification of microsatellite DNA loci in the tropical American yam *Dioscorea trifida*. *Molecular Ecology Notes*, 6:137-140.
- Jeannoda, V.L., (1997).**- Stratégie Nationale de Sécurité Alimentaire à Madagascar. Projet SECALINE. Antananarivo. Madagascar
- Jeannoda, V., Jeannoda, V., Hladik, A. & Hladik, C.M., (2003).**- Diversité, utilisations et perceptions des ignames de Madagascar. *Hommes et Plantes*, 47 : 10-23.
- Jeannoda, V.H., Rakotozafy, H.M, Rajaonah, M.T. & Ramampandra, N. (2003).**- Les ignames de Madagascar: biodiversité, biologie, écologie et gestion de la ressource. Communication au Forum de la Recherche à Madagascar. Décembre, Antananarivo.
- Jeannoda, V. H., Rajaonah, M.T., Rakotozafy, H.M. & Ramampandra, N. (2004).**- Ignames, culture et tradition à Madagascar. Communication au Colloque « La Culture, un outil pour la conservation ». Zoo de Vincennes. Décembre. Antananarivo.
- Lebot V., Trilles B., Noyer J.L., & Modesto, J. (1998).**- Genetic relationships between *Dioscorea alata* L. cultivars. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 45: 499-509.
- 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.
- Rahantamamaonjy, F.N., Jeannoda, V.H. & Razanamparany, J.L. (2003).**- Nutrition potentialities of Malagasy yams when consumed raw. Symposium ISTRC – Roots and Tubers. November, Arusha, Tanzanie
- Raison, J.P. (1992).**- Le noir et le blanc dans l'agriculture ancienne de la côte orientale malgache. *Revue d' Etudes dans l'Océan Indien*, 15 : 199-215
- Rajaonah, M.T. (2004).**- Etudes biologique, anatomique et ethnobotanique des espèces de *Dioscorea* (Dioscoreaceae) dans la région du Menabe. Mémoire d'Ecologie Végétale, Faculté des Sciences, Antananarivo.
- Razanamparany, J.L., Ralaiarison, G.D., Jeannoda, V.H., Monneuse, M.O. & Hladik, C.M. (2003).**- Potentialités nutritionnelles et alimentaires des ignames malgaches. Communication à l'International Meeting Food Africa, Mai, Yaoundé. 30p.
- Sauer, C. (1969).**- Vegeculture: an horticultural system based on vegetative reproduction of root and tuber crops. Land and Life. University of California Press, Berkeley
- Schatz, G.E., Lowry II, P.P., Lescot, M., Wolf, A.E., Andriambololonera, S., Raharimalala, V. & Raharimampionona, J. (1996).**- Conspectus of the vascular plants of Madagascar: a taxonomic and conservation electronic database. pp.10-17. In Van der Maesen, L.J.G., X.M. Van der Burgt, X.M. and J.M. Van Medenbach de Rooy, J.M. (eds). *The biodiversity of African plants*. Wageningen: Kluwer Academic.
- Sebillotte M. (1990).**- Système de culture, un concept opératoire pour les agronomes. In L. Combe & D. Picard : Les systèmes de culture. Ed. INRA, Paris, 165-196.
- Tostain S., N. Scarcelli, N. Bottier, P. Marchand, J.L. Pham, J.L; & Noyer, J.L. (2006).** Deaf DNA microsatellite markers in tropical yam (*Dioscorea* sp.). *Molecular Ecology Notes*, 6 : 173–175.
- Vernier P. & Dansi, A (2006).**- Participatory assessment of local yam cultivars (*D. cayenensis* /*D. rotundata*) in Benin. *PGRNewsletter*. (00). In press
- Weber, O., Wilkin, P. & Rakotonasolo, F. (2005).**- A new species of edible yam (*Dioscorea* L.) from western Madagascar. *Kew Bull.*, 60:283-291.

Wells, N.A. (2003).- Some hypotheses on the Mesozoic and Cenozoic Paleoenvironmental History of Madagascar. pp. 16-34. In Goodman, S.M. & Benstead, J.P. (eds) *The natural History of Madagascar*. The University of Chicago Press.

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 western Madagascar. *Kew Bull.*, In press.

Wilkin, P., Schols, P., Chase, M.W., Chayamarit, K., Furness, C.A., Huysmans, S., Rakotonasolo, F., Raz, L., Smets, E. & Thapyai, C. (2005).- A plastid gene phylogeny of the yam genus *Dioscorea* L. (Dioscoreaceae): roots, fruits and Madagascar. *Systematic Botany*, 30(4): 736-749.