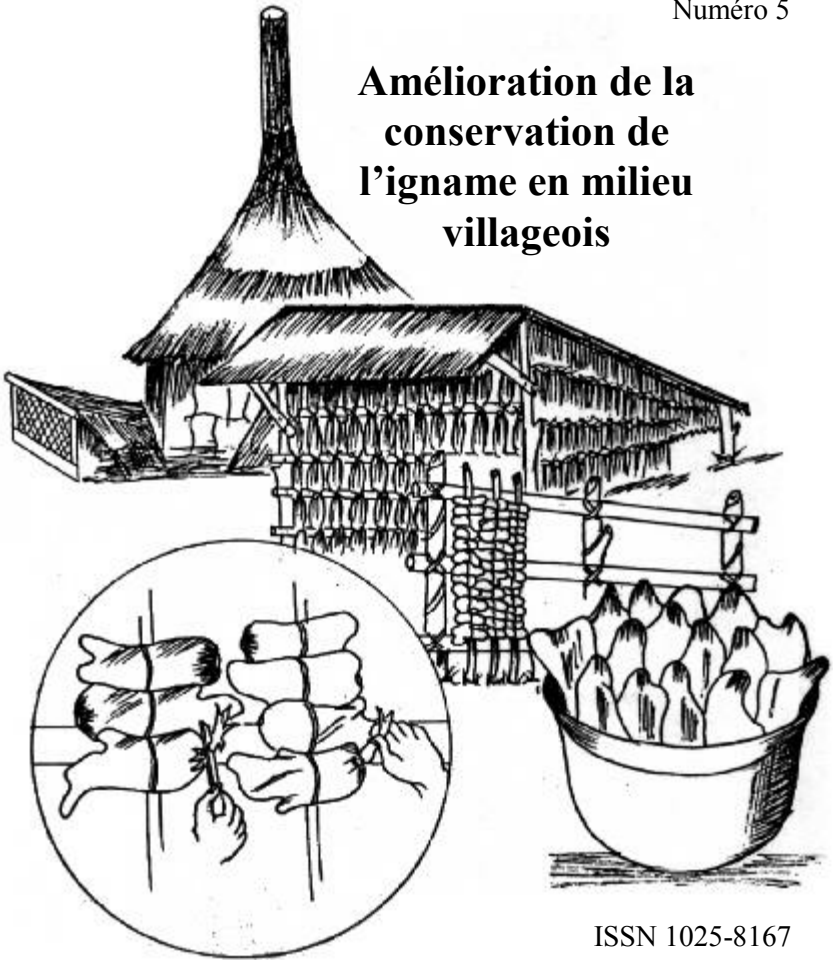


SEMPERVIRA

Numéro 5

Amélioration de la conservation de l'igname en milieu villageois



ISSN 1025-8167

1^{ère} partie: Etude de l'amélioration du stockage traditionnel

Olivier Girardin
Charlemagne Nindjin

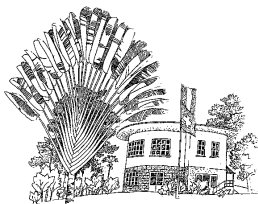


CSRS

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
République de Côte d'Ivoire**



Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften SANW
Académie Suisse des sciences naturelles ASSN
Accademia svizzera di scienze naturali ASSN
Academia svizra da ciencias natüralas ASSN
Swiss Academy of Sciences SAS



**Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS)
en Côte d'Ivoire**

Illustration de couverture : Séraphin Kouadio Bringa

Copyright© 1996 CSRS ISSN 1025-8167 Sempervira (Abidjan)

Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire
01 B.P. 1303 Abidjan 01

Imprimé en Côte d'Ivoire par Grafitec

Amélioration de la conservation de l'igname en milieu villageois

1^{ère} Partie : Etude de l'amélioration du stockage traditionnel

2^{ème} Partie : Transfert et acceptation des méthodes améliorées
(à paraître dans un prochain numéro)

Résultats du partenariat de recherche entre :

le Centre Suisse de Recherches Scientifiques, Côte d'Ivoire

Le Département de Biochimie de la Faculté des Sciences Techniques de l'Université d'Abidjan, Côte d'Ivoire

La Faculté des Sciences Economiques et de Gestion de l'Université d'Abidjan, Côte d'Ivoire et

Le Département des Sciences Agronomiques et Alimentaires de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich, Suisse

1^{ère} partie: Etude de l'amélioration du stockage traditionnel

par

Olivier Girardin

Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich
EPFZ

en partenariat avec

Charlemagne Nindjin

Université d'Abidjan

Recherches encadrées par : Dr Zakaria Farah, Prof Dr Felix Escher
Prof Dr Peter Stamp, Dr Dama Otokoré et
Dr Placide Zoungrana

SEMPERVIRA N^o 5

Adiopodoumé, novembre 1996

PREFACE

Il y a un quart de siècle que la Côte d'Ivoire indépendante a choisi d'orienter et d'asseoir son développement sur une recherche scientifique et technique efficace et dynamique. Conçue comme une priorité nationale et un secteur stratégique pour l'Etat, la recherche agronomique ivoirienne a entrepris de développer un partenariat efficace qui puisse lui assurer une ouverture sur l'extérieur par la coopération régionale, bilatérale et surlatérale. Dans cette tâche elle ne peut rester seule c'est pourquoi notre recherche se veut résolument ouverte pour bénéficier du savoir et du savoir faire de la communauté scientifique internationale. Pour une compétitivité plus accrue, le tissu de l'appareil scientifique opérant en Côte d'Ivoire comprend des structures nationales et étrangères de recherches. La coopération bilatérale et multilatérale nous semble la voie indéfinie pour la formation d'un corps national de chercheurs compétents et compétitifs. Le C.S.R.S se positionne parmi les établissements de recherche en coopération les plus dynamiques en Côte d'Ivoire. En plus de sa mission de formation et d'encadrement dont il s'acquitte avec bonheur, l'ensemble des programmes de recherche de ce centre intègre parfaitement les priorités nationales. Le monde rural représente **65 à 70 %** de la population ivoirienne; nos recherches doivent donc, d'abord viser à améliorer leurs conditions d'existence par une modernisation progressive des techniques et technologies endogènes de production. Le savoir local doit être le ciment culturel à partir duquel doit se bâtir la modernité, notre développement ne se fera pas clef en main bien avec une clef que nous avons conçue et adaptée à nos conditions spatio-socio-culturelles. L'étude de l'Igname revêt pour nous un double intérêt. Parmi les cultures vivrières, l'igname occupe quantitativement la première place dans l'alimentation des Ivoiriens. Malheureusement, elle ne reste disponible que **6 à 7 mois** dans l'année à cause des difficultés liées à sa conservation. La conservation des principaux tubercules et racines (igname, manioc et taro) est un thème important de nos programmes de recherches. C'est en cela que l'étude de **Monsieur Olivier Girardin** est à encourager. Les résultats actuels ne sont qu'une étape mais une avancée importante que la vulgarisation pourrait transférer au monde paysan pour l'aider à améliorer sa technologie

traditionnelle de conservation et contribuer ainsi au renforcement de la sécurité alimentaire de nos villes et campagnes.

Nous félicitons donc l'auteur pour la pertinence de son sujet de recherche, et l'encourageons à le poursuivre en coopération au sein d'une équipe pluridisciplinaire et multiforme.

Directeur de la Recherche

TRAORE Kassoum

Abidjan, le 19 novembre 1996.

REMERCIEMENTS

Je remercie les autorités ivoiriennes et en particulier le Ministre de la Recherche Scientifique de m'avoir autorisé à effectuer ce travail en Côte d'Ivoire.

Les habitants de Bringakro m'ont accueilli avec chaleur et hospitalité lors de chacun de mes séjours au village je leur exprime toute ma gratitude : n'ja me mô, n'ja me klâ; ils m'ont accepté, fait aimer leur pays et fait ainsi oublier que j'étais en terre étrangère. Je remercie tout particulièrement Monsieur Séraphin Kouadio Bringa mon assistant et ami, qui a toujours fait preuve de dévouement, de sérieux et de courage, ce travail lui doit beaucoup. Je remercie Monsieur Kouakou Marcellin qui a souvent rempli la tâche de traducteur et d'intermédiaire. J'adresse aussi ma reconnaissance à mon tuteur Monsieur Loukou Marcel N'guessan et à son épouse Madame Amino Jacqueline Kouassi, elle m'a fait apprécier les délices de la cuisine ivoirienne. Je suis très reconnaissant à Madame Karin Müller de m'avoir introduit au village et initié aux coutumes baoulés, sa générosité et son amitié m'ont toujours réconfortés.

Le travail en partenariat avec Monsieur Charlemagne Nindjin a été enrichissant et motivant, il m'a permis d'avoir une meilleure compréhension des contraintes auxquelles doit faire face un chercheur ivoirien. Je tiens à lui exprimer ma profonde gratitude ainsi qu'à ses directeurs de thèse Messieurs Docteur Dr. Otokore et Dr. Placide Zoungrana de l'Université d'Abidjan.

J'ai pu bénéficier de l'excellente infrastructure du Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire sans laquelle ce travail n'aurait pas pu être effectué. J'en remercie les directeurs successifs Madame Dr. Liliane Ortega et Monsieur Dr. Jakob Zinsstag. J'ai une pensée particulière pour Monsieur Enrique Ortega et pour Madame Maria Zinsstag qui m'ont apporté soutien et amitié. Je remercie également Monsieur Porgo Oumarou et Monsieur Traoré Mamadou qui m'ont apporté leur aide pour les travaux de laboratoire ainsi que tous les employés du centre.

RESUME

L'igname est une importante plante à tubercule et sa teneur élevée en amidon couvre les besoins de base en énergie, dans de nombreuses régions tropicales d'Asie, d'Afrique et d'Amérique Centrale et du Sud. Les pertes dues aux infestations ou encore à la germination ne permettent pas d'assurer un approvisionnement régulier pour des périodes de stockage suffisamment longues. La présente étude se rapporte à la technologie après-récolte de l'igname (*Dioscorea spp.*) en Côte d'Ivoire et aux possibilités d'amélioration des techniques traditionnelles. La partie centrale du travail expérimental a été conduite dans une communauté rurale à 180 km au nord-ouest d'Abidjan.

Les variétés *Krenglè*, *Lokpa*, et *Djaté* (*Dioscorea cayenensis rotundata*), *Florido* et *Bètè bètè* (*D. alata*) ont été utilisées en raison de leurs importance et disponibilité. Les essais ont été répétés sur trois ans durant lesquels quatre différentes techniques de conservation ont été testées. La première s'est intéressée à faire varier l'environnement de conservation au moyen d'un entreposage en fosses et en hangars en comparaison à la méthode traditionnelle des claies. Le deuxième groupe d'essais a consisté en une application insecticide et fongicide avant le stockage. Comme troisième alternative la prolongation de la dormance à l'aide d'acide gibbérélique (GA_3) a été examinée. Pour la quatrième méthode les germes ont été supprimés régulièrement.

Les variétés *Krenglè* et *Lokpa* (*D. cayenensis rotundata*) ont une période de dormance d'environ un mois, pour les variétés *Florido* et *Bètè bètè* (*D. alata*), la dormance est respectivement de deux mois et deux mois et demi. Lors de la germination les pertes de *Krenglè*, *Lokpa* et *Bètè bètè* sont multipliées par trois et celles de *Florido* par huit. L'évolution de la masse fraîche de l'igname est fortement dépendante de l'espèce et de la variété. La perte totale est déterminée principalement par la durée de la dormance, la croissance des germes et la diminution de la masse lors de la germination. La variété *Bètè bètè* possède des propriétés de conservation supérieures à toutes les autres variétés.

Le système des fosses a permis de réduire l'amplitude journalière de la température et de maintenir en même temps une humidité relative élevée (HR). La température et l'HR des hangars étaient semblables à celles des claies. L'évolution de la masse fraîche des tubercules, a été peu influencée par les différences de température et d'HR entre les systèmes de stockage. La protection plus efficace contre les rayons du soleil et les précipitations, en hangars et en fosses, a réduit les pertes de matière fraîche de *D. cayenensis rotundata* de 12 % en 6.5 mois.

Le traitement fongicide (thiabendazole) n'a pas significativement réduit les pertes de *D. cayenensis rotundata*; l'insecticide (deltaméthrine) a permis de contrôler le développement des cochenilles sur *D. alata* et ainsi d'abaisser les pertes de 4.5 % pour une période de 6.5 mois de conservation. Les tubercules blessés ont été écartés des essais présents, ce qui explique l'efficacité restreinte des traitements.

L'acide gibbérellique (GA_3) a prolongé la période de dormance de 3 à 7 semaines et a diminué ainsi les pertes finales de 10 à 30 % pour une conservation de 5 mois et plus. Le GA_3 est déjà efficace à faible concentration (75 mg / kg) et après une courte durée de trempage (30 minutes); de plus la stabilité du GA_3 maintient l'activité de cette hormone végétale trois jours encore après sa mise en solution. Un trempage de la partie proximale des tubercules est suffisant, ce qui permet de réduire substantiellement la quantité nécessaire de solution de GA_3 .

L'égermage mensuel a diminué les pertes de matière fraîche, lors d'une conservation de 5 mois, de 11 % pour *Florido* (*D. alata*) et pour *Djaté* (*D. cayenensis rotundata*). Cette méthode a permis une égale réduction des pertes en fosses, hangars et claies.

La modification et l'adaptation de techniques traditionnelles ont montré leur potentiel de diminution des pertes qualitatives et quantitatives, lors du stockage de l'igname. Des recherches complémentaires sont nécessaires pour développer une stratégie de transfert de technologie, qui soit réaliste et économiquement faisable pour le paysan local.

ABSTRACT

Title: Post-harvest technology of yam: Investigations on the improvement of the traditional storage in Côte d'Ivoire.

Yam (*Dioscorea spp.*) presents an important tuber crops and, with its high starch content, covers the basic energy need in many tropical areas of Asia, Africa and Middle and South America. Storage losses due to infestations and sprouting do not ensure a steady supply for sufficiently long periods of storage. The present investigation deals with the post-harvest technology of yam in Côte d'Ivoire and the possibilities of improving traditional storage techniques. The central part of the experimental work was carried out in a farm community, 180 km north-west from Abidjan.

The varieties *Krenglè*, *Lokpa* and *Djaté* (*Dioscorea cayenensis rotundata*), *Florido* and *Bètè bètè* (*D. alata*) were used according to their local importance and availability. The trials were repeated over three years during which four different post-harvest techniques were tested. The first was concerned with the variation of the environment by storage in pits and in sheds in comparison with the traditional barn. The second set of trials consisted of the application of an insecticide and fungicide prior to storage. As a third alternative the prolongation of the dormancy phase by using gibberillic acid (GA₃) was investigated. As a fourth method, sprouts were regularly removed during storage.

The varieties *Krenglè* and *Lokpa* (*D. cayenensis rotundata*) shows a dormancy period of about a month, while dormancy for the *Florido* and *Bètè bètè* varieties (*D. alata*) is two months and two and a half months, respectively. During germination the losses increase threefold in *Krenglè*, *Lokpa* and *Bètè bètè* and eightfold in *Florido*. The change in fresh weight of the yams is highly dependent on the species as well as variety. Total loss is determined mainly by the length of the dormancy period, the growth of the sprouts and the decrease in weight during germination. The *Bètè bètè* variety exhibits storage properties superior to all other varieties.

The pit storage system allows the range of daily temperature fluctuations to be reduced, while high relative humidity (RH) is

maintained at the same times. The temperature and RH in the sheds were similar to those in the barn. The changes in fresh weight of the tubers were virtually unaffected by the differences in temperature and RH of the different storage systems. The better protection from solar radiation and rain in the sheds and pits reduced weight losses in *D. cayenensis rotundata* by 12 % over a 6.5 months storage period.

Fungicide treatment (thidabendazole) did not significantly reduce the losses in *D. cayenensis rotundata*. The insecticide deltamethrin limits development of scale insects on *D. alata* so that losses are reduced by 4.5 % in a 6.5 months storage period. In the present trials, the damaged tubers were discarded which explains the limited efficacy of the treatments.

Gibberellic acid (GA₃) increased the dormancy period by 3 to 7 weeks and thus reduced the final losses by 10 to 30 % for a storage period of 5 months or more. GA₃ is already effective at low concentrations (75 mg / kg) and with a short soaking period (30 minutes). Moreover, the stability of GA₃ in solution ensures activity of this plant hormone for further three days after the solution is prepared. Soaking of the proximal part of the tubers is sufficient so that the necessary amount of GA₃ solution may be reduced substantially.

Monthly removal of sprouts reduced fresh weight losses during 5 months storage by 11 % for *Florido* (*D. alata*) and *Djaté* (*D. cayenensis rotundata*). Removal of sprouts reduced losses in pits, sheds and barns to an equal extent.

The modification and adaptation of traditional techniques have shown potential in reducing qualitative and quantitative losses during storage of yam. Additional research is needed to develop a strategy of transferring such a technology which is realistic and economically feasible for the local farmer.

TABLE DES MATIERES

Résumé

Abstract

Introduction

2

Importance de l'igname

3

La conservation

5

Méthodes traditionnelles

5

Méthodes améliorées

9

Le stockage et ses pertes

10

Physiologiques et leur contrôle

10

Pathologiques et leur contrôle

12

Les pourritures

12

Protection fongicide

13

Protection à l'aide d'une cicatrisation (curing)

13

Les insectes

14

Protection insecticide

15

Les nématodes

16

Essais d'amélioration du stockage

17

Production des ignames

17

Propriétés variétales

18

Protection antiparasitaire et curing

23

Modification du système d'entreposage

25

L'égermage manuel

31

Prolongation de la dormance avec le GA3

35

Développement d'une stratégie de conservation

43

Utilité économique des méthodes améliorées

43

Utilité pratique des améliorations

45

Conclusions

46

Amélioration de la conservation

46

Recherche en milieu rural et vulgarisation des résultats

47

Bibliographie

49

Introduction

L'igname (*Dioscorea spp.*) est une plante alimentaire de première importance dans de nombreux pays tropicaux, qu'ils soient situés en Asie, en Amérique du Sud, en Afrique ou plus particulièrement en Afrique de l'Ouest. Le tubercule d'igname est riche en amidon, et assure par là un approvisionnement de base en énergie. Cette fonction nutritive ne peut être remplie que si sa disponibilité est garantie par une conservation adaptée pour une longue période. Le cycle végétatif de l'igname ne permet en principe qu'une seule mise en culture par année et les variétés précoces peuvent être consommées environ quatre mois avant les tardives. Par conséquent la durée minimale de conservation, afin d'assurer une couverture annuelle des besoins, est de huit mois. D'autre part il est connu que l'igname, de même que d'autres racines et tubercules comme le manioc et le taro, subit des pertes post-récolte élevées qui fluctuent entre 25 et 60% (Coursey & Booth, 1977; Lancaster & Coursey, 1984; Asiedu, 1986).

Les pertes de conservation sont d'une part causées par des agents externes tels que les insectes, les rongeurs et les moisissures. De plus, la teneur élevée en eau des tubercules, associée aux blessures qu'ils subissent à la récolte ou après, les exposent aux micro-organismes. La germination accélère les pertes et limite la durée de conservation. La longueur de la phase de repos qui la précède fluctue entre 4 et 18 semaines en fonction de la variété (Passam, 1982; Wickham *et al* 1984; Wickham, 1988).

En Côte d'Ivoire, la production annuelle d'igname dépasse les 200 kg par habitant, ce qui la place en tête des cultures vivrières. Dans ces conditions les pertes de conservation constituent un sérieux manque à gagner pour l'agriculture ivoirienne.

Les enquêtes de la FAO, 1988 ont montré que des techniques modernes telles que l'irradiation ionisante ou encore la conservation à des températures abaissées jusqu'à 15 °C sont efficaces; cependant, leur application semble peu probable en raison des coûts trop élevés et du stockage décentralisé principalement effectué par les agriculteurs.

Le but de ce travail est de proposer des améliorations à la conservation traditionnelle de l'igname. A cette fin, les quatre méthodes que sont la modification du système d'entreposage, la protection antiparasitaire, l'égermage manuel et la prolongation de la dormance avec un traitement à l'acide gibbéréllique seront comparées. L'étude en milieu villageois devrait permettre de proposer des méthodes adaptées aux besoins et aux moyens réels des agriculteurs.

Les techniques qui permettront une amélioration seront proposées aux agriculteurs et testées dans le cadre d'une recherche participative. Les résultats de ces essais accompagnés d'analyses sensorielles (organoleptiques) feront l'objet d'un des prochains numéros de Semperviva.

Importance de l'igname

Les ignames appartiennent au genre *Dioscorea* qui comprend plus de 600 espèces (Knuth, 1924), dont seules dix sont cultivées (Degras, 1986). L'Afrique sub-saharienne fournit 95 % de la production mondiale d'igname alors que l'Afrique de l'Ouest en assure les 89 % (FAO, 1990 in Degras, 1993). Les quatre plus grands producteurs en 1991 ont été respectivement dans l'ordre, le Nigeria avec 16 millions (mio) de tonnes, la Côte d'Ivoire 2.6 mio de t, le Bénin 1.2 mio de t et le Ghana 1 mio de t (FAO 1992 in Zoundjihékpon, 1994). Selon MINAGRA, 1992 l'igname est en Côte d'Ivoire la première culture vivrière par rapport au tonnage produit (tableau 1). Pour la campagne 1991-92 la production d'igname a été égale à celle du manioc et de la banane plantain réunis. En Côte d'Ivoire les espèces *D. cayenensis rotundata* et *D. alata* sont largement dominantes. *D. alata* est cultivée sur 185'000 ha ce qui représente à peu près 60 % des surfaces consacrées à l'igname (Dumont & Jeanteur, 1988). D'après Degras, 1993, la Côte d'Ivoire semble être le pays d'Afrique de l'Ouest où la culture des ignames de l'espèce *D. alata* occupe encore une place importante. Les variétés les plus répandues sont *Krenglè* et *Lokpa* (*D. cayenensis rotundata*) et *Florido* et *Bètè bètè* (*D. alata*).

Tab.1: Production en Côte d'Ivoire des principales cultures vivrières en milliers de tonnes (1'000 t).

Produits	Campagnes				
	1987-88	1988-89	1989-90	1990-91	1991-92
Igname ¹	2'421	2'474	2'528	2'690	2'758
Manioc ²	1'306	1'349	1'393	1'465	1'502
Taro (Aracée) ¹	270	276	282	312	323
Banane plantain	1'048	1'067	1'086	1'185	1'226
Maïs	461	472	484	497	514
Paddy (riz non décortiqué)	623	654	687	657	660
Fonio (Panicée)	7	8	8	8	9
Sorgho	24	25	26	26	26
Mil	48	49	50	47	47
Arachide (non décortiqué)	121	127	134	130	133

Source : MINAGRA - DP (Ministère de l'agriculture et des ressources animales - Direction de la Programmation) Côte d'Ivoire, 1992.

¹ Tubercule

² Racine

Les variétés d'igname cultivées du complexe *D. cayenensis rotundata* sont très nombreuses et réparties dans tout le pays; Hamon *et al* 1986 ont mis 19 groupes variétaux en évidence. La région centre représente un des plus important bassin de production d'igname de Côte d'Ivoire, elle comprend la zone des savanes préforestières et les zones de savanes soudanaises immédiatement contiguës à la forêt mésophile (Miège, 1952). Cependant Serpantie, 1982 n'a observé que trois variétés ayant un rôle économique dans ce bassin (*Lokpa*, *Krenglè* et *Bètè bètè*). Ceci peut-être expliqué par le fait, que le terme *Lokpa* englobe généralement toutes les variétés précoces à deux récoltes. *Lokpa* est décrite comme étant l'igname

de soudure, car elle met fin à une période de pénurie. La première récolte fournit une igname immature et a lieu à partir de septembre, le tubercule de la deuxième est utilisée comme semence. La durée de conservation des variétés de l'espèce *D. cayenensis rotundata* est généralement courte et ce sont principalement les semences qui sont stockées.

La conservation

Méthodes traditionnelles

Les méthodes traditionnelles de conservation utilisées en Côte d'Ivoire ont été décrites et répertoriées par différents auteurs (Koné, 1983; Serpantie, 1982; Deferne, 1984, travail de diplôme); ces travaux ont fait l'objet de rapports et de mémoires. Ces techniques dépendent de la variété et de la durée de conservation espérée, des quantités et du temps disponible pour la mise en stock, ainsi que des habitudes régionales. Les méthodes les plus fréquentes sont : la conservation en buttes, en fosses, en tas, sur plates-formes, sur claies et en paillotes.

La conservation en buttes est une technique très rudimentaire, en principe réservée aux variétés à deux récoltes (*D. cayenensis rotundata*). Le tubercule de la première récolte est parfois simplement détaché du pied mère et ensuite conservé dans la butte, jusqu'à ce qu'il soit consommé. La conservation en terre est aussi fréquemment utilisée pour la variété *Bète bète* (*D. alata*) qui supporte une récolte différée jusqu'à trois mois après la sénescence des tiges. Cet étalement de la récolte coïncide avec la saison sèche et dépend des autres travaux champêtres à effectuer.

Au nord du pays les ignames de l'espèce *D. cayenensis rotundata* sont parfois conservées dans des fosses creusées aux champs. Les ignames rangées sont ensuite, soit directement recouvertes de terre, ou couvertes de paille, de tiges sèches d'igname et protégées par des branches épineuses. Cette méthode de stockage concerne les ignames à une récolte et le premier tubercule de celles récoltées deux fois; la fosse permet à ces dernières d'atteindre leur maturité physiologique.

La conservation en tas est généralement pratiquée avant le stockage définitif, dans des structures assurant une meilleure protection. Les tubercules sont disposés à des endroits protégés du soleil et des inondations. La taille des tas est réduite afin de permettre une bonne ventilation. Ce procédé ne met pas les tubercules à l'abri des ravageurs, en particulier des cochenilles (Miège, 1957). Au nord et à l'Est du pays, les variétés à une récolte de l'espèce *D. cayenensis rotundata*, qui sont récoltées d'octobre à novembre restent en tas jusqu'à fin janvier; à savoir durant la période où souffle l'harmattan, qui est un vent desséchant du nord, les tas jouissent d'une bonne aération durant cette période.

La plate-forme soutenue par des pilotis, sur laquelle les ignames entassées sont couvertes de branchages ou de palmes, protège les tubercules de l'humidité, de l'attaque des rongeurs et du soleil. C'est un mode de conservation intermédiaire entre le tas et la claie.

La claie verticale est la méthode de conservation la plus répandue en Côte d'Ivoire. Il s'agit d'une haie d'environ deux mètres de haut qui est constituée de branches plantées verticalement dans le sol et reliées entre elles par trois traverses, une en haut, une au milieu et une au bas du bâti; le tout est fixé à plusieurs poteaux verticaux. Les ignames sont attachées aux bois verticaux et ensuite légèrement ombragées au moyen de feuilles de palme, qui avec l'orientation est-ouest évitent une trop forte insolation. Cette méthode est à la fois utilisée pour *D. alata* et *D. cayenensis rotundata*. En zone centre la claie, aussi appelée *Fongo* ou *Wani*, est la seule technique utilisée pour la conservation de la variété *Krenglè* (*D. cayenensis rotundata*). La plupart des tubercules, de cette dernière variété, étant consommés rapidement ou vendus, ce sont principalement les semences et quelques ignames réservées aux fêtes qui sont stockées. La conservation sur claies nécessitant un investissement important en travail, une alternative est parfois utilisée en région forestière. Le principe est identique à celui des claies mais avec deux parois verticales. Les ignames sont glissées entre les perches au lieu d'être attachées, ce qui représente un gain de temps, le danger provient de la moins bonne protection en cas de vent violent, celui-ci pouvant provoquer la chute des ignames. Il est aussi

plus difficile de constater les vols et les planteurs accordent souvent beaucoup d'importance à ce dernier point.

La paillote est une méthode spécifique au nord du pays, elle est de forme prismatique ou conique et elle est construite au moyen de quelques branches, qui sont ensuite couvertes de tiges de mil, de sorgho ou à défaut de paille. Les tubercules sont entassés à même le sol, sous cet abri sommaire. La saison sèche plus longue au nord qu'au centre et au sud du pays peut laisser supposer qu'elle y soit mieux adaptée. La cabane décrite par Deferne, 1984 (travail de diplôme) est une forme élaborée de paillote. Elle est plus spacieuse et elle est constituée par des murs de terre, de bois ou de briques, le toit est recouvert de palmes, de chaume ou de tôle. Serpantie, 1982 ne mentionne pas la cabane mais il décrit deux types de paillote, appelée *Koukou*. La ronde est spacieuse (20 m^3) et solide, elle est spécifique aux régions de forêt, alors que la carrée est basse (15 m^3) et se rencontre là où les matériaux nécessaires à sa construction sont rares et les surfaces de production importantes.

Une comparaison des méthodes traditionnelles de conservation utilisées en Afrique de l'Ouest, à celles décrites ci-dessus pour la Côte d'Ivoire, révèle peu de différences. La description faite par Coursey, 1967 englobe les modes de stockage décrits ci-dessus. La claie, communément appelée grange à ignames (*yam barn*) dans les pays anglophones, est reconnue comme étant la méthode la plus efficace et la plus répandue en Afrique de l'Ouest. Il est fréquent que les perches verticales qui constituent l'armature de la claie s'enracinent, ce qui les empêche de pourrir ou d'être attaquées par des termites et leur croissance procure un bon ombrage aux ignames (Coursey, 1967). Knoth, 1993 remarque que des arbres vivants peuvent être intégrés à la claie pour des raisons de statique et pour l'ombre apportée. Ce rôle de support et d'ombrage, assuré par des arbres ou par l'enracinement des poteaux, a aussi été observé dans le cadre de la présente étude. On a aussi constaté que les ignames étaient parfois fixées à des tiges de manioc, d'environ 2 m de long et 3 cm de diamètre; les tiges s'enracinent en garantissant une bonne stabilité et une protection contre l'ensoleillement.

Etehere & Bhat, 1986 relèvent un système utilisé pour de petites quantités, il consiste à suspendre les tubercules séparément à des branches qui les protègent des rayons du soleil. La technique suivante est réservée aux semences, les tubercules sont découpés en morceaux dont on enlève la partie interne. Les morceaux sont ensuite placés dans la terre, dans des endroits légèrement protégés, et ils sont couverts de feuilles de bananier, cette phase stimule la germination et favorise la croissance aux champs.

L'entreposage en fosses est couramment pratiqué au Burkina Faso (Guenda *et al* 1983). Les tubercules sont disposés verticalement avec leur partie proximale tournée vers le haut, la première couche est couverte avec de la terre, tassée par piétinement, avant d'ajouter une deuxième, troisième et éventuellement une quatrième couche. La fosse est ensuite fermée avec de la terre et elle est recouverte de branchages, une rigole d'écoulement l'entoure pour la protéger du ruissellement des eaux de pluie.

La description précédente correspond partiellement à celle du silo-fosse (Nwankiti & Makurdi, 1993), pour lequel la fosse est tapissée de paille avant que les tubercules ne soient disposés à l'horizontale ou à la verticale la tête en haut et les uns contre les autres; les ignames sont ensuite recouvertes de paille et parfois une couche de terre couvre le tout. Il faut noter que ce type de structure est principalement rencontré dans les régions à saison sèche prolongée. Onwueme, 1978 constate que l'aération en fosses est mauvaise et que le contrôle régulier du stock est impossible; ce mode de conservation favorise aussi les attaques de rongeurs.

Le but des structures de conservation est d'assurer une protection contre les facteurs climatiques (pluie, soleil, température et humidité relative), contre les parasites (insectes, champignons, bactéries et nématodes), les prédateurs (rongeurs, boeufs, etc.), et les vols. Les avantages et désavantages des méthodes traditionnelles quant à la qualité de la protection qu'elles assurent et au travail qu'elles exigent sont présentés ci-après.

La conservation en terre, ou sous terre assure une protection contre les températures extrêmes et l'exposition au soleil, de plus elle maintient une humidité relative stable et élevée. La protection semble être

particulièrement adaptée à la saison sèche des premiers mois de stockage (décembre à mars). Les faiblesses de ce type d'entreposage sont l'absence d'aération et les risques d'inondation en saison des pluies de même que la susceptibilité aux rongeurs.

L'avantage principal d'un stockage en tas est qu'il est très peu exigeant en travail; ses faiblesses sont la lenteur de l'assèchement après la pluie, l'exposition aux vols qui sont difficiles à détecter et les dégâts dus aux passages de troupeaux de boeufs.

Les principaux avantages de la claie sont l'aération abondante qui assure un assèchement rapide des tubercules après la pluie, ce qui limite la progression des pourritures, une bonne protection contre une exposition directe aux rayons du soleil et un bon contrôle des vols. Les désavantages semblent être la mauvaise protection contre la pluie et le travail exigé pour fixer les ignames.

La paillote protège les ignames contre le soleil et les précipitations, par contre l'aération et l'assèchement après les pluies sont plus faibles que sur les claies.

Méthodes améliorées

Une conservation à 15 °C, combinée à un traitement fongicide, ont permis de maintenir les pertes après 6 mois de conservation en dessous de 10 % et la germination a pu être totalement inhibée par cet abaissement de température (Demeaux & Vivier, 1984). Le problème de cette technique est son coût, de 0.7 à 0.8 FF par kg, ce qui est souvent supérieur au prix que reçoit le producteur pour un kg d'igname.

Une ventilation forcée pourrait réduire considérablement les pertes de matière fraîche, même lorsqu'elle est appliquée au stockage traditionnel. Après une conservation de 44 semaines les pertes sur claie ou en enclos ombragé étaient de 90 % alors qu'avec une ventilation forcée continue ou intermittente elles n'étaient que de 18.5 et 15.7 % (Mozie, 1982). Cette dernière méthode pourrait s'avérer intéressante pour les planteurs et les grossistes qui ont accès à l'électricité.

La conservation dans une fosse bien ventilée a permis de limiter les pertes de matière fraîche, qui étaient comprises entre 15 et 25 % après 5 mois de conservation; comparativement les tubercules stockés sur claies ont enregistré des pertes s'élevant à 60 %, durant la même période de conservation (Ezeike, 1985).

Les recommandations suivantes sont valables pour tous les systèmes de conservation (Hahn *et al* 1987). Une bonne ventilation devrait être garantie, ce qui nécessite un lieu ouvert et exposé aux courants d'air, ensuite un ombrage satisfaisant (habituellement des arbres), qui assure que seule une lumière diffuse atteigne les tubercules. Finalement les ignames devraient être protégées contre la pluie, afin d'éviter la dispersion des spores de champignons et des bactéries. Une bonne protection contre les parasites, insectes et ravageurs devrait être assurée. Avant la mise en conservation un assainissement de l'entrepôt et une sélection des tubercules sains devraient être effectuées. Enfin durant toute la période de conservation, il est conseillé de procéder à des contrôles réguliers, de trier les tubercules qui pourrissent et de poursuivre l'assainissement du dépôt (Wilson, 1980). Le même auteur propose de clôturer l'entrepôt et de revêtir la clôture de tôles, pour garantir une protection contre les rats.

Le stockage et ses pertes

Les pertes lors de la conservation peuvent être attribuées à des facteurs physiques, pathologiques et physiologiques (Ajayi & Madueke, 1990). Les causes physiques regroupent les dommages mécaniques, telles que les blessures occasionnées lors de la récolte et les dommages dus à des excès de température.

Physiologiques et leur contrôle

La respiration, la déshydratation et la germination constituent les pertes d'origine physiologique (Onwueme, 1978). La respiration des ignames en conservation semble être influencée par la température et par le stade physiologique des tubercules : fraîchement récoltés, dormants ou en germination. La déshydratation des tubercules au cours du stockage est responsable de pertes qui peuvent s'élever à 20% de la masse initiale du

tubercule (Coursey & Walker, 1960 in Onwueme, 1978). Les pertes d'eau constituent la principale diminution de masse fraîche du tubercule durant la phase dormante (Passam *et al* 1978).

Lors de la germination l'activité métabolique s'intensifie ce qui correspond à un accroissement des taux de respiration. Des tubercules sains se conservent d'une manière satisfaisante aussi longtemps qu'il sont dormants (Passam, 1982). Lorsque la dormance est levée et que la germination a commencé, les tubercules se dégradent rapidement et les agents pathogènes se propagent, à ce stade une prolongation du stockage n'est plus possible (Passam & Noon, 1977). La dormance semble essentielle à la conservation et les nombreux essais entrepris pour prolonger cet état le confirme.

Le contrôle de la température de conservation a fait l'objet de plusieurs recherches. Le froid cause des lésions irréversibles (*chilling injury*) déjà à partir de 10 à 12 °C (Coursey, 1968). Cependant à 16 °C, il a été possible de prolonger de 4 mois la dormance et par conséquent la durée de conservation de tubercules de *D. alata* (Gonzalez & Rivera, 1972). L'inhibition de la germination n'est complète qu'au dessous de 17 à 18 °C, la marge de température pour permettre une bonne conservation est donc faible (Demeaux & Vivier, 1984).

La germination a pu être supprimée de façon efficace au moyen d'une ionisation aux rayons gamma (Adesiyani, 1977; Adesuyi, 1982; Demeaux & Vivier, 1984; Rivera *et al* 1974). Bien qu'ayant démontré son efficacité, cette technique tout comme l'abaissement de la température semble être inadaptée aux méthodes traditionnelles de conservation, qui sont actuellement utilisées en Afrique de l'Ouest.

Différentes substances anti-germinatives, ayant démontrées leur efficacité sur la pomme de terre, ont été testées sans succès sur l'igname. Ces produits agissent généralement sur la mitose des cellules du méristème aux points de germination. Dans le cas de la pomme de terre les bourgeons préformés sont localisés superficiellement, alors que pour l'igname les bourgeons sont formés à la levée de la dormance et ils proviennent de la zone sous épidermique (Onwueme, 1973).

Les hormones naturelles et de synthèses ont fait l'objet de nombreux essais quant à leur effet anti-germinatif. L'acide gibbérellique (GA₃) a permis une réelle prolongation de la période de dormance de l'igname (Wickham *et al* 1984). Habituellement l'application de gibbérellines (GAs) exogènes permet de lever la dormance des semences et des bourgeons de nombreuses espèces végétales (Stuart & Cathey, 1971).

A ce jour, l'acide gibbérellique est la seule substance, qui a permis une prolongation efficace de la dormance et une diminution des pertes de conservation. Les données quant au dosage et à la durée du traitement sont toutefois encore souvent contradictoires et incomplètes. La toxicité orale aiguë de l'acide gibbérellique est supérieure à 15'000 mg kg⁻¹ (LD₅₀) pour les rats (Tomlin, 1994).

Knoth, 1993 constate que les données sur l'égermage font défaut et conseille de ne pas supprimer les germes, avant qu'ils aient atteint une longueur de 50 cm, car un égermage trop fréquent pourrait stimuler leur reproduction. Wilson, 1980 recommande de couper régulièrement les germes des tubercules retenus pour la semence. La suppression dès leur apparition des germes des tubercules réservés pour la semence, a permis une augmentation significative du rendement (Nwankiti, 1988). Les rares essais sur la suppression des germes ont besoins d'être complétés, afin de pouvoir estimer l'effet de cette technique, sur l'évolution des pertes au cours de la conservation et d'évaluer cette méthode simple par rapport à d'autres plus sophistiquées.

Pathologiques et leur contrôle

Les éléments pathologiques incluent les attaques provoqués par des insectes et des nématodes ainsi que les maladies fongiques, bactériennes et virales.

Les pourritures

L'espèce *D. cayenensis rotundata* est plus sensible aux pourritures provoquées par des champignons que *D. alata*. Les *Penicillium* sont pour Noon, 1978, Ricci *et al* 1979 et Foua-Bi *et al* 1979 les agents pathogènes

qui causent globalement les plus graves dégâts. Selon Degras, 1986, *P. oxalicum* peut se manifester au-dessus de l'écorce, apparemment indemne, par des conidies vertes recouvrant des lésions brunes à brun noirâtre avec des teintes violacées chez certaines *D. cayenensis rotundata* et des traînées blanc verdâtre chez *D. alata* (Foua-Bi *et al* 1979). Les champignons pathogènes des tubercules d'igname ont un développement optimal lorsque l'humidité relative est élevée et que la température oscille entre 25 et 30 °C à l'exception de *Aspergillus niger* van Tiegh et *Mucor circinelloides* van Tiegh qui ont un bon développement à des températures supérieures à 35 °C (Ikotun, 1983).

Protection fongicide

Les conditions de conservation influencent le développement des champignons, ainsi l'application de thiabendazole ou de benomyl ont permis de réduire les pertes de masse lors d'une conservation au frais, mais ont été sans effet lors d'une conservation ambiante, les raisons de ces différences nécessitent des investigations supplémentaires (Thompson *et al* 1977).

Protection à l'aide d'une cicatrisation (curing)

Les micro-organismes responsables des pourritures lors de la conservation pénètrent par des blessures (Ogundana *et al* 1970), ceci indique que la détérioration des tubercules peut-être réduite en minimisant les lésions lors de la récolte et du transport (Noon, 1978). Coursey, 1967 remarquait déjà que les attaques d'agents pathogènes étaient énormément facilité par des dommages physiques causés par des coupures, des contusions ou par des nématodes avant et lors de la récolte. Des substances antifongiques ont été trouvées dans la peau, mais pas dans la chair de l'igname. Leur efficacité *in vitro* a été prouvée sur plusieurs champignons pathogènes, démontrant ainsi le rôle protecteur de l'épiderme (Ogundana *et al* 1984).

La cicatrisation des blessures occasionnées aux tubercules lors de la récolte et des manipulations qui suivent est favorisée par une exposition de quelques jours à température et humidité relative élevées. Ce traitement

ne semble être efficace que lors de blessures relativement profondes telles que celles provoquées par des coupures au couteau, par contre les blessures dues à des abrasions ou à un pelage sèchent mais ne se cicatrisent pas (Passam *et al* 1976).

Les recommandations qui suivent ont été formulées par Wilson, 1980 et elles sont destinées à la mise en pratique du curing par l'agriculteur. Il devrait être effectué immédiatement après la récolte et après le transport sur le lieu de conservation. Les ignames devraient être recouvertes durant 4 jours afin de retenir la chaleur et l'humidité relative qu'elles génèrent. La température sous cette couverture, devrait être comprise entre 32-40°C et l'humidité relative entre 70 et 95 %. Le même auteur recommande de ne pas déposer la bâche directement sur les ignames mais de les couvrir tout d'abord d'une couche de paille et il déconseille d'utiliser une bâche en plastique. Après le curing il est important de faire très attention lors de la manutention des ignames, afin d'éviter de nouvelles blessures.

Les insectes

En Côte d'Ivoire les pertes dues aux insectes sont importantes, ainsi lors d'une enquête qui a porté sur 105 exploitations de la zone centre, 60 % des agriculteurs estimaient subir des pertes importantes sur les stocks et 33 % attribuaient celles-ci aux insectes (Serpantie, 1983). Une prospection effectuée en avril 1984 dans la zone nord-est révèle que 63 % des tubercules sont attaqués par des pyrales, les pertes de poids dues aux insectes allant jusqu'à 25 % après quatre mois de conservation (Sauphanor & Ratnadass, 1985).

Les pertes sont dues pour l'essentiel, aux larves de deux lépidoptères : *Euzopherodes vapidella* Mann (Pylalidae, Phyticinae) et une Tineidae (Sauphanor & Ratnadass, 1985; Sauphanor *et al* 1987). La seconde espèce se développe sur un aliment moins hydraté que la première; elle lui succède sur les tubercules de *D. alata* après trois ou quatre mois de conservation (Sauphanor & Ratnadass, 1985). *Phanerotoma leucobasis* Kriech (Braconidae), parasite ovaraire de *E. vapidella*, a parasité 30 %

des larves après deux à trois mois de conservation et 70 % au bout de quatre mois. Il est possible que cette pression soit à l'origine de la raréfaction des pyrales après quelques mois de stockage.

Deux espèces de cochenilles, *Aspidiella hartii* Ckll (Coccidae) et *Planococcus dioscorea* Will (Pseudococcidae) sont communément rencontrées sur les tubercules de *D. cayenensis rotundata* et *D. alata* (Sauphanor & Ratnadass, 1985). Le seul ravageur de l'ordre des coléoptères, observé régulièrement sur les tubercules d'igname était *Araecerus fasciculatus* Deg (Anthribiidae), malgré sa fréquence il a causé peu de dégâts (Sauphanor & Ratnadass, 1985). Dans le cadre d'un essai de stockage au sud-est du Nigeria (Plumbley & Rees, 1983), quatre espèces d'igname ont été attaquées par *A. fasciculatus* et *Decadarchis minuscula* Walsingham (Tineidae). Les deux insectes se sont manifestés ensemble et ont attaqué principalement, les parties blessées et endommagées. Dina, 1977 a observé le développement de *Dasyses rugosella* Stainton (Tineidae) sur des tubercules de *D. alata*, cet insecte tout comme *E. vapidella*, n'attaque que les tubercules endommagés. Par conséquent Dina, 1977 recommande de récolter les tubercules avec beaucoup de soin, en début de saison sèche avant que le sol ne soit trop sec.

La part des différentes variétés d'igname dans la production ivoirienne est conditionnée dans une large mesure par leur possibilité de conservation. Les variétés du groupe *Bètè bètè* (*D. alata*), qui sont les plus cultivées en zone centre où l'igname constitue la base de l'alimentation vivrière, peuvent être conservées sur plus de 6 mois. Mais elles sont particulièrement sensibles aux insectes qui causent des pertes très élevées; les insectes ont par contre un impact limité sur les variétés de *D. cayenensis rotundata* (Sauphanor, 1988).

Protection insecticide

Lors d'un essai avec plusieurs insecticides Atu, 1986 a pu montré l'efficacité du carbosulfan et de l'heptachlore, les tubercules traités ont été moins exposés aux pourritures et ont mieux germés. Le trempage des tubercules dans des solutions insecticides à base de pyréthrinoides, effectué

dès la récolte, réduit sensiblement le taux d'infestation et les pertes dues aux insectes (Sauphanor & Ratnadass, 1985). L'application de deux traitements de 25 mg kg⁻¹ de deltaméthrine sur la variété Suidié (*D. alata*), un immédiatement après la récolte et l'autre après un mois de stockage, ont permis de limiter le développement des lépidoptères et ainsi de ramener les pertes dues aux insectes de 48 à 15% (Sauphanor & Ratnadass, 1985). La toxicité orale (LD₅₀) aiguë de la deltaméthrine est comprise entre 135 et 5'000 mg kg⁻¹ pour les rats (Tomlin, 1994).

Les nématodes

Parmi les principaux nématodes parasites de l'igname on peut nommer *Scutellonema bradys*, *Pratylenchus coffeae* et *Meloidogyne spp.* La part des pertes occasionnées par les nématodes endogènes *S. bradys* et *P. coffeae* est particulièrement importante durant le stockage. Initialement les dégâts se caractérisent par des petites tâches jaunâtres qu'on découvre lorsque la peau est enlevée, ensuite elles brunissent jusqu'à devenir noires et les lésions coalescentes forment ensuite une couche sèche et foncée qui parfois va jusqu'à former une gaine au tubercule (Bridge, 1982). Vue de l'extérieur, on observe des craquelures de la peau du tubercule, qui parfois s'écaille et des taches brunes foncées apparaissent (Jatala & Bridge, 1990). Il en résulte un aspect typique de pourriture sèche « *dry rot* » (Castagnone-Sereno, 1989). *S. bradys* se nourrit et se reproduit dans les tubercules en conservation. Leur nombre peut s'accroître de 9 à 14 fois chez *D. cayenensis rotundata* et de 5 à 8 fois chez *D. alata* et ceci pour une durée de conservation de 5 à 6 mois (Bridge, 1973; Adesiyani, 1977). Les tubercules de *D. alata* non infestés ne perdent qu'environ 10 % de leur masse fraîche en 4 mois et demi de conservation, alors que ceux qui sont infestés en perdent jusqu'à 30 % (Cadet & Queneherve, 1994). Les dégâts provoqués par les nématodes prédisposent les tubercules à l'invasion d'organismes pouvant provoquer leur entière dégradation (Goodey in Jatala & Bridge, 1990), principalement lors du stockage.

Une bonne rotation des cultures peut permettre une forte diminution des populations de nématodes (Castagnone-Sereno, 1989), ainsi les

cultures de maïs, de tabac, de poivron et de coton ne sont pas hôtes pour *S. bradys* (Adesiyan, 1976).

Essais d'amélioration du stockage

Production des ignames

Les ignames utilisées pour les essais de conservation ont été cultivées selon les méthodes locales de défriche-brûlis. L'igname est une culture exigeante en éléments nutritifs et en main d'oeuvre, partiellement en raison du travail nécessité par le désherbage, ce qui explique qu'elle soit placée en tête de la rotation. Après le nettoyage de la parcelle, des buttes d'une hauteur de 30 à 50 cm et à raison d'environ une par mètre carré, ont été constituées au moyen de houes (*Daba*). La mise en place des buttes, permet d'ameublir le sol tout en rassemblant les éléments fertilisants à proximité de la plante. La longueur des tubercules à la récolte pouvant excéder 20 cm, il est important d'avoir une préparation du sol, qui puissent leur garantir une bonne croissance. Aucune fumure minérale n'a été appliquée et les apports organiques se sont limitées aux résidus de la jachère.

La récolte a eu lieu une fois la période de végétation terminée, de fin décembre à mi-janvier. Afin de pouvoir établir des comparaisons intervariétales, il a été évité de laisser un trop grand délai entre la récolte de la première et de la dernière variété. Habituellement la récolte commence au début décembre pour se terminer à fin février, elle s'achève en principe avant la grande saison des pluies qui commence en mars.

Préalablement à la récolte, la parcelle a été désherbée et les fanes ont été écartées. La partie distale des tubercules a été dégagée au moyen d'une houe, ensuite les cultivateurs reconnus comme étant habiles et précis ont été chargés de terminer le déterrage. Ils l'ont fait à l'aide d'une petite barre de fer (*Sué*), d'une longueur d'un mètre environ et dont un bout a la forme d'un ciseau non tranchant, d'une largeur de trois à quatre centimètres et l'autre bout est pointu. La *Sué* est surtout utilisée pour effectuer un travail précis et dégager les ignames d'une longueur supérieure à 20 cm, afin d'éviter de les blesser avec la *Daba*. La difficulté de la récolte dépend

d'une part de la forme du tubercule, qui varie beaucoup d'une variété à l'autre et d'autre part de la taille de ce dernier. La parcelle sur laquelle est cultivée l'igname joue également un rôle important en raison du type de sol et de végétation. La récolte, dans un sol sableux et humide, est beaucoup moins ardue que lorsqu'il est sec et argileux. Après une longue période de jachère, les racines d'arbres et d'arbustes sont nombreuses et elles influencent fortement la direction de la croissance des tubercules. Il peut arriver que ceux-ci s'enfoncent tout d'abord verticalement dans le sol avant de se redresser. Ces changements de direction nécessitent toute l'attention du planteur, qui veut éviter un trop grand nombre de blessures. La forme digitée, des tubercules de la variété *Bètè bètè* (*D. alata*), rend parfois son extraction bien difficile, spécialement lorsqu'une racine se trouve logée entre deux doigts. La récolte des variétés *Bètè bètè* et *Lokpa* est laborieuse, par contre le déterrage de *Krenglè* et surtout de *Florido* a été beaucoup plus aisé de part la forme plus homogène et plus régulière des tubercules.

Propriétés variétales

Les propriétés de conservation des variétés *Krenglè* et *Lokpa* (*D. cayenensis rotundata*) ainsi que *Florido* et *Bètè bètè* (*D. alata*) ont été comparées durant trois ans.

La première phase physiologique appelée respiration intervient immédiatement après la récolte. Les tubercules fraîchement déterrés ont un taux de respiration élevé, ceci est dû à un épiderme très mince et aux blessures survenues lors du déterrage et du transport, les pertes par déshydratation et par respiration sont fortes durant cette phase (figure 1). A ce premier mois de stockage succède une période, de un mois à deux mois et demi, appelée dormance. Cette phase de vie ralentie est caractérisée par une faible régression de la masse des tubercules. Les variétés *Krenglè* et *Lokpa* (*D. cayenensis rotundata*) ont une période de dormance d'environ un mois, pour les variétés *Florido* et *Bètè bètè* (*D. alata*), la dormance est respectivement de deux mois et deux mois et demi. La phase dite de germination, vient rompre cette période de repos. La croissance des

germes entraîne une augmentation des pertes dues à la respiration et à la déshydratation.

En prenant la moyenne des trois ans, on constate que *Krenglè* (56 %) avait la plus faible masse relative après 6.5 mois et *Bètè bètè* (73 %) la plus élevée; la masse des germes de *Krenglè* (10 %) était la plus grande et celle de *Bètè bètè* (5 %) la plus petite. *Lokpa* et *Florido* ont occupé des positions intermédiaires, tant pour la masse relative des tubercules que pour celle des germes (figure 1 et tableau 2).

Les résultats actuels ont montré que lors de la germination, les pertes journalières de *Krenglè*, *Lokpa* et *Florido* sont multipliées par huit et celles de *Bètè bètè* par trois par rapport à celle de la dormance. Passam *et al* 1978 ont mesuré et calculé que la croissance des germes accentuait les pertes imputables à la respiration, elles sont, selon leurs résultats, multipliés par 7 par rapport à la dormance. Le rôle de la respiration, dans les pertes, a été souligné et mis en première position (Coursey, 1967); toutefois les résultats actuels ont montré que c'est surtout lorsqu'elle est renforcée par la germination, que la respiration cause d'importantes réduction de masse.

Dumont & Jeanteur, 1988 ont proposé de remplacer *Florido*, qui a été importée de Porto Rico, par une variété dotée d'une meilleure aptitude à la conservation et ceci afin de diminuer les importants coûts de conservation.

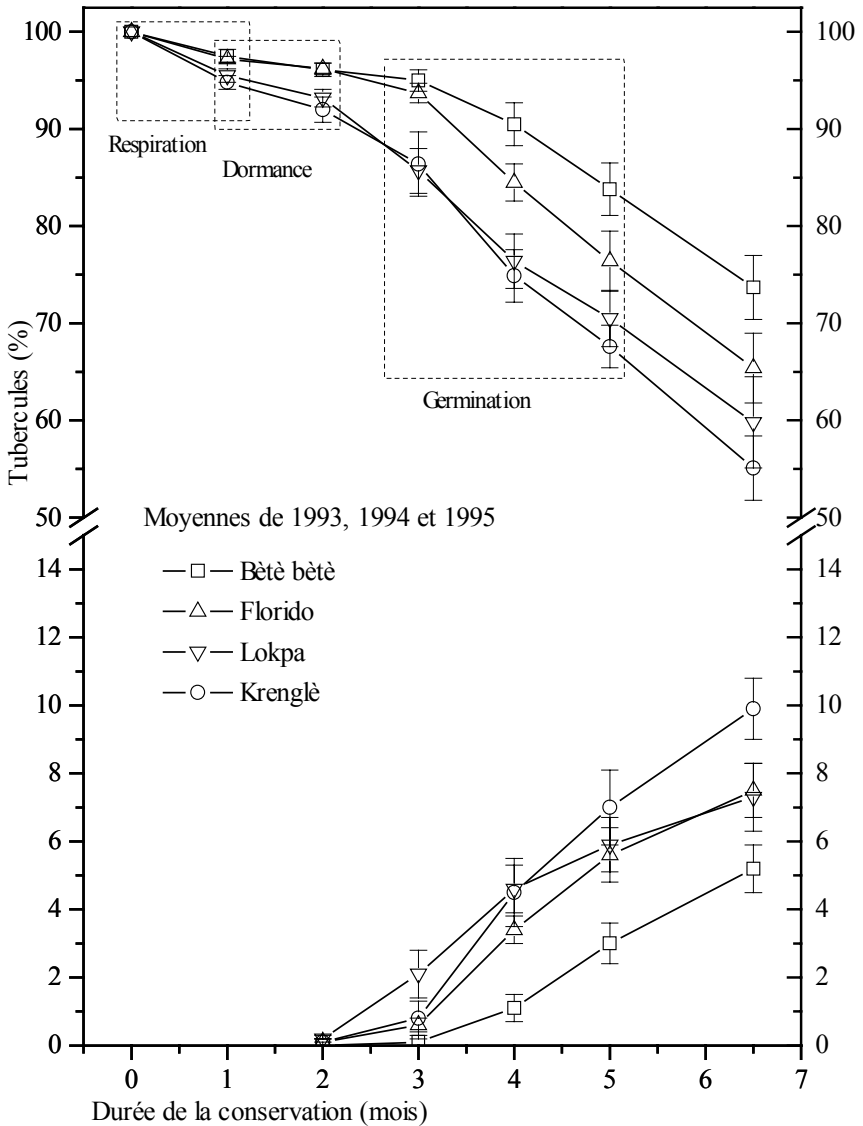


Fig. 1: Evolution de la masse fraîche (en % du tubercule à la récolte) des tubercules et des germes, les barres verticales représentent les écart-types.

Tab. 2: Evolution moyenne des ignames et de leurs germes en conservation, en fonction de la saison et de la variété. La masse fraîche relative des tubercules et des germes est donnée pour 6.5 mois de conservation.

Année	Variété	Evolution de la matière fraîche (% par jour) au cours de la phase de			Masse relative (%) des	
		Respiration	Dormance	Germination	Tubercules	Germes
1993	Krenglè	-0.111 a ₃ ¹ c _K ²	-0.034 ab ₃ ¹ b _K ²	-0.318 a ₃ ¹ a _K ²	62.9 a ₃ ¹ c _K ²	12.1 c ₃ ¹ c _K ²
	Lokpa	-0.110 a ₃ b _L	-0.039 ab ₃ c _L	-0.222 b ₃ a _L	71.1 b ₃ b _L	6.9 b ₃ a _L
	Florido	-0.056 b ₃ c _F	-0.018 b ₃ a _F	-0.243 b ₃ b _F	70.0 b ₃ b _F	7.3 b ₃ ab _F
	Bètè bètè	-0.077 b ₃ b _B	-0.060 a ₃ a _B	-0.109 c ₃ b _B	80.6 c ₃ b _B	2.8 a ₃ a _B
1994	Krenglè	-0.199 a ₄ a _K	-0.112 a ₄ a _K	-0.346 a ₄ a _K	48.6 a ₄ a _K	10.9 b ₄ b _K
	Lokpa	-0.157 b ₄ a _L	-0.119 a ₄ a _L	-0.255 b ₄ a _L	54.4 a ₄ a _L	7.7 a ₄ a _L
	Florido	-0.100 c ₄ b _F	-0.040 b ₄ a _F	-0.229 b ₄ b _F	68.6 b ₄ b _F	7.0 a ₄ a _F
	Bètè bètè	-0.081 c ₄ b _B	-0.042 b ₄ a _B	-0.219 b ₄ a _B	71.5 b ₄ a _B	7.3 a ₄ c _B
1995	Krenglè	-0.164 a ₅ b _K	-0.115 a ₅ a _K	-0.253 b ₅ b _K	56.3 a ₅ b _K	6.9 b ₅ a _K
	Lokpa	-0.134 b ₅ b _L	-0.082 b ₅ b _L	-0.250 b ₅ a _L	53.7 a ₅ a _L	7.0 b ₅ a _L
	Florido	-0.133 b ₅ a _F	-0.047 c ₅ a _F	-0.331 a ₅ a _F	56.1 a ₅ a _F	8.3 c ₅ b _F
	Bètè bètè	-0.139 ab ₅ a _B	-0.053 bc ₅ a _B	-0.175 c ₅ a _B	67.1 b ₅ a _B	5.5 a ₅ b _B

Les moyennes (6 répétitions avec 8 tubercules/répétition) suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil P = 0.01.

¹ Comparaisons entre variétés par année.

² Comparaisons entre années par variété.

Bètè bètè, une variété traditionnelle, a montré ses bonnes qualités de conservation ce qui explique qu'elle ait bien résisté à l'introduction de *Florido*, dans la région où la présente étude a été effectuée.

En 1993 les pertes journalières lors de la germination et la masse relative des germes de *Bètè bètè*, était plus de moitié inférieures à celles des autres variétés (tableau 2). Cette différence extrême peut-être expliquée par l'infestation de cochenilles, *Aspidiella hartii* et *Planococcus citri*. Celles-ci ont pratiquement entièrement recouvert les tubercules, en formant une croûte grise claire, qu'il était possible d'écarter en grattant l'épiderme. La germination de *Bètè bètè* en a été fortement ralentie, une partie des ignames a tout de même germée, mais le développement des germes a été freiné par la colonisation des cochenilles. Les planteurs de la région d'étude connaissent ce problème, ils ont l'habitude de disposer les ignames infestées au pied d'arbres, où il y a une forte colonisation de fourmis. Ces dernières se nourrissent des cochenilles et les ignames recouvrent leur pouvoir germinatif.

Les variétés *Krenglè* et *Lokpa* d'une part, et *Florido* et *Bètè bètè* d'autre part, avaient un comportement très semblable lors de la respiration et de la dormance. Ensuite, lors de la germination, *Krenglè* a enregistré les plus grandes pertes, *Lokpa* et *Florido* ont occupé une position intermédiaire et *Bètè bètè* s'est distinguée, par la plus faible régression de masse fraîche. Lorsque la masse relative des germes est examinée, les mêmes rapports que pour la germination sont observés. L'évolution, de la masse fraîche de l'igname, est fortement dépendante de l'espèce et de la variété. Ce sont principalement, la durée de la dormance, la croissance des germes et la régression de la masse lors de la germination, qui influencent le plus fortement les pertes finales. Selon Passam, 1977 lorsque la dormance est levée et que la germination commence, les tubercules entrent en sénescence et ne peuvent plus être conservés efficacement. Cette dernière observation doit être nuancée, car elle s'applique effectivement à *Krenglè*, mais semble inadaptée à *Bètè bètè*.

Protection antiparasitaire et curing

L'antiparasitaire a consisté à tremper les tubercules, pendant trente minutes, dans un bain contenant 500 mg/kg de Thiabendazole (Tecto[®], Calliope, Nogueres, France) et 25 mg/kg de deltaméthrine (Decis[®], Agrevo, Paris, France). Le *curing* a pour but d'élever la température et l'humidité relative, afin d'accélérer la cicatrisation des tubercules et de diminuer ainsi les attaques fongiques. Il a été réalisé par la mise en tas des ignames, qui ont ensuite été recouvertes par une couche de paille et des sacs de jutes et laissées ainsi durant 4 jours.

Après une conservation de six mois et demi, l'antiparasitaire n'a pas eu d'effet significatif sur la masse relative des tubercules de *Krenglè* (tableau 3). Le curing combiné à un antiparasitaire a diminué la masse relative des ignames de cette variété de 3.3% par rapport à l'antiparasitaire seul. Pour *Bètè bètè* l'antiparasitaire seul, a permis d'obtenir des ignames qui avaient une masse relative de 83%, celle-ci était significativement plus élevée que celle du contrôle qui était de 78.5%. Lorsque l'antiparasitaire n'était pas utilisé la masse relative des ignames ayant subi un curing était de 81.4%, cette dernière était aussi significativement plus élevée que celle du contrôle (tableau 3).

La masse relative, des germes secs de la variété *Krenglè*, était de 27% plus élevée pour les ignames ayant subi un curing, que pour le contrôle. La variété *Bètè bètè* a été caractérisée, par une masse relative des germes qui était 9 fois supérieure, pour les ignames traitées avec un antiparasitaire que celle du contrôle. L'inhibition presque totale de la germination des ignames non traitées de la variété *Bètè bètè* provenait d'une attaque de cochenilles; ces dernières déjà partiellement présentes à la récolte ont été éliminées par la composante insecticide de l'antiparasitaire. Les cochenilles, principalement *Aspidiella hartii*, recouvraient les tubercules en formant une croûte grise claire; la différence entre traités et non traités était clairement visible.

Tab. 3: Influence de la variété et du traitement sur la régression de la masse fraîche (% par jour) lors de la phase 1 (0-2mois) et de la phase 2 (3^{ème} mois), ainsi que sur la masse fraîche relative (% de la masse du tubercule à la récolte) des tubercules frais et des germes secs, après 6.5 mois de stockage.

Année 1993		% par jour		Tubercules (%)	Germes (%)
		Phase1	Phase2		
Variété	Traitement				
Krenglè	Cg	-0.101 a	-0.112 bc	66.9 a	1.09 e
	Ct	-0.103 a	-0.124 ab	68.9 ab	0.86 cd
	A	-0.100 a	-0.134 a	69.4 b	0.96 de
	A et Cg	-0.102 a	-0.108 bc	67.1 a	1.14 e
Bètè bètè	Cg	-0.053 b	-0.069 d	81.4 d	0.06 a
	Ct	-0.059 b	-0.095 c	78.5 c	0.05 a
	A	-0.038 c	-0.047 e	83.0 d	0.47 b
	A et Cg	-0.051 b	-0.033 e	80.2 dc	0.74 c

Les moyennes suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil P = 0.05.

Cg curing
 Ct contrôle
 A antiparasitaire (fongicide et insecticide)

Un trempage dans un bain à 25 mg/kg de deltaméthrine a aussi permis à Sauphanor & Ratnadass, 1985 de contrôler le développement des cochenilles au cours du stockage. Contrairement à Sauphanor, 1986, nous avons enregistré des pertes plus élevées sur les tubercules non traités et ceci malgré le fait que la croissance de leurs germes ait été quasiment inhibée. Lors de la présente expérimentation, les attaques d'insectes sur *D. cayenensis rotundata* ont été très limitées et ont été observées sur les ignames préalablement attaquées par des champignons pathogènes. La

meilleure résistance aux insectes des variétés de l'espèce *D. cayenensis rotundata* en comparaison à celles de *D. alata* a aussi été observé par Sauphanor, 1988.

Les micro-organismes qui provoquent des pourritures pénètrent par des blessures (Ogundana *et al* 1970; Noon, 1978). Le curing est lui surtout efficace sur des blessures relativement profondes telles que celles provoqués par des coupures (Passam *et al* 1976). Le tri effectué à la récolte a permis d'écarter la majorité des ignames blessées (20-30 %), ce qui pourrait expliquer qu'aucun effet n'ait été observé sur *Krenglè*.

Modification du système d'entreposage

Trois structures de conservation ont été comparées, la fosse, le hangar et la claie (figure 2). Chaque structure a été construite en quatre exemplaires (répétitions). Les matériaux utilisés étaient de provenance locale (bois, bambous et paille) excepté pour les cheminées d'aération en P.V.C. des fosses. A l'intérieur de chaque fosse et de chaque hangar, une étagère composée de quatre rayons en bambous (*Raphia sudanica* A. Chev.), de piliers et de traverses de bois très dur (*Leucaena glauca* L), a été dressée. L'espace entre les rayons des étagères était de 0.30 m.

La différence principale entre fosses, hangars et claies a concerné l'amplitude thermique entre jours et nuits (figure 3). La température, plus stable dans les fosses que dans les hangars et sur les claies, assure la même stabilité à l'humidité relative (HR), voir figure 4. L'HR moyenne, dans les fosses, oscille entre 75 % en janvier et 95 % en juin. Cette évolution est principalement due au climat, mars coïncide avec la fin de la saison sèche. A partir d'avril, la terre gorgée d'eau maintient une HR moyenne supérieure à 90 %. Il est possible d'observer la même tendance, dans les hangars et sur les claies.

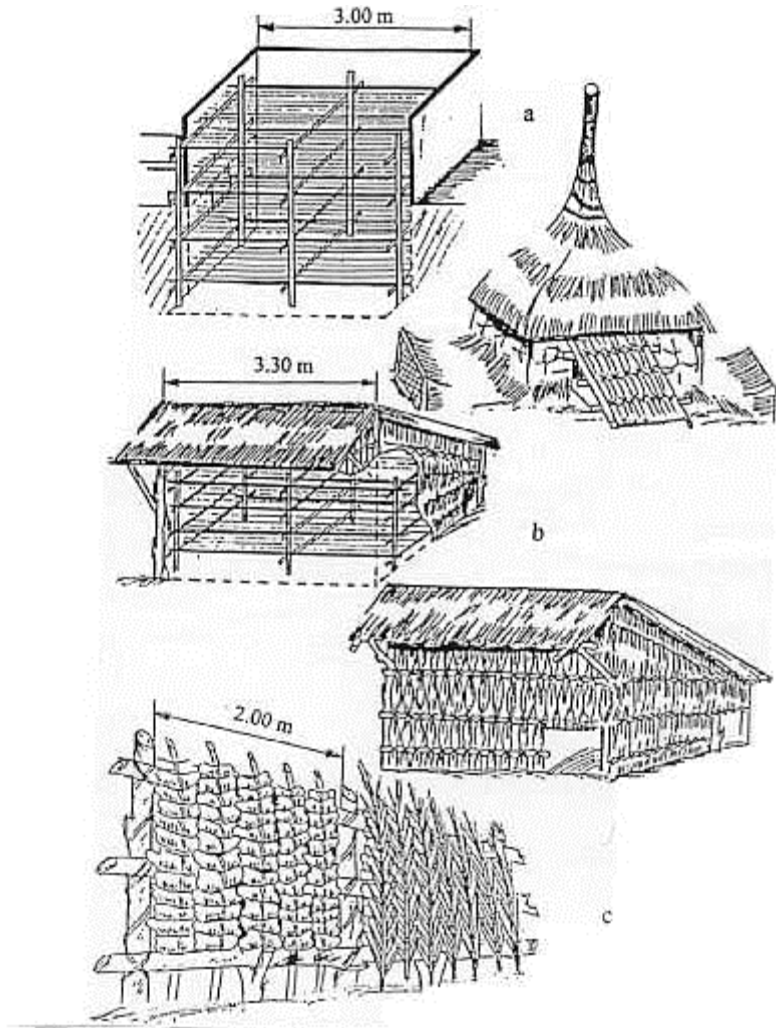


Fig.2: Vue intérieure d'une fosse (a), d'un hangar (b) et d'une claie (c) (illustration par Séraphin Kouadio Bringa).

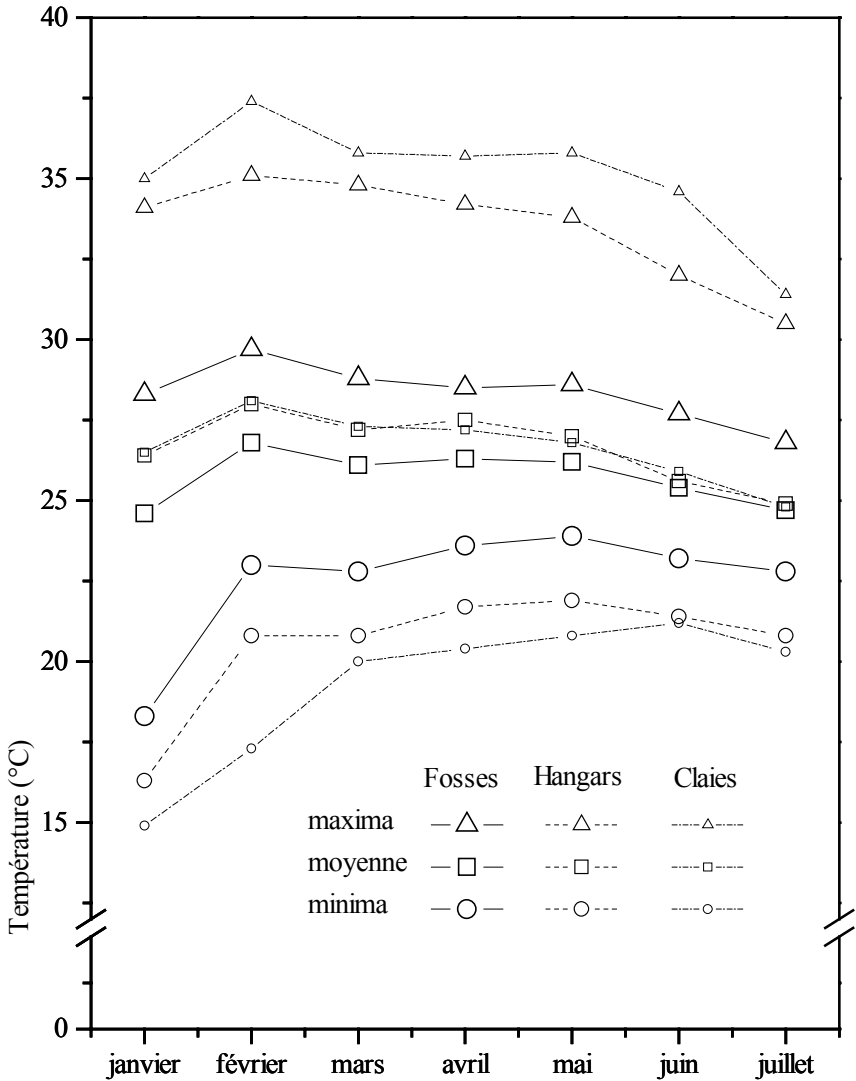


Fig. 3: Température (°C) en fosses, en hangars et sur les claies; moyennes des années 1993, 1994 et 1995; pour les minima, moyennes, maxima.

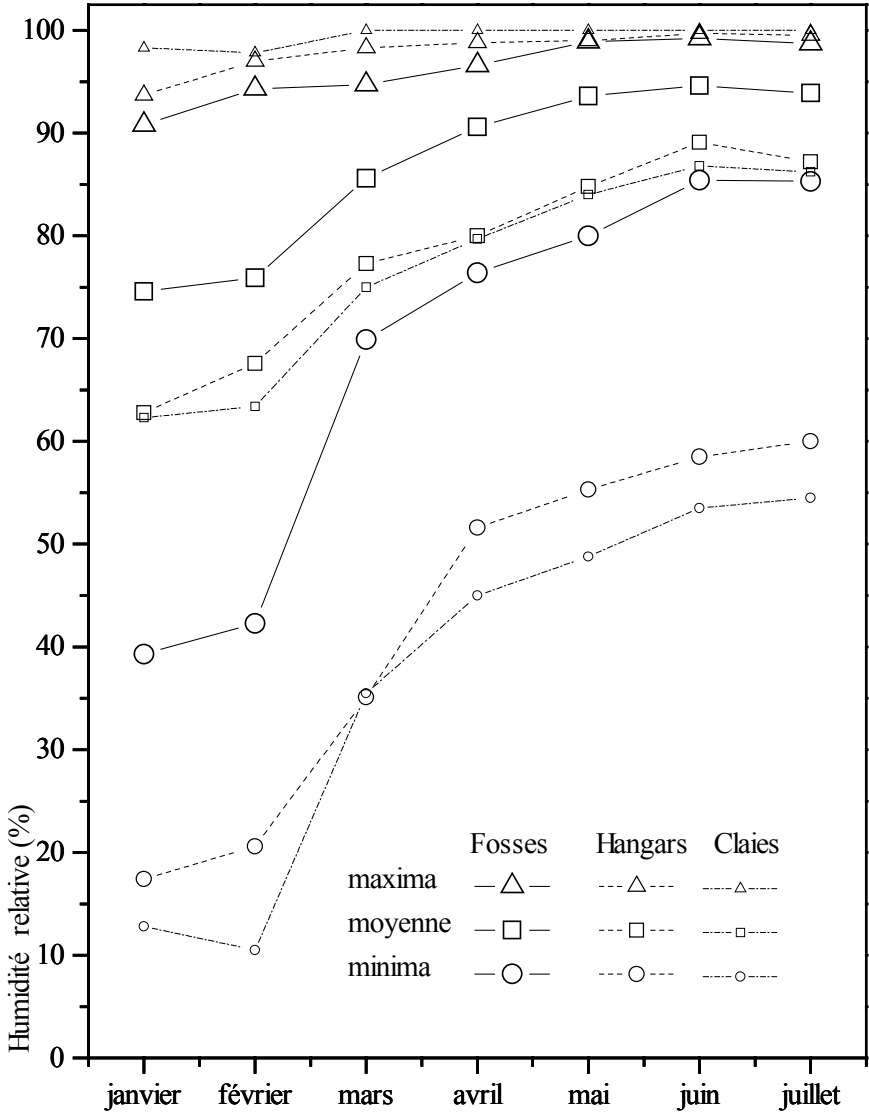


Fig. 4: Humidité relative (%) en fosses, en hangars et sur les claies; moyennes des années 1993, 1994 et 1995; pour les minima, moyennes, maxima.

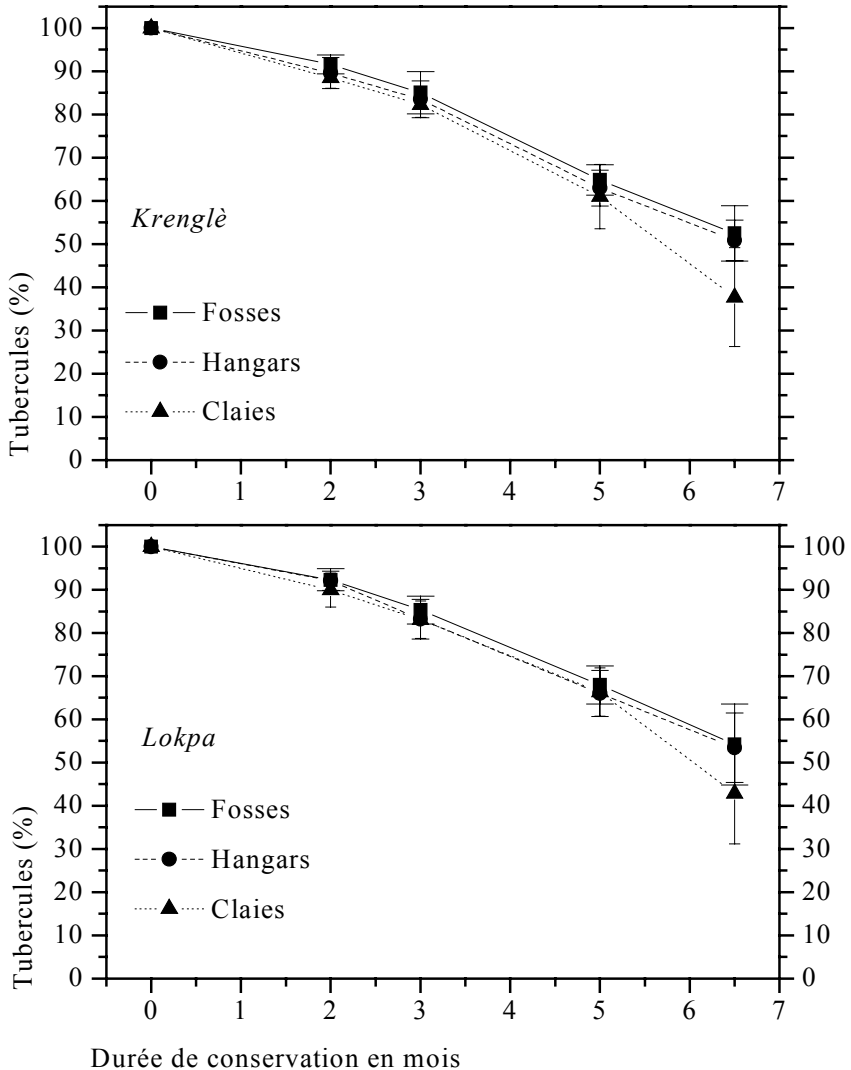


Fig. 5: Evolution de la masse fraîche relative des tubercules des variétés *Lokpa* et *Krenglè*, en fonction de la structure de stockage, moyennes de deux années d'essais; les écart-types sont indiqués par les barres verticales.

Tab. 5: Influence de la structure de stockage sur les pertes journalières de matière fraîche des ignames en germination (% par jour), ainsi que sur leur masse relative après 6.5 mois (%) de stockage (moyennes de 1994 et 1995).

Structure	Germination (% par jour)	Masse 6.5 mois (%)
<i>D. cayenensis rotundata</i> (Krenglè et Lokpa)		
Fosses	-0.27 b	54 b
Hangars	-0.27 b	53 b
Claies	-0.35 a	41 a
<i>D. alata</i> (Florido et Bètè bètè)		
Fosses	-0.20 a	67 a
Hangars	-0.20 a	65 a
Claies	-0.19 a	65 a

Les moyennes (16 répétitions/variété avec 4 tubercules/répetition) suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil $P = 0.05$.

Les ignames, des variétés *Krenglè* et *Lokpa*, conservées sur les claies ont été soumises à un accroissement des pertes à partir du cinquième mois de stockage (figure 5). L'effet de la structure de conservation, sur les pertes de masse fraîche des ignames est présenté au tableau 5. Lors de la germination les tubercules de *D. cayenensis rotundata* ont eu des pertes plus faibles en fosses et en hangars que sur les claies. La masse relative après 6.5 mois de conservation était pour *D. cayenensis rotundata* plus élevée dans les fosses (+ 13 %) et les hangars (+ 12 %) que sur les claies. La structure de conservation n'a par contre pas influencée le comportement de *Florido* et *Bètè bètè* (*D. alata*).

Les différences entre le microclimat des hangars et des claies ont été très faibles (figures 3 et 4). La température et l'humidité relative (HR) des fosses étaient plus stables, que celle des hangars et des claies. L'HR

moyenne des fosses était supérieure à celle des hangars et claies. L'évolution de la masse fraîche des tubercules, n'a quasiment pas été influencée par les différences de température et d'HR entre les structures de stockage; ainsi les fosses n'ont pas permis (en 6.5 mois) une réduction des pertes, en comparaison aux hangars.

Le climat a tout de même agi sur les pertes de matière fraîche, ainsi après six mois et demi de conservation, les ignames de *D. cayenensis rotundata* stockées sur claies avaient une plus petite masse relative, que celles en fosses et en hangars. La protection contre les rayons du soleil et les précipitations a été plus efficace en hangars et en fosses que sur les claies. Coursey & Nwankwo, 1968 ont montré, que l'ombrage permet de diminuer très fortement les pertes (40 % en 4 mois). Une bonne protection contre la pluie a permis à Nwankiti *et al* 1988 de réduire les pourritures et leur propagation. Cette plus faible exposition aux intempéries, n'a pas influencé, dans les essais actuels, les pertes de matière fraîche de l'espèce *D. alata* moins sensible aux pourritures que *D. cayenensis rotundata*.

L'égermage manuel

Une suppression mensuelle des germes, influence fortement les pertes journalières de matière fraîche, des tubercules lors de la germination et par conséquent leur masse fraîche relative en fin de conservation; ceci quelque soit la structure (fosses, hangars et claies) de stockage utilisée. L'égermage a permis une réduction de la masse et de la longueur des germes, ce qui a résulté en une diminution des pertes de conservation. Cette technique s'est révélée aussi efficace, sur *D. cayenensis rotundata* que sur *D. alata* (figure 6). La forte corrélation, entre les pertes journalières lors de la germination et la masse relative des tubercules après six mois et demi de conservation, démontre que les pertes de matière fraîche peuvent être principalement expliquées par la croissance des germes. La teneur en matière sèche des tubercules, dont les germes ont été écartés, était plus faible que lorsque les germes ont été laissés intacts.

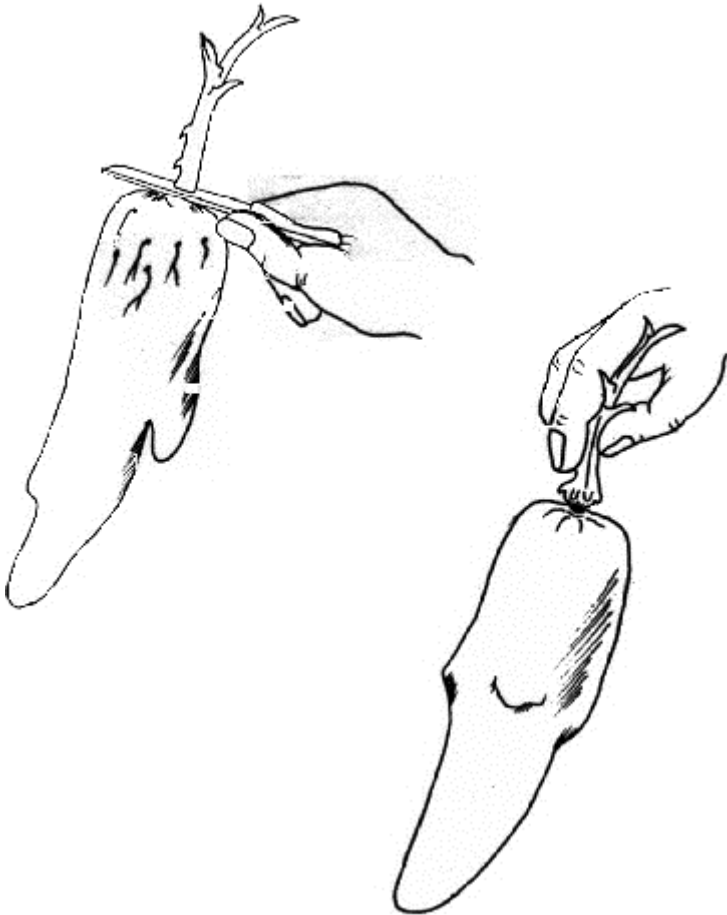


Fig. 6: Egermage de *D. cayenensis rotundata* à l'aide d'un couteau et de *D. alata* en cassant le germe (illustration par Séraphin Kouadio Bringa).

Les techniques d'égermage suivantes ont été comparées dans un hangar : une suppression mensuelle et hebdomadaire des germes, avec pour chacune des deux méthodes une coupe à la base ou à un centimètre de la base du germe (tableau 6). La suppression des germes à un centimètre a été testée afin d'examiner si l'égermage au niveau du tubercule engendrerait des blessures et augmenterait ainsi les pertes. Ces essais ont été réalisés sur les variétés *Gnan* (*D. cayenensis rotundata*) et *Florido* (*D. alata*). La variante, égermée mensuellement à la base, n'a pas été appliquée à la variété *Florido*.

La suppression des germes a donné des résultats semblables, lors d'un stockage de 5 ou 6 mois, raison pour laquelle seuls ceux de 6 mois ont été présentés ci-après. Les ignames non égermées de la variété *Gnan* avaient, lors de la germination, les pertes de matière fraîche les plus élevées et celles qui ont été égermées chaque semaine à la base les plus petites, finalement l'égermage a permis de réduire les pertes de matière fraîche de 12%. Il n'y avait pas de différence significative, entre la masse relative des ignames égermées mensuellement et chaque semaine à la base. Les tubercules dont les germes avaient été laissés intacts avaient la plus forte teneur en matière sèche, la plus faible étant celle des tubercules dont les germes ont été coupés chaque semaine à la base. La masse relative des germes provenant des tubercules non égermés et égermés tous les mois à la base était beaucoup plus importante, que celle provenant des autres variantes. Cependant la différence la plus remarquable a concerné la longueur des germes rapportée à la masse des ignames à la récolte. Les écarts avec la variante non égermée étaient tous significatifs. Le plus grand rapport de 4 à 1 a été observé entre ignames non égermées et égermées chaque semaine à la base (tableau 6).

Tab. 6: Influence de la technique d'égermage de deux variétés d'igname sur: les pertes de matière fraîche lors de la germination (% par jour), la masse relative (%) et la teneur en matière sèche (g/100g) des tubercules, ainsi que sur la masse des germes (%) et leur longueur relative (cm/kg) après 5 et 6 mois de stockage.

Stockage	Technique d'égermage	Tubercules			Germes	
		Germination (% par jour)	Masse (%)	Ms (g/100g)	Masse (%)	Longueur (cm/kg)
<i>D. cayenensis rotundata (Djaté)</i>						
5 mois ¹	non égermées	-0.31 a	62 a	45 d	8.4 c	222 b
	égermées base / semaine	-0.18 b	79 d	40 a	4.4 a	74 a
	égermées à 1cm /semaine	-0.19 bc	74 cd	42 bc	3.7 a	70 a
	égermées base / mois	-0.20 cd	73 cb	41 ab	6.0 b	99 a
	égermées à 1cm / mois	-0.22 d	71 b	43 cd	4.3 a	121 a
6 mois ¹	non égermées	-0.29 a	57 a	47 c	8.4 b	268 c
	égermées base / semaine	-0.20 c	69 c	42 a	4.6 a	66 a
	égermées à 1cm /semaine	-0.23 bc	65 bc	43 b	3.9 a	87 ab
	égermées base / mois	-0.20 c	70 c	43 ab	7.2 b	132 b
	égermées à 1cm / mois	-0.25 b	63 ab	44 b	5.3 a	134 b
<i>D. alata (Florido)</i>						
5 mois ²	non égermées	-0.34 a	62 a	32 b	7.7 c	334 b
	égermées base / semaine	-0.19 b	77 b	29 a	5.4 b	169 a
	égermées à 1cm /semaine	-0.22 b	72 b	31 b	3.3 a	156 a
	égermées à 1cm / mois	-0.23 b	73 b	32 b	5.5 b	284 b
6 mois ²	non égermées	-0.31 a	57 a	35 b	7.0 b	380 b
	égermées base / semaine	-0.19 b	72 b	30 a	5.5 a	181 a
	égermées à 1cm /semaine	-0.23 c	66 c	31 a	5.0 a	191 a
	égermées à 1cm / mois	-0.26 d	63 d	33 b	6.8 b	332 b

Les moyennes suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil P = 0.05; comparaisons par variété et par période.

¹ 8 répétitions (5 tubercules / répétition) ² 8 répétitions (4 tubercules / répétition)

Pour la variété *Florido* les tubercules non égermés étaient ceux qui ont eu les plus importantes pertes de masse fraîche lors de la germination. Après 6 mois de stockage la différence entre tubercules non égermés et égermés chaque semaine à la base était de 15 %. La teneur en matière sèche des ignames non égermées était de 5 g/100g plus élevée que celle des égermées chaque semaine à la base. Les tubercules non égermés avaient les germes les plus lourds et les plus longs (tableau 6).

Pour les essais actuels la technique de coupe a été plus importante que la fréquence, et les pertes journalières lors de la germination ont été plus faibles, lorsque la coupe a été réalisée à la base du germe, qu'à un centimètre. Avec une coupe à 1 cm une partie du germe reste intacte et la suppression des nouvelles pousses est retardée, ce qui implique une déshydratation plus importante et explique que la teneur en matière sèche des tubercules ait été plus élevée. Un quelconque effet stimulateur (Knoth, 1993), d'une suppression trop fréquente des germes n'a pas été constaté.

Prolongation de la dormance avec le GA3

Le produit utilisé était le Berelex[®] (Zeneca Agrochemicals, Fernhurst Haslemere, GB), qui est commercialisé sous forme de boîte de 10 comprimés emballés séparément. Chaque comprimé contient 0.9 g (nominale) d'acide gibbérellique (GA₃) (oral LD₅₀ > 15'000 mg kg⁻¹). Le traitement standard à l'acide gibbérellique (GA₃), a été effectué en 1993 sur les variétés *Krenglè*, *Bètè bètè* et en 1994 sur *Gnan* et *Bètè bètè*. Quelques minutes avant le traitement, un comprimé a été dissout dans une bassine d'une profondeur de 0.3 m et de 0.5 m de diamètre, contenant 6 l d'eau. La concentration de la solution ainsi obtenue était de 150 mg kg⁻¹, elle a été utilisée une seule fois. Les 6 l de solution représentaient une hauteur de liquide d'environ 3 cm, dans lequel la partie proximale (tête) des ignames a été immergée pour une durée de deux heures. Immédiatement avant le trempage, le reste du premier noeud de la tige a été sectionné, lorsque celui-ci avait déjà été écarté lors de la récolte ou des manipulations qui l'ont suivie, une coupe fine a été réalisée à son niveau (figure 7).



Fig. 7: Traitement à l'acide gibbérellique (GA_3), le reste du premier noeud de la tige est sectionné avant le trempage (illustration par Séraphin Kouadio Bringa).

Le traitement au GA₃ a permis de prolonger la période de dormance et a ainsi diminué les pertes de matière fraîche. Cet effet était net pour la variété *Krenglè* dont les pertes ont été réduites de moitié en 6.5 mois de conservation, (figure 8). Cette diminution est allée de paire avec un plus faible taux de germination. En 1994, la variété *Gnan* a réagi moins clairement à l'application du GA₃, l'influence de la substance a été limitée, bien que cohérente après 4 mois. Le GA₃ a maintenu l'intensité germinative de la variété *Bètè bètè* proche de 0 en 1993 (figure 9) et l'a diminuée de plus de la moitié en 1994, de même les pertes de matière fraîche des tubercules ont été fortement restreintes.

Le GA₃ a réduit de plus de moitié les pertes de *Krenglè* durant la germination par contre *Gnan* n'a pas été influencée. La masse relative de *Krenglè* traitée était après 6.5 mois de conservation de 14 % plus élevée que celle du contrôle alors que la masse relative des germes était de 4 % plus faible. Pour *Gnan* les différences n'étaient pas significatives que ce soit pour la masse des tubercules ou des germes. La réduction des pertes des *Bètè bètè* traitées au GA₃ a été de 10 % alors que la masse des germes était de 3.5 % plus faible. Les germes des *Bètè bètè* traitées étaient 2.7 fois plus court que ceux du contrôle. L'effet inhibiteur de l'acide gibbérellique peut surprendre, si l'on sait que cette hormone stimule généralement l'élongation des tiges et peut induire la germination de certaines semences et stimuler la production de nombreux enzymes telles que l'alpha-amylase (Davies, 1995).

La stabilité du GA₃ a été testée, sur des tubercules de la variété *Gnan*, trempés durant deux heures dans un bain à 150 mg kg⁻¹, un jour après la mise en solution. Le GA₃ a prolongé la durée de la dormance de 18 jours. Les pourritures de *Gnan* ont été réduites de moitié par le GA₃. Le meilleur état des ignames traitées a permis de réduire les pertes de matière fraîche de 29 % pour une durée de conservation de 4 mois. Ce contrôle des pourritures, aussi observé sur *Krenglè*, montre que durant la dormance l'igname est moins exposée aux attaques cryptogamiques que lors de la germination. Cette meilleure résistance des tubercules traités au GA₃ confirme les observations d'Igwilo, 1988.

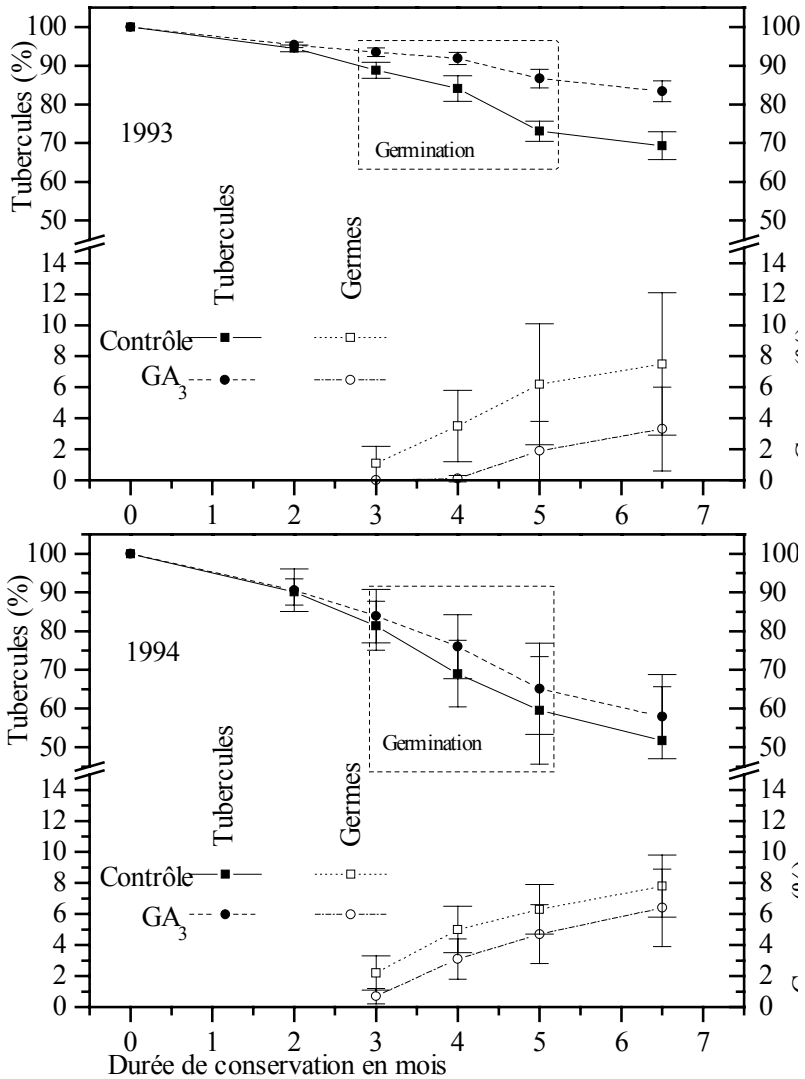


Fig. 8: Evolution de la masse fraîche relative (%) des tubercules et des germes, lors de la conservation de *Krenghè* en 1993 et *Gnan* en 1994; les barres verticales représentent les écart-types.

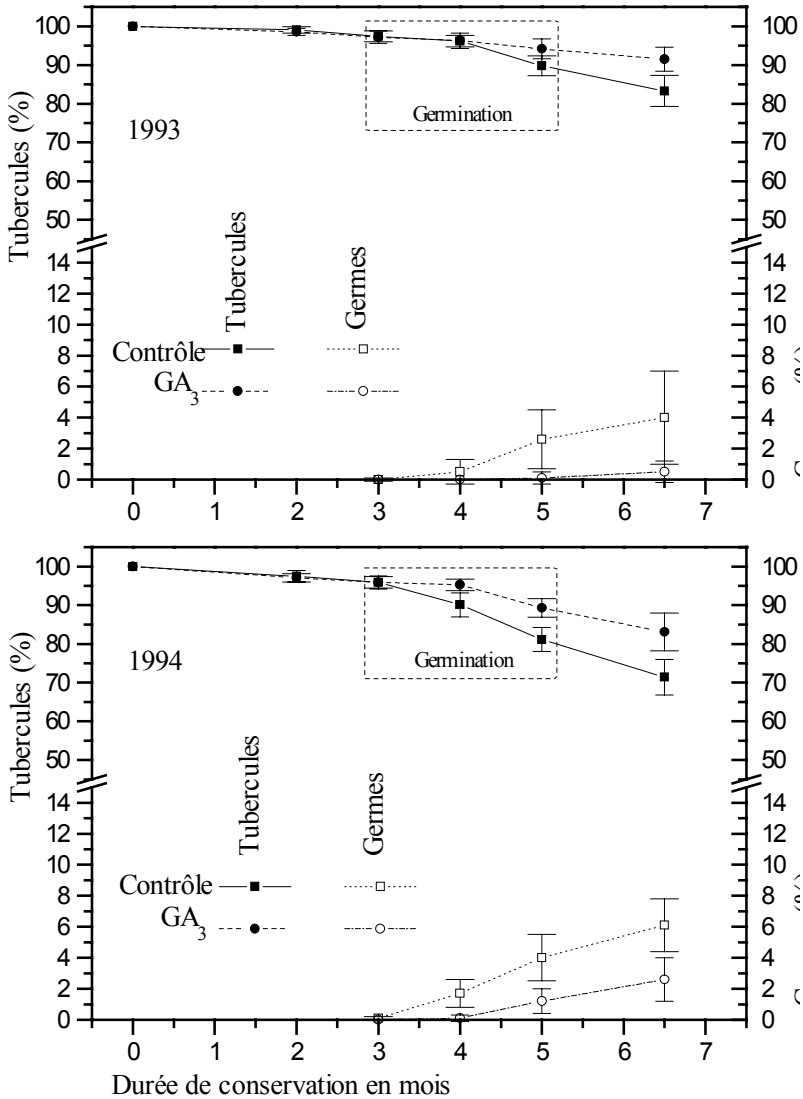


Fig. 9: Evolution de la masse fraîche relative (%) des tubercules et des germes, lors de la conservation de *Bête bête* en 1993 et en 1994; les barres verticales représentent les écart-types.

Tab.7: Influence du GA₃ sur la masse fraîche relative des tubercules après 5 (T. 5mois) et 10 mois (T. 10mois) de conservation, sur les la teneur en matière sèche (T.ms) et les pertes de matière sèche consommable (Pmscs) après un stockage de 10 mois.

Influence du GA₃ sur la durée de la dormance (D.jours), sur la longueur des germes (L.G. en cm/kg de tubercule), après 5 mois de conservation de la variété *Bète bète*.

GA ₃	Variantes	T. 5m (%)	T. 10m (%)	T. ms (%)	Pmscs (%)	D. (jours)	L.G. (cm kg ⁻¹)
Conc. ¹	0 mg kg ⁻¹	68 a	35 a	40 d	64 b	73 a	192 c
	75 mg kg ⁻¹	84 b	60 b	34 c	41 a	120 b	73 b
	150 mg kg ⁻¹	89 c	62 b	34 bc	34 a	128 bc	43 ab
	300 mg kg ⁻¹	90 c	64 b	31 ab	38 a	132 c	35 a
	525 mg kg ⁻¹	91 c	67 b	30 a	41 a	126 bc	20 a
Durée ²	0 h	65 a	29 a	39 b	77 b	78 a	209 b
	0.5 h	77 b	47 b	36 ab	50 a	105 b	151 ab
	1 h	77 b	51 b	36 ab	44 a	107 b	145 ab
	2 h	82 c	55 b	37 b	44 a	104 b	112 a
	4 h	84 d	50 b	34 a	49 a	121 c	109 a
Trempe ³	0	70 a	42 a	39 c	64 c	84 a	229 c
	1 (0-2h)	86 b	62 d	34 ab	40 a	122 c	71 a
	2 (2-4h)	82 b	54 bc	33 a	44 a	116 bc	135 b
	3 (4-6h)	83 b	56 cd	35 ab	40 a	117 bc	108 ab
	4 (6-8h)	82 b	50 b	36 b	56 bc	111 b	93 ab
	5 (8-10h)	86 b	59 d	34 ab	46 a	123 c	64 a
	6 (24-26h)	84 b	57 cd	34 ab	47 ab	118 bc	94 ab

Les moyennes (10 répétitions et 3 tubercules/rép.) suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil P = 0.05, les comparaisons se limitent aux différences entre les différentes variantes à l'intérieur de chaque traitement.

¹ Concentration: solution de GA₃ utilisée pour un traitement de 2 heures.

² Durée : durée du traitement dans une solution d'une concentration de 150 mg/kg de GA₃.

³ Trempage : répétition dans la même solution à 150 mg/kg de GA₃; le temps écoulé depuis la préparation de la solution est indiqué entre parenthèses.

A partir du traitement standard (150 mg kg⁻¹, 2h), plusieurs variations ont été effectuées et testées sur la variété *Bète bète*. Ces

traitements ont consistés à faire varier: la concentration du GA₃, les durées de trempage et à tester la stabilité du GA₃ en utilisant plusieurs fois le même bain.

La masse relative des tubercules provenant de chacune des quatre concentrations testées était plus élevée que celles du contrôle (tableau 7). Après 5 mois la masse relative moyenne des ignames trempées durant deux heures dans une solution de 75 mg kg⁻¹, était inférieure à celle des tubercules pour lesquels des concentrations de 150, 300 et 525 mg kg⁻¹ avaient été utilisées. Dix mois après la récolte, les différentes concentrations utilisées ne se distinguaient pas significativement entre elles. Les tubercules traités au GA₃ avaient après 5 mois 20 % et après 10 mois 28 % de pertes en moins que ceux du contrôle. Les pertes de matière sèche à la récolte sont dues à l'épluchage et ces pertes incompressibles ont été prises comme origine pour le calcul des pertes de matière sèche consommable liées à la conservation (Pmscs). Pour les pertes de matière sèche consommable après 10 mois de conservation il n'y avait pas de différence significative au sein des différents traitements et les tubercules traités avaient 25 % de pertes en moins que le contrôle.

Les différentes durées de trempage ont permis à 5 comme à 10 mois de réduire significativement les pertes de masse des tubercules (tableau 7). A cinq mois, on observait des différences significatives entre les différentes durées; 0.5 heure et 1 heure étaient semblables, par contre elles étaient différentes de 2 et 4 heures. Cette dernière variante permettait, d'obtenir la masse relative la plus élevée. Après un stockage de 10 mois, chacune des durées de trempage testées, permettait une augmentation significative de la masse relative des tubercules; à ce stade le temps de trempage ne semblait plus être déterminant. La moyenne des pertes des quatre durées de trempage était de 15 % plus faible après 5 mois et de 22 % plus faible après 10 mois que celle du contrôle. Après 10 mois les pertes de matière sèche consommable étaient de 30 % plus faibles pour les tubercules traités que pour le contrôle.

Après 5 mois de conservation les trempages successifs dans la même solution se distinguaient tous significativement du contrôle mais pas

entre eux (tableau 7). A 10 mois, la différence avec le contrôle restait significative et quelques disparités apparaissaient au sein des traitements. L'écart entre le contrôle et la moyenne des trempages était de 14 % à 5 comme à 10 mois. La répétition du trempage a permis de réduire les pertes de matière sèche consommable par rapport au contrôle à l'exception du 4^{ème}, où la différence avec les ignames non traitées n'était pas significative. La moyenne des pertes des trempages était de 19 % plus faible que celle du contrôle.

Le traitement à l'acide gibbérellique a permis, pour chaque type de traitement, de prolonger la dormance. Cette prolongation été comprise entre 47 et 59 jours, pour les différentes concentrations, entre 26 à 43 jours pour les différentes durées de trempage et entre 27 à 38 jours pour les répétitions du trempage.

Nnodu & Alozie, 1992 ont recommandé une immersion de six heures, deux et quatre heures ne diminuant pas assez efficacement les taux de germination. Les essais présents ont montré que quelque soit la durée utilisée, elle a permis une réduction des pertes par rapport au contrôle, un traitement de 30 minutes étant après 10 mois de conservation, aussi efficace qu'un de 4 heures.

Un trempage de 2 heures, dans une solution de 150 mg kg⁻¹ réutilisée six fois, permettrait de réduire les coûts du GA₃ par rapport à la méthode proposée par Nnodu & Alozie, 1992. Ces derniers avaient entièrement immergé les tubercules et ils recommandaient une immersion de 6 heures. Le trempage d'environ trois centimètres, de la partie proximale du tubercule, tel qu'effectué par Igwilo, 1988 a été utilisé pour les expérimentations présentes. L'avantage de cette méthode qui s'est révélée être efficace est qu'elle nécessite à la fois peu d'eau et d'acide gibbérellique.

Développement d'une stratégie de conservation

Utilité économique des méthodes améliorées

Les techniques de conservation les plus efficaces ont été comparées « économiquement » à la technique traditionnelle répandue dans la région d'étude. La rétribution du travail et du capital ont été estimée séparément pour *D. cayenensis rotundata* et pour *D. alata* (tableau 8). Les prix de l'igname n'ont pas été relevés dans le cadre de la présente étude; toutefois une partie des essais a été réalisée avec des tubercules achetés à un prix supérieur à 50 CFA/kg, pour *D. alata* et 100 CFA/kg pour *D. cayenensis rotundata*. A titre de comparaison, le salaire perçu par un employé agricole pour une journée de travail est de 800 CFA. Les études sur le rendement économique de la culture de l'igname faisant défaut, il est difficile d'évaluer la rentabilité du travail et du capital investis dans cette branche de production. La productivité du travail consacré à la culture de l'igname (plantation-récolte) peut être approchée en situant sa limite inférieure à 26 kg d'igname pour 1 journée de travail (Jtrav) (Rankine et Ferguson in Degras, 1986) et supérieure à 51 kg / Jtrav (Gbedolo, 1987), les 36 kg / Jtrav calculés à partir des données de Bachmann, 1985 sont compris dans cette fourchette.

Pour *D. cayenensis rotundata*, la suppression mensuelle des germes est la technique de conservation dont la productivité du travail investi est la plus élevée, suivie par le GA₃ toutefois nettement moins efficace. La construction d'un hangar d'une capacité de stockage de 1'000 kg nécessite 23 jours de travail alors qu'il en faut 27 pour une fosse de même capacité. Rapporté à leur durée d'amortissement, les fosses rentabilisent mieux le travail (3 ans) que les hangars (2 ans). Une journée de travail permet un GMF (Gain de Matière Fraîche) de 32 kg pour le système des fosses et de 147 kg dans le cas de l'égermage mensuel.

Tab. 8: Approche de l'utilité économique de différentes techniques de conservation (Tech. cons.), en comparaison avec la méthode traditionnelle sur claies et pour 1'000 kg d'igname récoltée.

Tech. cons.	Claies non Eg. ⁴	Traitement ⁵	Fosses	Hangars	Eg.mois ⁴	Eg.sem. ⁴	GA ₃ (2h) ⁶	GA ₃ (2h) ⁶	GA ₃ (0.5h) ⁶
Durée de conservation	contrôle	6.5 mois	6.5 mois	6.5 mois	5 mois	5 mois	6.5 mois	10 mois	10 mois
<i>D. Cayenensis rotundata</i>									
GMF (%) ¹	0.0%	0.0%	12.8%	12.0%	11.0%	17.2%	13.3%		
GMF (kg)	0	0	128	120	110	172	133		
Jtrav (jour homme)	0		4	6.5	0.75	3.2	1.8		
Coûts en CFA	0		2667	1500	0	0	8000		
GMF / Jtrav²	0		32	18	147	54	74		
GMF /100CFA³	0.0		4.8	8.0			1.7		
<i>D. alata</i>									
GMF (%) ¹	0.0%	4.5%	0.0%	0.0%	11.3%	15.0%	17.0%	26.0%	18.0%
GMF (kg)	0	45	0	0	113	150	170	260	180
Jtrav (jour homme)	0	1			0.75	3.2	1.8	1.8	0.44
Coûts en CFA	0	944			0	0	8000	8000	2000
GMF / Jtrav²	0	45			151	47	94	144	409
GMF /100CFA³	0.0	4.8					2.1	3.3	9.0

¹ Gain de matière fraîche en % de la masse à la récolte

² Rétribution du travail pour 1t (gain matière fraîche (kg) / journée de travail)

³ Rétribution du capital pour 1t : 1 Franc français = 100 CFA (parité de change fixe)

⁴ non égermé; égermé chaque mois; égermé chaque semaine; avec un égermage moyen de 10 kg d'igname à la minute

⁵ Fongicide pour *D. cayenensis rotundata* et insecticide pour *D. alata*.

⁶ Réutilisation durant 2 jours de la même solution à 150 ppm pour des trempages de 0.5 et 2 heures (2000 CFA / 0.9g GA₃)

Un examen des réductions de pertes en fonction du capital investi donne 8 kg par 100 CFA pour les hangars, 4.8 kg / 100 CFA pour les fosses et 1.7 kg /100 CFA pour l'acide gibbérellique (tableau 8).

En ce qui concerne l'espèce *D. alata*, c'est un trempage de 30 minutes dans un bain de 150 mg/kg de GA3 qui assure la meilleure productivité du travail (409 kg GMF / Jtrav); avec la réserve que la réutilisation de la même solution lors d'un trempage de 30 minutes n'a pas été testée.

Utilité pratique des améliorations

La construction de fosses exige le plus grand savoir-faire, spécialement pour la mise en place de la ventilation. Les désavantages des fosses semblent pour l'heure dominer leurs avantages; une meilleure protection contre les rongeurs pourrait cependant les rendre plus attractives et justifier des essais supplémentaires. Les hangars semblent pour l'instant plus appropriés, bien que leur rendement soit relativement plus faible.

Les planteurs ont montré un grand intérêt pour l'utilisation d'un insecticide en raison des attaques qui peuvent être parfois très sévères; les tubercules blessés ont été écartés des essais ce qui n'a pas permis de prendre pleinement en compte les dégâts causés par les insectes lors du stockage. Seuls des insecticides homologués sur les denrées stockées devraient être retenus afin d'éviter toute intoxication et des essais de pré vulgarisation devraient mettre un accent particulier sur ce dernier aspect.

L'acide gibbérellique a permis une forte réduction des pertes de *D. alata*; cependant cette substance paraît être mieux adaptée à *D. cayenensis rotundata*, qui a une valeur marchande plus élevée et une très bonne qualité sensorielle dès la récolte. Une analyse économique détaillée ainsi que l'étude complète de la filière de l'igname sont en cours afin de dégager le potentiel réel de cette hormone.

L'égermage manuel est une technique qui peut d'ores et déjà être recommandée aux organismes de vulgarisation et aux planteurs qui ne la pratiquent pas encore. La rétribution effective du travail de cette technique

devrait encore être déterminée auprès d'un échantillon d'agriculteurs dans le cadre d'une approche participative, en portant une attention particulière à l'impact des blessures causées par la suppression des germes.

Conclusions

Amélioration de la conservation

Les pertes lors d'une conservation de l'igname, sur une longue durée, sont très importantes. La germination accélère la dégradation des tubercules et les méthodes de conservation qui permettent de prolonger la période de dormance réduisent les pertes. A cet égard les structures de conservation ont eu un impact limité. L'acide gibbérellique, une hormone de croissance, a confirmé son efficacité dans la prolongation de la dormance, ce qui justifie que de nouveaux essais sur la rentabilité économique soient entrepris. Des analyses sensorielles, permettant d'étudier l'influence du GA₃ sur la texture et le goût sont en cours. Une méthode moins onéreuse, qui consiste à écarter manuellement les germes, a permis de réduire sensiblement les pertes et peut d'ores et déjà être recommandée aux services de vulgarisation.

Une meilleure protection des tubercules, contre les pluies et le soleil, par un entreposage dans des fosses et des hangars couverts de paille, a permis une réduction des pertes de *D. cayenensis rotundata* pour une conservation de longue durée (> 5 mois). L'aptitude à la conservation est fortement dépendante de la variété et de l'espèce. *D. alata* et surtout *Bète bète* se conservent mieux que *D. cayenensis rotundata*, en raison d'une période de dormance plus longue d'environ 1 mois et d'une meilleure résistance aux pourritures. La sensibilité aux attaques cryptogamiques, la propagation des principaux agents pathogènes et les méthodes de lutte nécessiteraient un travail de recherche particulier.

D. alata est plus souvent attaquée par des insectes que *D. cayenensis rotundata*, les planteurs mentionnent que les dégâts sont sévères et montrent un grand intérêt pour l'utilisation d'un insecticide. Des méthodes de lutte biologique pourraient représenter une alternative intéressante à l'utilisation d'insecticides, cependant leur développement

nécessite un important travail de recherche. Les principaux insectes qui s'attaquent aux tubercules en conservation ont été partiellement identifiés et décrits, mais les cycles biologiques sont quasiment inconnus.

Recherche en milieu rural et vulgarisation des résultats

Il a été possible de conduire les essais de conservation en milieu villageois à Bringakro, en partie grâce au très bon climat de confiance établi préalablement dans le cadre d'une étude ethno-nutritionnelle conduite par Girardin *et al* 1996). Les recherches effectuées par Böni, 1993 en milieu rural ont montré que les aspects socioculturels et économiques primaient sur l'aspect technique, ce qui a pu être observé lors de la recherche présente.

L'orientation des essais a été influencée par leur mise en situation villageoise. La recherche participante (Böni, 1993) implique que le chercheur s'intègre au maximum au milieu culturel villageois avant d'essayer d'impliquer les paysans dans l'utilisation d'une technique nouvelle. Pratiquement, les essais réalisés au village auraient pu être conduits en station de recherche, mais le contact avec le milieu paysan n'aurait pas eu lieu. La collaboration entre l'agriculteur et le chercheur permet tout d'abord à ce dernier de comprendre le monde rural, d'identifier ensuite ses problèmes réels et ainsi de (re) définir son approche.

Des essais de mise en application des résultats obtenus dans la présente étude sont en cours. Ils sont effectués dans le cadre d'un partenariat de recherche entre l'Université d'Abidjan, l'IDESSA (station de recherche agronomique ivoirienne) et le Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS). Une étude de la filière et du marché de l'igname s'effectuent en parallèle aux expérimentations en milieu rural. Le but visé est de déterminer les potentialités des techniques de conservation, dans la valorisation de l'igname. Finalement une analyse socio-économique permettra d'étudier l'intérêt des modifications apportées aux méthodes traditionnelles.

Le lien entre la recherche et la pratique ne devrait se faire qu'à travers la participation effective des institutions ivoiriennes de recherche et

de vulgarisation. Ce sont ces dernières, qui sont le mieux à même de garantir le succès d'un transfert durable des résultats en milieu rural. La collaboration avec les services de vulgarisation (ANADER) pour la mise au point de solutions testées sur le champ de l'agriculteur et avec sa participation active, y contribueront dans une large mesure.

Bibliographie

- ADESIYAN, S.O. (1976). Host range studies of the yam nematode, *Scutellonema bradys*. *Nematropica*, **9**, 131-136.
- ADESIYAN, S.O. (1977). Studies on the effect of gamma radiation (from Cobalt 60 source) on storage life of white yam (*Dioscorea rotundata* var. *efon*) infected with *Scutellonema bradys*. *Annals of Applied Biology*, **86**, 213-218.
- ADESIYAN, S.O. (1977). Penetration and multiplication of *Scutellonema bradys* in yams (*Dioscorea* spp.). *Nematol medit*, **5**, 313-317.
- ADESUYI, S.A. (1982). The application of advanced technology to the improvement of yam storage. In *Yams. Ignames* (ed. by J. Miège and S.N.E. Lyonga), pp.312-319. Oxford: Clarendon Press.
- AJAYI, O.A. & MADUEKE, L.U. (1990). A study of weight loss of stored yam (*Dioscorea cayenensis*) as affected by the ventilation of the storage locations. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **50**, 257-260.
- ASIEDU, J.J. (1986). Yams. In *Processing and physical/chemical properties of tropical products* Anonymoussp.379-398. Centaurus-Verlagsgesellschaft: Pfaffenweiler.
- ATU, U.G. (1986). Evaluation of chemicals for the control of insect pests of stored seed-yam tubers. *Beiträge zur Tropischen Landwirtschaft und Veterinaermedizin*, **24**, 421-424.
- BACHMANN, E. (1985). *Die Organisation von Yam/Maniok-Betrieben in drei Dörfern Südnigerias mit kommerzieller Yam-Produktion*. Hohenheim, Dissertation Universität Hohenheim.
- BÖNI, B. (1993). *Femmes et transfert de technologie: Introduction d'une presse à huile de palme dans un village Toura (Côte d'Ivoire)*. PhD thesis, Ecole Polytechnique Fédérale Zürich no 10051.
- BRIDGE, J. (1973). Nematodes as pests of yams in Nigeria. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent*, **38**, 841-852.
- BRIDGE, J. (1982). Nematodes of yams. In *Yams. Ignames* (ed. by J. Miège and S.N. Lyonga), pp.253-264. Clarendon Press: Oxford.
- CADET, P. & QUENEHERVE, P. (1994). Fluctuations naturelles de *Scutellonema bradys* (Nematoda: Hoplolaimidae) au cours de la croissance et du stockage de l'igname (*Dioscorea alata*) à la Martinique. *Nematologica*, **40**, 587-600.
- CASTOGNONE-SERENO, P. (1989). Les nématodes parasites de l'igname (*Dioscorea* spp.): distribution, action pathogène et moyens de lutte. *Agronomie Tropicale*,
- COURSEY, D.G. (1967). Yam storage-I: A review of yam storage practices and of information on storage losses. *Journal of Stored Products Research*, **2**, 229-244.
- COURSEY, D.G. (1968). Low temperature injury in yams. *Journal of Food Technology*, **3**, 143-150.
- COURSEY, D.G. & BOOTH, R.H. (1977). Post-harvest problems of non-grain staples. *Acta Horticulturae*, **53**, 23-33.

- COURSEY, D.G. & NWANKWO, F.I. (1968). Effects of insolation and of shade on the storage behaviour of yams in West Africa. *Ghana Journal of Science*, **8**, 74-81.
- DAVIES, P.J. (1995). *Plant Hormones Physiology, Biochemistry and Molecular Biology*. 833p. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht / Boston / London.
- DEFERNE, J.L. (1984). *Description des méthodes traditionnelles de conservation et analyse des problèmes après-récolte de l'igname (Dioscorea spp.) en Côte d'Ivoire*. Travail de Diplôme. Ecole Polytechnique Fédérale de Zürich. Non pub.
- DEGRAS, L. (1986). *L'igname*. Paris, Agence de coopération culturelle et technique.
- DEGRAS, L. (1993). *The yam : a tropical root crop*. 408p. The Macmillan Press Ltd, London.
- DEMEAUX, M. & VIVIER, P. (1984). Méthodes modernes de conservation des ignames. *Agronomie Tropicale*, **39**, 186-191.
- DINA, S.O. (1977). Occurrence of *Dasyses rugosella* Stainton (Lepidoptera : Tineidae) on stored yam tubers in Nigeria. *Tropical Science*, **19(2)**, 113-116.
- DUMONT, R. & JEANTEUR, P. (1988). Bilan de cinq années de production, en grande culture, sur la variété Florido (*D.alata*), dans la région centre de la Côte d'Ivoire. In *VIIth Symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Gosier (Guadeloupe), 1-6 July 1985* (ed. by INRA), pp.179-194. Paris.
- ETEHERE, E.O. & BHAT, R.B. (1986). Traditional and modern storage methods of underground root and stem crops in Nigeria. *Turrialba*, **36(1)**, 33-37.
- EZEIKE, G.O.I. (1985). Experimental analysis of yam (D. SPP) tuber stability in tropical storages. *Transactions of the ASAE American Society of Agricultural Engineers*, **28**, 1641-1645.
- FAO (1988). Root and tuber crops, plantains and bananas in developing countries. Challenges and opportunities. In *FAO Plant production and protection paper, No. 87* Anonymous Food and agriculture organization of the united nations: Rome.
- FOUA-BI, K., BABACAUH, K.D. & DEMAUX, M. (1979). Pertes sur les ignames au cours du stockage causes et méthodes de lutte. In *La conservation des denrées alimentaires cultivées en climat chaud et humide. Actes du premier colloque international de technologie (CIT), Yaoundé 5-10 novembre 1979* Anonymous pp.395-412. AUFELF: Paris.
- GBEDOLO, Y.M. (1987). Factors limiting yam production in Benin. In *Tropical root crops: root crops and the African food crisis* Anonymous
- GIRARDIN, O., FARAH, Z., ESCHER, F. & STAMP, P. (In Press) Effect of modifying two traditional storage methods on storability of two yam varieties in a village in Côte d'Ivoire. *Tropical Science*.
- GONZALEZ, M.A. & RIVERA, A.C. (1972). Storage of fresh yam (*Dioscorea alata* L.) under controlled conditions. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, **56**, 46-56.

- GUENDA, W., BERE, A., SAOURA, J., KONGO, J.L. & KABRE, T.S. (1983). *Des méthodes traditionnelles de conservation de l'igname en zone soudanienne de Haute-Volta. Séminaire sur l'igname 2-5 novembre ENSA Abidjan*. Non pub.
- HAHN, S.K., OSIRU, D.S.O., AKORODA, M.O. & OTOO, J.A. (1987). Yam production and its future prospects. *Outlook on Agriculture*, **16(3)**, 105-110.
- HAMON, P., HAMON, S. & TOURÉ, B. (1986). *Les ignames cultivées du complexe *Dioscorea cayenensis-rotundata* de Côte d'Ivoire*. 66ppp. Rome, Italie, International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR).
- IGWILO, N. (1988). Inhibition of sprouting by gibberellic acid in the preservation of seed and ware yam. *Beiträge zur Tropischen Landwirtschaft und Veterinärmedizin*, **26**, 145-154.
- IKOTUN, T. (1983). Postharvest microbial rot of yam tubers in Nigeria. *Fitopatologia Brasileira*, **8**, 1-7.
- JATALA, P. & BRIDGE, J. (1990). Nematode parasites of root and tuber crops. In *Plant parasitic nematodes in subtropical & tropical agriculture* (ed. by M. Luc, A. Sikora and J. Bridge), pp.137-180. Wallingford : C.A.B. International.
- KNOTH, J. (1993). *Le stockage traditionnel de l'igname et du manioc et son amélioration*. 95p.
- KNUTH, R. (1924). Dioscoreaceae. In Engler, *Das Pflanzenreich*, **87**, 1-387.
- KONÉ, L. (1983). *Méthodes traditionnelles de conservation de l'igname en Côte d'Ivoire. Séminaire sur l'igname 2 - 5 novembre 1983. ENSA Abidjan*. Non pub.
- LANCASTER, P.A. & COURSEY, D.G. (1984). *Traditional post-harvest technology of perishable tropical staples*. 74p. FAO, Rome.
- MIEGE, J. (1952). L'importance économique des ignames en Côte d'Ivoire. Répartition des cultures et principales variétés. *Rev Int Bot Appl*, **353-354**, 144-155.
- MIEGE, J. (1957). Influence de quelques caractères des tubercules semences sur la levée et le rendement des ignames cultivées. *Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée*, **4(7-8)**, 315-342.
- MINAGRA (1992). *Annuaire des statistiques agricoles*. Non pub.
- MOZIE, O. (1982). Effect of air flow on weight losses and sprouting of white yam tubers (*Dioscorea rotundata* Poir) stored in the conventional barn. *Tropical Root and Tuber Crops Newsletter*, 32-37.
- NNODU, E.C. & ALOZIE, S.O. (1992). Using gibberellic acid to control sprouting of yam tubers. *Tropical Agriculture*, **69**, 329-332.
- NOON, R.A. (1978). Storage and market diseases of yams. *Tropical Science*, **20**, 177-188.
- NWANKITI, A.O. (1988). Sprout removal in storage and seed yam production in Nigeria. *Tropical Agriculture*, **65**, 367-369.
- NWANKITI, A.O., ATU, U.G., ALOZIE, S.O., IGBOKWE, M., OKPOKIRI, A. & NNODU, E. (1988). Effect of modifying two traditional yam barn structures on storability of four cultivars of yam (*Dioscorea* spp.). *Tropical Agriculture*, **65**, 125-128.

- NWANKITI, A.O. & MAKURDI (1993). Système traditionnels de stockage des tubercules d'igname frais. In *Le stockage traditionnel de l'igname et du manioc et son amélioration* (ed. by GTZ - Postharvest Project), pp.21-29.
- OGUNDANA, S.K., COXON, D.T. & DENNIS, C. (1984). Natural antifungal compounds from the peel of yam tubers. In *Tropical root crops : Production and uses in Africa* (ed. by E.R. Terry), pp.619-624. IDRC: Ottawa.
- OGUNDANA, S.K., NAQVI, S.H.Z. & EKUNDAYO, J.A. (1970). Fungi associated with soft rot of yams (*Dioscorea* spp.) in Nigeria. *Trans Br mycol Soc*, **54**, 445-451.
- ONWUEME, I.C. (1973). The sprouting process in yam (*Dioscorea* spp.) tuber pieces. *Journal of Agricultural Science*, **81**, 375-379.
- ONWUEME, I.C. (1978). *The tropical tuber crops. Yams, cassava, sweet potato, and cocoyams*. 234p.
- PASSAM, H.C. (1977). Sprouting and apical dominance of yam tubers. *Tropical Science*, **19** (1), 29-39.
- PASSAM, H.C. (1982). Dormancy of yams in relation to storage. In *Yams. Ignames* (ed. by J. Miège and S.N. Lyonga), pp.285-293. Clarendon Press: Oxford.
- PASSAM, H.C. & NOON, R.A. (1977). Deterioration of yams and cassava during storage. *Proceedings of the Association of Applied Biologists*, **85**, 436-439.
- PASSAM, H.C., READ, S.J. & RICKARD, J.E. (1976). Wound repair in yam tubers: the dependence of storage procedures on the nature of the wound and its repair. *Tropical Science*, **18**, 1-11.
- PASSAM, H.C., READ, S.J. & RICKARD, J.E. (1978). The respiration of yam tubers and its contribution to storage losses. *Tropical Agriculture*, **55**, 207-214.
- PLUMBLEY, R.A. & REES, D.P. (1983). An infestation by *Araecerus fasciculatus* (Degeer) (Coleoptera: Anthribidae) and *Decadarchis minuscula* (Walsingham) (Lepidoptera: Tineidae) on stored fresh yam tubers in South-East Nigeria. *Journal of Stored Products Research*, **19**, 93-95.
- RICCI, P., TORREGROSSA, J.P. & ARNOLIN, R. (1979). Storage problems in the Cush-Cush Yam. I.- Post-harvest decay. *Tropical Agriculture*, **56**(1), 41-48.
- RIVERA, J.R., GONZALEZ, M.A., COLLAZO, R. & CUEVAS, R. (1974). An improved method for storing yam (*Dioscorea alata*). *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, **58**, 456-465.
- SAUPHANOR, B. (1986). *Influence du mode de stockage sur le parasitisme des stocks d'ignames. IVè congrès sur la protection de la santé humaine et des cultures en milieu tropical, Marseille 2-4 juillet 1986*. Non pub.
- SAUPHANOR, B. (1988). Sensibilité comparée de 18 variétés d'igname aux insectes des stocks. In *VII Symposium of the international society for tropical root crops, Gosier (Guadeloupe)* (ed. by INRA), p.18. Paris.
- SAUPHANOR, B., BORDAT, D., DELVARE, G. & RATNADASS, A. (1987). Les insectes des ignames stockées de Côte d'Ivoire. *Agronomie Tropicale*, **42**, 305-312.

- SAUPHANOR, B. & RATNADASS, A. (1985). Problèmes entomologiques liés à la conservation de l'igname en Côte d'Ivoire. *Agronomie Tropicale*, **40**, 261-270.
- SERPANTIE, G. (1982). *Note sur la conservation des ignames en zone centre: principaux problèmes rencontrés dans le cadre d'une enquête en milieu rural. Laboratoire d'agronomie du centre ORSTOM de Bouaké Séminaire sur l'igname ENSA Abidjan*. Non pub.
- SERPANTIE, G. (1983). *Le stockage des ignames dans les exploitations agricoles du centre de la Côte d'Ivoire: fontions, techniques et diagnostic. Laboratoire d'agronomie du centre ORSTOM de Bouaké, Séminaire sur l'igname ENSA Abidjan, 2-5 novembre 1983*. Non pub.
- STUART, N.W. & CATHEY, H.M. (1971). Applied aspects of gibberellins. *Annual Revue of Plant Physiology*, **12**, 360-394.
- THOMPSON, A.K., BEEN, B.O. & PERKINS, C. (1977). Fungicidal treatments of stored yams. *Tropical Agriculture*, **54(2)**, 179-183.
- TOMLIN, C. (1994). *The pesticide manual incorporating the agrochemicals handbook*. 1341p. Bracknell, Berks.
- WICKHAM, L.D. (1988). Extension of dormancy in cush-cush yams (*Dioscorea trifida*) by treatment with gibberellic acid. *Tropical Science*, **28**, 75-77.
- WICKHAM, L.D., PASSAM, H.C. & WILSON, L.A. (1984). Dormancy responses to post-harvest application of growth regulators in *Dioscorea* species. 2. Dormancy responses in ware tubers of *D. alata* and *D. esculenta*. *Journal of Agricultural Science*, **102**, 433-436.
- WILSON, J. (1980). *Careful storage of yams*. 8pp.p. Ibadan, Nigeria, Commonwealth Secretariat, Marlborough House.
- ZOUNDJIHÉKPON, J. (1994). *Biologie de la reproduction et génétique des ignames cultivées de l'Afrique de l'Ouest, Dioscorea cayenensis-rotundata*. 306p. Paris.