

UNIVERSITE DE YAOUNDE I
UNIVERSITY OF YAOUNDE I

FACULTE DES SCIENCES
FACULTY OF SCIENCE



DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VEGETALES
DEPARTMENT OF PLANT BIOLOGY

**Performances et amélioration de quelques systèmes
traditionnels de récolte et de conservation post-
récolte du macabo (*Xanthosoma sagittifolium* L.)**

Thèse présentée et soutenue en vue de l'obtention du Doctorat/Ph.D. en Biologie Végétale

Spécialité : Biotechnologies végétales

Par :

BIKOMO MBONOMO René

Matricule : 05Y479

Master of Science

Sous la direction de

AMOUGOU AKOA

Professeur

Année 2013



UNIVERSITE DE YAOUNDE I
UNIVERSITY OF YAOUNDE I



FACULTE DES SCIENCES
FACULTY OF SCIENCE

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VEGETALES
DEPARTMENT OF PLANT BIOLOGY

**Performance et amélioration de quelques systèmes
traditionnels de récolte et de conservation post-
récolte du macabo (*Xanthosoma sagittifolium* L.)**

Thèse présentée et soutenue en vue de l'obtention du Doctorat/Ph.D. en Biologie Végétale

Spécialité : Biotechnologies végétales

Par :

BIKOMO MBONOMO René

Matricule : 05Y479

Master of Science

Sous la direction de

AMOUGOU AKOA

Professeur

Année 2013

**LISTE DES ENSEIGNANTS PERMANENTS DE LA FACULTE DES
SCIENCES DE L'UNIVERSITE DE YAOUNDE I
(ANNEE ACADEMIQUE 2012-2013).**

ADMINISTRATION

DOYEN :	BILONG Paul, Professeur
Vice-Doyen DPSAA	NJOPWOUO Daniel, Professeur
Vice-Doyen Scolarité et Suivi des Etudiants	AMBANG Zachée, Maître de Conférences
Vice-Doyen Recherche et Coopération	OWONO OWONO Luc Calvin, Maître de
Chef Division Administrative et Financière :	NDOYE FOE Marie C. F., Chargé de Cours
Chef Division Affaires Académiques, Scolarité et Recherche	ABOSSOLO Monique, Chargé de Cours

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE ET VEGETALES (26)

1	NKONGMENECK Bernard Aloys	Professeur
2	AMBANG Zachée	Maître de Conférences, Vice-Doyen/DSSE
3	BELL Joseph Martin	Maître de Conférences (CDpi)
4	DJOCGOUE Pierre François	Maître de Conférences
5	MOSSEBO Dominique Claude	Maître de Conférences
6	YOUMBI Emmanuel	Maître de Conférences
7	ZAPFACK Louis	Maître de Conférences
8	ANGONI Hyacinthe	Chargé de Cours
9	BIYE Elvire Hortense	Chargé de Cours
10	ESSONO OBOUGOU Germain Gabriel	Chargé de Cours
11	KENGNE NOUMSI Ives Magloire	Chargé de Cours
12	MBARGA BINDZI Marie Alain.	Chargé de Cours, Inspecteur Académique MINESUP
13	MBOLO Marie.	Chargé de Cours
14	NDONGO BEKOLO	Chargé de Cours, CE/MINRESI
15	NGODO MELINGUI Jean Baptiste	Chargé de Cours
16	NGOUO Lucas Vincent	Chargé de Cours
17	NSOM ZAMO Annie Claude ép. Pial	Chargé de Cours, Expert national/UNESCO
18	TSOATA Esaïe	Chargé de Cours
19	DJEUANI Astride Carole	Assistant
20	MAFFO MAFFO Nicole Liliane	Assistant
21	MALLA Armand William	Assistant
22	NGALLE Hermine BILLE	Assistant
23	NGONKEU MAGAPTCHE Eddy Léonard	Assistant
24	NNANGA MEBENGA Ruth Laure	Assistant
25	NOUKEU KOUAKAM Armelle	Assistant

26	TONFACK Libert Brice	Assistant
----	----------------------	-----------

DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE (40)

1	MOUNDIPA FEWOU Paul	Professeur, Chef de Département
2	OBEN Julius EYONG	Professeur
3	BENG née NINTCHOM PENLAP V.	Maître de Conférences
4	FEKAM BOYOM Fabrice	Maître de Conférences
5	FOKOU Elie	Maître de Conférences
6	KANSCI Germain	Maître de Conférences
7	MBACHAM Wilfried	Maître de Conférences
8	MINKA Samuel	Maître de Conférences
9	ACHU Merci BIH	Chargé de Cours
10	ATOUGHO Barbara Mma	Chargé de Cours
11	BELINGA née NDOYE FOE Marie C. Florentine	Chargé de Cours, Chef DAF/FS
12	BIGOGA JUDE	Chargé de Cours
13	BIYITI BI ESSAM née AKAM ADA L. F.	Chargé de Cours
14	BOUDJEKO Thaddée	Chargé de Cours
15	DEMMANO Gustave	Chargé de Cours
16	DJOKAM TAMO Rosine	Chargé de Cours
17	EFFA ONOMO Pierre	Chargé de Cours
18	EVEHE BEBANDOUE Marie –Solange	Chargé de Cours
19	MOFOR née TEUGWA Clauilde	Chargé de Cours, CE SEP MINESUP
20	NGONDI Judith Laure	Chargé de Cours
21	NGUEFACK Julienne	Chargé de Cours
22	NJAYOU Frédéric Nico	Chargé de Cours
23	TCHANA KOUATCHOUA Angèle	Chargé de Cours
24	WAKAM née NANA Louise	Chargé de Cours
25	Palmer MASUMBE NETONGO	Assistant
26	DJUIDJE NGOUNOUE Marcelline	Assistant
27	TIENCHEU DJOKAM Léopold	Assistant
28	KOTUE KAPTUE Charles	Assistant
29	FONKOUA Martin	Assistant
30	MBONG ANGIE MOUGANDE Mary Ann	Assistant
31	BEBEE FADIMATOU	Assistant
32	MBOUCHE FANMOE Marcelline Joëlle	Assistant
33	LUNGA Paul KAILAH	Assistant
34	DAKOLE DABOY Charles	Assistant
35	DONGMO LEKAGNE Joseph Blaise	Assistant
36	PACHANGO NSANGO Sylvain	Assistant
37	BEBOY EDZENGUELE Sara Nathalie	Assistant
38	MANANGA Marlyse Joséphine	Assistant
39	EWANE Cécile Anne	Assistant
40	DJUIKWO NKONGA Ruth Viviane	Assistant

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES (47)

1	BILONG BILONG Charles Félix	Professeur, Chef de Département
2	DIMO Théophile	Professeur
3	FOMENA Abraham	Professeur
4	KAMTCHOUING Pierre	Professeur
5	MIMPFOUNDI REMY	Professeur
6	NGASSAM Pierre	Professeur
7	NJIOKOU Flobert	Professeur
8	DJIETO Lordon Champlain	Maître de Conférences
9	KAMGANG René	Maître de Conférences, C.S. MINRESI
10	NJAMEN Dieudonné	Maître de Conférences
11	NOLA Moïse	Maître de Conférences
12	TAN Paul	Maître de Conférences
13	TCHUEM TCHUENTE Louis	Maître de Conférences, coord. Prog. MINSANTE
14	AJEAGAH Gidéon AGHAINDOUM	Chargé de Cours
15	ALENE Désirée Chantal	Chargé de Cours
16	BAPFUBUSA Benoît Alain	Chargé de Cours
17	BELLET EDIMO Oscar Roger	Chargé de Cours
18	DZEUFLET DJOMENI Paul Désiré	Chargé de Cours
19	ESSOMBA née NTSAMA MBALLA	Chargé de Cours
20	FOTO MENBOHAN Samuel	Chargé de Cours
21	JATSA MEGAPTCHÉ Hermine	Chargé de Cours, MINSANTE
22	KEKEUNOU Sévilor	Chargé de Cours, CT2 MIN.ENERGIE
23	MEGNEKOU Rosette	Chargé de Cours
24	MONY NTONE Ruth	Chargé de Cours
25	NGUEGUIM TSOFAK Florence	Chargé de Cours
26	TOMBI Jeannette	Chargé de Cours
27	ZEBAZE TOGOUET Serge Hubert	Chargé de Cours
28	ATSAMO Albert Donatien	Assistant
29	BILANDA Danielle Claude	Assistant
30	DJIOGUE Séfirin	Assistant
31	ETEME ENAMA Serge	Assistant
32	GOUNOUE KAMKUMO Raceline	Assistant
33	KANDELA KAVAYE Antoine	Assistant
34	KOGA MANG'Dobara	Assistant
35	LEKEUFACK FOLEFACK Guy Benoît	Assistant
36	MAHOB Raymond Joseph	Assistant
37	MBENOUN MASSE Paul Serge	Assistant
38	MOUNGANG NGAMENI Luciane	Assistant
39	MUH Bernice FIEN	Assistant
40	MVEYO NDANKEU Yves Patrick	Assistant
41	NDASSA AROUNA	Assistant
42	NGOULATEU KENFACK Omer BEBE	Assistant
43	NGUEMBOCK	Assistant
44	NJUA Clarisse YAFI	Assistant
45	OBI OBEN Esther	Assistant
46	TADU Zéphirin	Assistant
47	YEDE	Assistant

DEPARTEMENT DE CHIMIE INORGANIQUE (34)

1	NEMBA Robert	Professeur
2	NGAMENI Emmanuel	Professeur, Directeur MINESUP
3	NJOPWOUO Daniel	Professeur, Vice-Doyen/ DPSAA
4	AGWARA ONDOH Moïse	Maître de Conférences, Insp Génér MINPMEA
5	AVOM Jérôme	Maître de Conférences, Directeur IAI Gabon
6	BABALE née DJAM DOUDOU	Maître de Conférences, Chargée mission P.R.
7	DJOUFAC WOUMFO EMMANUE	Maître de Conférences
8	ELIMBI Antoine	Maître de Conférences
9	GHOGOMU Paul MINGO	Maître de Conférences, Directeur cabinet PM
10	KETCHA MBADCAM Joseph	Maître de Conférences, Chef de Département
11	LAMINSI Samuel	Maître de Conférences
12	MELO née CHINJE Uphie F.	Maître de Conférences, Directeur Mipromalo
13	NANSEU Charles Péguy	Maître de Conférences
14	NENWA Justin	Maître de Conférences
15	NDIFON Peter TEKE	Maître de Conférences, IS1 MINRESI
16	NGOMO Horace MANGA	Maître de Conférences, S.G. MINESUP
17	YOUNANG Elie	Maître de Conférences
18	BAIZOUMI ZOUA	Chargé de Cours, Chef Cellule MINTOUR
19	EMADACK Alphonse	Chargé de Cours
20	GWET Simon - Pierre	Chargé de Cours
21	KEUMEGNE MBOUGUEM Jean Claude	Chargé de Cours
22	KONG SAKEO	Chargé de Cours, C.M. au P.M.
23	NDIKONTAR Maurice KOR	Chargé de Cours, vice-Doyen/Ubda
24	NJIOMOU Chantale épouse DJANGANG	Chargé de Cours
25	NJOYA Dayirou	Chargé de Cours
26	SIGNING Pierre	Chargé de Cours
27	ACAYANKA Elie	Assistant
28	BELIBI BELIBI Placide Désiré	Assistant
29	CHEUMANI YONA Arnaud	Assistant
30	KAMGANG YOUBI Georges	Assistant
31	NDI Julius NSAMI	Assistant
32	NYAMEN Linda Dyorisse	Assistant
33	PABOUDAM GBAMBIE Awaou	Assistant
34	TCHAKOUTE KOUAMO Hervé	Assistant

DEPARTEMENT DE CHIMIE ORGANIQUE (37)

1	DONGO Etienne	Professeur
2	FON KIMBU Samuel	Professeur
3	GHOGOMU TIH ROBERT RALPH	Professeur
4	MBAFOR Joseph	Professeur
5	NGADJUI TCHALEU B.	Professeur, Chef de dépt FMBS
6	NGOUELA Silvère Augustin	Professeur
7	NKENGFAK Augustin Ephraïm	Professeur, Chef de Département
8	NYASSE Barthélemy	Professeur, Chef cellule MINESUP
9	PEGNYEMB Dieudonné Emmanuel	Professeur, Chef cellule MINESUP
10	TSAMO Etienne	Professeur

11	WANDJI Jean	Professeur
12	FOLEFOC Gabriel NGOSONG	Maître de Conférences, VD/UB
13	KAPNANG Henriette	Maître de Conférences
14	KOUAM Jacques	Maître de Conférences
15	NOUNGOUE TCHAMO Diderot	Maître de Conférences
16	TCHOUANKEU Jean-Claude	Maître de Conférences, Chef de Service Rect.UYI
17	YANKEP Emmanuel	Maître de Conférences
18	Alex de Théodore ATCHADE	Chargé de Cours
19	BISSECK Paulette	Chargé de Cours
20	EYONG Kenneth OBEN	Chargé de Cours
21	KEUMEDJIO Félix	Chargé de Cours
22	KEUMOGNE Marguerite	Chargé de Cours
23	MBAZOA née DJAMA Céline	Chargé de Cours
24	MKOUNGA Pierre	Chargé de Cours
25	NGO MBING Joséphine	Chargé de Cours
26	NGONO BIKOBO Dominique Serge	Chargé de Cours
27	TABOPDA KUATE Turibio	Chargé de Cours
28	TAGATSING FOTSING Maurice	Chargé de Cours
29	TIH née NGO BILONG E. Anastasie	Chargé de Cours
30	ZONDENDEGOUMBA Ernestine	Chargé de Cours
31	AMBASSA Pantaleon	Assistant
32	FOTSO WABO Ghislain	Assistant
33	KAMTO Eutrophe Ledoux	Assistant
34	NGINTEDO Dominique	Assistant
35	NGOMO Orléans	Assistant
36	NOTE LOUGBOT Olivier	Assistant
37	OUAHOUE WACHE Blandine Marlyse	Assistant

DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE (25)

1	TCHUENTE Maurice	Professeur, PCA UB
2	ATSA ETOUNDI Roger	Maître de Conférences, Chef de Département
3	FOTSO Pauline Laure	Maître de Conférences, Vice-Recteur UDs
4	FOUDA NDJODO Marcel	Maître de Conférences, IA4 MINESUP/Chef Dpt ENS
5	NDOUNDAM René	Maître de Conférences
6	CHEDOM FOTSO Donatien	Chargé de Cours
7	MELATAGIA YONTA Paulin	Chargé de Cours
8	TINDO Gilbert	Chargé de Cours
9	TSOPZE Norbert	Chargé de Cours
10	WAKU KOUAMOU Jules	Chargé de Cours
11	ABESSOLO ALO'O Gislain	Assistant
12	BAYEM Jacques Narcisse	Assistant
13	DJOUWE MEFFEJA Merline Flore	Assistant
14	EBELE Serge	Assistant
15	HAMZA Adamou	Assistant
16	KAMDEM KENGNE Christiane	Assistant
17	KAMGUEU Patrick Olivier	Assistant
18	KENFACK DONGMO Clauvice Viliane	Assistant

19	KOMGUEM Rodrigue	Assistant
20	KOUOKAM KOUOKAM Etienne Appolin	Assistant
21	MEYEMDOU Nadège Sylvianne	Assistant
22	MONTHE DJIADEU Valery Martial	Assistant
23	MOTO MPONG Serge Alain	Assistant
24	OMEKONG AZANZI Fidel	Assistant
25	TAPAMO KENFACK Hyppolite	Assistant

DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES (39)

1	BEKOLLE David	Professeur, Vice-Recteur UN
2	BITJONG NDOMBOL	Professeur, DIPD UY II
3	DOSSA COSSY Marcel	Professeur
4	NGUETSENG Gabriel	Professeur, Chef du CUTI UYI
5	NOUTCHEGUEME Norbert	Professeur
6	TONGA Marcel	Maître de Conférences
7	WAMON François	Maître de Conférences, Chef de Département
8	AYISSI Raoult Domingo	Chargé de Cours
9	BINZOULI Etienne Jean-Jacques	Chargé de Cours
10	EMVUDU WONO Yves S.	Chargé de Cours, Chef Cellule MINESUP
11	FOMEKONG Christophe	Chargé de Cours
12	KIANPI Maurice	Chargé de Cours
13	KIKI Maxime Armand	Chargé de Cours
14	MBAKOP Guy Merlin	Chargé de Cours
15	MBANG Joseph	Chargé de Cours
16	MBIANDA Gilbert	Chargé de Cours
17	MEWOLI Boulchard	Chargé de Cours
18	NDAKBO Victor	Chargé de Cours
19	NGUIMTSA Charles	Chargé de Cours
20	NKUIMI JUGNIA Célestin	Chargé de Cours
21	NOUNDJEU Pierre	Chargé de Cours
22	TCHANGANG Roger Duclos	Chargé de Cours
23	TCHOUNDJA Edgar Landry	Chargé de Cours
24	TCHAPNDA NJABO Sophonie Blaise	Chargé de Cours
25	TIAYA TSAGUE N. Anne- Marie	Chargé de Cours
26	ZAME Alfred	Chargé de Cours
27	AGHOUKENG JIOFACK Jean Gérard	Assistant
28	CHENDJOU Gilbert	Assistant
29	DJIADEU NGAHA Michel	Assistant
30	MBEHOU Mohamed	Assistant
31	MBIAKOP Hilaire George	Assistant
32	MENGUE MENGUE David Joe	Assistant
33	NGUEFACK Bertrand	Assistant
34	NKONLACK Socgnia Virginie	Assistant
35	NIMPA PEFOUKEU Romain	Assistant
36	POLA DOUNDOU Emmanuel	Assistant
37	TAKAM SOH Patrice	Assistant
38	TANG AHANDA Barnabé	Assistant, Chef Serv. MINPLAMAT

39	TETSADJIO TCHILEPECK Mesmin Erick	Assistant
----	--------------------------------------	-----------

DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE (12)

1	ETOA François-Xavier	Professeur, Chef de Département, CT /PM
2	ESSIA NGANG Jean Justin	Maître de Conférences
3	NWAGA Dieudonné M.	Maître de Conférences
4	BODA Maurice	Chargé de Cours
5	BOYOMO ONANA	Chargé de Cours
6	ENO Anna Arey	Chargé de Cours
7	NYEGUE Maximilienne	Chargé de Cours
8	RIWOM Sara Honorine	Chargé de Cours
9	SADO KAMDEM Sylvain Leroy	Chargé de Cours
10	BOUGNOM Blaise Pascal	Assistant
11	NJIKI BIKOÏ Jacky	Assistant
12	TCHIKOUA Roger	Assistant

DEPARTEMENT DE PHYSIQUE (39)

1	KOFANE Timoléon Crépin	Professeur, Chef de Département
2	NJOMO Donatien	Professeur
3	WOAFO Paul	Professeur
4	ESSIMBI ZOBO Bernard	Maître de Conférences
5	NDJAKA Jean Marie Bienvenu	Maître de Conférences
6	NOUAYOU Robert	Maître de Conférences
7	OUMAROU BOUBA	Maître de Conférences, Recteur UY II
8	PEMHA Elkana	Maître de Conférences
9	TABOD Charles TABOD	Maître de Conférences, Vice-Doyen/Ubda
10	TCHAWOUA Clément	Maître de Conférences
11	ZEKENG Serge Sylvain	Maître de Conférences
12	BEN- BOLIE Germain Hubert	Chargé de cours
13	BIYA MOTTO Frédéric	Chargé de cours, Dir. Gén. B. MEKIM
14	DJUIDJE KENMOE Germaine épse AOYEM KAZE	Chargé de Cours
15	EKOBENA FOU DA Henri Paul	Chargé de Cours, Chef Dépt UN
16	FEWO Serge Ibraïd	Chargé de Cours
17	FOUEDJIO David	Chargé de Cours
18	HONA Jacques	Chargé de Cours
19	MBANE BIOUELE	Chargé de Cours
20	MBONO SAMBA Yves Christian U.	Chargé de Cours, Vice-Doyen/ Uds
21	NJANDJOCK NOUCK Philippe	Chargé de Cours, Chef Serv. MINRESI
22	NANA NBENDJO Blaise	Chargé de Cours
23	NDOP Joseph	Chargé de Cours
24	OBOUNOU Marcel	Chargé de Cours
25	SAIDOU	Chargé de Cours
26	SIEWE SIEWE Martin	Chargé de Cours
27	SIMO Elie	Chargé de Cours
28	TABI Conrad Bertrand	Chargé de Cours
29	TCHOFFO Fidèle	Chargé de Cours
30	WAKATA née BEYA Annie	Chargé de Cours, Chef Serv. MINESUP

31	WOULACHE Rosalie Laure	Chargé de Cours
32	ABDOURAHIMI	Assistant
33	BODO Bernard	Assistant
34	CHAMANI Roméo	Assistant
35	EDONGUE HERVAIS	Assistant
36	ENYEGUE A NYAM Françoise épouse BELINGA	Assistant
37	EYEBE FOUA Jean Sire	Assistant
38	MBINACK Clément	Assistant
39	VONDOU DERBETINI Appolinaire	Assistant

DEPARTEMENT DE SCIENCE DE LA TERRE (43).

1	BILONG PAUL	Professeur, Doyen/Chef de Département
2	NZENTI Jean-Paul	Professeur
3	BITOM Dieudonné Lucien	Maître de Conférences, Doyen/UN
4	FOUATEU Rose épouse YONGUE	Maître de Conférences,
5	KAMGAING Rose épouse YONGUE	Maître de Conférences
6	MEDJO EKO Robert	Maître de Conférences, D.I.P.D. UYI
7	MVONDO ONDOA Joseph	Maître de Conférences
8	NDAM NGOUPAYOU Jules-Rémy	Maître de Conférences
9	NDJIGUI Paul-Désiré	Maître de Conférences
10	NGOS III Simon	Maître de Conférences, D.A.A.C./UM
11	NKOUMBOU Charles	Maître de Conférences
12	TEMDJIM Robert	Maître de Conférences
13	ABOSSOLO née ANGUE Monique	Chargé de Cours, Chef DAASR
14	BEKOA Etienne	Chargé de Cours
15	BISSO Dieudonné	Chargé de Cours, Directeur Projet Barrage Memve'ele
16	EKOMANE Emile	Chargé de Cours
17	ESSONO Jean	Chargé de Cours, C.E.A. MINIMDT
18	GHOOGOMU Richard TANWI	Chargé de Cours
19	LAMILEN BILLA Daniel	Chargé de Cours
20	LIENOU Gaston	Chargé de Cours
21	MINYEM Dieudonné	Chargé de Cours
22	MOUAFO Lucas	Chargé de Cours
23	MOUNDI Amidou	Chargé de Cours, Inspecteur 1 MINIMDT
24	NGO BIDJECK Louise Marie	Chargé de Cours
25	NGUEUTCHOUA Gabriel	Chargé de Cours
26	NJILAH Isaac KONFOR	Chargé de Cours
27	NJOM Bernard de Lattre	Chargé de Cours
28	NYECK Bruno	Chargé de Cours
29	ONANA Vincent	Chargé de Cours, C.S. MINIMDT
30	TCHAKOUNTE Jacqueline ép. NUMBEM	Chargé de cours
31	TCHOUANKOUE Jean-Pierre	Chargé de Cours
32	YENE ATANGANA Joseph Q.	Chargé de Cours, Chef Div. MINFOF
33	ANABA ONANA Achille Basile	Assistant
34	GANNO Sylvestre	Assistant
35	MBIDA YEM	Assistant
36	METANG Victor	Assistant

37	NGO BELNOUN Rose Noël	Assistant
39	NOMO NEGUE Emmanuel	Assistant
40	TCHAPCHET TCHATO De Pesquidoux I	Assistant
41	TEHNA Nathanaël	Assistant
42	TEMGA Jean Pierre	Assistant
43	ZO'O ZAME Philémon	Assistant, S.G. MINTP

DEDICACE

Ce travail est dédié

A mes enfants Florentine Virginie, Xaverie Etienne, Huguette Carmen et Ingrid Greeg.

A mes petits-fils Darlène, Edgard, Evrad et Nathan

A ma très chère et tendre épouse, Mme BIKOMO née NGUELE Gèneviève.

REMERCIEMENTS

Le déroulement des travaux de recherche de la présente thèse de doctorat/PhD est placé sous la direction de Pr. AMOUGOU AKOA, chef de Département de Biologie et de Physiologie Végétale de la Faculté des Sciences de l'Université de Yaoundé I. Je tiens à lui exprimer toute ma reconnaissance pour son attitude bienveillante et disponible, et pour ses observations édifiantes et formatrices, source essentielle d'orientation de notre travail.

Je voudrais du fond du cœur remercier Monsieur le Recteur de l'Université de Dschang, Pr. FOMETHE Anaclet, qui a approuvé le déblocage de la subvention de l'institution ayant servi à la finalisation de ma thèse, entérinant ainsi la recommandation du comité d'attribution de cette assistance financière d'appui à la formation des formateurs.

J'exprime ma profonde gratitude à la Fondation Internationale pour le Science (FIS) de Stockholm, en Suède, qui dans une grande proportion, à travers un financement renouvelé plus d'une fois, a contribué à la réalisation des travaux de recherche de cette thèse et pris en charge ma participation à de multiples rencontres scientifiques nationales et internationales, opportunité d'inspiration et de consolidation de la thématique et de nos travaux.

Dans le cadre de la réalisation de ceux-ci, une abondante littérature scientifique et d'appui au développement agricole m'a été offerte, à titre de soutien et d'encouragement par divers auteurs. Cette documentation a été avantageusement exploitée en faveur de l'amélioration de la qualité du contenu de ma thèse. Les institutions ou personnes concernées auteurs de ce geste louable et mémorable à notre endroit sont : Le Centre International d'Agriculture Tropicale (CTA), (Pays-Bas), Pr. BBADBURY J. Howard (Université de Canberra, Australie), Pr. KAYS S. Stanley (Université de Georgie, USA) et Dr. SCHULER Bruno (DES/ZEL, Allemagne).

C'est avec une immense gratitude que je signale la collaboration bénéfique de nombreux spécialistes, responsables de laboratoires spécialisés : Pr. Joseph DESBULLEUX (Laboratoire de Bromatologie du Département de Zootechnie de l'ancien Centre Universitaire de Dschang (CUDS)), Dr. Mc KELLAR (Equipe USAIDS, Département d'Agriculture, CUDS), Dr. BERINYUY Joseph (Laboratoire du Département de Génie Rural de la FASA), Dr. MBOME Israël et Dr. AGBOR EGBE (Laboratoire de l'IMPM de Yaoundé) et Dr. AMBANG Zachée (Laboratoire de Physiologie Végétale de la FS de l'Université de Yaoundé I).

Je ne saurais oublier les nombreux conseils, ô combien utiles, recueillis de plusieurs personnes ressources et qui m'ont profondément marqué, soutenu et orienté, sur la plan scientifique, professionnel et pratique. Il s'agit de :

Au Centre Universitaire de Dschang, devenu Université de Dschang : Feu Pr. MFOULOU Jean, Pr. DJOUKAM Joseph, Pr. NJIFUTIE NJIKAM, Pr. TCHALA ABINA François, Pr. TCHOUMBOUE Joseph, Pr. MANJELI YACOUBA, Pr. ONGLA Jean, Pr. MPOAME MBIDA, Pr. BADEGANA Alfred, Pr. FONTEM Dominic, Pr. GHOGOMU Richard, Pr. TEGUIA Alexis, Feu Dr. TETIO KAGHO Fidèle, Dr. LAWANE Gilbert, Dr. LYONGA Simon, Dr. IROUME Roger Noël et Dr. FOUA Thérèse.

Hors de l'Université de Dschang : Pr. BRECHT K. Jeffrey et Pr. DAN Huber (Université de Floride, USA), Dr. Jacques GAILLARD et Dr. Richard FUCHS (FIS), Dr. OKOLI O. (IITA, Ghana), Dr. EKANEYAKE (IITA, Ibadan), Dr. NDONGO BEKOLO (département de Biologie et de Physiologie Végétale de la FS de l'Université de Yaoundé I) et Feu TIKY MPONDO Georges (IRAD, Njombé).

Je rester très reconnaissant envers toutes ces personnes pour les encouragements qu'elles m'ont apportés dans le sens de la poursuite et de l'achèvement de ce travail.

Mes profonds remerciements vont à l'endroit du personnel technique suivant de l'Université de Dschang, dont la disponibilité et l'efficacité professionnelles m'ont positivement marqué : DONGMO Etienne, MVONDO EVAMEYE Nicolas, MINKAME Nicéphore, JIATSA Désiré, KOBLA Fridolin, Mme NJOUA Annette et feu NENI Patrice.

A l'endroit de certains anciens étudiants de la FASA, notamment PONSU Gabin Magloire, NYATE Parfait et EBONDJE Georges, dont l'implication et l'enthousiasme ont été utiles dans l'accomplissement de ce travail, je garde une sincère reconnaissance.

Par ailleurs, il convient de signaler avec un sentiment de satisfaction et de gratitude, que la saisie et la mise en page de ce document ont été réalisés par Mademoiselle MIENJE Thérèse, M. TEMGOUA T. Hilaire et M. LIBONG Roger.

Enfin, je rends un hommage appuyé et mérité à ma très chère épouse, Madame BIKOMO née NGUELE GENEVIÈVE dont l'assistance, avec abnégation, l'enthousiasme, le dévouement ont accompagné les différentes étapes de ce travail.

Je n'oublierai pas tous mes camarades et proches. Au risque d'oublier certains d'entre vous, je m'abstiendrai d'évoquer des noms. A tous, je dis merci pour votre soutien moral et matériel.

SOMMAIRE

LISTE DES ENSEIGNANTS PERMANENTS DE LA FACULTE DES SCIENCES DE L'UNIVERSITE DE YAOUNDE I.....	i
DEDICACE	x
REMERCIEMENTS.....	xi
SOMMAIRE	xiii
LISTE DES TABLEAUX	xv
LISTE DES FIGURES.....	xvi
LISTE DES ABREVIATIONS	xviii
RESUME	xix
SUMMARY	xxi
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I. REVUE DE LA LITTÉRATURE.....	4
I-1 GENERALITES.....	5
I-1.1. Systématique des aracées cultivées	Erreur ! Signet non défini.
I-1.2. Origine et distribution du macabo	5
I-1.3. Description de la plante	8
I-1.4. Importance et rendement de la culture	11
I-1.5. Détérioration post-récolte du macabo.....	12
I-1.6. Multiplication des Aracées	12
I-1.7. Exigences climatiques et édaphiques	13
I-1.8. Culture et croissance.....	13
I-1.9. Maturation et récolte.....	16
I-1.10. Importance alimentaire	17
I-1.11. Détérioration post-récolte	20
I-1.12. Pratiques post-récolte	22
CHAPITRE II. MATERIELS ET METHODES	30
II-1. IMPACT DE LA VARIETE ET DE LA MATURETE A LA RECOLTE SUR L'EFFET DE LA CHLORATION ET DE L'EMBALLAGE DU MACABO EN ENTREPOSAGE	31
II-1.1. Nature, provenance et préparation du matériel végétal.....	31
II-1.2. Caractéristiques du dispositif expérimental	31
II-1.3. Spécificités des traitements factoriels	31
II-1.4. Evaluation de la performance des tubercules	32
II-1.5. Analyse statistique.....	34
II-2. INCIDENCE DE L'ENFOUISSEMENT DANS LES BUTTES SUR LE COMPORTEMENT DU MACABO BLESSE OU TRAUMATISE ET ENTREPOSE	35
II.2.1. Matériel végétal	35
II.2.2 Dispositif expérimental.....	35

II.3. EFFETS DE L'ECIMAGE SUR LA PERFORMANCE A L'ENTREPOSAGE DES TUBERCULES DE MACABO	36
II.3.1. Matériel végétal	36
II.3.2. Dispositif expérimental.....	36
II.3.3. Evaluation de la performance des tubercules	36
CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION.....	39
III-1. IMPACT DE LA VARIETE ET DE LA MATURITE A LA RECOLTE SUR L'EFFET DE LA CHLORATION ET DE L'EMBALLAGE DU MACABO EN ENTREPOSAGE	40
III-1.1. Effet de la variété et du stade de maturité sur la perte de poids.....	40
III-1.2. Effet de la variété et du stade de maturité sur le bourgeonnement	40
III-1.3. Effet du stade de maturité et de la variété sur la qualité physique.....	44
III-1.4. Effet de la chloration sur l'incidence de pourriture	42
III-1.5. Effet de l'emballage sur la teneur en eau et en matière sèche	44
III-1.6. Effet de la variété sur la teneur en eau	44
III-1.7. Effet des traitements sur la palatabilité	46
III-1.8. Conclusion partielle	47
III-2. INCIDENCE DE L'ENFOUISSEMENT DANS LES BUTTES SUR LE COMPORTEMENT DU MACABO BLESSE OU TRAUMATISE ET ENTREPOSE	47
III.2.1. Effet de la variété, des blessures, des meurtrissures et de l'enfouissement sur la présentation physique globale	48
III.2.2. Effet de la variété, des blessures et de l'enfouissement sur la perte de poids	50
III.2.3. Effet de la variété, des blessures et de l'enfouissement sur la pourriture	50
III.2.4. Effet de la variété et des meurtrissures sur le bourgeonnement	51
III.2.5. Effets des différents traitements sur la teneur en eau	52
III-2.6. Conclusion partielle	55
III.3. EFFETS DE L'ECIMAGE SUR LA PERFORMANCE A L'ENTREPOSAGE DES TUBERCULES DE MACABO	56
III.3.1. Effets de l'écimage sur la présentation physique globale	56
III.3.2. Effets de l'écimage sur la teneur en eau.....	57
III.3.3. Effets de l'écimage sur la perte de poids.....	59
III.3.4. Effets de l'écimage sur le bourgeonnement	60
III.3.5. Effets de l'écimage sur la pourriture	61
III.3.6. Effets de l'écimage sur la teneur en matière sèche	61
III.3.7. Effet de l'écimage sur la teneur en amidon.....	62
III.3.8. Effet de l'écimage sur la teneur en sucres totaux.....	63
III.3.9. Effet de l'écimage sur la palatabilité.....	64
III-3.10. Conclusion partielle	65
CONCLUSION GENERALE RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES.....	66
BIBLIOGRAPHIE	70
ANNEXES	89

LISTE DES TABLEAUX

- Tableau I. Résumé de l'analyse des variances des effets de la variété du stade de la maturité de la chloration et de l'emballage sur la présentation physique globale, l'incidence de la pourriture, la perte de poids et le bourgeonnement du macabo entreposé. 41
- Tableau II. Résumé des moyennes des performances du macabo entreposé en présentation physique globale, perte de poids, pourriture, bourgeonnement et palatabilité, sous l'effet de la variété, du stade de maturité, de la chloration et de l'emballage. 41
- Tableau III : Résumé de l'analyse des variances des effets de la variété (Var), des blessures (Ble), des buttes (But) et des meurtrissures (Meu) sur la perte de poids (Pp), l'incidence de la pourriture (Ip), le bourgeonnement (Bo) et la présentation globale visible (Pgv) du macabo entreposé..... 49
- Tableau IV. Résumé des moyennes des performances en présentation physique globale (PPG), pourriture (P), bourgeonnement (Bo), et perte de poids (PP) du macabo, après 3 mois d'entreposage, sous l'influence de la variété, des blessures, des meurtrissures et de l'enfouissement. 52
- Tableau V. Résumé de l'analyse des variances des effets de la variété (Var) et de la période d'écimage (Eci) sur la présentation physique globale (Pgv), l'incidence de la pourriture (Ip), la perte de poids (Pp), et le bourgeonnement Bo) du macabo entreposé..... 57
- Tableau VI. Résumé des moyennes des performances en présentation physique globale (Pgv), incidence de pourriture (Ip), perte de poids (Pp), bourgeonnement (Bo) et palatabilité (Pa) du macabo, après 3 mois d'entreposage, sous l'influence de la variété et de la période d'écimage 58

LISTE DES FIGURES

Fig. 1. Localisation des différentes zones de production des Araceae dans le monde.....	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 2. Plante entière de macabo (<i>Xanthosoma maffafa</i> L.).....	9
Fig. 3. Plante entière et organes végétatifs et reproducteurs du macabo.	10
Fig. 4. Plante entière de taro (<i>Colocasia esculenta</i>), (O’Hair et Asokan, 1986)...	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 6 : Le Cameroun dans l’Afrique.	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 7 : La région de l’Ouest dans le Cameroun.....	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 8 : Le département de la Menoua dans la région de l’ouest.	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 9 : L’arrondissement de Dschang dans le département de la Menou,	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 10. Influence de la variété sur la teneur en eau du macabo entreposé.	45
Fig. 11. Influence de la maturité sur la teneur en eau du macabo entreposé.....	45
Fig. 12. Influence du type d’emballage sur la teneur en eau du macabo entreposé.	46
Fig. 13. Influence de la variété (A) et des meurtrissures (B) sur la teneur en eau des cormels du macabo entreposés.....	54
Fig. 14. Influence de l’enfouissement (A) et des meurtrissures (B) sur la teneur en eau du macabo entreposé.....	55
Fig. 15. Influence de l’écimage sur la présentation physique des tubercules de macabo entreposés.....	59
Fig. 16. Influence de l’écimage sur la teneur en eau des tubercules de macabo.....	60
Fig. 17. Influence de l’écimage sur la perte de poids des tubercules de macabo entreposés.	61
Fig. 18. Influence de l’écimage sur la teneur en matière sèche des tubercules de macabo entreposés.....	62
Fig. 19. Influence de la période d’écimage sur la teneur en amidon des tubercules de macabo entreposés.	63
Fig.20. Influence de la période d’écimage sur la teneur en sucres totaux des tubercules de macabo entreposés.	64

LISTE DES ABREVIATIONS

ACIAR :	Australian centre for International Agriculture Research
CIP:	Centre International pour la Pomme de terre.
CIRAD:	Centre de coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement.
CTA :	Centre Technique de coopération Agricole et Rurale
DES :	Deutsche Stiftung für internationale entwicklung (fondation allemande pour le développement international)
GRET :	Groupe de Recherche et d'Echanges Technologiques.
GTZ :	Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit.
FIS :	Fondation Internationale pour la Science
IITA :	International Institute of Tropical Agriculture
ISTRC-AB:	International Society for Tuber and Root Crops-Africa Branch
ROTREP:	Roots and Tuber Research Project.
USDA:	United States Department of Agriculture
USAID:	United states Agency for International Development
ZEL:	Zentral stele für Ernährung und Landwirtschaft (Centre de Coopération Technique Allenande)

RESUME

Les tubercules de deux variétés de macabo (*Xanthosoma sagittifolium* L.), le rouge et le blanc, ont été conditionnés et testés pour leur aptitude à l'entreposage, par rapport au stade de maturité, à l'emballage, à la chloration, à l'enfouissement et à l'écimage, dans le contexte factoriel suivant : 1) Les tubercules de $14 \times 10^{-5} \text{m}^3$ en moyenne, récoltés à 8, 9, 10 et 11 mois de maturité et groupés en échantillons de 10 produits, ont été trempés dans une solution d'hypochlorite de sodium à 1 %. Ils ont été emballés dans des sacs de $25 \times 10^{-3} \text{m}^3$ en jute et en plastique perforés de trous de 8 mm de diamètre et écartés les uns des autres de 10 cm, et ont été placés dans une étagère grillagée pour entreposage. 2) Les tubercules des 2 variétés de macabo ont été blessés et meurtris après récolte, en simulation des dégâts mécaniques de récolte et de transport, puis ont été enfouis dans des buttes avant entreposage. 3) Les tubercules ont été récoltés des plantes de macabo écimées à 1 et 2 semaines respectivement, avant récolte et placés en entreposage. Après 2 mois de stockage, la récolte du macabo âgé de 10 et 11 mois a de manière significative ($p < 0,05$) contribué à l'obtention de quantités respectives plus élevées de tubercules en bonne qualité (31,90 % et 33,90 %), en comparaison avec la récolte de ces produits à 8 et 9 mois de maturité, n'ayant conduit à l'obtention d'aucun tubercule de qualité satisfaisante. Le macabo rouge a enregistré une perte de poids (32,48 %) plus élevée ($p < 0,05$) que celle (25,33 %) obtenue sur le macabo blanc. L'emballage dans des sacs en plastique perforé a significativement ($p < 0,05$) réduit la perte de poids des tubercules entreposés (25,90 %), à l'opposé des sacs en jute (30,65 %) et de l'absence d'emballage (29,89 %). La solution d'hypochlorite de sodium (1 % NaOCl), utilisée comme liquide de trempage bactéricide n'a pas neutralisé la pourriture des tubercules. Le macabo blanc a produit un bourgeonnement (8,05 %) plus développé ($p < 0,05$) par rapport à celui apparu sur le macabo rouge (0,36 %). Le macabo récolté à 10 et 11 mois de maturité, indépendamment de la variété, a plus bourgeonné et atteint des proportions plus élevées ($p < 0,05$) respectives de 4,69 % et 5,03 %. Les tubercules moins âgés, (8 et 9 mois), ont formé des bourgeons d'envergures respectives de 3,67 % et 3,46 %, réduites et comparables ($p > 0,05$). Les tubercules blessés ou meurtris, puis enfouis dans des buttes avant entreposage ont préservé une qualité globale remarquable. L'enfouissement a contribué à la réduction de 10 % et 14 % de pertes d'eau sur le macabo blanc et rouge respectivement. Contrairement à l'effet attendu, l'enfouissement n'a pas favorisé ($p > 0,05$) une cicatrisation effective des blessures des tubercules, ni empêché la pourriture et le bourgeonnement de ceux-ci. L'écimage n'a pas produit d'effet significatif ($P > 0,05$) sur la perte

de poids, le bourgeonnement et la pourriture du macabo. L'écimage a par ailleurs causé une réduction remarquable d'amidon (10 %) des tubercules de macabo blanc, s'accroissant avec une durée prolongée d'entreposage. Les tubercules provenant des plantes écimées à 2 semaines avant la récolte ont fait l'objet de plus d'accumulation des sucres totaux (80%), en comparaison avec le taux réalisé dans les produits prélevés des plantes écimées à 1 semaine (77 %) et celui des tubercules témoins (70 %). L'écimage a eu un effet significatif ($p < 0,05$) dans l'amélioration de la qualité organoleptique du macabo ; les tubercules provenant des plantes écimées à 2 et 1 semaines avant la récolte ont obtenu des niveaux élevés respectifs et comparables de préférence de 56,44 % et 59,83 %, des dégustateurs, à côté de celui plus bas (48,25 %), attribué aux produits témoins.

Mots clés : Xanthosoma, récolte, entreposage, qualité, Dschang

SUMMARY

Corms from 2 varieties of cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium* L.), the red and the white fleshed were pre or post harvest handled and tested with different factors in a combined or a sequential context, for preservation or improvement of quality performance in storage. Freshly harvested corms, at 10 and 11 months stage of maturity, were dipped in 1% sodium hypochlorite solution, and packaged in jute bags and perforated plastic bags with holes of 8 mm in diameter and 10 cm in spacement. Products were thereafter placed in storage shelves covered with a metallic net. A second lot of corms of the two selected varieties were, following harvest, wounded and bruised, in simulation of mechanical damages, and placed in mounds before storage. A last lot of corms were harvested 1 and 2 weeks after pruning of cocoyam plants and placed in storage. Performance records obtained after 2 months of shelflife have shown a significant ($p<0,05$) high improvement of the overall postharvest visual quality of tubers harvested after 10 and 11 months of maturity (31,90 % and 33,90 % respectively). The use of perforated plastic bags significantly ($p<0,05$) reduced weight loss in stored cocoyam corms (25,90 %), in comparison with that in jute bags (30,65 %) or the records obtained with control products (29,89 %). Dipping of corms in a 1 % NaOCl bactericide solution was ineffective in rotting control. The white cocoyam corms has produced a more ($p<0,05$) developed sprouting (8,05 %) as opposed to that of the red cocoyam (0,36 %). Regardless of the variety, corms harvested at 10 and 11 months of maturity significantly ($p<0,05$) produced more elongated sprouting (4,69 % and 5,03% respectively) than the products harvested at 8 and 9 months after planting, which developed respective and comparable sprout formations of 3,67 % and 3,46 %. The red cocoyam has recorded a significantly ($p<0,05$) higher weight loss (32,48 %) than the level obtained in white cocoyam (25,33 %). Mounding of wounded or injured corms prior to storage has produced a noticeable shelflife quality preservation, and has contributed to 10 % and 14 % drops in water loss in white and red cocoyam respectively. Contrarily to the expected positive effect, mounding was ineffective ($p>0,05$) in wound healing, and in decay and sprouting prevention. Similarly, pruning did not yield a significant impact on weight loss, sprouting and decay control of cocoyam. Pruning of plants 2 weeks before storage favored a higher total sugars accumulation (80 %) in the tubers whereas delaying of that operation for 1 week or until harvest time led to the respective and reduced records of 77 % and 70 %. In addition, a relatively lesser reduction of 5 % in starch content was recorded in tubers from plants pruned 2 weeks before storage as compared to higher proportions obtained when plants

were pruned 1 week prior to storage (8 %) and when pruning were done on harvest day (10 %). Moreover, pruning has significantly ($p < 0,05$) improved the organoleptic quality of cocoyam. Corms from plants that were pruned 2 weeks and 1 week before storage have received higher and comparable preference records (56,44 % and 59,83 % respectively) than the reduced record (48,25 %) attributed to control products.

Keys words: Xanthosoma, harvest, storage, quality, Dschang

INTRODUCTION GENERALE

La récolte de tubercules de macabo à un stade de maturité optimum (Bikomo, 1994) et l'écimage des plantes avant récolte (Tanaka *et al.*, 1983 ; Schohei et Data, 1984 ; Data *et al.*, 1984) s'avèrent favorables pour une performance des tubercules entreposés de macabo.

Le séchage ou subérisation des tubercules à une température et à une humidité relative adéquates, suivant la récolte et avant l'entreposage prédispose la plupart des tubercules à un séjour prolongé en conservation (Lutz, 1945 ; Bikomo et Brecht, 1991 et Aguégua *et al.*, 2000).

Une réduction satisfaisante de pertes et une amélioration appréciable de la qualité ont été enregistrées sur des tubercules et des tubercules fils, placés pour stockage dans des fibres de noix de coco (Passam, 1982), dans des fosses ou dans des sacs en polyéthylène (Booth et Shaw, 1981 ; Coursey, 1983 ; Bikomo, 1994).

L'efficacité de l'hypochlorite de sodium (Bartz et Kelman, 1985 ; Nzietchueng et Tchio, 1991 ; Bikomo et Brecht, 1991 ; Bikomo, 1994) et des fongicides (Bartz et Kelman, 1985 ; Aguégua *et al.*, 2000) a été testée et confirmée pour relever à un niveau acceptable la qualité des tubercules de pomme de terre et de macabo entreposés. La préservation par le froid constitue une bonne alternative garantissant le maintien en condition satisfaisante du macabo stocké à des températures avoisinant 7-10 °C, sans altération organoleptique (Gooding et Campbell, 1961).

L'atomisation et l'injection de la vapeur d'eau dans l'air ventilé dans le milieu de conservation des produits agricoles sont préconisées pour combler le déficit de pression de vapeur d'eau dans celui-ci, néfaste à l'équilibre hydrique et à la qualité du matériel végétal conservé (Booth et Shaw, 1981).

Les méthodes post-récolte traditionnelles utilisées en manutention et entreposage du macabo et d'autres tubercules sont caractérisées par une efficacité limitée et mitigée sur des pertes considérables pouvant s'élever à 50 % en 1 mois de stockage (Booth, 1974 ; Passam, 1982 ; Bikomo, 1988 ; Bikomo et Brecht, 1992) et atteindre 95 % en 2 mois (Praquin et Miché, 1971). Ces techniques ne produisent pas par conséquent des résultats assurant à satisfaction la couverture des besoins d'autosuffisance alimentaire dans les zones de production et de consommation de cette denrée. Par ailleurs, cet état approximatif de performance est loin de promouvoir la transformation de ces produits périssables, de stimuler la production marginale commercialisable susceptible d'accroître et de consolider le revenu financier des différents opérateurs de ce secteur agricole, dans un environnement menacé d'enlèvement dans la pauvreté.

Les insuffisances enregistrées dans la capacité et l'efficacité de ces systèmes traditionnels de récolte et de conservation post-récolte semblent le résultat de l'absence d'une identification et d'une caractérisation scientifique effective des différents facteurs opérationnels dans ces systèmes, ainsi que les effets de ceux-ci sur la qualité des tubercules stockés. Autrement dit, une étude des méthodes traditionnelles de récolte et d'entreposage, et leur incidence sur les aptitudes physiologiques, biologiques, et biochimiques des tubercules de macabo stockés s'avère nécessaire. Cette investigation vise le développement d'un contrôle des effets adverses de ces systèmes, susceptibles de dégrader la qualité des produits entreposés.

La perspective prioritaire actuelle est focalisée sur le développement et l'amélioration des conditions techniques et technologiques susceptibles d'impact favorable sur la qualité des tubercules de macabo récoltés, manutentionnés et entreposés, adaptées et applicables au contexte local du Cameroun. Dans un effort de contribution à cette visée de la recherche scientifique, l'objectif global de cette étude est d'évaluer l'interférence de quelques facteurs pré- et post-récolte sur la qualité des tubercules de macabo entreposé.

Les objectifs spécifiques dans la mise en œuvre des différents traitements susceptibles d'induction de variations physico-chimiques, biologiques, pathologiques, et organoleptiques des tubercules de macabo en entreposage se présentent ainsi qu'il suit :

- évaluer l'influence du stade de maturité à la récolte, associée à l'effet de l'emballage et de la chloration sur l'aptitude d'activités physiologiques de résistance pathologique des tubercules ;
- déterminer l'incidence de l'enfouissement dans le sol sur la capacité de tâcher la dégradation multiforme originant des dégâts mécaniques causés sur les tubercules,
- déterminer l'impact de l'écimage sur l'effectivité et l'envergures de la variation de la tumeur en amidon, et en sucre totaux dans les tubercules entreposés.

CHAPITRE I. REVUE DE LA LITTERRATURE

I-1. GENERALITES

I-1.1 Systématique des aracees cultivées

I-1.1.1 Taxologie de *Xanthosoma*

La description détaillée des diverses espèces de *Xanthosoma* est présentée dans la documentation botanique existante (Gooding et Campbell, 1961 ; Karikari, 1971 ; Doku, 1982). La variabilité de *Xanthosoma* semble cependant moins prononcée que celle de *Colocasia*. Le nombre de chromosomes rapporté dans le cas de *X. maffafa* est $2n = 26$, suggérant un caractère diploïde (Wilson, 1974 ; Doku, 1982). Cependant, on retrouve chez les espèces identifiées dans le genre *Xanthosoma* une variabilité fort proche de celle de *Colocasia* concernant la maturité, la texture, le goût, la couleur, la grosseur des tubercules, l'utilisation des feuilles (Doku, 1982). Il existe environ 30 et 40 espèces du genre *Xanthosoma*, toutes originaires de l'Amérique tropicale (Morton, 1972). Elles sont distinguées du taro (*Colocasia* spp.) par leurs feuilles en forme sagittée ou hastée (Purseglove, 1972). Les cultivars couramment cultivés en Afrique de l'Ouest sont de l'espèce *Xanthosoma maffafa* Scott (Wright, 1930b), provenant de la zone nord de l'Amérique du Sud (Purseglove, 1972).

Trois variétés de *Xanthosoma* se rencontrent au Cameroun, le macabo à chair blanche, le macabo à chair rouge et le macabo à chair jaune (Aguéguia *et al.*, 1984, Omokolo *et al.*, 1995, Tsala *et al.*, 1996 ; Mbarga, 2012). Le macabo à chair rouge et celui à chair jaune sont les deux cultivars locaux du Cameroun de *X. sagittifolium* L diploïdes ($2n = 26$) tandis que le macabo blanc, cultivar également local de cette variété se caractérise par sa nature tétraploïde ($4n = 52$).

I-1.2. Origine et distribution du macabo

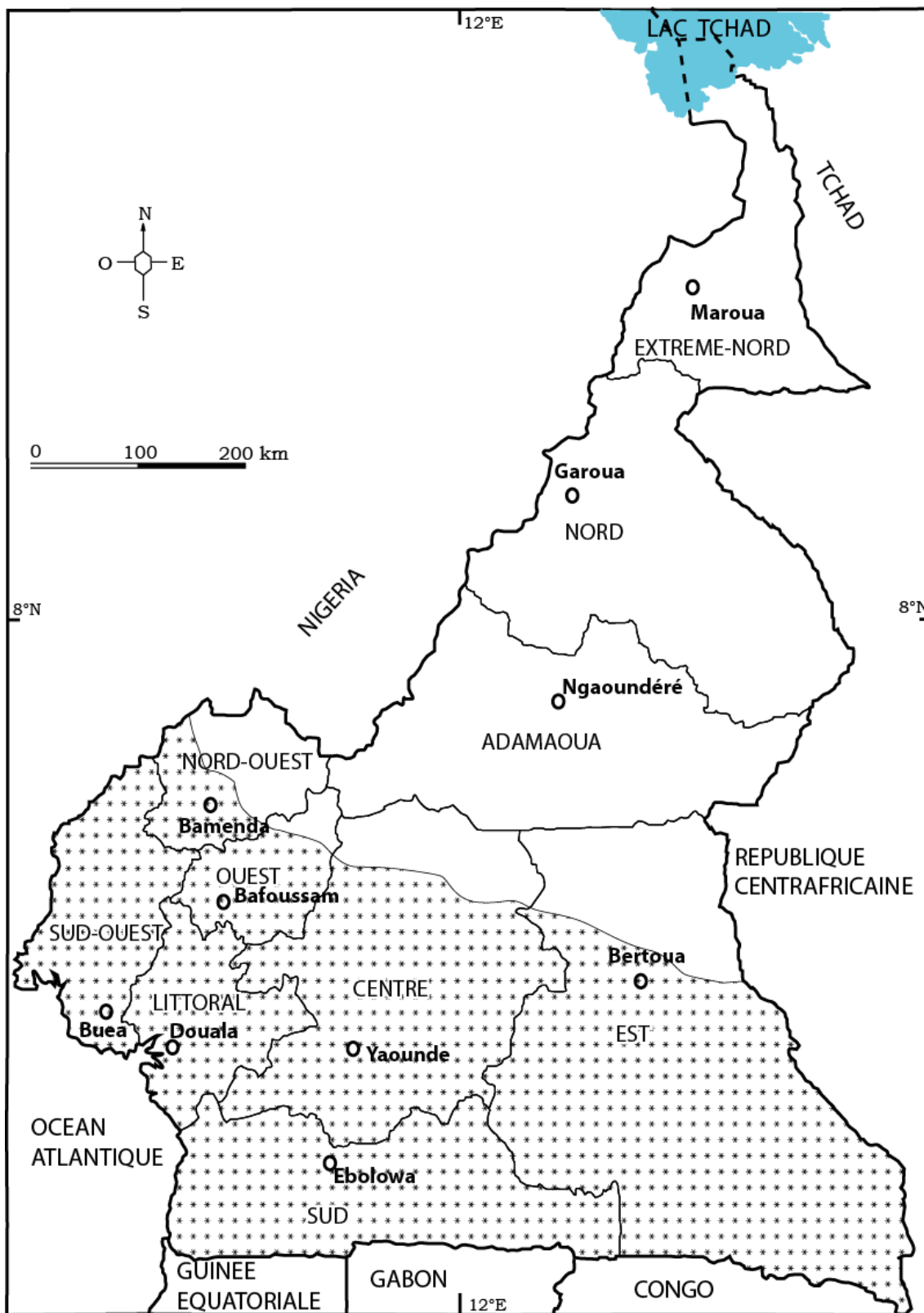
Les grands producteurs de *Xanthosoma* spp. et *Colocasia* spp. dans les îles du Pacifique sont la République Dominicaine et Porto Rico (O'Hair, 1985).

I-1.2.1 Origine et distribution du genre *Xanthosoma*

Le genre *Xanthosoma* est originaire de l'Amérique tropicale où sa culture date des temps précolombiens (Aguéguia et Nzietchueng, 1983 ; Thompson et Wat, 1983). La performance satisfaisante de *Xanthosoma* spp. est signalée au Nicaragua (Reyes *et al.*, 2005). On le rencontre depuis le Mexique Jusqu'au Brésil, mais surtout dans la zone des Antilles. *Xanthosoma* spp. est introduit en Afrique occidentale vers les années 1840 ou sans doute plus tôt par des





missionnaires venant des Indes occidentales (Wright, 1930b ; Doku, 1982 ; Bronson, 1966 ; Coursey, 1968b, Irvine, 1969 ; Pluknett, 1970). L'introduction de *Xanthosoma sagittifolium* au Cameroun se situe dans la même période (Karikari, 1971). On le cultive aussi en Océanie et dans le Sud Est asiatique (Fig. 1) (O'Hair et Asokan, 1986). Certaines espèces du genre *Xanthosoma* sont cultivés aux Etats-Unis d'Amérique depuis 1960, période des vagues d'immigration en provenance des îles du Pacifique, principalement de Cuba (Morton, 1972 ; Van Blockland et Molina-Battle, 1982).

Les cultivars de *Xanthosoma* spp. couramment cultivés en Afrique de l'Ouest sont de l'espèce *Xanthosoma maffafa* Scott, provenant de la zone Nord de l'Amérique du Sud (Purseglove, 1972).



Source: Fond de carte administrative du Cameroun, INC, 1995.

Fig. 1. Localisation de la production du macabo au Cameroun

 : Zones de production du macabo ;
  : Chefs-lieux de régions ;
  : Limite nationale ;
  : Limites régionales

I-1.3. Description de la plante

I-1.3.1. Morphologie de *Xanthosoma* spp

I-1.3.1.1. Appareil végétatif

Xanthosoma spp est une plante herbacée monocotylédone pérenne tropicale de 2 m ou plus de hauteur. La plante comporte un apex donnant naissance à de grandes feuilles sagittées ou hastées de couleur vert foncé à luisant prolongeant un grand pétiole et produit par un « fourreau » (Fig. 2, Fig. 3A). Selon la description de O’Hair et Asokan (1986), *Xanthosoma maffafa* comporte des feuilles vertes pétiolées tandis que *X. violaceum* est remarquable par une pigmentation vert à violet d’une section du pétiole.

La tige se développe et s’élargit dans sa partie souterraine pour former un rhizome ou corne pleine d’amidon et des bourgeons latéraux qui, à leur tour, s’agrandissent en cormels connus sous le nom tubercules (Fig. 2 et 3A ; Annexe 1B) (Purseglove, 1972 ; O’Hair et Asokan, 1986).

I-1.3.1.2. Appareil reproducteur

La floraison est rare (Wilson, 1979 ; Aguégua et Nzietchueng, 1985) ; mais quand elle existe, l’inflorescence est un épi de fleurs en spadice entouré d’une spathe soudée. Les fleurs femelles sont basales. Les fleurs mâles se trouvent à l’extrémité du spadice mais séparées des fleurs stériles (fig. 3D et E). Le spathe est presque toujours de couleur vert pâle, mesure 20 cm de longueur, et comporte une base en chevauchement, élargie et ouverte au dessus. Le spadice cylindrique est d’environ 15 cm de longueur (Purseglove, 1972).

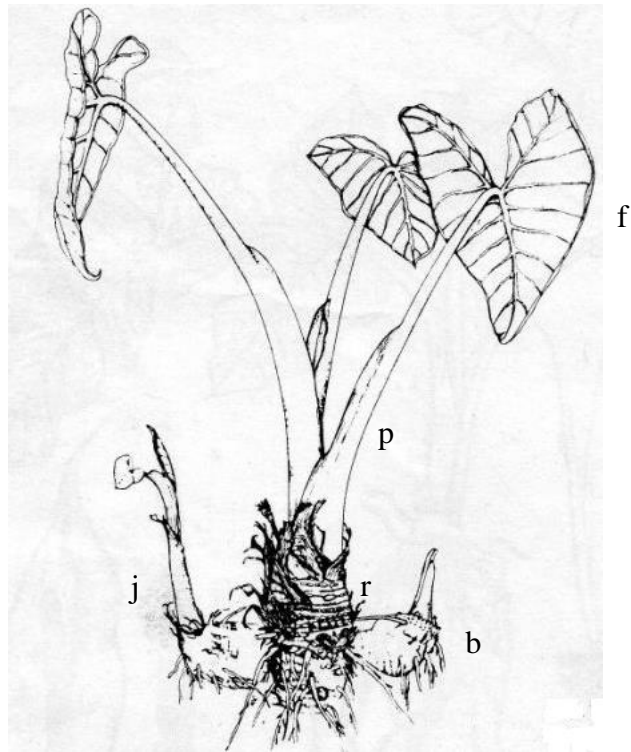


Fig. 1. Plante entière de macabo (*Xanthosoma maffafa* L.). (O'Hair et Asokan, 1986).

f : feuille sagitée ; p : pétiole ; r : racine ; j : jeune tige (issue d'un bourgeons latéral) ; b : bourgeon latéral.

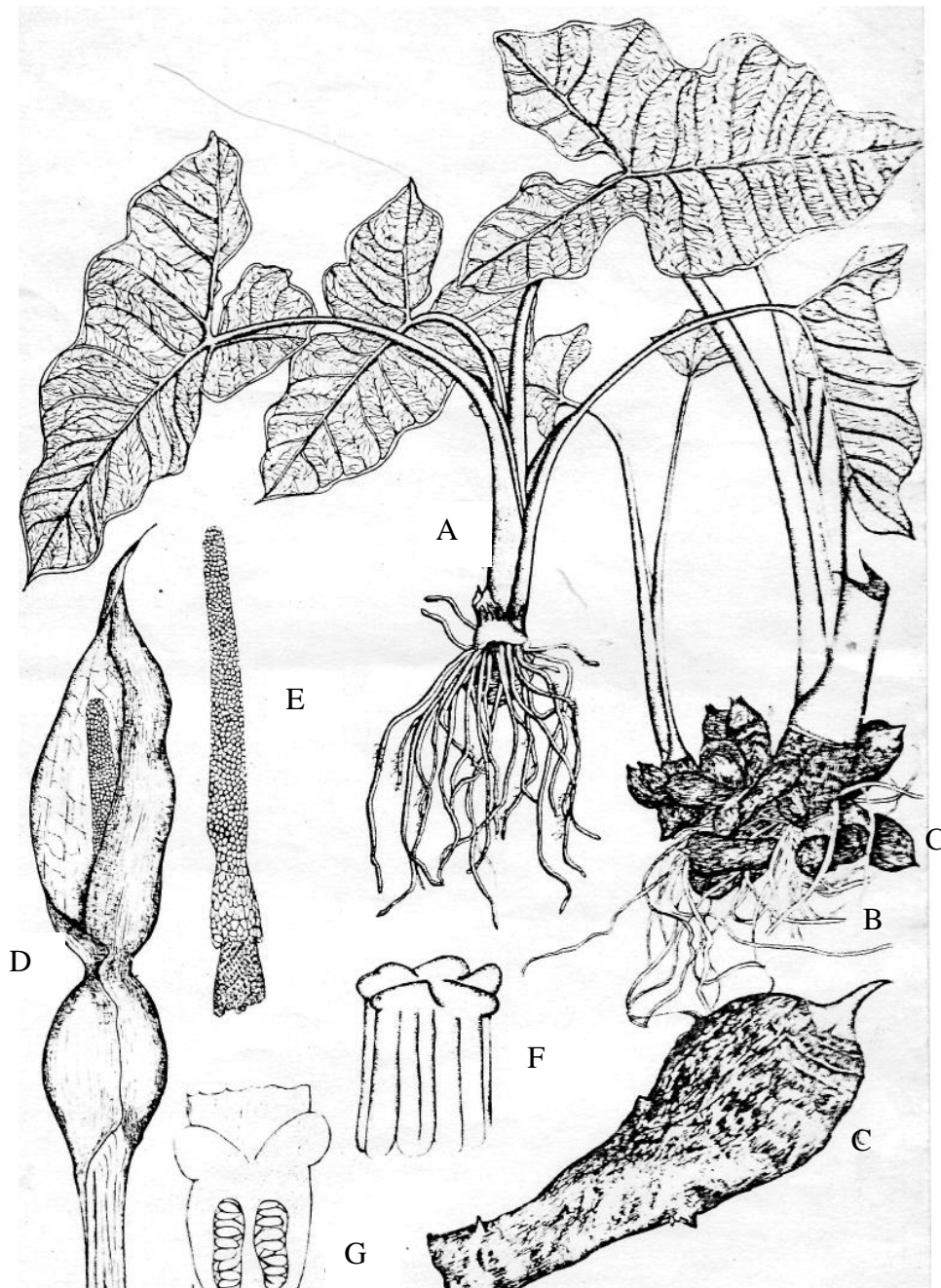


Fig. 2. Jeune plante, organes végétatifs et reproducteurs du macabo.

A : Jeune plante ; B : Rhizome de la plante avec des cornes et des cornels ; C : Cornel; D : Inflorescence; E : Spadice; F : Androcée ; G : Coupe longitudinale de fleur femelle (gynécée), (Purseglove,1972)

I-1.3.2.3 Importance et rendement de la culture

I-1.3.3. Production et rendement

La macabo (*Xanthosoma* spp.) est à côté des autres racines et tubercules un aliment de base pour une population estimée à 400-500 millions d'habitants dans les zones tropicales et subtropicales (Anonyme, 1978, Bradbury et Holloway, 1988) ; le macabo offre un potentiel de production indiscutable, susceptible d'améliorer non seulement le pouvoir d'achat mais aussi les conditions nutritionnelles sur le continent africain. La production mondiale de tubercules d'aracées (*Colocasia* spp. et *Xanthosoma* spp.) est de l'ordre de 10 millions de tonnes par an (Passam, 1982) et celle du seul macabo de à 8,5 millions de tonnes dont 6,5 millions produits en Afrique (Aguéguia *et al.*, 2000 ; Anonyme, 2002). En outre, la production annuelle moyenne du macabo est estimée à 1,8 millions de tonnes au Cameroun (Anonyme, 1982 ; Anonyme, 1989 ; Acquah *et al.*, 1994 ; Aguéguia *et al.*, 2000, Anonyme, 2008). Le rendement le plus élevé a été obtenu dans les essais effectués au Mexique (Garcia *et al.*, 1982 ; Bikomo, 1988). Les rendements sont variables et sont profondément influencés par le cultivar, le sol et l'espacement, et des performances de 6,8 t/ha et 34,1 t/ha en ont été enregistrés au Sanibar et à Trinidad respectivement (Morton, 1972 et Bikomo, 1988). Un clône de la variété de macabo à chair blanche identifié au Cameroun, atteint un rendement de 6,25 t/ha en dépit de sa grande sensibilité à la pourriture racinaire (Anonyme, 2008)

Par ailleurs, dans le même pays, un maximum de 1359 tonnes/ha de rendement en tubercules de macabo a été obtenu après 9 mois de plantation (Trèche et Guion, 1979a ; Trèche et Guion, 1979b ; Bikomo, 1988, Anonyme, 2008).

I-1.3.4. Importance de la culture

Le macabo occupe une place importante dans l'alimentation des populations dans les zones de production des tropiques d'Afrique et d'Asie, et au Cameroun, dans les provinces du Centre, Ouest, Sud Ouest, Nord Ouest, Sud et Littoral (Lyonga, 1980 ; Lyonga et Numfor, 1987 ; Wutoh *et al.*, 1989 ; Acquah *et al.*, 1994).

Le macabo est cultivé pour ses tubercules consommés sous forme bouillie, grillée, tranchée ou pilée, et ses jeunes feuilles très appréciées dans des sauces variées. Les tubercules de macabo sont riches en hydrates de carbone (17-26 %), protéines (1,55 %) et lipides (0,2-0,4 %) (Bikomo, 1988 ; Agueguia *et al.*, 2000) et les jeunes feuilles reconnues comme importante

source de calcium, fer, vitamines A et C (Chowdbury et Hussain, 1979 ; O'Hair, 1985 ; Bradbury et Holloway, 1988). Les bulbes et bulbilles de taro et leurs feuilles servent à l'alimentation du bétail domestique (Coursey, 1985). Dans sa totalité, la plante pourrait se prêter à l'ensilage pour l'alimentation animale (Coursey et Holliday, 1975 ; Coursey, 1985).

I-1.4. Détérioration post-récolte du macabo

Le macabo fait l'objet d'une détérioration considérable pouvant occasionner une perte de 50 % dans un intervalle de 14 jours à 4 semaines de stockage (Booth, 1974 ; Passam, 1982 ; Bikomo, 1988 ; Bikomo et Brecht, 1992). Au Cameroun, une perte totale d'environ 50-95 % a été enregistrée après une période d'entreposage de 2 à 5 mois respectivement dans des conditions ambiantes (température moyenne de 21°C et humidité relative moyenne de 76,8%) de Dschang (Praquin et Miché, 1971).

I.1.4.1. Causes de détérioration post-récolte

La détérioration post-récolte du macabo provient du processus physiologique endogène ou des attaques pathogènes, pouvant être aggravés par des dommages physiques ou mécaniques résultant de la récolte et du transport et des conditions d'entreposage (Wright, 1930a ; Wright, 1940 ; Burton, 1970 ; Ogundana, 1977 ; Nzietchueng, 1983 ; Bikomo, 1988 ; Bikomo, 1994).

Le stage immature (Ora, 1977 ; Bikomo, 1994), en l'absence de ventilation, peut influencer négativement la respiration des produits stockés. L'effet néfaste de la perte de poids sur la qualité des tubercules stockés est établi (Passam, 1982), elle-même induite par la perte d'eau et la pourriture (Gollifer et Booth, 1973 ; Bikomo et Brecht, 1991). La pourriture, sous forme sèche, spongieuse ou sclérotique se révèle à l'origine de perte estimée à 40-45 % (Maduwesi et Onyiké, 1982 ; Okéké, 1982).

I-1.5. Multiplication des Aracées

La multiplication du macabo et du taro recourt surtout à des méthodes végétatives, à cause de la rareté de floraison des cultures. Toutefois, par le biais de recherches, des variétés hybrides du macabo ont été développés à travers l'utilisation de techniques artificielles d'induction de la floraison à l'aide d'un sel d'acide gibbérellique (GA), en vue d'obtenir des graines (Mc David et Alamu, 1976 ; Alamu et Mc David, 1978 ; Wilson, 1979 ; Doku, 1982 ; Aguégua *et al.*, 1985 ; Tsala *et al.*, 1994 ; Omokolo *et al.*, 1995). Des cultivars du taro adaptés

selon les régions à différentes conditions de climat, de sol, d'altitude, d'humidité et de température ont été de ce fait développés par les efforts de sélection au cours des années.

I-1.6. Exigences climatiques et édaphiques

Le genre *Xanthosoma* est adapté aux régions pluvieuses de forêt et exige d'abondantes précipitations et un sol humide, léger et riche en bases échangeables (Purseglove, 1972). Selon Catherinet (1965) et Aguéguia *et al.* (2000), le macabo est une plante très sensible à la sécheresse, vivant à l'ombre ou à mi-ombre en situation abritée, sans écarts brusques de température. Il se développe à des altitudes pouvant atteindre 2000 m (Onwueme, 1978). Le macabo, bien que supportant une nappe phréatique élevée, ne tolère pas l'inondation persistante et s'accommode mieux des conditions de bas niveau de fertilité que le taro (Bradbury et Holloway, 1988). Dans les Philippines, le macabo est cultivé dans les localités se situant du niveau de la mer à une altitude de 1800 m et bénéficiant d'une température annuelle de 21-22 °C et d'une moyenne annuelle de précipitation de 2500 mm (de la Pena, 1977 ; Ramon, 1983). A Puerto Rico, le macabo pousse à une altitude atteignant 700 m (Irizarry, 1977).

Au Cameroun, le macabo se rencontre à 1369,6 m (Irvine, 1969) surtout en association typique arachide-macabo-manioc (Aguéguia *et al.*, 1984). Il s'y cultive au sud d'une zone limitée au nord par la chaîne de l'Adamaoua. Il préfère les régions à pluviométrie ne dépassant pas 1000 mm et les terres profondes et bien drainées (Anonyme, 1982 ; Aguéguia et Nzietchueng, 1985).

I-1.7. Culture et croissance

La multiplication du macabo s'effectue surtout de manière végétative en utilisant la portion supérieure du corme central ou rhizome ou les cormels latéraux (Purseglove, 1972). La multiplication des tissus a permis de développer du matériel végétal plus productif et indemne de *Pythium myriotylum*, agent de la pourriture racinaire du macabo pour la relance de la culture du macabo (Acheampong et Henshaw, 1985 ; Wutoh *et al.*, 1992 ; Zok *et al.*, 1992 ; Acheampong, 1994 ; Omokolo *et al.* ; 1995 ; et Tsala *et al.*, 1996).

I-1.7.1. Production des semences et propagation

En dépit de l'aptitude très faible de *Colocasia* et de *Xanthosoma* à fleurir et à produire des semences utiles, on a rapporté des travaux sur l'induction de la floraison, sur la production

des semences graines et la propagation du macabo par ce matériel végétal (Volin et Zettler, 1975, Mc David et Alamu, 1976 ; Jackson et Alii, 1977 ; Alamu et Mc David, 1978 ; Wilson, 1979 ; Doku, 1982 ; et Agueguia *et al.*, 1985). Des résultats encourageants relatifs à l'induction de la floraison et de la pollinisation par l'utilisation de l'aide gibbérillique sont connus (Tambong et Meboka, 1994). Par ailleurs, ce procédé a été utilisé à l'IRAD de Njombé au Cameroun pour induire la floraison chez les cultivars locaux de macabo (Aguéguia et Nzietchueng, 1985).

I-1.7.2. Pratiques culturales

I-1.7.2.1. Mise en place

Le macabo est planté pendant la saison des pluies (Irvine, 1972). Au Sud de la Floride, l'irrigation est utilisée intensément et la période de plantation est étalée de Novembre à Juin (Van Blokland et Molina-Battle, 1982). Une irrigation supplémentaire s'avère nécessaire en zones arides, à régimes pluviométriques moins abondants. Au Cameroun, le macabo est cultivé en association typique arachide- macabo- manioc dans les parcelles paysannes (Aguéguia *et al.*, 1984). Par ailleurs, le taro et le macabo se rencontrent en association avec des cultures pérennes telles que le palmier à huile et le cacaoyer dans les zones de culture (Aguéguia *et al.*, 2000).

La mise en place s'effectue suivant l'élimination de végétation de forêt ou de jachère et la préparation manuelle ou mécanique du sol, conduisant à la confection des trous de 10 cm de diamètre et 10-25 cm de profondeur, espacés de 45 x 45 cm avant la plantation des rejets. Des espacements minimum de 1 x 1 m (de la Pena, 1983) ou 1 x 1,5 m (Safo-Kantanka *et al.*, 1994) peuvent être appliqués.

I-1.7.2.2. Entretien

I-1.7.2.2.1. Fumure et désherbage

La pratique de fumure minérale, en dose fractionnée et appropriée de NPK, favorise l'amélioration de la production, de même que celle de la fumure organique, notamment le paillage (Catherinet, 1965 ; Enyi, 1967 ; Moles *et al.*, 1994). Les doses de NPK de 111, 40 et 112 kg/ha et 40, 75 et 20 kg/ha en culture de macabo sont recommandés au Cameroun (Lgbokwe et Ogonnaya, 1982) et au Nigeria (Childers *et al.*, 1958 ; Catherinet, 1965) respectivement.

Les études de Amargôs (1963) ont révélé que le désherbage manuel effectué entre 20 et 30 jours après plantation et suivant ce même intervalle contribue à l'accroissement satisfaisant

des rendements. L'efficacité de la simazine, en désherbage chimique du macabo est signalée (Abruna–Rodriguez *et al.*, 1967). L'élimination des adventices s'avère nécessaire jusqu'à ce que les feuilles du macabo puissent atteindre un niveau de développement et d'étalement propice à étouffer toute concurrence (Amargôs, 1963).

I-1.7.2.2.2. Attaques parasitaires en milieu de culture

Le macabo en champ fait l'objet d'attaques de nombreuses maladies parasitaires et les pertes les plus importantes sont celles dues à la pourriture racinaire *Pithium myriotylum* (Nzietchueng, 1983 ; Nzietchueng, 1984 ; Nzietchueng, 1985 ; Aguéguia et Nzietchueng, 1985 ; Acquah *et al.*, 1994 ; Aguéguia *et al.*, 1994 ; Omokolo *et al.*, 1995 ; Xu *et al.*, 1995 ; et Tsala *et al.*, 1996). D'autres formes de pourriture causées par *Corticium* spp (Purseglove, 1972 ; Arène et Okpala, 1982), *Fusarium solani* et *Rhizoctonia solani* Kühn (Nzietchueng, 1984 ; Theberge, 1985 ; Hahn *et al.*, 1989 ; Aguéguia *et al.*, 1994) et *Phytophthora colocasiae* (Ooka, 1983) affectent les racines, la tige ou les feuilles de la plante.

Les maladies sont rarement sérieuses dans les conditions d'agriculture de subsistance comportant des surfaces moins étendues et de faibles densités de peuplement (Leaky et Wills, 1977). Cependant l'incidence et la sévérité d'attaques de *Pythium* a rendu la culture du macabo impraticable dans les zones de culture traditionnelle de cette plante au début des années 1980 (Anonyme, 1981 ; Nzietchueng, 1983 ; Omokolo *et al.*, 1995 ; Tsala *et al.*, 1996).

Des infections au virus de la mosaïque de dasheen ont été largement établies en Floride, au Venezuela et en Egypte (Volin et Zettler, 1976, Reyes *et al.*, 2006). Au Nigeria des essais ont montré que le poids du macabo était réduit par les attaques de nématodes *Meloidogyne incognito* (Caveness *et al.*, 1991). Cet effet néfaste des nématodes qui réduisent le potentiel de croissance du macabo et en recommandant d'installer cette culture sur des sols vierges a déjà été observé (Morton, 1972).

I-1.7.2.2.3. Lutte contre les agents parasitaires en champ

Les moyens préconisés dans la lutte contre les maladies parasitaires et surtout la pourriture racinaire et ceux en cours d'étude portent sur l'amélioration des façons culturales, l'utilisation de fongicides, l'obtention des variétés résistances et la production de matériel végétal sain. Au Cameroun, des trois cultivars identifiés de *X. sagittifolium*, le cultivar à tubercules de chair jaune est très résistant à *Pythium myriotylum*, le cultivar à tubercules de chair

rouge peu sensible en comparaison avec celui à tubercules de chair blanche, très sensible à cette pourriture (Omokolo *et al.*, 1995 ; Tsala *et al.*, 1996 ; Anonyme, 2008 ; Mbarga, 2012). Les recherches en vue de créer des variétés hybrides ont jusqu'ici utilisé les cultivars blancs et rouges.

Le recours à la culture de tissu a permis de mettre les semences du macabo à l'abri des parasites phytopathogènes, en particulier les *Pythium* et de produire du matériel végétal sain (Acheampong et Henshaw, 1985 ; Wutoh *et al.*, 1992 ; Zok *et al.*, 1992 ; Acheampong, 1994 ; Xu *et al.*, 1994 ; Omokolo *et al.*, 1995 ; Tsala *et al.*, 1996 ; Reyes *et al.*, 2006).

Dans des essais conduits de 1979 à 1981 par Nzietchueng (1985) en lutte chimique contre la pourriture racinaire du macabo, l'utilisation du métalaxyl s'est révélée efficace à la dose de 10 g dans 10 l d'eau et phytotoxique au-delà de 20 g tandis que le ridomil donne des résultats satisfaisants à cette même dose, en dépit de sa susceptibilité à une biodégradation par les microorganismes telluriques et au lessivage.

I-1.8. Maturation et récolte

I-1.8.1. Maturation

Dans une étude étalée sur deux ans (1980-1981) sur l'accumulation de la matière sèche dans différentes parties de ces cultures, durant la phase de croissance du macabo et du taro, il a été observé que la production du feuillage, lente pendant les six premières semaines, atteignait le maximum 16 à 20 semaines après la plantation chez le macabo (Igbokwe, 1985). D'après le même auteur, le foisonnement des bulbilles était apparent dès les 8 premières semaines, puis s'accroissait à 12 semaines. Par ailleurs, selon le même auteur, cette culture atteint la maturité à 9 ou 10 mois. Le stade de la récolte s'effectue à ce stade, qui se signale par l'amorce du jaunissement de la plupart des feuilles (Johnson, 1958 ; Onwuene, 1978 ; Blokland et Molina - Battle, 1982, Bikomo, 1988 ; Bikomo, 1994).

I-1.8.2. Récolte

I-1.8.2.1. Période optimale de récolte

La première récolte se situe 3 mois après plantation dans certaines zones de culture au Cameroun, et les récoltes suivantes se déroulent à des intervalles de 2 à 3 semaines (Morton,

1972). D'après la même source, cette récolte partielle peut dans d'autres cas commencer à 6 mois de maturité et qu'elle concerne les tubercules présentant des bouts virant au blanc. Une enquête de Blokland et Molina-Battle (1982) a révélé que le macabo est récolté au Sud de la Floride à 11 mois après plantation. Une étude sur la détermination du stade optimal de maturité du macabo pour la récolte, en vue d'un meilleur entreposage de ce produit, confirme cette indication (Bikomo, 1994).

La récolte préalable de grands tubercules contribue à l'accélération du développement des autres (Morton, 1972) bien que les bulbes et bulbilles de macabo, petits ou développés peuvent être récoltés pour la consommation familiale (O'hair et Asokan, 1986). Les résultats de l'essai de Garcia *et al.* au Mexique (1982) ont montré que le rendement le plus élevé était obtenu avec la récolte du macabo ayant atteint 13 à 14 mois de maturité, tandis que les rapports des travaux de Igbokwe (1985) indiquent que les bulbes et bulbilles de macabo atteignent ce développement maximal après 26 semaines. Le stade de maturité de 9 mois garantit un rendement moyen de 1359 t/ha de macabo au Cameroun (Trèche et Guion, 1979a et Trèche et Guion, 1979b).

I-1.8.2.2. Pratiques de la récolte

Dans la plupart des zones de cultures du monde, la récolte du macabo est manuelle ou recourt à des outils manuels (Catherinet, 1965 ; Onwueme, 1978 ; Yamaguchi, 1983). La récolte manuelle s'effectue de manière efficace à l'aide de bêche pour assouplir le sol autour des tubercules (Morton, 1972). Les producteurs de macabo du Cameroun ont développé une habileté à manier la machette dans l'élimination par tranchage des feuilles et dans le retrait du sol autour des tubercules avant la récolte de ceux-ci. Le prélèvement des tubercules durant la récolte procède par la castration (détachement sélectif des éléments matures) ou par arrachage de la plante entière suivi de la récupération des tubercules. La récolte du macabo et du taro puisse s'effectuer en saison sèche, ou tout au moins en temps de climat sec, étant donné qu'à ce moment toutes les racines sont mortes et que les tubercules peuvent être extraits et tirés du sol plus facilement (Onwueme, 1978).

I-1.9. Importance alimentaire

I-1.9.1. Intégration et influence alimentaire

Le macabo constitue l'aliment de base des peuples des zones forestières littorales, du Centre, du Nord-Ouest, du Sud Ouest et des hauts plateaux de l'Ouest du Cameroun (Lyonga et Numfor, 1987, Lyonga et Nzietchueng, 1987 ; Wutoh *et al.*, 1989 ; Acquah *et al.*, 1994). La valeur nutritionnelle du macabo est plus élevée que celles de la patate douce et du plantain (Morton, 1972). La substance comestible selon l'estimation de Onwueme (1978) représente 77 à 86 % en poids du tubercule de macabo avec 14-35 % d'épluchures écailleuses. La teneur en amidon de ce tubercule dans la marge de 22 à 25 % a été évaluée (O'Hair, 1985). Le macabo a été classé au même niveau que la patate douce et la pomme de terre comme excellente source d'hydrates de carbone et d'éléments minéraux (Parkinson, 1984).

I-1.9.2. Valeur nutritionnelle

I-1.9.2.1. Valeur nutritionnelle des tubercules

Selon Bradbury et Holloway (1988), le macabo présente une composition chimique similaire à celle du taro. Irizarry *et al.*, (1976) considèrent le macabo comme second plus important tubercule cultivé à Porto-Rico. La composition chimique nutritionnelle du macabo, en pourcentage de poids, d'après Onwueme (1978) se présente tel que suit : teneur en eau (70-77), hydrates de carbone (17-26), protéines (1,3-1,7), lipides (0,2-0,4), fibres brutes (0,6-0,9), cendres (0,1-1,3), carotène (0,002), thiamine (0,0006), riboflavin (0,002), niacine (0,001), vitamine C (0,096). Des travaux récents de Bradbury et Singh (1986) ont estimé l'acide ascorbique et l'acide dehydroascorbique à 13,6 mg/100 g dans le macabo.

La teneur en acides gras dans les tubercules du macabo a été évaluée par d'autres investigations (Opute et Osegie, 1978), et la teneur en acides linoléique et linoléique avoisine 56,7 % du total des extraits lipidiques. La composition en acides aminés en mg par 100g de protéines de macabo est établie ainsi qu'il suit, arginine (5,6), Lysine (2,6), methionine (0,4), pherylalnine (3,6), leucine (4,5), cystine (0,0), histidine (1,2), isoleucine (3,6), thréonine (2,3), tryptophane (0,0), tyrosine (2,6), valine (3,6), acide aspartique (9,4), acide glutamique (8,1), alanine (3,4), proline (2,7) et sérine (3,9) (Morton, 1972 ; Aguégua et al., 2000).

I-1.9.3. Valeur nutritionnelle des feuilles

Les feuilles de *X. brasilienne* constituent une importante source de carotène, d'acide ascorbic et de thiamine (Lind *et al.*, 1946 ; Purseglove, 1972 ; Leaky et Wills, 1977) tandis que la teneur en protéines des jeunes feuilles de macabo varie de 2,2 à 4,1 % (Terra, 1966), bien

que cette teneur puisse atteindre 20 % (Aguéguia et *al.*, 2000). D'autres rapports évoquent la richesse nutritionnelle appréciable des feuilles de macabo en calcium, phosphore, magnésium fer et vitamine A (Chowdbury et Hussain, 1977a ; O'Hair, 1985 ; Bradbury et Holloway, 1988). Les feuilles de macabo comme celles du manioc occupent une place importante dans l'alimentation dans la plupart des zones de production et peuvent être cuites à l'état vert, bouillies ou étuvées (Morton, 1972, Achidi et *al.*, 2005). L'ébullition des feuilles de macabo s'accompagne d'une réduction considérable d'acide ascorbique (Fafunso et Bassir, 1976) et cette perte selon Oteng-Guang et Mbachu (1987) s'opère dans la proportion atteignant 48 % après 10 mn de cuisson.

I-1.9.4. Inconvénients et contraintes de consommation

La consommation du macabo se heurte à un inconvénient majeur constitué par son effet irritant. Certains cultivars avaient une teneur élevée d'oxalate de calcium en forme de raphide et accusaient un effet irritant sur la membrane des muqueuses de la bouche, après leur consommation (Leaky et Wills, 1977) par Morton, 1972). D'autres facteurs d'accridité des tubercules de macabo pourraient être des enzymes et des glucosides (O'Hair et Asokan, 1986). La plupart des études (Coursey, 1968 ; Coursey, 1985) attribuent le phénomène de sensation d'irritation à la présence de raphides d'oxalates de calcium, ces cristaux en forme d'aiguilles qu'on peut déceler au microscope dans le tissu de la plante, mais suivant le dernier état de recherche (Bradbury et Holloway, 1988) les cellules porteuses de raphides contiennent une substance toxique qui irrite les blessures causées par les aiguilles de raphides.

I-1.9.5. Elimination des caractéristiques antinutritives

Du fait des énormes différences entre cultivars, on peut espérer que les programmes de sélection pourraient éliminer le problème d'irritation du macabo, ou du moins en réduire l'importance (Chung-Shih Tang et Sakai, 1983 ; Coursey, 1985). La cuisson permet de réduire cette sensation d'irritation (Thompson, et Kelly, 1957). Le facteur irritant présent dans certains cultivars de macabo et de taro est éliminé par une cuisson à l'eau prolongée suivi par macération, constituant une méthode alternative recommandée par Leaky et Wills (1977). Dans certaines régions d'Afrique de l'Ouest, les tubercules et les tubercules fils sont consommés bouillis, pouvant être ensuite pilés et transformés en pâte semblable à l'igname pilé (Onwueme, 1978).

Les bulbilles de macabo séchées et entreposées pour plusieurs mois peuvent être transformés dans la production de farine et d'amidon (Irvine, 1979) . Certains types de cultivars ont été identifiés au Cameroun et sont si endurcis que leur épluchage nécessite une cuisson préalable, tandis que d'autres tubercules sont lavés et épluchés avant cuisson (Morton, 1972). Toutefois, une proportion de produit consommable se perd à travers la méthode traditionnelle d'épluchage et de tranchage. En opérations commerciales, les tubercules et les tubercules -fils sont épluchés, tranchée, rincés et trempés pendant une nuit dans l'eau pour l'élimination du mucilage, ensuite dans l'acide sulfurique à 25% pendant 3 heures, puis blanchis et broyés en farine (Onwueme, 1978).

I-1.9.6. Autres formes et perspectives d'utilisation

Les bulbes et bulbilles de taro et leurs feuilles servent à l'alimentation du bétail domestique, en particulier les chèvres dans de nombreuses régions des tropiques, mais aucune industrie alimentaire n'est installée à cette fin (Coursey, 1985). D'après cette même source, la plante entière de macabo ou de taro pourrait se prêter à l'ensilage pour l'alimentation des animaux (Coursey et Halliday, 1975). Dans cette perspective, des essais d'ensilage ont permis d'établir que le taro non seulement offre une fermentation caractéristique et satisfaisant du produit, mais également détruit l'acidité et permet une conservation du produit d'ensilage sans nécessité de séchage. De plus, le taro ensilé renferme une proportion convenable de protéines, de lipides, de fibres, des taux élevés de potassium et ceux variables de calcium et de phosphore, et présente l'avantage d'une palatabilité satisfaisante (Steinke *et al.*, 1982 ; Carpenter et Steinke, 1983 ; Wang et Nagarajan, 1981 ; Coursey, 1985).

I-1.10. Détérioration post-récolte

Les tubercules de macabo subissent des détériorations au cours de la récolte, pendant la phase de manutention ou lors du séjour en entreposage. Les pertes résultant de ces processus peuvent s'aggraver et atteindre un niveau alarmant (50 %) en quelques jours ou semaines (Booth, 1974 ; Passam, 1982). L'envergure des dégâts enregistrés sur du macabo en stockage pendant 2 mois peut atteindre 50 % et 95 % pour celui dont l'entreposage se poursuit à 5 mois (Praquin et Miche, 1971).

I-1.10.1. Détérioration d'origine et physiologique

La rupture et la désorganisation tissulaire causées par des blessures, meurtrissures et égratignures de récolte ou l'impact de compression de vibration et d'abrasion pendant le transport sont à l'origine de l'activation de l'activité respiratoire et de perte d'eau excessives ; et néfastes au maintien des réserves d'amidon et d'eau des tubercules, autant qu'ils exposent ces produits aux infections des agents pathogènes (Booth, 1974 ; Burton, 1982 ; O'Hair, 1985 ; Bikomo et Brecht, 1991 ; Yuanhuai Han et *al.*, 2001 ; Isamah, 2004 ; Ikedi et Oti, 2006).

Le stade de maturité influence le comportement du macabo entreposé du fait de l'inaptitude des tissus immatures des tubercules récoltés précocement à soutenir l'activité respiratoire de ces produits en stockage (Bikomo, 1994 ; Aguégia *et al.*, 2000). Les phénomènes de bourgeonnement, par contre, s'accompagnent de perte d'amidon et de saveur, des organes de réserves entreposés et sont favorisés par l'absence de ventilation dans l'emballage ou dans le milieu de stockage (Bikomo et Brecht, 1991 ; Abdul et *al.*, 2007). Cette phase marque la rupture de la dormance de l'igname (Craufurd et *al.*, 2001 ; Craufurd et *al.*, 2006).

I-1.10.1.1. Brunissement enzymatique

Les tissus des blessés ou écorcés exposés à l'air font souvent l'objet de brunissement suivi de noircissement, aux dépens de leur qualité nutritionnelle et visuelle. Ce phénomène a été identifié comme oxydation polyphénolique causée par la présence d'un enzyme, la polyphénolase et des substrats oxydables (composés phénoliques) dans les tissus végétaux (Bor Luh et Woodroof, 1982, Isamah, 2004). Le brunissement s'observe couramment autour des bourgeons apicaux et l'entaille de coupe ou d'arrachage après la récolte. Dans une étude de brunissement du macabo, il a été indiqué que l'action de la phénolase sur les composés phénoliques conduit à la formation de mélanines bruns, qui confèrent la coloration observée sur les tubercules (Sanchez-Nieva, 1977a, Yuanhuai Han et *al.*, 2001). La tendance de l'igname au brunissement dépend de la variété et varie avec les tubercules d'une variété et les substances associées au brunissement enzymatique de l'igname sont des acides cinnamiques, notamment l'acide caféique, l'acide chlorogénique et la tyrosine et que celles-ci sont oxydées en pigments proches des mélanines et en catéchines (Martin et Ruperte, 1976).

I-1.10.1.2. Perte d'eau

La perte d'eau excessive affectant les tubercules et les autres organes de réserves souterrains stockés s'accompagne d'une dégradation progressive de la qualité de ces produits,

sous forme de flétrissement, de dessèchement, de durcissement et de craquelure. Par contre, la présence d'un niveau élevé de pression de vapeur d'eau favorise la prolifération et le développement de microorganismes (bactériens et champignons), causant la pourriture, détériorant la qualité et réduisant la durée potentielle de conservation des produits végétaux. Il est en outre établi que le taux de perte d'eau des produits frais dépend du déficit de la pression de vapeur d'eau entre le produit et l'air ambiant, lui-même influencé par la température et l'humidité relative autour de ce produit (Booth et Shaw, 1981 ; Wills *et al.*, 1981 ; Wills *et al.*, 1998).

I-1.10.2. Détérioration d'origine pathologique

Les pertes causées par la pourriture des tubercules et des bulbilles de macabo s'élèvent à 40-50 % (Anonyme, 1979-1980). La pourriture du macabo, selon Jackson et Gollifer (1975), peut se déclarer dès la récolte terminée et se généraliser dans les 5 jours qui suivent. Trois types différents de pourriture de *Xanthosoma sagittifolium* sont décrits (Okéké, 1982), la pourriture sèche, la pourriture noire spongieuse et la pourriture sclérotique. *Botryodiplodia theobromae*, *Fusarium solani*, et *Sclerotium rolfsii* ont été isolés dans les tubercules conservés aux Iles Salomon (Gollifer et Booth, 1973 ; Okéké, 1982). Les organismes fongiques et bactériens causant la pourriture du macabo stocké aux Etats-Unis ont été identifiés (Harter, 1916) auxquels s'ajoute *Erwinia carotovora*, dont la présence est également relevée sur du macabo en stockage (Bikomo et Brecht, 1991 ; Ohazuriké et Arinze, 2006). *Botrytis* sp., *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp. et *Roselinia bunodes* ont été signalés comme agents responsables de la pourriture du taro au marché de Chicago (Burton, 1970). Les principaux champignons responsables de la pourriture à ses débuts sont *Phytophthora colocasiae* et *P. splendens*, tel qu'observé dans des études travaillant sur *Colocasia esculenta* entreposé (Jackson et Gollifer, 1975 ; Gnonlonfin *et al.*, 2007).

I-1.11. Pratiques post-récolte

I-1.11.1. Pratiques post-récolte traditionnelles

I-1.11.1.1. Conservation traditionnelle en champ

Les techniques de manutention traditionnelle restent en pratique dans de nombreux pays tropicaux où la production du macabo est menée par des exploitations paysannes en agriculture de subsistance (Lyonga *et al.*, 1984). Les tubercules de macabo peuvent demeurer en terre après maturation et dans cette pratique, ils restent attachés à la plante-mère et sont récoltés suivant les besoins (Morton, 1972 ; Onwueme, 1978). Au Ghana, les paysans enfouissent les tubercules récoltés dans le sol et les arrosent occasionnellement avec de l'eau, parvenant ainsi à assurer leur conservation pendant plusieurs mois sans déshydratation (Morton, 1972). La couche de terre recouvrant un entreposage de taro ou de macabo doit régulièrement être mouillée pour empêcher les tubercules de perdre l'humidité (Yamaquchi 1983). Les contraintes de cette pratique sont les pluies et la difficultés d'inspection des tubercules (Aguégua *et al.*, 2000).

Au Cameroun, les tubercules récoltés sont séchés au soleil pendant plusieurs jours en vue de les débarrasser des restes de terre de récolte. Le macabo ne fait pas l'objet de lavage à l'eau ni d'application de pesticides. Après élimination de sol adhérent, les tubercules sont prêts pour le marché ou pour l'entreposage (Aguégua *et al.*, 2000). Ils peuvent éventuellement être remis au séchage solaire autant de fois que cette mesure s'avère nécessaire, si un excès d'humidité est suspecté sur eux.

I-1.11.1.2. Conservation traditionnelle hors du champ

L'impact favorable des fibres de noix de coco humides, non mouillées a été détecté sur l'entreposage du macabo (Passam, 1982). Dans des études similaires sur le manioc, il a été observé que la sciure de bois entassé dans des caisses de bois ou dans des sacs en polyéthylène a permis de maintenir pendant huit semaines une qualité acceptable du produit (Rickard et Coursey, 1981). De même, les fosses tapissées de feuilles fraîches ou de paille offrent un cadre adéquat pour la conservation du macabo et de pomme de terre (Booth et Shaw, 1981) et d'autres racines tubéreuses (Coursey, 1983). L'efficacité de l'entreposage en fosse combiné à l'utilisation du chlore (125 ppm) a été testée et préconisée par Nzietchueng et Tchio (1992) dans l'entreposage de la pomme de terre. L'utilisation d'emballage plastique et de dessiccateur a favorisé la réduction de perte de poids sur du plantain entreposé, en comparaison avec l'enrobage avec de la cendre ou de la sciure de bois (Akomolafe *et al.*, 2007).

I-1.11.2. Pratiques post-récolte améliorées

Au sud de la Floride, les tubercules de macabo, au terme de la récolte, subissent un nettoyage dans une machine équipée de brosse et de jet de pulvérisation d'eau (Volin et Zettler, 1976 ; Bikomo et Brecht, 1991).

I-1.11.2.1. Subérisation

Le manque de recours à des pratiques post-récolte améliorées sur l'igname, de même que sur d'autres produits en zone tropicale résulte du manque d'informations sur l'efficacité de celles-ci ou de leur coût souvent assez élevé (Okeodo-Okejia et Onemolease, 2009)

La subérisation constitue une des méthodes simples permettant de réduire la détérioration après-récolte des racines et tubercules et la cicatrisation et la formation du périoderme, suscitées par la subérisation offrent l'avantage de retarder la perte d'eau et de faire barrière contre les infections pathogènes, tel qu'observé sur de la patate douce (Delate *et al.*, 1985) et du macabo (Bikomo et Brecht, 1991) stockés respectivement. L'importance de l'humidité relative dans la réduction de perte d'eau et la promotion de la cicatrisation a déjà été reconnue (Morris et Mann, 1955) ainsi que le fait que des durées de subérisation supérieures à 4 jours sont sans effet remarquable sur la perte d'eau et la pourriture (Pope et Combs, 1957). L'influence combinée bénéfique de la durée (5 – 8 jours), de la température (30–35 °C) et de l'humidité relative (90–100 %) sur l'efficacité de la subérisation a été évaluée (Delate *et al.*, 1985 ; Bikomo et Brecht, 1991 ; Obetta *et al.*, 2007). Ces observations rejoignent les recommandations de Lutz (1944), Booth (1974), Passam *et al.* (1976), Been *et al.* (1977), Ryall et Lipton (1979), Aguéguia *et al.* (2000) et Salami *et al.* (2007).

I-1.11.2.2. Application du chlore

L'effectivité du chlore et des composés chlorés dans la protection des produits agricoles contre la contamination pathogène est mentionnée (Ryall et Lipton, 1979). Les travaux de Bikomo et Brecht (1991) révèlent l'effet satisfaisant du rinçage des tubercules de macabo à l'eau chlorée (1 % d'hypochlorite de sodium) en association avec la subérisation pour réduire l'incidence de la pourriture sur ces produits. La pourriture du taro entreposé, due à *Phytophthora*

colocasiae et *P. splendens* a été neutralisée par le trempage des tubercules dans une solution de 1 % d'hypochlorite de sodium préalablement à leur stockage (Jackson et al., 1979). Ce traitement a été par la suite suggéré comme mesure de prévention contre les attaques de *Fusarium solani* et *F. moniliforme* sur le macabo (O'Hair, 1985) ou les pommes de terre (Nzietchueng et Tchio, 1992) en entreposage ; néanmoins, cette pratique est encore peu courante en Afrique (Aguégua et al., 2000). La susceptibilité des tubercules de pomme de terre fraîchement récoltés à la pourriture causée par *Erwinia carotovora* était réduite à 99 % par l'immersion pendant 5 minutes de ceux-ci dans une solution contenant 10 000 ppm de chlore (Bartz et Kelman, 1986) bien que la chloration s'est révélée inefficace pour empêcher la pourriture de la patate douce en stockage (Delate et al., 1985).

Le chlore offre l'avantage d'absence de résidu chimique sur le produit, cependant et pour la même raison, il n'a pas également d'effet résiduel (Ryall et Lipton, 1979). Seul le chlore sous forme libre exerce d'efficacité (Sherman et Allen, 1983). Toutefois, celle-ci diminue avec l'accroissement de la quantité de feuilles, de tiges, de sol ou autres substances organiques dans l'eau de lavage. A cet effet, il est suggéré de maintenir le niveau de chlore libre entre 100 et 150 ppm pour une efficacité maximale. La propriété bactéricide du chlore sur les agents pathogènes, surtout en présence d'éléments organiques, encombrants pourrait être renforcée avec une solution de 200 microgrammes de chlore par ml déposée sur le produit pendant 15 secondes, pour éradiquer les spores sur la surface de celui-ci. Par ailleurs, dans des conditions semblables et avec une solution de dioxyde de chlore de pH proche de 7, les spores de *Penicillium digitatum* sur la surface de fruits ont été neutralisés, mais non ceux des lésions de sporulation (Brown et Wardowski, 1984).

I-1.11.2.3. Application des fongicides

L'utilisation de pesticides a contribué à la réduction de pertes sur des denrées stockées. Les observations de Passam (1982b) indiquent que des fongicides, le captan à 20 g/l et 10 g/l, et le bénomyl, à 0,5 g/l et 1 g/l ont conduit à la réduction de l'incidence de la pourriture du taro de 53 % (seuil témoin) à 43 et 33 % d'une part, et 35 et 20 % d'autre part, respectivement. Mais ces produits chimiques n'eurent aucun effet sur la pourriture du macabo. La bonne qualité de la patate douce a été maintenue avec succès pendant la période d'entreposage, en la recouvrant du Botran pour inhiber la pourriture engendrée par l'infection de *Rhizopus stolonifer* (Daines, 1970). Selon le rapport de O'Hair (1985), le bénomyl à base de mélange de métalaxyl utilisé comme solution de trempage a été efficace pour empêcher la pourriture sur du taro pendant une

période de 3 semaines après le traitement, en comparaison avec le seul lavage à l'eau des tubercules. Le développement de pourriture causée par *Penicillium expansum* a été écarté sur des pommes Mc Intosh suite à l'utilisation préventive du diphénylalanine et du thiabendazole (Errampali et al., 2006).

La germination des spores de *Botryodiplodia theobromae* et le développement mylézien de *B. theobromae* et *Sclerotium rolfsii* étaient complètement inhibés à une température de 5-10°C par le captan et le bénomyl à 100-500 ppm (Fajola et Nwifo, 1985). Des travaux sur l'igname (Thompson et al., 1977) ont illustré l'impact du thiabendazole et du bénomyl pour amoindrir l'infection fongique et la perte de poids des tubercules, cependant leur effet était atténué en entreposage à froid. L'interférence du froid sur l'effet des fongicides a été observée contre la pourriture de la pomme en entreposage sous atmosphère contrôlée (Errampali et al., 2006).

I-1.11.2.4. Inhibition du bourgeonnement

Le bourgeonnement de la pomme de terre et de la patate douce entreposées dans des conditions contrôlées a été neutralisé par des inhibiteurs chimiques (Booth, 1974). Dans ce sens, l'inhibition du bourgeonnement de la patate douce avec des sels de sodium et d'ammonium a été réalisée, en dépit des dommages causés sur les tubercules de ce produit. Des substances analogues ont été testées sur le taro et le macabo (Passam, 1982b) et le résultat montrait l'efficacité de l'hydrazide maléique à inhiber complètement le bourgeonnement en dépit du fait qu'il ait entraîné la pourriture des tubercules au bout de 6 semaines d'entreposage. D'autres observations de Passam (1982b) mentionnent que le bygram et le mirvale peuvent contribuer à l'inhibition du bourgeonnement et que le nébulin s'avère phytotoxique et non recommandable à cet effet. Dans une expérience sur l'entreposage de l'igname (Passam, 1982a), des tubercules traités avec de l'acide gibbérellique n'ont pas bourgeonné après 6 mois de stockage contrairement aux tubercules non traités et tel que signalé par Tschannen et al. (2005). Les inhibiteurs de bourgeonnement, par leur effet, provoquent le blocage de la cicatrisation des blessures des tubercules et de la formation du périoderme (Booth, 1974). Leur utilisation devrait en conséquence s'effectuer après l'achèvement du processus de cicatrisation (Ryall et Lipton, 1979).

I-1.11.2.5. Inhibition du brunissement enzymatique

Dans la perspective de réduire ou éliminer le brunissement de surfaces exposées des tubercules, l'utilisation des antioxydants ou l'enrobage de surface de coupe des produits est suggérée pour exclure l'oxygène de ces zones exposées de section (Martin et Ruperte, 1976). Selon Sanchez-Nieva (1977a), l'activité de la phénolase est inhibée par le chauffage des tubercules dans l'eau bouillante, bien que cette opération cause une texture indésirable et un changement de flaveur incompatible avec la transformation et la congélation du macabo. La cystéine s'est montrée plus effective dans l'inhibition du brunissement des tubercules d'igname tandis que le mercaptoéthanol s'est révélé sans résultat remarquable sur ce phénomène et a par ailleurs altéré la qualité visuelle des produits. L'impact favorable de l'acide citrique à 5 % et du dioxyde de soufre à 200 ppm pour neutraliser l'effet de la phénolase sur les composés phénoliques présente dans les tissus des tubercules a été également établie (Aguéguia *et al.*, 2000).

I-1.11.2.6. Utilisation de l'emballage

La présence de l'emballage (Wills *et al.*, 1981) est susceptible de contribuer à la réduction de la perte de poids et de flétrissement, en particulier avec l'emballage individuel et unitaire des produits. Des films plastiques en polyéthylène ont permis l'extension à 2 mois d'entreposage de la patate douce (Delate *et al.*, 1985), mais l'humidité considérable dans l'emballage a provoqué le bourgeonnement excessif des racines. L'effet bénéfique des sacs plastiques perforés et des sacs de jute a été mis en évidence dans la réduction de la perte d'eau et la maintenance d'une apparence meilleure des tubercules de macabo stockés (Bikomo, 1988 ; Bikomo et Brecht, 1991). De plus, et le constat a été fait que les sachets plastiques non perforés avaient de façon remarquable favorisé la pourriture et le bourgeonnement des tubercules. L'emballage individuel des fruits avec du film plastique scellé offre plus de satisfaction dans la réduction de perte de poids, la propagation de la pourriture et le flétrissement en comparaison des sachets plastiques renfermant plusieurs fruits (Ben-Yehoshua, 1985).

I-1.11.2.7. Utilisation de l'emballage associée avec l'enrobage

L'utilisation d'emballage en polyéthylène seul ou associé à l'enrobage de protection a favorisé la réduction de pourriture et de perte de poids et le maintien de la bonne qualité de la banane (Shillinford, 1978). Toutefois, l'excès de barrière (film et enrobage) peut générer l'accumulation de mauvaises odeurs dans le produit, en particulier en présence de températures supérieures à 21 °C (Abrigo et Ismail, 1983). L'enrobage des tubercules de macabo avec une

pâte de terre est par ailleurs préconisé et la conservation de ces produits en saison sèche peut s'étendre à 3 et 4 mois, si ceux-ci sont recouverts avec de la paille suivie d'une mince couche de terre. Des tissus en papier sont utilisés à la place de différents types de film plastique sur les aubergines stockées à 7,2 °C pendant 1,2 ou 3 semaines (Risse et Miller, 1983). La résistance et la validité du type d'emballage, selon Aguégua *et al.*, (2000) s'avèrent déterminantes pour la protection des produits durant le transport et le stockage où s'opposent des formes d'emballage traditionnel couramment utilisées et comportant des frondes de palmes tissées, du rotin ou du bambou tressés aux types améliorés ou modernes : caisses en bois, ou en plastiques et boîtes en carton, offrant l'avantage de résistance et de solidité de protection physique.

I-1.11.2.8. Utilisation de la réfrigération

Il a été mentionné qu'une température de 7 °C était la meilleure et la plus appropriée pour une conservation prolongée (3,5 mois) des tubercules du macabo, (Gooding et Campbell, 1961), en comparaison avec des températures plus élevées (15-25 °C) et qu'en outre que des températures basses mais non proches du seuil de congélation provoquent la mort des bourgeons et la pourriture des tubercules (Onwueme, 1978). L'inconvénient de la conservation des tubercules de macabo épluchés ou non par le froid, selon Rickard et Coursey (1981), Passam (1982) et Bikomo et Brecht (1991) se traduit également par le fait que la congélation rend la texture tissulaire spongieuse tout en altérant la qualité organoleptique des produits conservés. L'entreposage des tubercules de macabo dans des conditions ambiantes locales de Trinidad comportant une température journalière moyenne de 26 °C et une humidité relative de 70 %, a abouti à la pourriture après 6 semaines (Purseglove, 1972). Il a été observé que des tubercules de macabo se comportaient de manière satisfaisante en entreposage sous température ambiante de 26°C et qu'ils pouvaient rester en bonne condition propice pour la transformation pendant 10 jours (Sanchez-Nieva et Hernandez, 1977b).

I-1.11.2.9. Utilisation de la ventilation

Des plateformes installées dans des chambres de stockage ou le long des murs de maison, à 1 ou 2 m du sol peuvent prolonger la conservation du macabo pendant 24 semaines. Une structure protégée (caisse ou étagère grillagée) favorisant la ventilation du produit stocké et en écarte les attaques des rongeurs et des insectes volants est aussi recommandable (Aguégua *et al.*, 2000). Des bâtisses sur pilotis, dotées de toitures en matière locale ou améliorée, d'étagères encastrées et des parois translucides et perméables à la ventilation présentent un avantage pour

la conservation des pommes de terre (Booth et Shaw, 1981). D'après ces mêmes auteurs, les caractéristiques psychométriques du milieu d'entreposage sont déterminantes pour une bonne conservation du produit dans ce cadre. En rapport avec ces propriétés thermodynamiques, la perte d'eau peut être atténuée par la réduction de la pression de vapeur d'eau de l'air ambiant du milieu de stockage (Burton, 1982). En d'autres termes, le taux de perte d'eau des produits frais dépend du gradient de la pression de vapeur d'eau entre le produit et l'environnement, lui-même influencé par la température et l'humidité relative autour de ces produits (Wills *et al.*, 1981 ; Booth et Shaw, 1981 ; Wills *et al.*, 1998).

L'humidification directe de l'air ventilé par injection ou par aspersion (Booth et Shaw, 1981) a été utilisée pour réduire l'évaporation sur des pommes de terre et d'autres denrées entreposées sans réfrigération. L'effectivité de cette méthode dépend du degré d'humidité de l'air, du taux de ventilation et surtout de la température (Burton, 1978).

CHAPITRE II. MATERIELS ET METHODES

II-1. IMPACT DE LA VARIÉTÉ ET DE LA MATURITÉ À LA RECOLTE SUR L'EFFET DE LA CHLORATION ET DE L'EMBALLAGE DU MACABO EN ENTREPOSAGE

II-1.1. Nature, provenance et préparation du matériel végétal

Des tubercules frais de deux variétés sélectionnées de macabo (*Xanthosoma sagittifolium* L.), la variété à chair rouge et celle à chair blanche, provenaient d'une parcelle expérimentale située à Mekamvom, au Sud Cameroun, une zone des zones encore caractérisées par l'absence de la pourriture racinaire du macabo par *Pithium ryriotyum*. Les plants de macabo y étaient mis en culture en Mars 1990. Les tubercules étaient, à partir de 8 mois de maturité, récoltés manuellement, en 4 passages successifs, espacés d'un mois. Les tubercules étaient acheminés sans lavage préalable dans des sacs de jute transportés par un véhicule pick up, pour stockage à Dschang. Après 5 à 6 heures de transport routier, ils étaient parvenus à destination. Sans délai, ces produits étaient regroupés suivant la variété, mélangés au sein de la même variété, triés par la suite sur la base d'absence de défauts (fragmentation, lésions de pellicule, meurtrissures et pourriture) calibrés et organisés de manière aléatoire en échantillons de 10 tubercules.

II-1.2. Caractéristiques du dispositif expérimental

Les facteurs étudiés, la variété, le stade de maturité, la chloration et l'emballage ont constitué des traitements en distribution factorielle dans un dispositif expérimental en blocs complètement randomisés à 3 répétitions, chaque variété constituant un bloc. Les différents seuils de maturité retenus étaient 8, 9, 10 et 11 mois. La solution de chlore préparée pour trempage des tubercules était obtenue par dilution de l'hypochlorite de sodium commercialisé, dans de l'eau, à la dose de 1 % (Bikomo et Brecht, 1991). Les deux types d'emballage étaient des sacs en jute et en plastique courants. Ceux en plastique étaient perforés de trous de 8 mm de diamètre et suivant un écartement de 10 cm.

II-1.3. Spécificités des traitements factoriels

Des traitements combinés de tous les niveaux des facteurs étudiés étaient administrés de manière aléatoire sur les différents échantillons. Les tubercules témoins étaient disposés en une seule couche sur les rayons de l'étagère grillagée d'entreposage, tandis que les sacs en jute et ceux en plastique étaient fermés par rabattement simple du bord d'ouverture après introduction des tubercules et avant leur disposition dans l'étagère de stockage, placée sous conditions ambiantes moyennes de température de 21 °C et d'humidité relative de 76,8 % prédominant à Dschang. Cette localité d'altitude 1400 m environ et de précipitation moyenne annuelle de

1814,16 mm ; est située en Afrique dans le golf de Guinée entre 5°25' et 5°30' de latitude Nord, et entre 10° et 10°5' de longitude Est à l'Ouest Cameroun (fig 5).

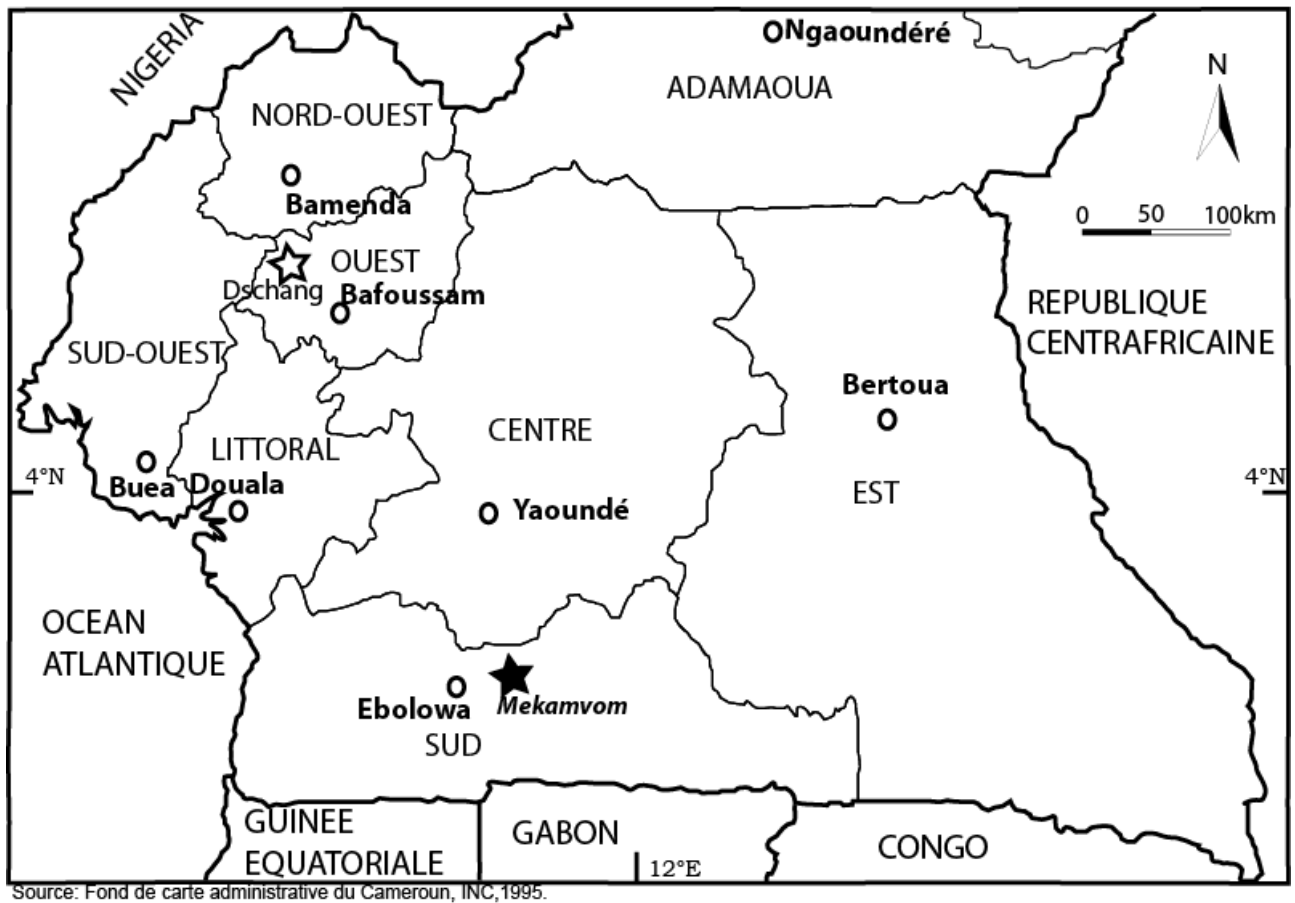


Fig. 9. Localisation des sites d'activités

★ : Localité de provenance des macabos ; ☆ : Localité d'expérimentation ; ○ : Chefs-lieux de région ; ——— : Limite nationale ; ——— : Limites régionales

II-1.4. Evaluation de la performance des tubercules

Dans l'optique d'évaluation de performance en entreposage, les tubercules récoltés suivant les niveaux de maturité indiqués plus haut (chapitre 2 section 2-2) et stockés étaient observés au cours des passages hebdomadaires, le premier se situant au moment de la mise en entreposage des produits. L'appréciation de leur qualité prenait en compte la présentation physique globale visible, la perte de poids, l'incidence de la pourriture et le bourgeonnement. Le poids des tubercules prenait en compte le poids des bourgeons. De plus, une évaluation mensuelle était réalisée, destinée au suivi de la variation de la teneur en eau et de la teneur en

matière sèche de tubercules entreposés. La mesure du poids au gramme près des échantillons était effectuée au moyen d'une balance électronique Fisher Scientific, Model XT-3000 DR. L'évaluation du bourgeonnement était faite par la mesure de la longueur totale des bourgeons développés sur les tubercules. La teneur en eau et la teneur en matière sèche étaient quantifiées par la méthode de double pesée (AOAC, 1990 ;Bainbridge *et al*, 1996) avec une balance analytique Mettler, Model AE 200. Les échantillons étaient placés dans des creusets en porcelaine (le poids vide du creuset ayant été au préalable évalué). La première pesée de l'ensemble échantillon et creuset s'est effectuée avant séchage de cet ensemble dans une étuve à circulation d'air chaud Fisher Scientific, Model 738 F, à 105 °C pendant 24 h. La seconde pesée s'est opérée après sortie de l'étuve des éléments séchés et refroidissement de ceux-ci dans un dessiccateur.

La teneur en eau (TE) était calculée par la formule ci-apès :

$$TE (\%) = \frac{y_2 - y_1}{y_2 - y_0} \times 100$$

y₀= poids du creuset vide avant séchage

y₁= poids de l'ensemble creuset et échantillon avant séchage

y₂= poids de l'ensemble creuset et échantillon après séchage

La teneur en matière sèche (MS) a été calculée par la formule suivante :

$$MS (\%) = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100$$

m₀= poids du creuset vide avant séchage

m₁= poids de l'ensemble creuset et échantillon avant séchage

m₂= poids de l'ensemble creuset et échantillon après séchage

II-1.4.1. Evaluation de l'apparence physique globale et de l'incidence de la pourriture

L'apparence physique globale et l'incidence de pourriture étaient évaluées avec référence à la méthode d'analyse descriptive (Kadel *et al.*, 1973 ; Larmond, 1977 ; Delate, 1986, Bikomo, 1988 ; Watt *et al.*, 1991 ; Tiky, 1998 ; Emmanuel Ikpeme *et al.*, 2007), comportant les seuils de qualité suivants :

- Absence de défauts (pourriture, bourgeons, durcissement, flétrissement, état sain) = 9
- Très bon état, défauts légères = 8
- Bon état, défauts déjà visibles = 7
- Assez bon état, devenant indésirables = 6

- Acceptable, défauts indésirables, compromettant la qualité commerciale = 5
- Assez mauvais état, seuil minimum de qualité commercialisable = 4
- Non commercialisable, mauvais état = 3
- Très mauvais état, nécessité d'élimination des parties détériorées avant utilisation = 2
- Mauvais état extrême, non utilisable = 1.

II-1.4.2. Evaluation de la palatabilité

Un panel de 25 dégustateurs amateurs âgés de 20 à 50 ans a apprécié la qualité organoleptique du macabo cuit par ébullition à l'eau, selon la méthode d'analyse descriptive (Larmond, 1977 ; Watts *et al.*, 1991 ; Tiky, 1998 ; Emmanuel Ipkeme *et al.*, 2007), comportant les seuils d'appréciation ci-après :

- Préférence effective = 5
- Préférence modérée = 4
- Neutralité = 3
- Rejet modéré = 2
- Rejet total = 1

A cet effet, des morceaux de tubercules de macabo, en forme de cube de 1,5 cm de côté, étaient prélevés au couteau de la partie centrale des tubercules retenus des différents échantillons, et étaient distribués aux panélistes pour évaluation. Après mastication et dégustation, les évaluateurs les crachaient, puis se rinçaient la bouche avec l'eau de robinet entre les dégustations.

II-1.5. Analyse statistique

Une transformation angulaire des données originales, exprimées en pourcentages, était effectuée suivant la formule $y = \arcsin\sqrt{x}$. L'analyse statistique des données ainsi transformées était assurée selon la méthode MSTAT, avec le test Fisher à 5 % et la méthode de Duncan pour la séparation des moyennes lorsque les différences significatives étaient détectées entre les effets des traitements.

II-2.INCIDENTE DE L'ENFOUISSEMENT DANS LES BUTTES SUR LE COMPORTEMENT DU MACABO BLESSE OU TRAUMATISE ET ENTREPOSE

2.2.1. Matériel végétal

Les tubercules des deux variétés de macabo, la variété à chair rouge et celle à chair blanche étaient obtenus, acheminés à Dschang et regroupés en échantillons, tels que décrit à la section 2 du chapitre 3. L'endommagement artificiel des tubercules consistait à blesser chaque produit, par inflexion d'une entaille de section de 1,5 cm en longueur, 0,5 cm en largeur et 0,5 cm en profondeur, simulant ainsi un type de blessure courante causée par le matériel et les conditions de récolte et de transport. L'enfouissement des tubercules sous des buttes était effectué en couvrant les tas de produits frais et artificiellement endommagés tel que décrit plus haut, avec de la terre en couches alternant avec de la paille et de feuilles plastiques, pour une période de deux semaines. Ces tas étaient recouverts par une couche de terre d'environ 20 cm comparable à la profondeur d'enfouissement des tubercules d'une tige de macabo. L'inflexion de meurtrissures était réalisée en frappant d'un coup sec chaque tubercule, au moyen d'un gourdin en bois, sans aspérités saillantes susceptibles d'occasionner de blessures ouvertes, ce gourdin était enveloppé d'un tissu simulant la présence d'emballage.

II.2.2 Dispositif expérimental

Les tubercules étaient par la suite placés dans des sacs en film plastique perforé (Bikomo, 1988), puis disposés en entreposage dans des conditions ambiantes de Dschang décrites au chapitre 3 et sections 3.2.2 et 3.2.3 antérieurs.

Les produits entreposés ont pendant 3 mois fait l'objet d'une observation hebdomadaire, destinée à l'appréciation de la qualité de présentation globale des produits, basée notamment sur la cicatrisation, la perte de poids, la pourriture et le bourgeonnement. De plus, la variation de la teneur en eau des tubercules était suivie par une évaluation mensuelle de la teneur en matière sèche de ces produits. Le protocole d'organisation expérimentale statistique des facteurs étudiés (variété du macabo, incidence des blessures, incidence des meurtrissures, influence de la subérisation) et des variables observées était conduit tel que décrit dans le chapitre 3 ; la section 2 et le paragraphe 3.2.4., de même que l'analyse statistique des données.

II.3. EFFETS DE L'ECIMAGE SUR LA PERFORMANCE A L'ENTREPOSAGE DES TUBERCULES DE MACABO

II.3.1. Matériel végétal

Deux variétés de macabo (la variété à chair rouge et la variété à chaire blanche) originaires du Sud Cameroun zone encore épargnée par la pourriture racinaire par *Pythium myriotylum* étaient cultivées dans la parcelle expérimentale du campus de l'Université de Dschang avec les pratiques de fertilisation, de billonnage et de désherbage. L'écimage a consisté à la coupe complète au niveau des bases pétiolaires et à 30 cm au-dessus du sol. Ce traitement était effectué sur du macabo âgé de 10 mois, suivant un intervalle de temps de 2 semaines entre deux opérations de coupes successives et à 1 à 2 semaines respectivement, avant la récolte.

La récolte s'est opérée manuellement, suivie d'un séchage solaire d'un jour avant l'entreposage.

II.3.2. Dispositif expérimental

Les traitements testés, incluant la variété et l'écimage, étaient administrés et les échantillons traités étaient entreposés dans les conditions au chapitre 2, sections 2.2.2. et 2.2.3.

II.3.3. Evaluation de la performance des tubercules

Pendant la période d'entreposage, les tubercules de macabo étaient évalués avec une fréquence hebdomadaire sur la base de leur performance.

II.3.3.1. Evaluation de la perte de poids, du bourgeonnement de la présentation physique globale, de la matière sèche, de la teneur en amidon et de la teneur en sucres totaux

La variation de poids, le développement des bourgeons, l'incidence de la pourriture, la variation de la teneur en eau et de la teneur en matière, et la présentation physique des tubercules entreposés étaient évalués tel qu'indiqué dans la section 3.2.4. Ces produits ont également fait l'objet d'une observation mensuelle pour un suivi de la variation de la teneur en amidon et en sucres totaux.

L'évaluation de la présence de l'amidon et des sucres totaux s'est effectuée sur des produits frais (2 jours après la récolte) et sur ceux entreposés, à 30 jours d'intervalle. Les

tubercules étaient auparavant pelés, lavés et tranchés en morceaux de forme approximative cubique d'environ 2 cm de côté. Ces éléments étaient séchés pendant 12 heures dans une étuve (Fisher Scientific Model 738 F) réglée à la température de 75 °C. Les échantillons ainsi séchés étaient ensuite pulvérisés dans un broyeur ordinaire et courant de cuisine de marque Moulinex, et enfin tamisés et placés dans des flacons en polytène capsulés.

Extraction et dosage des sucres totaux et de l'amidon :

Dans la procédure opératoire (Bradburry et Holloway, 1988 ; AOAC, 1990), une portion de 15 g d'échantillon était mélangée et homogénéisée dans un flacon en pyrex, pendant 1 mn, avec approximativement 85 ml d'éthanol à 95 %, dans un mélangeur à grande vitesse. Les échantillons étaient enfermés dans des flacons et chauffés dans de l'eau bouillante pendant 20 mn, pour neutraliser l'activité enzymatique. Après refroidissement, les flacons étaient placés à une température de -20 °C pendant 24 h, pour précipiter la fraction insoluble à l'alcool. Les échantillons étaient enfin filtrés avec un papier filtre Wattman 1, dans un entonnoir sous vide, pour recueillir la fraction insoluble, destinée au dosage de l'amidon. Le filtrat était essuyé avec de l'acétone et séché sous vide pendant 24 h, suivi d'un pesage.

Le dosage des sucres totaux a été effectué suivant la méthode colorimétrique au phénol. Un ml d'échantillon de l'extrait à l'éthanol était dilué à 250 ml. Après l'addition de 0,1 ml au phénol à 80 % et de 5 ml d'acide sulfurique concentrée à 2 ml de l'extrait dilué, l'échantillon était incubé dans un bain marie à 30 °C pendant 15 mn. Les sucres totaux étaient dosés par l'absorbance à 450 nm contre une solution standard de glucose et celle de l'eau désionisée.

Dans la mesure de la teneur en amidon, la fraction insoluble à l'alcool était traité avec des enzymes amylase et l'amyloglycosidase, convertissant l'amidon en glucose. Le glucose était par la suite dosé selon la méthode colorimétrique (Bradburry et Holloway, 1988) Une quantité de 500 mg d'échantillon de substance biologique était traitée par 5 ml d'un mélange d'acide acétique et d'acétate (0,1M et pH 5,6), dans un bain marie à 85 °C pendant 15 mn. Les échantillons hydratés étaient refroidis avant ajout de 3 ml de la solution d'enzymes (40 ml de mélange d'acide acétique et d'acétate 0,1M, 20 mg d' amylase, 20 d'amyloglucosidase et 17,6 mg de CaCl₂). Les échantillons étaient ensuite incubés dans un bain marie, à 30°C, pendant 12 h. Après incubation, 28,9 ml d'éthanol à 95 % y était additionné pour ramener la concentration de l'éthanol à 75 %. Les échantillons étaient centrifugés à 5000 tours/mn pendant 25 mn, à température ambiante. Le surnageant était recueilli et son volume mesuré. Un ml de cet extrait était dilué avec de l'eau et le dosage du glucose était réalisé par la méthode colorimétrique. La

teneur en glucose exprimée en pourcentage (%) a été convertie en teneur en amidon (%) par multiplication par 0,90.

II.3.3.2. Evaluation de la palatabilité

Une équipe de dégustateurs amateurs, âgés de 18 à 20 ans, des deux sexes, a apprécié la qualité organoleptique du macabo en fin de période d'entreposage. Les dégustateurs devaient évaluer la saveur, la texture et la couleur du macabo cuit par ébullition dans de l'eau, en utilisant un barème de niveaux de qualité et de préférence (Watts et *al.*, 1991), avec des spécifications variant de 5 = préférence effective et 1 = rejet effectif. Les dégustateurs ont utilisé des morceaux de tubercules de macabo cubiques de 2 cm de côté et ces échantillons mastiqués lors de l'opération de dégustation étaient par la suite crachés et les dégustateurs se rinçaient la bouche avec l'eau de robinet entre deux dégustations.

Une transformation angulaire par la formule $y = \arcsin\sqrt{x}$ était effectuée sur des données primaires initialement exprimées en pourcentages. L'analyse de la variance était réalisée par le logiciel statistique MSTAT, avec le test de Fisher à 5 %, et la séparation des moyennes par la méthode de Duncan, pour les cas de différences significatives observées entre les niveaux moyens de performance des échantillons.

CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION

III-1. IMPACT DE LA VARIETE ET DE LA MATURITE A LA RECOLTE SUR L'EFFET DE LA CHLORATION ET DE L'EMBALLAGE DU MACABO EN ENTREPOSAGE

Au terme de 3 mois d'entreposage, des différences statistiquement significatives étaient observées sur la performance des tubercules stockés, résultant de l'influence combinée des traitements testés (Tableau 1). Ces différences étaient nettement remarquables sur l'apparence physique globale, la perte de poids, l'incidence de la pourriture et le bourgeonnement.

III-1.1. Effet de la variété et du stade de maturité sur la perte de poids

La variété du macabo s'est révélée avec une incidence significative sur la perte de poids au cours de l'entreposage des tubercules (Tableau 2). Le macabo blanc a le moins perdu du poids, (25,33 %) en comparaison de la réduction de poids considérable enregistrée sur le macabo rouge (32,48 %) pendant la même phase d'entreposage. Cette observation indique une maturation plus rapide du macabo blanc, inhérente sans doute à une caractéristique génétique de la variété, et normalement associée avec un taux réduit et stable de respiration. Une perte de poids remarquable était enregistrée sur les tubercules récoltés au stade de maturité de 8 à 9 mois (40,35 % et 38,55 % respectivement comparé aux tubercules âgés de 10 mois (29,49 %) et (28,95 %)). Cette perte de poids excessive observée sur des jeunes tubercules pourrait provenir de la respiration et la transpiration intensives ayant normalement cours dans les tissus végétaux relativement immatures (Ora, 1977).

III-1.2. Effet de la variété et du stade de maturité sur le bourgeonnement

Le macabo à chair blanche a manifesté une forte tendance à bourgeonner (8,05 %) tandis que ce phénomène était moindre ou inexistant sur le macabo rouge (0,36 %) de même stade de maturité (Tableau 2). Le développement abondant de bourgeons sur le macabo blanc serait imputable à la maturation physiologique rapide, à l'absence de stimulation effective des substances inhibitrices de croissance, ou à l'absence de concentration optimale de celles-ci (Isenberg et *al.*, 1987 ; Abdul et *al.*, 2007 ; Bikomo et Amougou, 2009a). Le contrôle de la dormance sur du macabo blanc dans les conditions expérimentales de notre étude s'avère par conséquent hypothétique et incertain. Le bourgeonnement était par ailleurs moins manifesté sur des tubercules récoltés à 8 mois (3,67 %) et à 9 mois (3,46 %) que sur ceux âgés de 10 mois (4,69 %) à 11 mois (5,03 %), autant pour le macabo rouge que pour le macabo blanc. Il est de ce fait confirmé que le stade physiologique immature constitue une cause naturelle de l'inaptitude au bourgeonnement (Burton, 1982).

Tableau I. Résumé de l'analyse des variances des effets de la variété du stade de la maturité de la chloration et de l'emballage sur la présentation physique globale, l'incidence de la pourriture, la perte de poids et le bourgeonnement du macabo entreposé.

^{ns} = test non significatif à $\alpha = 0,05$; ^{**} = test significatif à $\alpha = 0,05$

Var = variété ; Mat = stade de maturité ; Chl = chloration ; Emb = emballage.

Source de variation	Carrés moyens				
	dl	Présentation physique globale	Indice de pourriture	Perte de poids	Bourgeonnement
Var	1	26,43 ^{ns}	697,88 ^{ns}	2528,49 ^{**}	2258,63 ^{**}
Mat	3	1315,59 ^{**}	315,35 ^{ns}	1300,76 ^{xx}	18,39 ^{xx}
Var x Mat	3	94,53 ^{**}	1820,56 ^{**}	11,53 ^{ns}	21,24 ^{**}
Chl	1	1824,36 ^{**}	663,45 ^{ns}	136,83 ^{**}	11,17 ^{*ns}
Var x Chl	1	586,29 ^{**}	298,28 ^{ns}	4,93 ^{ns}	1,42 ^{ns}
Mat x Chl	3	630,66 ^{**}	390,67 ^{ns}	10,59 ^{ns}	23,39 ^{**}
Var x Mat x Chl	3	345,07 ^{**}	159,31 ^{ns}	69,41 ^{**}	17,84 ^{**}
Emb	2	79,67 ^{ns}	459,50 ^{ns}	104,41 ^{**}	24,78 ^{ns}
Var x Emb	2	235,42 ^{**}	22,98 ^{ns}	19,17 ^{ns}	10,62 ^{ns}
Mat x Emb	6	99,77 ^{ns}	348,50 ^{ns}	14,77 ^{ns}	22,32 ^{**}
Var x Mat x Emb	6	209,69 ^{**}	444,75 ^{**}	49,47 ^{**}	20,61 ^{**}
Chl x Emb	2	114,65 ^{ns}	21,38 ^{ns}	21,35 ^{ns}	14,75 ^{ns}
Var x Chl	2	1,59 ^{ns}	766,60 ^{**}	15,24 ^{ns}	7,68 ^{ns}
Var x Chl x Emb	6	68,43 ^{ns}	103,67 ^{ns}	6,77 ^{ns}	4,94 ^{ns}
Mat x Chl x Emb	6	94,01	94,64	2,09	3,55
Erreur	96	66,79	185,70	10,43	5,62

III-1.3. Effet du stade de maturité et de la variété sur la qualité physique

Le stade de maturité a produit un impact significatif dans l'amélioration de l'apparence physique des tubercules (Tableau 1). La récolte des tubercules à 10 et 11 mois de manière remarquable amélioré la présentation visuelle des tubercules entreposés (Tableau 2), notamment

dans la présentation de leur fraîcheur et leur turgescence. Au contraire, les tubercules immatures, en particulier ceux de la variété rouge du macabo, ont développé un durcissement accompagné d'un flétrissement et d'une décoloration indésirables.

III-1.4. Effet de la chloration sur l'incidence de pourriture

Une amélioration significative était enregistrée sur du macabo traité avec l'hypochlorite de sodium à la dose de 1 % et sur des tubercules récoltés à 10 à ou 11 mois, indépendamment de la variété (Tableau 1). Le traitement à l'eau chlorée a été inefficace à empêcher la pourriture des tubercules emballés dans des sacs en jute. Quant à ceux entreposés dans des sacs en plastique, et dans une moindre mesure ceux des sacs en plastique perforé, ils ont développé une pourriture rapide, nettement accentuée quand le trempage dans la solution chlorée était effectué avant l'emballage (Tableau 1). Cette détérioration était sans doute causée par l'humidité persistante sur les tubercules après un séchage incomplet de ceux-ci, suivant leur trempage à l'eau chlorée (Bartz et Kelman, 1985). La présence de sol et souillure sur des tubercules non nettoyés avant trempage était très susceptible d'atténuer, voire bloquer l'action bactéricide du chlore, à cause de la promptitude de combinaison de celui-ci avec le sol, les débris végétaux ou tout autre matière organique présent dans la solution chlorée de trempage (Bikomo et Amougou, 2009a). La proportion de chlore libre et susceptible d'éradiquer des agents pathologiques se trouve de ce fait réduite (Brown et Wardowski, 1984).

Par ailleurs, bien que l'hypochlorite de sodium ait pu neutraliser l'intégralité ou en partie les agents pathogènes sur la surface des tubercules, ceux déjà infiltrés dans des entailles et de lenticelles pourraient ne pas avoir subi ce traitement et seraient à mesure de résister énergiquement à l'effet adverse du chlore sur leur croissance. De plus, leur multiplication et leur agressivité ont été relancées et pris d'ampleur après que l'action du chlore se soit dissipée et des conditions favorables soient revenues. Il est recommandable d'accroître le temps de trempage de 2 à 5 mn, pour améliorer l'efficacité du chlore dans cette méthode. L'acidification légère de la solution d'hypochlorite de sodium, résultant à la réduction du pH pourrait renforcer l'effet bactéricide de la solution de trempage (Bikomo, 1988).

Tableau II. Résumé des moyennes des performances du macabo entreposé en présentation physique globale, perte de poids, pourriture, bourgeonnement et palatabilité, sous l'effet de la variété, du stade de maturité, de la chloration et de l'emballage.

y = pourcentage de dégustateurs ayant apprécié la palatabilité du macabo

z = les moyennes sur la même colonne pour chaque traitement testé, suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Duncan ($p = 0,05$)

Facteurs expérimentaux	Variables observées			
	Présentation physique globale (% du tubercule sain)	Perte de poids (%)	Bourgeonnement (%)	Palatabilité (%)
Variété				
Rouge	-	32,48a ± 4,02	0,36a ± 2,32	34,18a ± 2,32
Blanche	-	25,33b ± 4,03	8,05b ± 2,25	39,93b ± 2,25
Stade de maturité				
8 mois	0,00a ± 15,10	40,35a ± 3,93	3,67a ± 1,18	7,14a
9 mois	0,00a ± 15,10	38,55b ± 5,41	3,46a ± 2,56	24,80b
10 mois	31,90b ± 11,79	29,49c ± 3,62	4,69ab ± 0,83	56,44c
11 mois	33,90b ± 18,96	28,91c ± 3,34	5,03b ± 1,88	59,83c
Chloration				
0 % NaOCl	59,89a ± 1,99	27,29a ± 0,29	-	-
1 % NaOCl	72,19b ± 2,42	34,54b ± 0,92	-	-
Emballage				
Sans emballage	-	29,89a ± 0,51	-	-
Sacs en jute	-	30,65a ± 1,08	-	-
Plastique	-	25,90b ± 0,72	-	-

III-1.5. Effet de l'emballage sur la perte de poids

Les sacs en plastique perforé ont de façon significative réduit l'envergure de la perte d'eau (25,90 %) sur les tubercules entreposés. Une perte de poids remarquable était par contre enregistrée sur les tubercules non emballés (29,89 %) et ceux dans des sacs en jute, (30,65 %) (Tableau 2). En plus du fait que la perte d'eau soit accélérée sur des produits exposés à l'air, l'absorption de l'eau des tubercules dans les sacs en jute était particulièrement accentuée par la proximité et le contact avec ce type d'emballage, confirmant les seuils d'humidité relative adéquats et aménagés une ventilation convenable ayant certainement contribué à minimiser la perte d'eau (Bikomo et Amougou, 2009b).

III-1.6. Effet de la variété sur la teneur en eau

Avec le temps d'avancement de la période d'entreposage, une chute de près de la moitié de la valeur initiale de la teneur en eau a été enregistrée sur le macabo rouge (Fig. 9) et de manière plus marquée sur le macabo blanc. La chloration s'est révélée sans effet sur la teneur en eau durant l'entreposage. Bien que les 2 variétés comportaient presque le même taux élevé de perte d'eau lorsque la récolte s'est effectuée au stade immature (Fig. 10) ou en l'absence d'emballage (Fig. 11). La réduction progressive de la teneur en eau dans les tubercules s'accompagnait d'une augmentation considérable de la matière sèche (Okigbo et Ikediugwu, 2002). La diminution très rapide de la teneur en eau des produits récoltés au stade immature était imputable à la présence d'un périderme externe mince et plus perméable à la vapeur d'eau, en comparaison à celui plus épais et moins sujet au transfert de l'eau (Booth et Shaw, 1981 ; Wills et *al.*, 1981 ; Burton, 1982 ; Ben-Yehoshua, 1987). Le macabo rouge semble présenter une enveloppe comportant ces caractéristiques favorables au transfert d'eau, contrairement au cas du macabo blanc. La diminution rapide vers un seuil minimum critique de la teneur en eau des tubercules de macabo (Fig. 8), et spécifiquement ceux emballés dans des sacs en jute proviendrait sans doute également de l'influence de la capacité élevée d'absorption d'eau et le caractère desséchant du jute, utilisé comme matière d'emballage ou de l'atmosphère environnante.

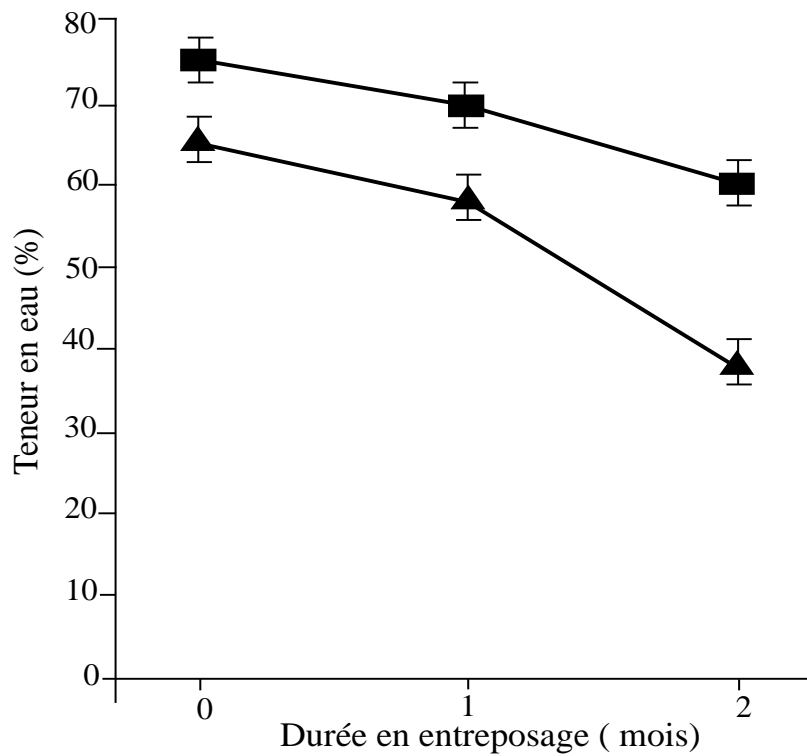


Figure 9. Influence de la variété sur la teneur en eau du macabo entreposé.

—▲— Macabo rouge; —■— Macabo blanc.

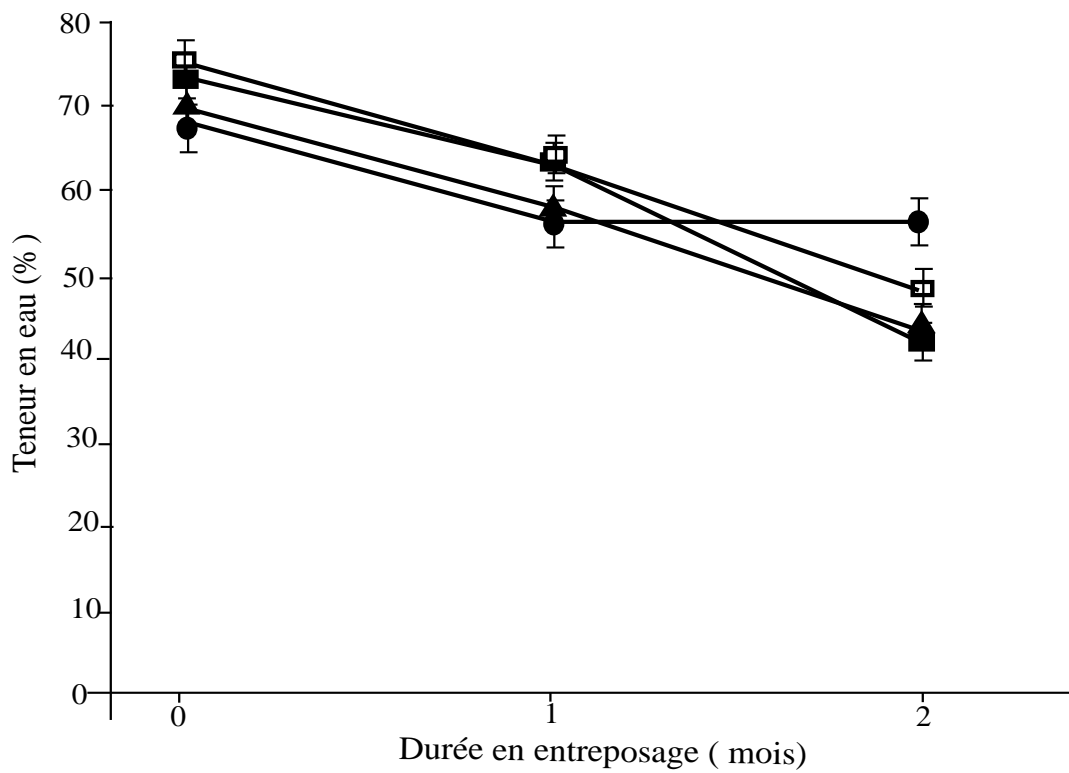


Figure 10. Influence de la maturité sur la teneur en eau du macabo entreposé.

—□— 8 mois ; —■— 9 mois ; —▲— 10 mois ; —●— 11 mois

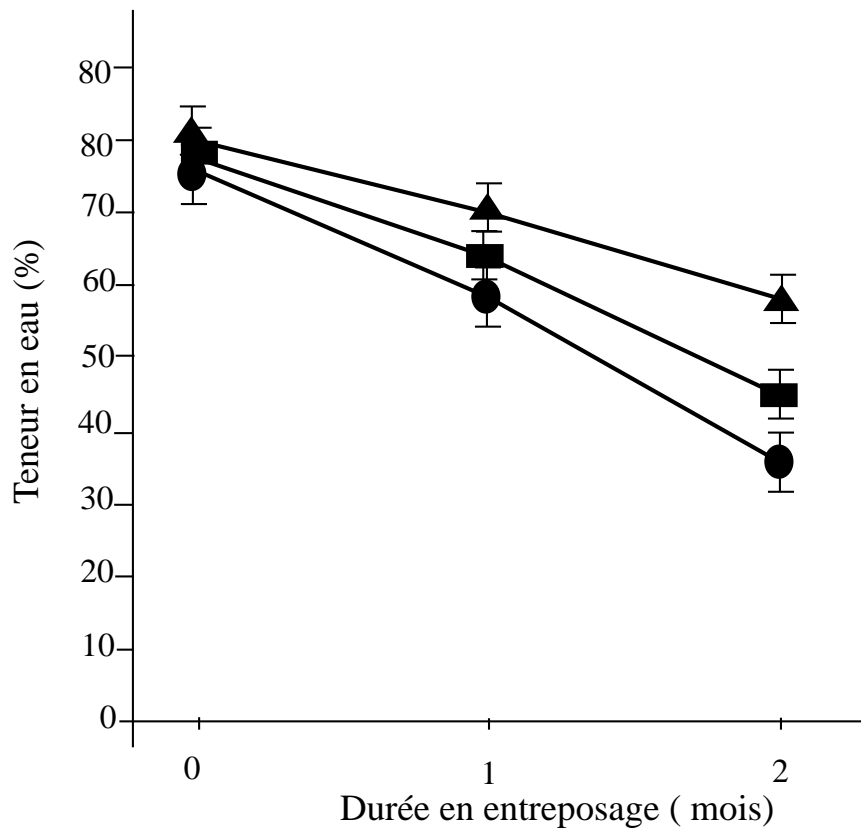


Figure 11. Influence du type d'emballage sur la teneur en eau du macabo entreposé.

● Vrac ; ■ Jute ; ▲ Plastique

III-1.7. Effet des traitements sur la palatabilité

La qualité organoleptique du macabo cuit, au terme de la période d'entreposage, a varié de manière significative suivant la variété du produit, et beaucoup plus selon le stade de maturité des tubercules. Le macabo blanc était plus apprécié (39,93 %) que le macabo rouge (34,18 %) (Tableau 2). Cette préférence tenait plus sur la palatabilité des tubercules de cette variété, ayant été préservée après entreposage assez identique à celui des produits fraîchement récoltés (Brunnscweiter et *al.*, 2006). En fait, le macabo blanc ramollit relativement vite et plus à l'opposé du macabo rouge, dans les mêmes conditions de cuisson. Par ailleurs, la flaveur des tubercules récoltés après 10 à 11 mois était plus appréciée (Fallon et *al.*, 2006). Ceux récoltés à un stade de maturité précoce étaient insipides et atteignaient un degré de ramollissement et d'inhibition d'eau les rendant indésirables et impropres à la consommation. L'emballage et la chloration n'ont pas eu d'incidence sur la palatabilité du macabo entreposé.

III-1.8. Conclusion partielle

Une perte de poids est observée sur les jeunes tubercules de macabo et résulte de la respiration et de la transpiration intensives ayant cours dans les tissus végétaux relativement immatures. Le bourgeonnement est moins manifesté sur les tubercules de macabo récoltés à 8 et 9 mois que sur ceux âgés de 10 à 11 mois, autant pour le macabo rouge que pour le macabo blanc.

Les tubercules immatures, en particulier ceux de la variété de macabo rouge, ont développé un durcissement accompagné d'un flétrissement et d'une coloration indésirables.

Le chlore libre est susceptible de neutraliser les agents pathologiques se trouvant sur la surface des tubercules, mais la présence de terre et de souillure sur les tubercules non nettoyés avant trempage atténuée et peut bloquer l'action bactéricide du chlore.

Les emballages en plastique perforé favorisent le développement d'une humidité relative adéquate et une ventilation propices à minimiser la perte d'eau des tubercules. Une diminution très rapide de la teneur en eau s'observe sur des produits récoltés au stade immature et est imputable à la présence d'un périoderme mince et plus perméable à la vapeur d'eau. Le macabo blanc ramollit relativement plus vite que le macabo rouge, dans les mêmes conditions de cuisson. Les tubercules de la première variété, récoltés 10 ou 11 mois après plantation sont plus appréciés, en comparaison avec ceux récoltés à un stade de maturité précoce (8 et 9 mois), qui sont insipides, ramollissant et s'imbibent exagérément d'eau, et deviennent ainsi impropres à la consommation humaine.

III-2. INCIDENCE DE L'ENFOUISSEMENT DANS LES BUTTES SUR LE COMPORTEMENT DU MACABO BLESSE OU TRAUMATISÉ ET ENTREPOSÉ

Au terme de trois mois d'entreposage, les observations effectuées sur les tubercules de macabo stockés ont révélé des différences statistiquement significatives sur l'influence de la variété du macabo, de la présence des blessures et des meurtrissures et de l'enfouissement des tubercules dans des buttes sur la présentation physique globale des produits, la perte de poids, la pourriture et le bourgeonnement de ceux-ci. L'interférence des effets combinés de ces facteurs sur les aspects de qualité des tubercules était également manifeste de manière significative (Tableau 3).

III.2.1. Effet de la variété, des blessures, des meurtrissures et de l'enfouissement sur la présentation physique globale

Les tubercules comportant des blessures ont développé des défauts graves par rapport au macabo rouge (2,96 %) et sont devenus dans certains cas indésirables et inutilisables, en particulier si ces produits blessés n'avaient pas été enfouis dans des buttes avant leur entreposage (Tableau 3). La détérioration des tubercules a atteint une envergure sévère dans les cas où l'infliction des meurtrissures a suivi l'enfouissement des produits initialement blessés. Le macabo blanc a pu préserver une bonne qualité de présentation, exception faite pour les tubercules meurtris avant l'entreposage. Ce constat fait penser que la technique d'enfouissement du macabo dans les buttes pourrait ne pas promouvoir la résistance recherchée et attendue sur ce point contre les effets néfastes des meurtrissures ou d'autres formes d'endommagement similaires.

Le macabo rouge est apparu moins appréciable en termes d'aspect global de présentation, du fait qu'il a de manière significative subi des flétrissements, des dessèchements et des craquelures profondes. La perte de la qualité ainsi enregistrée était aggravée avec la présence des blessures, bien que l'envergure de ce processus néfaste ait été atténuée par l'effet d'enfouissement des tubercules. L'infliction de meurtrissures s'était accompagnée, pour cette variété de macabo, d'une désorganisation conséquente très accentuée de tissu de ce produit.

Le macabo blanc était moins susceptible aux impacts des meurtrissures infligées avant ou après l'enfouissement. En dépit de l'effet stimulant du processus physiologique de cette technique, notamment dans la formation de subérine et de périderme, essentielle dans la cicatrisation (Booth et Shaw, 1981 ; Coursey, 1983) l'enfouissement dans les buttes apparaît sans influence favorable sur la préservation, la restauration ou l'amélioration de la fraîcheur et de l'état sain et intègre, aspects primordiaux de la qualité de présentation physique des tubercules de macabo. Toutefois, le recours à cette pratique, préalablement à l'entreposage s'avère déterminant pour éviter ou retarder l'amorce et le développement de détérioration supplémentaire de ces produits.

Tableau III : Résumé de l'analyse des variances des effets de la variété (Var), des blessures (Ble), des buttes (But) et des meurtrissures (Meu) sur la perte de poids, l'incidence de la pourriture, le bourgeonnement, et la présentation globale visible du macabo entreposé.

ns = test non significatif à $\alpha = 0,05$;

** = test significatif à $\alpha = 0,05$

Source de variation	Carrés moyens			
	Perte de poids	Incidence de pourriture	Bourgeonnement	Présentation physique globale
Var	795,12**	3640,26**	28,68**	271,08 ^{ns}
Ble	163,84**	53,94 ^{ns}	1,58 ^{ns}	406,53 ^{ns}
Var x Ble	88,35**	70,11 ^{ns}	1,44 ^{ns}	14,20 ^{ns}
But	30,02 ^{ns}	1051,97**	3,36 ^{ns}	199,39 ^{ns}
Var x But	123,39**	984,37**	11,31 ^{ns}	37,37 ^{ns}
Ble x But	5,96 ^{ns}	41,65 ^{ns}	3,69 ^{ns}	37,37 ^{ns}
Var x Ble x But	17,52 ^{ns}	0,50 ^{ns}	2,95 ^{ns}	12,07 ^{ns}
Meu	22,01 ^{ns}	322,56 ^{ns}	0,002 ^{ns}	124,13 ^{ns}
Var x Meu	28,55 ^{ns}	48,46 ^{ns}	14,63**	2,42 ^{ns}
Ble x Meu	33,50 ^{ns}	483,93 ^{ns}	4,63 ^{ns}	82,66 ^{ns}
Var x Ble x Meu	1,51 ^{ns}	438,94 ^{ns}	4,03 ^{ns}	124,13 ^{ns}
But x Meu	2,10 ^{ns}	105,94 ^{ns}	0,59 ^{ns}	45,53 ^{ns}
Var x But x Meu	2,64 ^{ns}	85,25 ^{ns}	11,12 ^{ns}	3,42 ^{ns}
Ble x But x Meu	2,93 ^{ns}	70,11 ^{ns}	0,54 ^{ns}	582,3**
Var x Ble x But x Meu	44,48 ^{ns}	199,39 ^{ns}	0,04 ^{ns}	487,62**
Erreur	14,60	153,33	2,96	79,44

III.2.2. Effet de la variété, des blessures et de l'enfouissement sur la perte de poids

Un effet significatif de la variété du macabo a été détecté sur la réduction du poids des tubercules stockés (Tableau 4). Le macabo rouge a accusé la perte de poids la plus élevée tandis que la plupart des tubercules de macabo blanc se présentaient avec une perte de poids moindre. La chute remarquable de poids enregistrée sur le macabo rouge s'accompagnait d'un dessèchement et d'un durcissement extrêmes à l'origine de l'aspect caillouteux des produits ainsi affectés et rendus de ce fait inutilisables. La perte de poids préjudiciable caractéristique du macabo rouge stocké pourrait provenir d'une respiration et d'une transpiration accentuées naturelles de ce type de macabo, ou suscitées par les conditions de manutention du produit (Burton, 1982 ; Obetta et *al.*, 2007). Par contre, la réduction de poids modérée obtenue sur le macabo blanc indique une activité métabolique plus réduite révélant un taux de respiration réduite et stable de ce macabo. La présence des blessures sur les tubercules avant l'entreposage a significativement contribué à l'augmentation du taux de perte de poids (29,21 %) sur les produits stockés, résultant de l'effet accélérateur de ces défauts sur ce phénomène (Bikomo et Amougou, 2009b). A l'opposé du macabo blanc, le macabo rouge suspecté d'avoir une respiration élevée a manifesté une augmentation de perte de poids remarquable et plus appuyé pour les tubercules blessés avant entreposage.

Malgré son efficacité plus perceptible sur le macabo blanc que sur la variété rouge, l'enfouissement des tubercules a favorisé une atténuation relative de perte de poids. L'effet bénéfique des buttes d'enfouissement est signalé dans des études précédentes, dans la réduction et la stabilisation de l'activité métabolique des produits végétaux récoltés et entreposés (Booth et Shaw, 1981 ; Coursey, 1983 ; Obetta et *al.*, 2007). Néanmoins, contrairement à l'effet attendu, les conditions d'utilisation des buttes d'enfouissement de notre étude n'ont pas contribué à la cicatrisation complète des blessures présentes sur les tubercules et parmi lesquelles, celles des points de coupe et de détachement des produits du rhizome de la plante mère, lors de la récolte.

III.2.3. Effet de la variété, des blessures et de l'enfouissement sur la pourriture

Le macabo blanc était de façon évidente et significative plus résistant à la pourriture (25 %) et a ainsi préservé plus les tubercules une bonne qualité que le macabo rouge (6,24 %) (Tableau 4). Dans certains cas, l'enfouissement a été inefficace à neutraliser les attaques de pourriture sur le macabo, ce qui a en conséquence entraîné une réduction de la période d'entreposage de ce produit. Contrairement à ces observations sur le macabo blanc, celui à chair rouge a développé, à la suite du conditionnement dans les buttes, une résistance remarquable contre les agents pathogènes de pourriture. Un comportement semblable était également observé

sur les tubercules témoins. Par conséquent le macabo rouge, en dépit d'une absence de résistance naturelle en champ vis-à-vis de la pourriture racinaire (Anonyme, 2008), s'avère très sensible aux attaques analogues spécifiques à l'entreposage. Il pourrait plus s'accommoder de l'influence favorable de l'enfouissement dans les buttes, bénéfique dans la cicatrisation des blessures, points d'accès potentiels des bactéries et des moisissures, agents de la pourriture (Booth et Shaw, 1981 ; Coursey, 1983).

III.2.4. Effet de la variété et des meurtrissures sur le bourgeonnement

Le développement des bourgeons sur les tubercules, obtenu au terme de la période d'entreposage (Tableau 4) est apparu de manière significative influencé par la variété du macabo, et dans une moindre mesure, par la stimulation résultant de l'infliction de meurtrissures. Un bourgeonnement plutôt abondant et développé a foisonné par séquence, surtout sur le macabo blanc (4,08 mm), mais ces expansions ont par la suite flétri progressivement. La formation de bourgeons était tout à fait réduit sur le macabo rouge (1,21 mm) et, lorsque ce phénomène s'y amorçait, son avortement rapide était observé.

Les meurtrissures provoquées sur les tubercules avant l'entreposage ont de façon significative, accentué la tendance naturelle à bourgeonner du macabo blanc, en présence de conditions favorables par rapport à l'effet observé sur les produits témoins (Tableau 3). L'impact de ce traitement aurait probablement contribué à rompre la dormance des tubercules, activé ainsi les systèmes métaboliques de ces produits et conduit à la formation et développement des bourgeons (Agbor-Egbe et Rickard, 1991 ; Craufurd et *al.*, 2006 ; Abdul et *al.*, 2007 (Bikomo et Amougou, 2009b).

Tableau IV. Résumé des moyennes des performances en présentation physique globale, pourriture, bourgeonnement , et perte de poids du macabo, après 3 mois d’entreposage, sous l’influence de la variété, des blessures, des meurtrissures et de l’enfouissement.

z = les moyennes sur la même colonne pour chaque traitement testé suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Duncan (p = 0,05)

Facteurs Expérimentaux	Variables observées			
	Présentation physique globale (%de tubercules sains)	Incidence de pourriture (% de tubercules sains)	Bourgeonne ment(longu eur totale en mm)	Perte de Poids (%)
Variété				
- Rouge	6,25 ±14,08a	6,24 ± 3,11a	1,21 ± 1,21a	33,28 ± 36,40a ^y
- Blanche	2,96 ± 4,77 b	25,00 ± 59,29b	4,08 ±5,99b	20,63 ± 73,43b
Blessures				
- Tubercules blessés	2,92 ± 3,99a	13,75 ± 26,88a	2,04 ± 3,01a	29,21 ± 3,53 a
- Témoins	6,30 ±14,30a	14,58 ± 35,65a	2,88 ± 4,10a	24,00 ± 64,07b
Meurtrissures				
-Tubercules meurtris	2,80 ± 5,43 a	13,33 ± 24,36a	2,43 ± 3,55a	25,89 ± 58,49a
- Témoins	5,89 ±12,77a	14,99 ± 38,15a	3,86 ± 3,51a	28,02 ± 52,06a
Enfouissement				
- Tubercules enfouis	3,37 ± 5,39a	12,08 ± 11,92a	2,04 ± 2,73a	27,92 ± 58,20a
- Témoins	5,83 ± 12,78a	17,50 ± 50,68a	3,25 ± 4,33a	25,98 ± 52,32a

III.2.5. Effets des différents traitements sur la teneur en eau

Une réduction rapide et croissante d'environ 14 % de teneur en eau était enregistrée sur le macabo rouge (Fig. 12), au cours de la période d'entreposage, et surtout pendant le dernier mois.

Le macabo blanc a quant à lui maintenu une baisse constante de teneur en eau (10 %) tout au long du séjour en entreposage et la plupart des tubercules de ce lot étaient sans signes de flétrissement. Les tubercules blessés ont fait l'objet, à partir du second mois de stockage, d'une réduction remarquable de leur teneur en eau atteignant 17 % (Fig. 12), accompagnée d'un flétrissement sévère à l'origine de la baisse de qualité des produits. L'effet néfaste des blessures et autres dégâts mécaniques similaires se révèle, tel que déjà signalé et établi, être cause d'induction d'augmentation de perte de teneur d'eau par accélération de la respiration et de la transpiration des tubercules endommagés (O'Hair et Asokan, 1986 ; Bikomo, 1988 ; Bikomo et Brecht, 1991 ; Okigbo et Ikediugwu, 2002).

La teneur en eau des tubercules placés sous les buttes a accusé une baisse constante comparable à celle enregistrée par les tubercules témoins (Fig. 10-a). Ces structures de conditionnement se sont par conséquent avérées sans effet favorable pour la prévention ou la diminution de la perte d'eau du macabo. Néanmoins, la tendance d'accélération inattendue de ce phénomène observée sur des produits soumis à ce traitement pourrait être attribuée à l'effet absorbant d'eau de la paille disposée en contact direct des tubercules placés dans des buttes. L'utilisation de ce type de matériau, présumé inerte, comme couche d'enveloppement des tubercules, devrait de ce fait être remise en cause, tel a été le cas des cendres de bois, utilisées pour l'enrobage du plantain entreposé (Akomolafe et Aborisade, 2007).

L'effet des meurtrissures était presque imperceptible en rapport avec la teneur en eau constante et stable enregistrée pendant la trentaine de jours en début de la période d'entreposage (Fig. 10-b). De même, une réduction continue de ce paramètre a affecté les produits non meurtris pendant cette période. Par la suite, seuls les tubercules meurtris ont accusé une diminution en eau. Ces observations par conséquent confirment l'effet retardé, mais non absent, des meurtrissures sur la teneur en eau des produits entreposés (Wills et *al.*, 1981 ; Wills et *al.*, 1988).

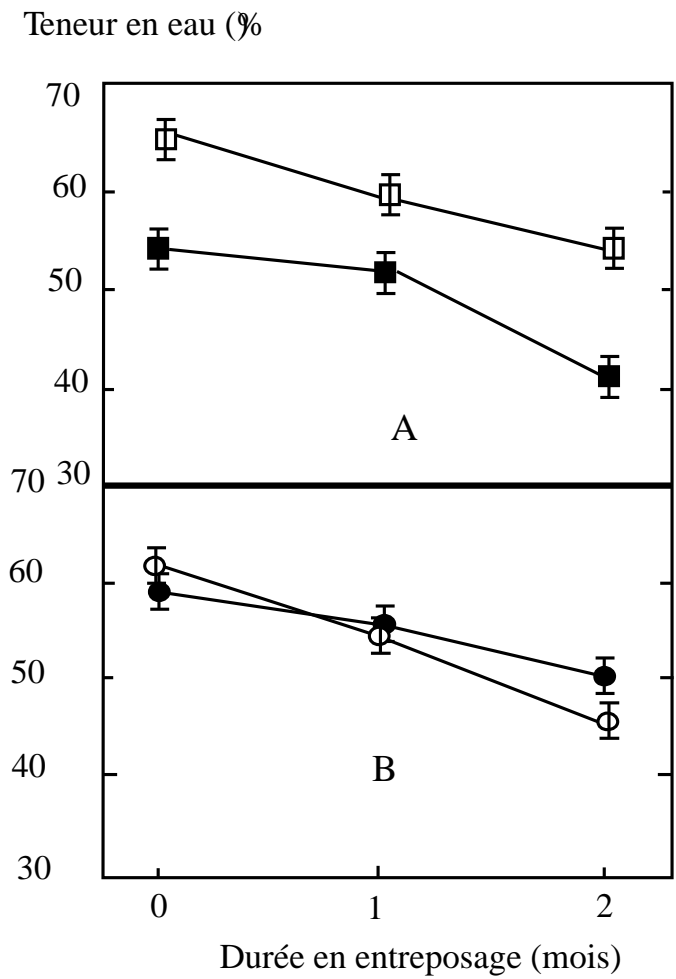


Figure 12. Influence de la variété (A) et des meurtrissures (B) sur la teneur en eau des cormels du macabo entreposés. □ Variété blanche ; ■ variété rouge ; ○ présence de blessures ; ● sans blessures.

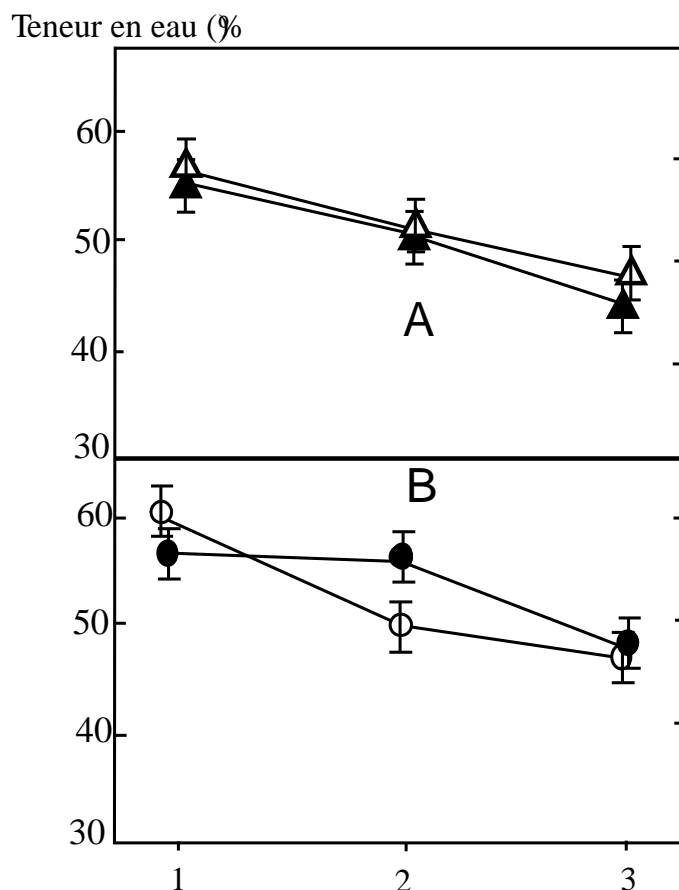


Figure 13. Influence de l'enfouissement (A) et des meurtrissures (B) sur la teneur en eau du macabo entreposé. ▲ Enfouissement ; △ sans enfouissement ; ● meurtrissures ; ○ sans meurtrissures ;

III-2.6. Conclusion partielle

Le macabo blanc est moins sensible aux impacts des meurtrissures infligés avant ou parès l'enfouissement. La technique d'enfouissement dans les buttes ne suscite pas d'influence favorable sur la préservation, la restauration ou l'amélioration de la fraîcheur et de l'état sain et intact du macabo. Cette pratique favorise une atténuation relative de perte de poids, surtout pour le macabo blanc. Toutefois, elle n'entraîne pas la cicatrisation des blessures présentes sur les tubercules.

Le macabo rouge, en plus d'une absence de résistance naturelle vis-à-vis de la pourriture racinaire, est plus susceptible aux attaques parasitaires de cette nature, spécifiques à l'entreposage. Cette variété s'accomode de l'influence favorable de l'enfouissement dans les buttes, dans la cicatrisation des blessures.

L'infliction des meurtrissures contribue à rompre la dormance des tubercules, active les systèmes métaboliques de ces produits, et conduit à la formation et au développement de bourgeons. L'effet néfaste des blessures et autres dégâts mécaniques est cause d'induction de perte de teneur en eau par accélération de la respiration et de la transpiration des tubercules endommagés. L'enfouissement des tubercules dans les buttes n'assure pas l'atténuation de perte d'eau, en particulier dans le cas où les produits sont disposés en contact direct avec un matériau doté d'un pouvoir absorbant de l'eau élevé.

III.3. EFFETS DE L'ECIMAGE SUR LA PERFORMANCE A L'ENTREPOSAGE DES TUBERCULES DE MACABO

Après 3 mois d'entreposage, certains traitements individuels ou combinés se sont révélés avec une influence marquée de manière significative sur la performance du macabo entreposé (Tableau 5), notamment sur la présentation physique globale. La perte de poids, la pourriture et le bourgeonnement n'ont pas été influencés par les traitements testés.

III.3.1. Effets de l'écimage sur la présentation physique globale

L'écimage a de manière significative modifié la détérioration des tubercules en entreposage (Fig. 14). La résistance à la détérioration du macabo a été observée lorsque les plantes étaient écimées 2 semaines avant la récolte avec une proportion élevée de tubercules sains (11,78 %) au terme. Dans ce cas d'écimage précoce, les tubercules n'ont été affectés que par un minimum de flétrissement, de durcissement et de craquelure (Wheatley, 1980). L'écimage précoce s'avère exercer une influence satisfaisante sur la performance des tubercules entreposés. Dans certains cas, les tubercules prélevés des plantes écimées à un stade plus précoce sont apparus avec moins ou sans tolérance par rapport à la rupture complète avec la tige et les feuilles de la plante, qui constituent les sources essentielles pour l'alimentation de ces produits jusqu'à leur maturité optimale.

L'écimage tardif, bien que favorisant le rapprochement vers le stade de maturité optimale des tubercules, propice pour leur bonne aptitude à l'entreposage, implique le maintien des tiges et des feuilles de la plante en place, avec la conséquence que ces organes continuent de la sorte à être des centres d'appel et des destinations compétitives d'alimentation en nutriments, au détriment des tubercules. L'absence de défauts était de manière remarquable observée sur les tubercules de macabo blanc dans les cas où l'écimage s'est effectué à 2 semaines avant la récolte (Richard et Coursey, 1981 ; Hirose et *al.*, 1982 ; Odiboh, 1983).

Tableau V. Résumé de l'analyse des variances des effets de la variété (Var) et de la période d'écimage (Eci) sur la présentation physique globale, l'incidence de la pourriture, la perte de poids, et le bourgeonnement du macabo entreposé

ns = test non significatif à $\alpha = 0,05$

xx = test significatif à $\alpha = 0,05$

Source de variation	dl	Carrés moyens			
		Présentation physique globale	Incidences de pourriture	Perte de poids	Bourgeonnement
Var	1	277,46**	578,98 ^{ns}	50,32 ^{ns}	6312,61 ^{ns}
Eci	2	277,46**	50,04 ^{ns}	85,00 ^{ns}	3126,93 ^{ns}
Varx Eci	2	277,46**	65,77 ^{ns}	81,72 ^{ns}	11066,45 ^{ns}
Erreur	12	3,94	238,57	43,50	35733,10

III.3.2. Effets de l'écimage sur la teneur en eau

La perte d'eau accrue manifestée sur les tubercules immatures entreposés était amplifiée par le sevrage de ces produits de leur source d'alimentation à travers l'écimage précoce, à une période critique de leur développement. Au contraire, la réduction de la teneur en eau avec le temps passé en entreposage, est apparue sans rapport significatif avec la méthode et le stade de développement des plantes à l'écimage (Fig. 15). Des résultats précédents ont révélé en effet l'incidence remarquable d'un écimage effectué à un moment convenable sur la réduction de perte d'eau des tubercules de manioc stockés (Data et al., 1984). Des tubercules provenant des plantes écimées tardivement et par conséquent physiologiquement plus matures et plus stables apparaissent susceptibles de dormance et moins sujets de perte d'eau pendant l'entreposage (Craufurd et al., 2001 ; Okigbo et Ikediugwu, 2002 ; Craufurd et al., 2006).

Par ailleurs, la respiration des tubercules prélevés des plantes écimées de la variété de manioc Golden yellow était réduite (Loranzo et al., 1978 ; Data et al., 1984). Cette observation justifie en partie le flétrissement moindre enregistré sur ces produits. Une respiration plus intense obtenue sur des racines de manioc des plantes à 4 semaines de récolte et entreposées, en comparaison des produits issus de celles écimées à 1 semaine.

Tableau VI. Résumé des moyennes des performances en présentation physique globale, incidence de pourriture, perte de poids, bourgeonnement et palatabilité du macabo, après 3 mois d'entreposage, sous l'influence de la variété et de la période d'écimage.

y = les moyennes sur la même colonne pour chaque traitement testé suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Duncan ($p = 0,05$)

Facteurs expérimentaux	Présentation physique globale (% des tubercules sains)	Carrés moyens			
		Incidence de pourriture (% de tubercules sains)	Perte de poids (%)	Bourgeonnement (mm)	Palatabilité (%) ^y
Var					
Rouge	0,00a ± 0,53	32,78a ± 7,58	21,23a ± 1,00	131,23a ± 18,54	46,18±18,54a ²
Blanc	7,89b ± 0,59	44,12a ± 6,77	24,58a ± 4,57	168,68a ± 21,34	49,93±21,34b
Ecimage					
2 semaines	11,78±b	36,38a ± 0,98	25,22a ± 1,54	144,08a ± 23,24	56,44±23,24a
1 semaine	0,00±a	41,75a ± 4,41	18,57a ± 3,09	130,03a ± 7,75	59,83±07,75a
Témoin	0,00±a	37,21a ± 9,64	37,21a ± 1,76	175,14a ± 30,67	48,25±30,67b

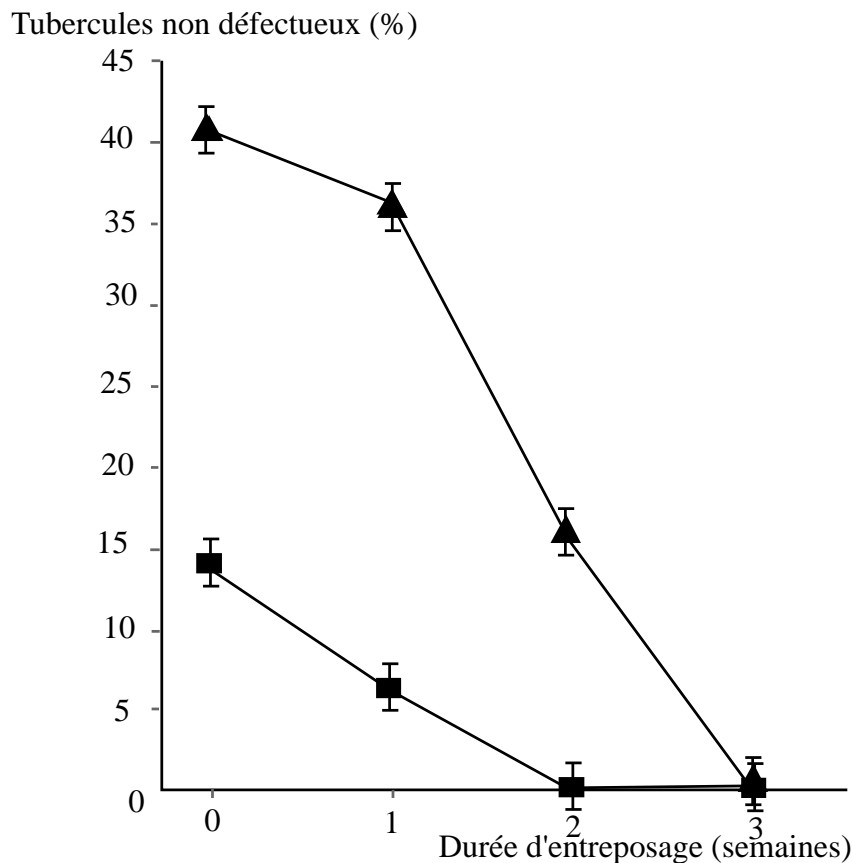


Figure 14. Influence de l'écimage sur la présentation physique des tubercules de macabo entreposés. —■— sans écimage ; —▲— avec écimage.

III.3.3. Effets de l'écimage sur la perte de poids

En dépit des résultats antérieurs signalant l'effet favorable de l'écimage sur la réduction de la perte de poids du manioc stocké (Uritani et *al.*, 1982), cette pratique n'a pas de manière significative influencé la perte de poids des tubercules de macabo entreposés dans notre étude (Tableau 5). Cependant, la perte de poids a augmenté avec le temps de stockage, sans différence significative, par rapport aux tubercules obtenus des plantes non écimés (Fig. 16).

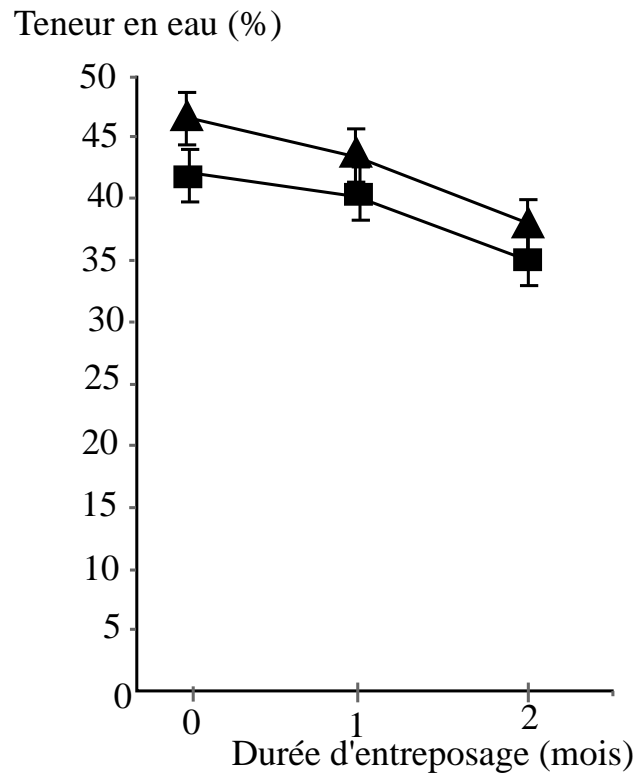


Figure 15. Influence de l'écimage sur la teneur en eau des tubercules de macabo.

—■— sans écimage ; —▲— avec écimage.

III.3.4. Effets de l'écimage sur le bourgeonnement

Aucun effet significatif ni de la variété du macabo ni de l'écimage des plantes, à tous les stades de maturités, n'a été détecté sur le bourgeonnement des tubercules (Tableau 4). Toutefois, le bourgeonnement enregistré sur certains tubercules s'est surtout manifesté durant la seconde semaine d'entreposage, avant que le flétrissement et le dessèchement ne s'amorcent au cours des 4 à 6 jours qui ont suivi.

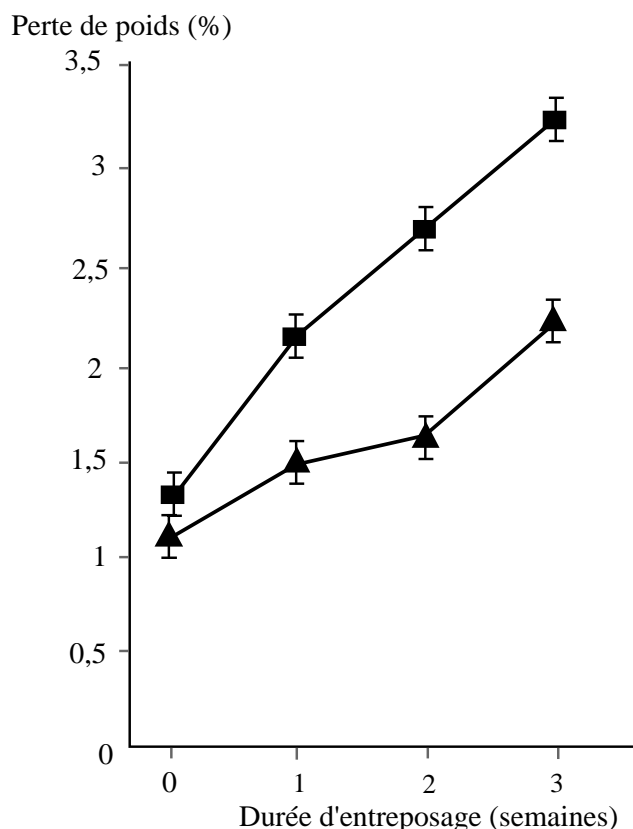


Figure 16. Influence de l'écimage sur la perte de poids des tubercules de macabo entreposés.

—■— sans écimage ; —▲— avec écimage.

III.3.5. Effets de l'écimage sur la pourriture

Pendant le séjour en entreposage, les tubercules des 2 variétés de macabo n'ont manifesté aucun signe de pourriture pendant la première semaine. Mais, des attaques pathogéniques de cette nature ont été détectées par la suite, et ont pris de l'ampleur rapidement, indépendamment de la variété du macabo et de l'écimage, à tel point que les produits sont devenus non acceptables pour la consommation humaine, avant la fin de la période d'entreposage. A l'opposé de ces observations, l'influence effective de l'écimage pour empêcher ou atténuer la pourriture sur du manioc entreposé a déjà été signalé (Wheatley, 1980 ; Hirose et *al.*, 1982 ; Data et *al.*, 1984) ; Tanaka et *al.*, 1984).

III.3.6. Effets de l'écimage sur la teneur en matière sèche

La teneur en matière sèche a augmenté dans les tubercules de macabo entreposés avec un degré accentué au troisième mois. Les tubercules provenant des plantes écimées ont cependant fait l'objet d'une importante réduction de matière sèche (Fig. 14). Ceux récoltés des plantes non écimées ont plutôt accusé une plus grande élévation de la teneur en matière sèche,

en comparaison des niveaux obtenus avec les produits issus des plantes écimées tel que déjà établi par des résultats des travaux précédents (Data et *al.*, 1984), bien que l'absence d'effet d'écimage sur la variation de la matière sèche du cyanure d'hydrogène, de l'amylose, des sucres réducteurs et de la viscosité de l'amidon des tubercules de manioc stocké ait été observée dans une étude récente (Van Oirshoot et *al.*, 2000).

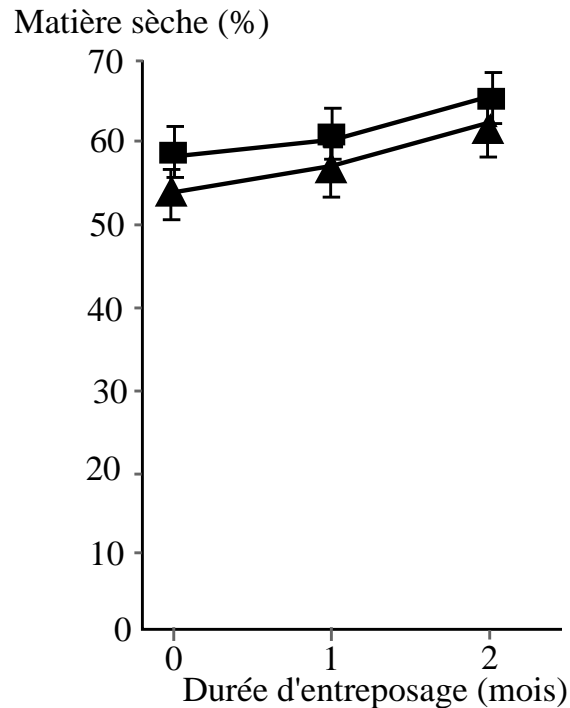


Figure 17. Influence de l'écimage sur la teneur en matière sèche des tubercules de macabo entreposés. —■— sans écimage ; —▲— avec écimage.

III.3.7. Effet de l'écimage sur la teneur en amidon

La teneur en amidon a considérablement diminué tout au long de la période d'entreposage de tubercules, en particulier sur ceux prélevés des plantes témoins (Fig. 15). En plus de l'influence de l'écimage observée sur la variation de l'amidon, la diminution de celui-ci est certainement due également par sa conversion en sucres, à travers le phénomène de respiration des tubercules stockés dont l'intensité est plus marquée sur des produits récoltés des plantes écimées (Hirose et *al.*, 1982 ; Data et *al.*, 1984 ; Emma et *al.*, 1984 ; Abdul et *al.*, 2007). Une réduction plus significative de l'amidon était enregistrée sur les tubercules de macabo

blanc, comparativement à ceux de la variété rouge, pour des produits obtenus par le biais de l'écimage (Tableau 5).

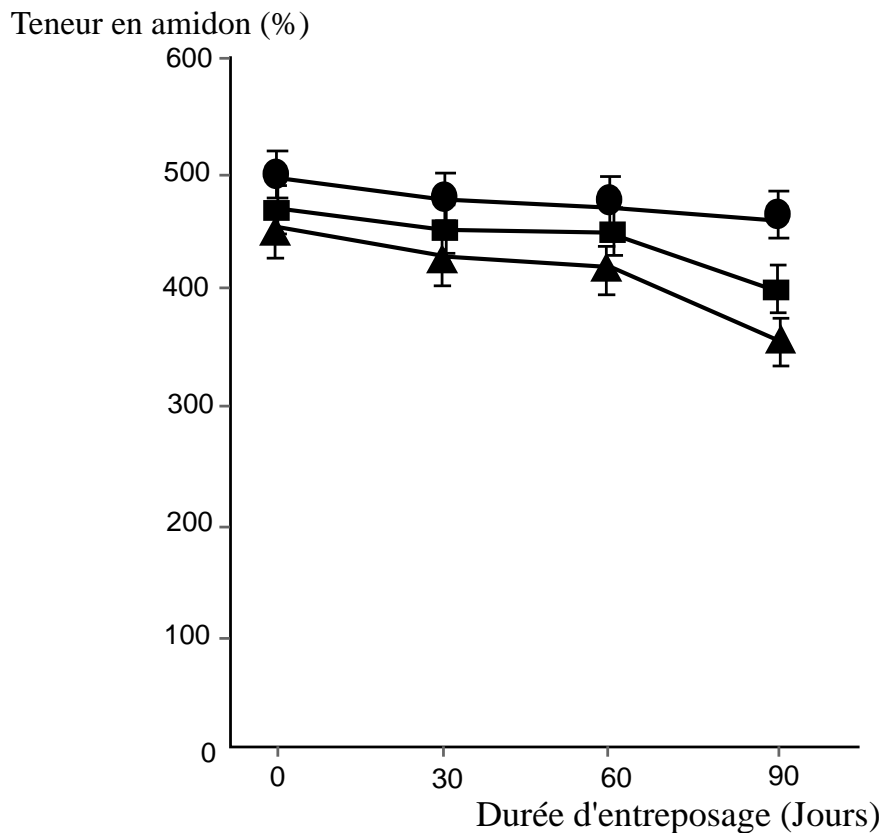


Figure 18. Influence de la période d'écimage sur la teneur en amidon des tubercules de macabo entreposés. ● 2 semaines ; ■ 1 semaine ; ▲ sans écimage.

3.8. Effet de l'écimage sur la teneur en sucres totaux

La pratique de l'écimage des plantes avant la récolte des tubercules a de manière significative favorisé l'augmentation de la teneur en sucres totaux des tubercules stockés. La quantité la plus élevée des sucres était obtenue dans les produits provenant des plantes écimées 2 semaines avant la récolte (Fig. 16), sans pourtant de différence significative par rapport à ceux récoltés des plantes écimées 1 semaine avant le prélèvement des tubercules. Un résultat identique a été obtenu sur du manioc entreposé (Data et al., 1984), bien que l'écimage, sur la base de dépendance, par rapport à un intervalle de temps, s'est avéré sans effet sur les sucres réducteurs de ces produits (Van Oirshoot et al., 2000). Par ailleurs, l'accumulation de sucres

s'accroît dans les tubercules avec l'évolution de la période d'entreposage. Ces sucres ont été identifiés.

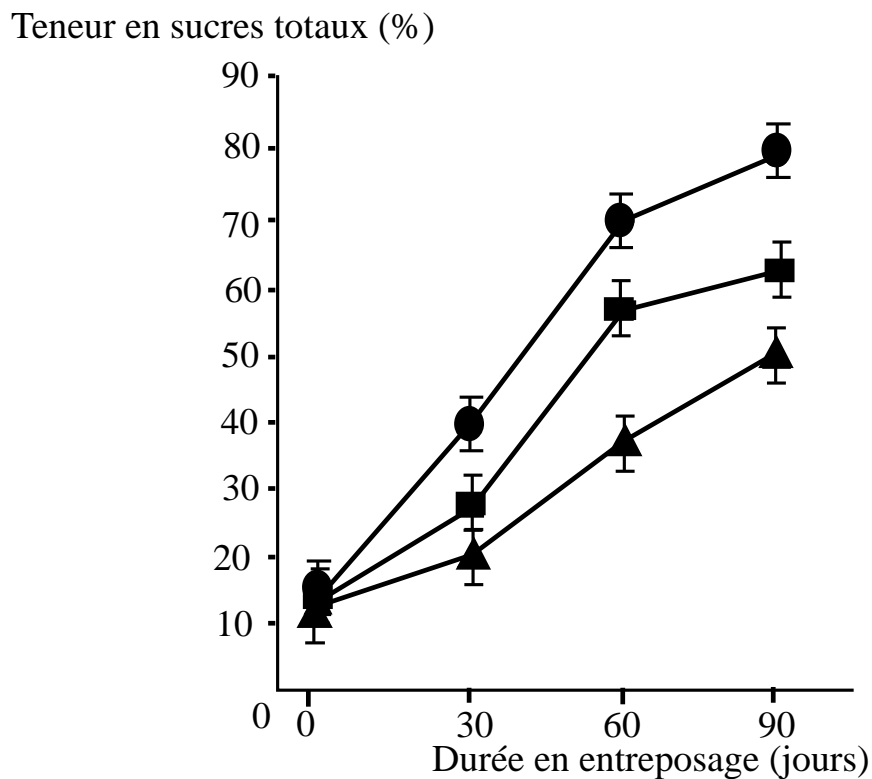


Figure 19. Influence de la période d'écimage sur la teneur en sucres totaux des tubercules de macabo entreposés. —●— 2 semaines ; —■— sans écimage ; —▲— avec écimage.

Comme étant des glucoses, des fructoses, des sucrozes et des maltoses dans les tubercules entreposés de la variété locale de macabo Medere Blanc du Cameroun (Agbor-Egbe et Rickard, 1991).

III.3.9. Effet de l'écimage sur la palatabilité

L'écimage a significativement amélioré la flaveur, la couleur et la texture du macabo, après cuisson, en rendant ce produit plus préféré, la préférence plus marquée portant sur les macabo des plantes écimées à 2 semaines de la récolte (56,44 %) et à 1 semaine (59,83 %) et un intérêt réduit sur les produits des plantes non écimées (48,25 %) (Tableau 5). Une tendance similaire a été obtenue avec des tubercules de manioc cuit, en dépit de l'absence de différences significatives détectées entre les tubercules provenant des plantes écimées à 1 semaine et celles à 2 semaines avant la récolte (Data et *al.*, 1984).

III-3.10. Conclusion partielle

Les tubercules récoltés des plantes écimés précocement (2 semaines avant la récolte) sont moins sujets de défauts. Ceux provenant des plantes écimées tardivement (1 semaine avant la récolte) et par conséquent physiologiquement plus matures et plus stables sont susceptibles de dormance et accusent moins de perte d'eau pendant l'entreposage.

L'écimage n'influence pas le bourgeonnement ni la pourriture des tubercules de macabo. Cette technique favorise une baisse de la teneur en matière sèche et en amidon, et une accumulation des sucres totaux d'autant plus importante que la période de cette pratique est précoce.

L'écimage contribue à l'amélioration de la flaveur, de la couleur et de la texture des tubercules de macabo après cuisson.

**CONCLUSION GENERALE, RECOMMANDATIONS ET
PERSPECTIVES**

L'objectif global de cette étude était de procéder à une évaluation de l'interférence de quelques facteurs pré- et post-récolte sur le comportement des tubercules de macabo entreposé.

A l'issue des différents travaux d'investigation de cette recherche, il est à retenir ce qui suit :

La perte excessive de poids des jeunes tubercules de macabo tout au long de la période d'entreposage résulte de la respiration et de la transpiration intensives ayant normalement cours dans les tissus végétaux relativement immatures. Le bourgeonnement abondant et remarquable du macabo blanc est spécifique à cette variété du produit, mais révèle la maturité physiologique effective des tubercules. Le développement des bourgeons indique également l'absence ou la concentration insuffisante de substances inhibitrices de croissance dans les tissus des tubercules de macabo.

L'humidité persistante sur les tubercules en cas d'un séchage incomplet de ceux-ci après trempage dans de l'eau chlorée, entraîne une détérioration de ces produits. Cette eau favorise, après l'atténuation de l'effet du chlore à la surface des tubercules, l'installation et l'action des microorganismes pathogènes causes de la pourriture. La présence des fragments végétaux ou telluriques sur les tubercules non nettoyés avant trempage dans l'eau chlorée est susceptible d'atténuer ou de bloquer l'action bactéricide du chlore, du fait de la promptitude de combinaison de celui-ci avec ces particules de terre et ces débris végétaux présents dans la solution chlorée de trempage. Le traitement d'hypochlorite de sodium neutralise l'intégralité ou une partie des agents pathogènes sur la surface des tubercules, et non ceux déjà infiltrés dans les entailles et les lenticelles des tubercules, et qui de ce fait échappent ou résistent à l'effet du chlore.

L'efficacité du trempage dans l'eau chlorée peut être améliorée par l'augmentation du temps de trempage et le maintien du pH de la solution de ce trempage à un niveau bas. La perte d'eau des tubercules exposés à l'aire est plus accélérée. La proximité et le contact des produits avec les sacs de jute accentuent également ce phénomène, à travers la capacité naturelle élevée d'absorption d'eau du jute séché. La réduction très rapide de la teneur en eau des tubercules immatures résulte de la présence chez ceux-ci, d'un périderme externe mince et plus perméable à la vapeur d'eau, en comparaison de celui plus épais et moins sujet au transfert de l'eau des tubercules matures.

La perte de la qualité est aggravée par la présence des blessures bien que l'envergure de ce processus néfaste soit atténuable par l'effet d'enfouissement des tubercules dans les buttes préalablement à l'entreposage. L'enfouissement stimule la cicatrisation des blessures à travers le processus physiologique de formation de subérine et de périderme. Il favorise de ce fait la

préservation, la restauration ou l'amélioration de la fraîcheur et de l'état sain, intègre et turgescent des tubercules, aspects primordiaux de la qualité de présentation physique des tubercules de macabo.

La perte de poids préjudiciable caractéristique du macabo rouge provient d'une respiration et d'une transpiration naturelles accentuées de cette variété de macabo. Cette détérioration est également suscitée par les conditions de manutention. Par contre, la réduction de poids modérée et un taux de respiration plus faible et stable de ce macabo. L'effet bénéfique des buttes d'enfouissement contribue à la réduction et à la stabilisation de l'activité métabolique des produits végétaux récoltés et entreposés. Les conditions d'utilisation des buttes d'enfouissement de notre étude ne favorisent pas la cicatrisation complète des blessures présentes sur les tubercules, et parmi lesquelles, celles des points de coupe et de détachement de ces produits du rhizome de la plante, lors de la récolte. L'impact d'infliction des meurtrissures contribue certainement à rompre la dormance des tubercules, en réactivant les systèmes métaboliques de ces produits et en conduisant ainsi à la formation des bourgeons.

L'effet néfaste des blessures et autres dommages mécaniques similaires constitue une cause d'induction d'augmentation de perte d'eau par accélération de la respiration et de la transpiration des tubercules endommagés. La tendance d'accélération de la perte en eau observée sur les tubercules enfouis dans les buttes peut être attribuée à l'effet absorbant d'eau établi de la paille s'y trouvant, disposée en contact direct des tubercules qui y sont placés. L'utilisation de ce type de matériau présumé inerte, comme couche d'enveloppement des tubercules mérite une remise en cause.

L'écimage effectué 1 semaine avant la récolte affecte négativement la qualité des tubercules de macabo. Il implique, par rapport à la pratique de cette technique un stade plus précoce, le maintien jusqu'à une maturité optimale des tiges et des feuilles de la plante en place, avec la conséquence que ces organes continuent de la sorte à être des centres d'appel et des destinations compétitives des synthétats vis-à-vis des tubercules. Néanmoins des tubercules provenant des plantes écimées tardivement sont physiologiquement plus matures et plus stables et moins sujets de pertes d'eau pendant l'entreposage.

Les tubercules prélevés des plantes non écimées subissent une perte plus réduite d'amidon, résultant d'une conversion amoindrie de celui-ci en sucres, à travers une respiration moins intense par rapport à celle ayant cours dans les tubercules obtenus des plantes écimées. L'accumulation des sucres totaux s'accroît dans les tubercules provenant des plantes écimées. Ces sucres incluent des glucoses, des fructoses, des sucroses et des maltoses.

Il est fortement recommandé, en vue d'atteindre l'efficacité escomptée dans la mise en pratique des traitements testés dans cette étude :

- L'application sans délai du trempage bactéricide suivant le moment de récolte des tubercules, afin d'éviter l'installation des infections parasitaires, capables d'empêcher le processus de cicatrisation des blessures éventuelles sur les produits destinés à l'enfouissement dans les buttes.

- L'application de l'ensemble des traitements post-récoltes pris en compte dans ces travaux de recherches pour bénéficier de leur effet synergiques dans l'amélioration de la qualité des tubercules.

- La pratique de préséchage destinée à éliminer la terre présente sur les tubercules, susceptible d'atténuer l'effet bactéricide d'une solution de chlore pour trempage des produits et préventive d'attaques bactériennes ou fongiques, et,

- la conduite des tests des traitements de cette recherche dans d'autres localités à caractéristiques agroécologiques différentes de Dschang, pour la confirmation des résultats obtenus dans cette étude.

En perspective, les recherches sur les caractéristiques du macabo entreposé doivent se poursuivre. Les résultats obtenus dans la présente étude sur l'incidence séparée et conjuguée de nature génétique, biologique, physique, physiologique et pathologique de facteurs intrinsèques du macabo, sur sa capacité à l'entreposage, doivent être complétés. L'investigation complémentaire pourrait porter sur la détermination de l'interférence spécifique de facteurs extrinsèques au macabo, biotiques et abiotiques du milieu de stockage des tubercules de cette denrée. Notamment, l'effet de l'activité de l'eau, de l'air ambiant dans cet espace, en rapport avec la variation éventuelle de la pression de vapeur d'eau de cet air, doit être établi sur la perte d'eau du macabo stocké et ses corollaires, ainsi que sur l'action d'agents parasitaires des tubercules dans le milieu d'entreposage.

BIBLIOGRAPHIE

- Abdul, C.J., Gopi, R., Manivannam, P., Ashor, K., Gomathinayagam et Panneerselvam, R. 2007. Changes in biochemical constituent and induction of early sprouting by triadimifon treatment in white yam (*Discorea rotundata* Pir.) tubers during storage. *T. Zhejiang Univ. Sci. Bio.* 8(4): 283-288.
- Abrigo, L. G. and Ismail, M. A., 1983. Potential and problems of film wrapping citrus in Florida. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 96: 329-332.
- Abruña-Rodriguez, F., Boneta Garcia, E. G., Vicente-Chandler, J. and Silva, S., 1967. experiments on Tanier Production with conservation in Puerto Rico's Mountain Regions. *J. Agr. Univ. of Puerto Rico* 51 (2) : 167-175.
- Acheampong, E., 1994. In vitro preservation of cocoyam germplasm under reduced temperature and light conditions. *In: Tropical root crops in a developing economy.* Ofori, F. et Hahn, S. K. (eds). Wageningen. pp. 443-447.
- Achidi, A.U., Ajayi, B.B., Maziya-Dixon et Bokanga, M., 2005. The use of cassava leaves as food in Africa. *J. of Ecology of Food and Nutrition* 44 (6): 423-435.
- Acheampong, E. and Henshaw, G. G., 1984. In vitro methods for cocoyam improvement. *In: Tropical Root Crops production and uses in Africa.* Terry, E. R., Doku, E. V., Arene, O. B. et Mahungu, N. M. (eds). Canada. pp. 169-172.
- Acquah, E. T., Nnoug, A. Mbassa, A. and Mboua, J.C., 1994. Macabo root rot disease in Cameroon: Knowledge, occurrence, and incidence in Fako division. *In: Tropical root crops in a developing economy.* Ofori, F. et Hahn, S. K. (eds). Wageningen. pp. 467-472.
- Agbor-Egbe, T. and Rickard, J.E., 1990. Study on the factors affecting storage of edible aroids. *Annals of Applied Biology.* 119: 121-130.
- Agueguia, A., Lyonga, S. and Whyte, J.A., 1984. Cocoyam root crop research in Cameroon. IITA annual report. 149-150.
- Aguéguia, A. and Nzietchueng, S., 1985. Production des plantes hybrides et test de résistance du macabo (*Xanthosoma spp, spp. Maffafa*) causée par *Pythium myriotylum*. *In*

- Tropical Root Crops production and uses in Africa*. Terry, E. R., Doku, E. V., Arene, O. B. et Mahungu, N. M. (eds). Canada. pp. 173-178.
- Aguéguia, A., Fatokun, C.A. and Hahn, S.K., 1994. The genetics of resistance to cocoyam root rot blight complex disease in *Xanthosoma maffafa* (L) Schott. *In : Tropical root crops in a developing economy*. Ofori, F. et Hahn, S. K. (eds). Wageningen. pp. 438-442.
- Aguéguia, A., Fontem, D.A., Bikomo, M.R., Mboua, J.C., Mouen, M., Ndzana, X., Tchuanyo, M. et Zok, S. 2000. Le taro et le macabo : deux tubercules pas comme les autres. *In : Les richesses du sol. Les plantes et tubercules en Afrique*. Bell, A., Mück, O. et Schuler, B. (eds) GTZ, Allemagne. pp. 161-172.
- Akomolafe, O. M. et Aborisade, A.T., 2007. Effect of stimulated Rural storage conditions on the quality of plantain (*Musa paradisiacal*), *International Journal of Agricult. Research* 2(12): 1037-1042.
- Alamu, S. and Mc David, C.R., 1978. Promotion of flowering in edible aroids by gibberellic acid. *Trop. Agr. (Trinidad)* 55 : 235-241.
- Amargôs, J.L. 1963. Siembra, cultivo y cosecha de la Malanga. *Fsso Agricola* 19(1): 4-9.
- Anonyme, 1978. Post harvest food losses in the developing countries. National Academy of Science, Washington, D.C.
- Anonyme, 1982. Annuaire des statistiques agricoles, 1980-1981. Direction des Etudes et Projets. Ministère de l'Agriculture, Yaoundé, Cameroun. 24 p.
- Anonyme, 1982. V^e Plan quinquenal de développement économique, social et culturel. 1981-1986. Ministère de l'Economie et du Plan, République Unie du Cameroun. pp. 61-111.
- Anonyme, 1989. Annual report. ROTREP (Root and Tuber Research Project), Ekona, Cameroun.
- Anonyme, 1994. Annuaire des statistiques du secteur agricole. Campagne 1988-1999. Direction des études et projets, Ministère de l'Agriculture, Yaoundé, Cameroun, 73p.

- Anonyme, 2002. Annuaire des statistiques du secteur agricole. Campagne 2000-2001. Direction des études et projets, Ministère de l'Agriculture, Yaoundé, Cameroun, 119p.
- Anonyme, 2002. Mémento de l'Agronome. Ministère des Affaires Etrangères, CIRAD/GRET, France. pp. 859-862.
- Anonyme, 2008. 2^e Rapport sur la situation des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture au Cameroun. IRAD. MINERESI. 93p.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 1990. Official Methods of Analysis. 15th edition. Washington D.C. U.S.A.
- Arene, O.B. and Okpala, E.U., 1982. Une maladie du taro, au Nigéria, causée par *Corticium rolfsii*. In : *Plantes-racines tropicales : Stratégies de recherches pour les années 1980*. Terry, E.R., Oduro, K.A. et Caveness, F; (eds). Ottawa, Canada, pp. 250-257.
- Asaokam M, Blanshard J.M.V. et Rickard, J.E. 1993. The effect of preharvest pruning on the cassava quality of cassava starch. *Annals of applied biology* Vol. 122 n° 2, pp. 337-344.
- Bart, J.A. and Kelman, A. 1985. Effect of air-drying of soft rot potential of potato tubers inoculated by immersion in suspension of *Erwinia carotovora*. *Plant Disease*. 69(2) : 128-131.
- Bartz, J.A. and Kelman, A., 1986. Reducing the potential for bacterial soft rot in potato tubers by chemical treatments and drying. *Amer. Pot. Jour.* 63 : 481-493.
- Baybay, D.B., 1922. Storage of some root crops and other perishable farm products. *Philippine agriculture* 10 : 429-430.
- Been, B.O., Perkins, C. and Thompson, A.K., 1977. Yam curing for storage. *Acta Horticulturae*, 62: 311-316.
- Ben Yehoshua, S., 1987. Individual seal-packaging of fruit and vegetables in plastic film. A new postharvest technique. *Hortscience*. 20(1): 32-37.
- Bikomo, M.R., 1988. Postharvest handling and storage of *Xanthosoma* (*Xanthosoma* spp). M.Sc. Thesis. University of Florida, Gainesville, U.S.A. 153 p.

- Bikomo, M.R., 1994. A study on the influence of variety, maturity at harvest, Chlorination and packaging of cocoyam (*Xanthosoma* spp.) in storage. *In : Tropical root crops in a developing economy*. Ofori, F. et Hahn, S. K. (eds). Wageningen. pp. 478-482.
- Bikomo, M.R. and Brecht, J.K., 1991. Curing, wash water chlorination and packaging to improve the postharvest quality of *Xanthosoma* cormels. *Scientia Horticulturae*. 47: 1-13.
- Bikomo, M.R. and Brecht, J.K., 1992. Post-harvest handling and storage of cocoyam. *In: Promotion of root crop-based industries*. Akoroda, M.O. et Arene, O.B. (eds), Ibadan. pp. 361-364.
- Bikomo, M.R. et Amougou A., 2009a. Impact de la variété à la récolte sur l'effet de la chloration et de l'emballage du macabo (*Xanthosoma* spp.) en entreposage. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 3(3): 598-605.
- Bikomo, M.R. et Amougou A., 2009b. Incidence de l'enfouissement dans les buttes sur le comportement du macabo (*Xanthosoma sagittifolium* L.) blessé ou traumatisé et entreposé. *Cameroon J. Exp. Biol.* 5(2): 62-68. . *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 3(3): 598-605.
- Booth, R.H., 1974. Post harvest deterioration of tropical root crops: losses and their control. *Trop. Sc.* 16(2): 49-63.
- Booth, R.H., 1978. Storage. *In : Pest control in Tropical root crops*. Kasasian, L. (ed) Centre for overseas Pest Research. Overseas Development Administration. London. pp. 37-55.
- Booth, R.H. and Shaw, R.L., 1981. Principles of potato storage. International Potato Center. Lima, Peru, 105 p.
- Bradbury, J.H. and Holloway, W.D., 1988. Chemistry of tropical root crops: significance for nutrition and agriculture in the Pacific. *ACIAR Monograph*, Canberra. 201 p.
- Bradbury, J.H. and Singh, V., 1986. Ascorbic acid and dehydroascorbic acid content of tropical root crops from the South Pacific. *J. of Food Science*. Australian National University, Canberra, Australia, 51(4) : 975-978.

- Brainbridge, Z., Tomlins, K., Wellings, K. and Westby, A., 1996 (eds). Methods for assessing quality characteristics of non-grain starch staples. Part 4. Advanced methods. Chatman, UK : Natural Ressource Institute. Hampshire. 95 p.
- Bronson, B. 1996. Roots and the subsistence of the ancient Maya. *Southwest J. Anthropol.* 22: 251-279.
- Brunnschweiter, J. Mang, D., Farah, Z., Focher, F. et Conde-Petit B., 2006. Structure-texture relationship of fresh past prepared from different yam (*Dioscorea* spp) varieties. *J. of Food Science and Technology*, 39(7): 762-769.
- Burkhill, I.H., 1938. The contact of the Portuguese with African food plants, which gave words suc as “yam” to European language. *Proc. Linn. Soc. Lond.*, 150: 84-95.
- Bor Luh, S. and Woodruff, J.G., 1982. Commercial vegetable processing. Avi. Publishing Company, Inc., Westport, Conn.
- Brown, G.E. and Wardoyki, W.F., 1984. Use of chlorine and chlorine dioxide in Florida citrus packing-houses to reduce inoculum of decay pathogens. *Proc. Flo. State Hort. Soc.* 97: 97-100.
- Burton, W.G., 1970. Diseases of tropical vegetables on the Chicago market, *Tropical Agriculture. Trinidad* 47(4): 303-313.
- Burton, W.G., 1978. Post-harvest behaviour and storage of potatoes. *In : Applied Biology T. H. Coaker (ed). Vol. III. Academic Press, London*, pp.86-228.
- Burton, W.G., 1982. Postharvest physiology of food crops. Longman, London et New-York. 339 p.
- Catherinet, N., 1965. Note sur la culture du macabo et du taro au Cameroun. *Agronomie Tropicale* 20(8) : 717-723.
- Carpenter, J.R. and Steinke, W.E., 1983. Animal Feed. *In : Taro, a review of Colocasia esculenta and its potentials.* Wang, J: (ed). Honolulu. University of Hawaiï Press. pp. 269-300.

- Castro Reyes, C., Nyman, M et Rönnerberg-Wästljung. 2005. Agronomic performance of three cocoyam (*Xanthosoma* Schoot) genotypes grown in Nicaragua. *Euphytica* 142: 265-272.
- Caveness, F.E., Wilsonm J.E. and Terry, R. 1981. Root knot nematodes on tannia (*Xanthosoma maffafa*). *Nematologia Mediterranea* 9(2) : 202-203.
- Childers, N.F., Winters, H.F., Robles, P, and Plank, H.F., 1950. Vegetable Gardening in the Tropics. Cir. 32. Fed. Exp. Sta. in P.R. (of the U.S.D.A.), Mayaguez.
- Chowdbury, B. and Hussain, M., 1979. Chemical composition of the edible parts of aroids grown in Bangladesh. *Indian Journal of Agri. Science* 49: 110-115.
- Chung-Shih Tang and Skai, W.S., 1983. Acridity of taro and related plants. *In : Taro, a review of Colocasia esculenta and its potentials*. Wang, J: (ed). Honolulu. University of Hawai Press. pp. 148-163.
- Cooke, R.D., Rickard, J.E. and Thompson, A.K., 1988. The storage of tropical root and tuber crops. Cassava, yam and edible aroids. *Exp. Agric.*24: 457-470.
- Coursey, D.G., 1968. The edible aroids. *World Crops*. 20: 25-30.
- Coursey, D.G., 1983. Post harvest losses in perishable foods of the developing world. *In: Post harvest physiology and crop preservation*. Lieberman, M. (ed). Plenum Press. New-York and London. pp. 492-493.
- Coursey, D.G., 1985. Ressources des principales plantes-racines- leurs possibilités d'utilisation par l'homme, l'animal, l'industrie. *In : Plantes-racines tropicales. Culture et emplois en Afrique*. Terry, E.R., Doku, E.V., Arene, O.B. et Mahungu, N.M. (eds). Canada. pp. 27-37.
- Coursey, D.G. and Halliday, D., 1975. Developments in the use of tropical root crops as animal feed. Proc. of the Regional Meeting on the production of root crops. 24-29 November 1975. Suva, Fiji. Noumea, New Caledonia : South Pacific Commission. pp. 139-143.

- Craufurd, P.Q., Summerfield, R.J., Asiedu R., et Vara Prasad, P.V., 2001. Dormancy in yams. *J. Of Expl Agric.* 37(2): 147-181.
- Daines, R.H., 1970. Effects of temperature and a 2, 6 dichloro-4-nitroaniline dip on keeping qualities of « Yellow Jersey » sweet potato during the post storage period. *Plant disease Reporter* 54(6): 486-488.
- Data, E.S., Quevedo, M. and Gloria, I.A., 1984. Pruning techniques affecting the root quality of cassava at harvest and subsequent storage. *Tropical Root crops. Post harvest Physiology and processing.* pp. 127-143.
- De la Pena, R.S., 1983. Production technology : Agronomy. *In : Taro, a review of Colocasia esculenta and its potentials.* Wang, J: (ed). Honolulu. University of Hawaiï Press. pp. 167-178.
- Delate, K., Brecht, J.K. and Lambert, M., 1985. Impact of curing, film wrapping and chlorination on the storability of Boniato sweet potato. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 98: 187-198.
- Doku, E.V., 1982. Comment faire progresser la recherche sur les taros. *In : Plantes-racines tropicales : Stratégies de recherches pour les années 1980.* Terry, E.R., Oduro, K.A. et Caveness, F; (eds). Ottawa, Canada. pp. 237-241.
- Emmanuel-Ipkeme CA, Eneji, CA, Essiet U., 2007. Storage stability and sensory evaluation of taro chips fried in palm oil, palm olein oil, groundnut oil, soybean oil and their blends. *Pakistan Journal of Nutrition*, 6(6): 570-575.
- Enyi, B.A.C., 1967. Effects of age on establishment and yield of cocoyam setts (*Xanthosoma sagittifolium* Schott). *Expt. Agr.* 3: 121-127.
- Errampali, D. 2006. Postharvest control of blue mold of apples with reduced-risk fungicides together with anti-scald diphenyl alamine under cold and controlled atmosphere storage conditions. *J of food, Agric. And Environ.* 4, 43-47.

- Errampalli, D., Brubacher, N.R. et De El, J.R. 2006. Sensitivity of *Penicillium expansum* to diphenylalanine and thianbendazole and postharvest control of blue mold with fludioxonil in Mc Intosh apples. *J. of Postharvest Biol. And Techn.* 39 (1): 101-107.
- Fafunso, M. and Bassir, O., 1976. Effect of cooking on the vit. C content of forest leaves and wilted leaves. *J. Agr. Food Chem.* 24(2) : 354-355.
- Fajola, A.O. and Nwufo, M.I., 1985. Control of corm rots of cocoyam (*Colocassia sculenta*) caused by *Botryo-diplodia theobromae* et *Sclerotium rolfsii*. *Fitopatologia Brasileriai*, University of Ibadan, Nigeria 10(1): 49-56.
- Fallon, E., Tremblay, N. et Desjardins, Y., 2006. Relations entre les degrés-jours, la tendreté, les caractéristiques et la valeur de la récolte de cultivar de pois (*pisum sativum* L.) de transformation cultivé au Quebec. *Canadien J. of Plant Science* 86 (2) : 525-537.
- Garcia, M., Betancourt, F. and Maranon, I., 1982. Determination of optimum harvesting date for yantia (*Xanthosoma violaceum*) cv. Mexico-1. *Ciencia y Technia en la Agricultura. ViandasTropicales*, Santa Domingo, Villa Clara, Havana, Cuba. (Suplemento) : 145-157.
- Gnonlonfin, G.J.B., Hell, K., Fandohan, P. Et Siamu, A.B. 2007. Mycoflora and natural occurrence of aflatoxine and fumonisin B1 in cassava and yam chips from Benin, West-Africa. *Intre. Journal of food Microbiology.* 122 (1-2): 140-147.
- Gollifer, D.E. and Booth, R.H., 1973. Storage losses of taro corms in British Solomon Islands Protectorate. *Annals of Applied Biology* 73: 349-356.
- Gooding, H.J. and Campbell, J.S., 1961. Preliminary trials of West Indian *Xanthosoma* cultivars. *Trop. Agri.* 38: 145-152.
- Hahn, S.K., John, C.G. and Ikotun, T., 1989. Resistance breeding in root and tuber crops at the International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria. *Crop Protect.* 8: 147-168.
- Handy, E.S.C., 1990. The Hawaiian planter. I. His plants, and area of cultivation. *Bull. Bernice P. Bishop Mus. (Honolulu)* 161: 6-130.

- Harter, L.L., 1916. Storage-rots of economic aroids. *J. Agric. Res.* 6: 549-574.
- Hill, A.F., 1939. The nomenclature of the taro and its varieties. *Bot. Mus. Leaflet Hars. Univ.* 7: (113-118).
- Hirose, S., Data, E.S., Maturan, F., e Torre, V., 1982. Physiological study on post-harvest deterioration of cassava roots. In *Research and investigation on storage and Processing of Tropical Root Crops*. Pp. 12-13. Report of NODAI Research Institute. Tokyo University of Agriculture. Tokyo.
- Igbokwé, M.C., 1985. Croissance et développement de *Colocassia* et de *Xanthosoma* spp. en région de plateaux. In : *Plantes-racines tropicales. Culture et emplois en Afrique*. Terry, E.R., Doku, E.V., Arene, O.B. et Mahungu, N.M. (eds). Ottawa, Canada. pp. 176-178.
- Ikedi, C.O. et Oti, E. 2006. Some biochemical changes associated with post harvest storage of white yam (*Dioscorea rotundata*) tubers. *J. of Sci. of Food and Agric.* 34(10): 1123-1129.
- Ire, F. E., Craufurd, P.Q., Battey, N.H. et Asiedo R. 2006. Phase of dormancy in yam tubers. *Annals of Botany*; 97(4): 497-504.
- Irizarry, H., 1977. Botanical description of growing of tannia in Puerto Rico. *Revista del cafe.* 32(9/10): 13-17.
- Irvine, F.R., 1969. *West African crops*. Oxford University Press, London. 2: 174-179.
- Isamah, G.K. 2004. ATPase, peroxidase and lipoxygenase activity during postharvest deterioration of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) root tubers. *Nigerian J. Of Biochem.* 54(4): 319-329.
- Isenberg, F.M.R., Thomas, T.H. and Ludford, P.M., 1987. Hormonal alterations during the postharvest. In: *Postharvest physiology of vegetables*, Weichmann, J. (ed), Marcel Dekker, Inc. New York and Basel, 45 – 94.

- Jackson, G.V.H. and Gollifer, D.C., 1975. Storage rot of taro. *C. esculenta* in the British Solomon Islands. *Ann. Appl. Biol.* 80(2): 217-230.
- Kader, A.A., Lipton, W.J. and Morris, L.L., 1973. Systems for scoring quality of harvested lettuce. *Hortscience* 8(5): 408-409.
- Karikari, S.K., 1971. Cocoyam cultivation in Ghana. *World Crops.* 23(3): 118-122.
- Larmond, E., 1977. Laboratory methods for sensory evaluation of food. Ottawa : Canada Department of Agriculture. Publication 1637. 73 p.
- Leaky, C.L. and Wills, J.B., 1977. Food crops of the low and land tropics. Oxford University Press, London.
- Lozano, L.C., Cook, J.H. et Castano, J., 1978. New developments in cassava storage. CIAT series CE-14, 135-141.
- Lutz, J.M., 1944. Curing and storing methods in relation to quality of Puerto Rico sweet potatoes U.S.D.A. Circ. 699, Washington, D.C.
- Lutz, J.M., 1945. Chilling injury of cured and non-cured Puerto Rico sweet potatoes. U.S.D.A. Circ, 729, Washington.
- Lyonga, S.N., 1980. Cocoyam production in Cameroon. Paper prepared for the seminar on cocoyam. Babay, Leyte, Philippines. 24-25 September, Stockholm. Sweden, IFS, Provisional report 5.
- Lyonga, S.N., Whyte, A. and Pfeiffer, H.J., 1984. Food Technology. Root crop research in Cameroon. IITA annual report. p. 149.
- Lyonga, S.N. and Numfor, F.A., 1987. Traditional post-harvest technology of roots and tubers crops in Cameroon : status and prospect for improvement. *In : Tropical root crops : Roots and tubers. The African food crisis.*
- Lyonga, S.N., Nzietchueng, S., 1987. Cocoyam and the African.

- Maduewesi, J.N. and Onyike, R.C.I., 1981. Fungal rotting of cocoyam in storage in Nigeria. *In : Tropical Root Crops Research strategies for the 1980s*. Terry, E.R., Oduro et Cavaness, F. (eds). pp. 235-238.
- Martin, F.W. and Ruperte, R., 1976. The polyphenols of *Dioscorea alata* (yam) tubers associated with oxidative browning. *J. Agr. Food Chem.* 24(1): 67-69.
- Mc David, C.R. and Alamu, S., 1976. Promotion of flowering in tannia (*Xanthosoma maffafa*) by gibberellic acid. *Trop. Agric. Trinidad* 53: 373-374.
- Morris, L.L. and Mann, L.K., 1955. Wound heading, keeping quality and compositional changes during curing storage of sweet potatoes. *Hilgardia* 24(7): 142-183.
- Morton, J.F., 1972. Cocoyam (*Xanthosoma caracu*, *X. atrovirens* and *X. nigrum*), ancient root-and-leaf-vegetables, gaining in economic importance. *Fla. Stat. Hort.*, 85-94.
- Nzietchueng, S., 1983. La pourriture racinaire du macabo (*Xanthosoma maffafa*) au Cameroun. I Symptomatologie et étiologie de la maladie. *Agronomia Tropical* 38(4) : 321-325.
- Nzietchueng, S., 1984. La pourriture racinaire de macabo (*Xanthosoma maffafa*) au Cameroun : 1. Symptomatologie et étiologie de la maladie. *Agron. Trop.* 38(4) : 321-325.
- Nzietchueng, S., 1985. Genre *Xanthosoma* (macabo) et contraintes de production : cas particulier de la pourriture racinaire causée par *Pythium myriotylum* Drechsl. au Cameroun. Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences Naturelles. Université de Yaoundé. 253 p.
- Nzietchueng, S. et Lyonga, S.N., 1992. Recherche sur les plantes à tubercules et racines au Cameroun : présent et perspectives. *In : Promotion of root crop-based industries. ISTRC-AB. Kinshasa*. Akoroda, M.O. et Arene, O.B. (eds). Nigeria. pp. 383-388.
- Nzietchueng, S. et Tchio, F., 1992. Effet de l'hypochlorite de sodium et de quatre modes d'entreposage sur le comportement des pommes de terre à Dschang. *In : Tropical Root Crops. Promotion of Root Crop-Based Industries*. Akoroda, M.O. et Arene, O.B. (eds). Nigeria. pp. 383-388.

- Obetta SE, Ijabo O.J., Satimetin AA. 2007. Evaluation of a ventilated underground storage for cocoyam (taro). *Agricultural Engineering International: The CIGR Journal*, 9:13.
- Odigboh, E.U., 1983. Cassava : production, processing and utilization. In : Chan, H.T. ed. *Handbook of Tropical Food*, New York, Marcel Dekker, 145-200.
- Ogundana, S.K. 1977. The pathogenicity of the fungi causing rot in the corms of cocoyam (*Xanthosoma maffafa*). *Inter. Biodeterioration Bulletin* 13(1): 5-8.
- O’Hair, S.K., 1985. Processing, utilization, and storage of *Colocasia* and *Xanthosoma*. Manuscript.
- O’Hair, S.K. and Asokan, M.P., 1986. Edible aroids. Botany and horticulture. *Horticultural reviews*. Vol 8, 43-49, Avi Publishing Company, Westport. Conn. pp. 84-85.
- Ohazurike, N.C. et Arinze, A.E., 2006. Changes in phenol oxidase and peroxidase levels in cocoyam tubers of different postharvest ages infected by *sclerotium rolfsii* Sacc. *J. of Molecular Nutrition and food Research*. 40(1): 25-27.
- Okeke, G.C., 1982. Studies on the etiology and symptomatology of root storage of cocoyam in Nigeria. *Beitraege sur tropischem Landwirshaft und veterinaermedizin* 20(3): 287-293.
- Okeodo-Okejie D.U. et Onemolease, E.A. 2009. Factors affecting the adoption of yam storage technologies in the Northern ecological zone of Edo State, Nigeria. *Journal of Hum. Ecology* 27(2): 155-160.
- Okigbo, R.N. et Ikediugwu, F.E.O. 2000. Studies on biological control of postharvest rot in yams (*Dioscorea* spp) using *trioderma viride*. *J. of phytopathology* 148 (6): 351-355.
- Okigbo, R.N. et Ikediugwu, F.E.O. 20002. Evaluation of water loss in different regions of yam (*Dioscorea* spp) tubers in storage. *Nigerian J. of Expl. Appl. Biol.* 3:317-321.
- Okigbo, R.N. 2005. Biological control of postharvest fungal rot of yam (*Dioscorea* spp) with *Bacilus subt* **. *Mycopathologia*. 159(2): 307-314.

- Omokolo, N.D., Tsala, N.G., Kamegne, G. and Balange, A.P., 1995. In vitro induction of multiple shoots, plant regeneration and tuberization from shoot tips of cocoyam. C.R. Acad. Sc. Paris. Sciences de la Vie. 318 :773-778.
- Onwueme, I.C., 1978. The tropical tuber crops : yams, cassava, sweet potato and cocoyam. John Wiley and Sons, New York.
- Onwueme, I.C., 1994. An analysis of the constraints in the delivery systems of tropical root and tuber crops. In : *Tropical root crops in a developing economy*. Ofori, F. et Hahn S.K. (eds). Wageningen. pp. 50-54.
- Ooka, J.J., 1983. taro diseases. In : *Taro, a review of Colocassia esculenta and its potentials*. Honolulu, University of Hawai Press, 236-257.
- Ora, S., 1977. Potatoes : production, storing, processing. Avi Publishing Company, Inc., Westport, Conn.
- Oteng-Gyang, K. and Mbachu, J.I., 1987. Changes in the ascorbic acid content of some tropical leafy vegetables during traditional cooking and local processing. Food Chemistry. 23(1): 9-17.
- Passam, H.C., 1982a. GA dip slows yam decay. International Agri. Develop. 2(9): 10-11.
- Passam, H.C., 1982b. Experiments on the storage of eddoes and tannins (*Colocassia* and *Xanthosoma*) under tropical ambient conditions. Tropical Sciences. 24, 39-46.
- Passam, H.C., Read, S.J. and Rickard, J.E., 1976. Wound repair in yam tubers : the dependence of storage procedures on the nature of the wound and its repair. Trop. Sci. 18(1): 1-11.
- Pluknett, D.L., 1970. *Colocassia, Xanthosoma, Alocasia, Cyrtosperma* and *Amorphophallus*. Paper prepared for the 2nd symp ISTRC. Honolulu, Hawai, 1: 127-135.
- Pluknett, D.L., 1976. Edible aroids : *Alocasia, Colocasia, Cyrtisoerma, Xanthosoma*. In : *Evolution of Crop Plants*. Simmonds, N.W. (ed). pp. 10-12.
- Pluknett, D.L., 1983. Taxonomy of the genus *Colocasia*. In : *Taro, a review of Colocasia esculenta and its potentials*. Honolulu, University of Hawai Press, 14-19.

- Pluknett, D.L., de la Pena, R.S. and Obrero, F., 1970. Taro (*Colocasia esculenta*), a review. Field Crop Abst. 23: 413-326.
- Porteres, R., 1960. La sombre aroidée cultivée : *Colocasia antiquorum* Schott ou taro de Plynésie. Essai d'étymologie sémentique. J. Agric. Trop. Bot. Appl., / : 169-192.
- Praquin, J.Y. et Miché, J.C., 1971. Essai de conservation de taro et macabo au Cameroun. IRAD Station de Dschang, Rapport préliminaire 1, 21 p.
- Purseglove, J.W., 1972. Tropical crops. Monocotyledons. Vol. 1, John Wiley and Sons, New York.
- Reyes, G. Rönnberg-Wästljeing, A.C. et Nyman, M. 2006. Comparison of field performance between Dasheen Mosaic virus-free and virus-infected in vitro plants of cocoyam (*Xanthosoma* spp) in Nicaragua. J. Of Experimental Agriculture 42(3): 301-310.
- Rickard, J.E. and Coursey, D.G., 1981. Cassava storage. Part 1, Storage of fresh cassava root. Trop. Sc. 23(1): 1-32.
- Risse, L.A. and Miller, W.K., 1983. Film wrapping and decay of eggplant. Proc. Fla. State Hort. Soc. 96:350-352.
- Ryall, A.L. and Lipton, W.J., 1979. Handling, transportation and storage of fruits and vegetables. Vol. 1. Vegetables and melons. Avi Publishing Company, Inc., Westport, Conn.
- Safo-Katanka, O., Boatengm N. and Chamba, E.B., 1994. Growth and development of *Xanthosoma* and *Colocasia* spp under different spacings. In : *Tropical Root Crops. In a developing economy*. Ofori, F. et Hahn, S.K. (eds). Wageningen. pp. 473-477.
- Salami, O., Abiodun, P. Et Omololu, O. 2007. Thermal control of some postharvest rot pathogens of irish potato. J. Of Expl. Agric. 37(2): 147-181.
- Sanchez-Nieva, F., 1977a. Control of browning in the lye peeled taniers. J. of Agr., University of Puerto Rico. 61(4): 488-500.

- Sanchez-Nieva, F., 1977b. A comparison of the processing characteristics of three taniers cultivars. *J. of Agri., University of Puerto Rico.* 61(3): 337-344.
- Sherman, M. and Allen, J.J., 1983. Impact of postharvest handling procedures on soft rot decay of bell peppers. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 96: 320-322.
- Shillinford, C.A., 1978. Effect of plastic coating and polyethylene wraps on banana fruit rot and quality. *Trop. Agr.* 55(2): 173-179.
- Shohei, H. and Data, E.S., 1984. Physiology of postharvest deterioration of cassava roots. *Tropical Root Crops. Post-harvest physiology and processing.* Pp. 32-59.
- Steinke, W.E., Wang, J.K., Carpenter, J.R. and de la Pena, R.S., 1980. Taro silage : an alternative for the wet tropics. Paper presented at the Amer. Soc. Agr. Engr. Meeting. 2-5 December 1980. Chicago.
- Strauss, M.S., 1983. Anatomy and Morphology of taro, *Colocasia esculenta* (L) Schott. *In : In : Taro, a review of Colocassia esculenta and its potentials.* Honolulu, University of Hawai Press, 20-33.
- Tambong, J.T. and Meboka, M., 1994. Cocoyam (*Xanthosoma maffafa* (L) Schott). Hybridisation studies : pollen viability and seed germination. *In : Tropical root crops in a developing economy.* Ofori, F. et Hahn, S.K. (eds). Wageningen. pp. 448-452.
- Tanaka, Y., Data, E.S., Lape, V.G. and Villigan, M.G., 1983. Effects of pruning treatment on physiological deterioration in cassava roots. *Agric. Bio. Chem.* 48(3): 739-743.
- Theberge, R.I., 1985. Common pests and diseases of cassava, yams, sweet potato and cocoyam. IITA. Ibadan, Nigeria. 108 p.
- Thompson, C.H. and Kelly, C.W., 1957. Vegetable crops. 5th edition. McGraw-Hill Book company, New York, Toronto, London.
- Thompson, A.K., Been, B.O. and Perkins, C., 1977. Fungicidal treatments of stored yams. *Trop. Agric.* 54(2): 179-183.

- Thompson, S.A. and de Wet, J.M.J., 1983. *Xanthosoma* (Araceae): a taxonomic and ethnobotanical conspectus. Paper presented for the 6th Symp. ISTRC. 21-26 Feb. 1983. Lima, Peru, 17 p.
- Tiky, M.G., 1998. Cassava and soyabean flours and resting time effects on sensory and physical characteristics of reconstituted miond. *J. Sci. Food Agric.* 76 : 310-314.
- Treche, S. et Guion, P., 1977a. Etude des potentialités nutritionnelles de quelques tubercules tropicaux au Cameroun. 1- Influence de la maturité à la récolte. *Agronomie tropicale.* 34(2): 127-137.
- Treche, S. et Guion, P., 1979b. Etude des potentialités nutritionnelles de quelques tubercules tropicaux au Cameroun. 3- Influence de la maturité à la récolte sur l’aptitude à la conservation. *Agronomie tropicale.* 34(2): 147-156.
- Trèche, S. et Guion, P., 1980. Etude sur des potentialités nutritionnelles de quelques tubercules tropicaux au Cameroun. 1. Aptitude à la conservation des tubercules récoltés après maturité. *Revue Sci. Techn.* 1. 71-80.
- Tsala, G.N., Omokolo, D.N. and Balange, A.P., 1996. In vitro culture of cocoyam and protein content of peroxydase and IAA. Oxydase activities during adventitious bud formation. *Plant Peroxydase Newsletter* N° 8, 17-24.
- Tschannen, A.B., Escher, F. et Stamp F. 2005. Postharvest treatment of seed tubers with gibberellic acid and field performance of yam. *J. of Expl. Agric.* 41, 175-186.
- Uritani, I. ; Data, E.S. et Tanaka, Y., 1982. Biochemistry of post-harvest deterioration of cassava and sweet potato. In *Bio-resources Investigation on Production, Storage, Processing and Vegetation of Root Crops in the Tropics.* 1981. Interim Report. Uritani, E. and Reyes, D. (eds). pp. 32-47. Nagoya University Cooperation; Nagoya.
- Van Oirshoot Q.E.A., O’Brien G.M., Dufour D., El Sharkawy M.A., Mesa E. 2000. The effect of preharvest pruning of cassava upon root deterioration quality characteristics. *Journal of the Science of food and Agriculture* 80(3) : 1866-1973.

- Volin, R.B. and Zettler, F.W., 1976. Cocoyam and taro production in Florida. *Hortscience*. 11(5): 446.
- Wang, J.K. and Nagarajan, K., 1981. An integrated taro production system for the humid tropics. *Int. Found for Sci. (Stockholm) Prov. Rep. N° 11*, pp. 234-254.
- Watts, B.M., Ylimaki, G.L., Jeffery, L.E. et Elias, L.G., 1991. Methodes de base pour l'évaluation sensorielle des aliments. Centre de recherches pour le développement international (CRDI). Ottawa, Ontario, Canada. 145 p.
- Wheatley, C., 1980. Studies related with the nature of postharvest physiological deterioration in cassava roots. *CIAT series SE-16-80*, 1-18.
- Wills, R.B.H., Lee, T.H., Graham, D., McGlasson, W.B. and Hall, E.G., 1981. *Postharvest. An introduction to the physiology and handling of fruits and vegetables*. Avi Publishing Company, Inc., Westport, Conn.
- Wills, R., McGlasson, B., Graham, D. and Joyce, D., 1998. *Postharvest. An introduction to the physiology and handing of fruits, vegetables and ornamentals*. 4th edition. Sydney. 262 p.
- Wilson, J.E., 1979. Promotion of flowering and production of seed in cocoyams (*Xanthosoma* and *Colocasia*). *Int. Symp. Taro and cocoyam, Baybay, Philippines*. *Int. Found. Sci. (Stockholm) Prov. Rep. N° 5*, pp. 269-277.
- Wright J., 1930a. Root rot of cocoyams. Gold Coast Department of Agriculture. Accra, Ghana. *Bulletin 23*: 184-197.
- Wright, J., 1930b. Cocoyam varieties in the Gold Coast. Gold Coast Department of Agriculture. Accra, Ghana. *Bulletin 23*: 198-201.
- Wright, J. 1940. Root rot of cocoyam. Gold Coast Department of Agriculture. Accra, Ghana. *Yearbook*. 9 p.
- Wutoh, J.G., Tambong, J.T., Meboka, M. and Nzietchueng, S. 1994. Field evaluation of cocoyam (*Xanthosoma maffafa* L. Schott.) for tolerance to the root rot disease caused

by *Pythium myriotylum*. In : *Tropical root crops in developing economy*. Ofori, F. et Hahn, S.K. (eds) Wageningen. Pp. 463-465.

Wutoh, J., Zok, S., Tambong, J., Nyochembeng, L. and Sama, A.E., 1989. Progress report on selection of appropriate media for a rapid seedstock multiplication systems for cocoyam, yam and cassava. Mimeograph, Ekona Research Centre: ROTREP/IRA. 38p.

Xu, T., Tsala, N.G., Omokolo, N.D., Debost, M. and Tchinkou, J.A., 1994. Antagonism in vitro of *Trichoderma* spp NF9 and TC3 against the fungal pathogens of cocoyam root rot disease. J. of Zhejiand Agricultural University. 20(3):221-227.

Xu, T., Omokolo, N.D., Tsala, N.G. and Ngonkeu, M.E., 1995. *Pythium myriothilum* : the causal agent of cocoyam root rot disease in Cameroon. Acta Mycologica Sinica 14(1): 37-43.

Yen, D.E. and Wheeler, J.M., 1968. Introduction of taro into the Pacific : the indications of the chromosome numbers. Ethnology 7: 259-267.

Yuanhuai H., Ricio G.V., Kim R., Hongying L., Tohme, J., Cooper R.M., et Beeching, J.R. 2001. Hydroxyproline-rich glycoprotein expressed during stress responses in cassava. Heuphytica 120(1) : 59-70.

ANNEXES

Annexe 1.



A- Pied de macabo



B- Tubercules de macabo

**Annexe 2 : Fiche d'évaluation de la qualité organoleptique post-récolte et après stockage
du macabo**

UNIVERSITÉ DE DSCHANG

**FACULTÉ D'AGRONOMIE ET DES
SCIENCES AGRICOLES**

**DÉPARTEMENT DES PRODUCTIONS
VEGETALES**

**FICHE D'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ ORGANOLEPTIQUE POST-
RÉCOLTE ET APRÈS STOCKAGE DU MACABO**

Paramètre :

Poste d'évaluation n° _____

Date _____

Echantillon n° _____

Instruction : Déguster le macabo de l'échantillon et donner votre opinion sur son goût et sa flaveur en optant pour un seul des choix ci-après :

- 1- Très bon
- 2- Bon
- 3- Assez bon
- 4- Acceptable
- 5- Mauvais
- 6- Assez mauvais
- 7- Très mauvais

Commentaires : Quelle (s) autre(s) qualité(s) ou quel(s) autre(s) défaut(s) trouvez-vous sur cet échantillon ?
