

# LE DURCISSEMENT DE L'IGNAME *DIOSCOREA DUMETORUM* AU CAMEROUN

par

DELPEUCH et S. TRECHE  
NUTRITIONNISTES de l'O.R.S.T.O.M.  
en service à l'ONAREST

## RÉSUMÉ

Au Cameroun les tubercules de *Dioscorea dumetorum* subissent, après la récolte, un durcissement qui les rend impropres à la consommation humaine ; la nature et l'importance de ce phénomène ont été étudiées.

Après un mois de conservation 50 % des tubercules sont durs. L'observation histologique montre d'importants épaisissements membranaires qui se traduisent au niveau de la composition chimique des tubercules par une augmentation des teneurs en cellulose, lignine et pentosanes.

Le durcissement varie en fonction des variétés cultivées et des dates de récolte. Plusieurs traitements et modes de conservation ont été essayés. Ceux qui limitent les échanges des tubercules avec le milieu extérieur ralentissent l'apparition du durcissement.

L'ensemble des observations a permis d'élaborer une hypothèse quant au mécanisme du durcissement. Des solutions pratiques sont envisagées.

## SUMMARY

The hardening of *Dioscorea dumetorum* in Cameroon.

*D. dumetorum* yam tubers harden after harvest in Cameroon, and so became unsuitable for human consumption ; nature and extent of the damage have been studied.

After a month in storage, 50 percent of tubers have hardened. Histological observations shows thickened cell wall. Chemical analysis reveals increases in cellulose, lignin and pentosans contents.

Hardening changes with cultivars and date of harvest. Several treatments and storage procedures have been tested: when tubers are protected from prevailing ambient conditions, the coming out of hardening is delayed.

The whole observations make possible an assumption about mechanism of hardening. Practical solutions are proposed.

26 FEB. 1980

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

## I INTRODUCTION

Au Cameroun, l'igname *D. dumetorum* très intéressante sur les plans agronomique (rendements élevés, absence de tuteurage, tubercules homogènes rendant possible une mécanisation de la récolte) et nutritionnel (jusqu'à 10 p. cent de protéines, goût très apprécié des consommateurs) pose un problème particulier de conservation.

Dans la semaine qui suit la récolte les tubercules deviennent en effet durs, résistants, impropres à la consommation. Ces défauts, une fois apparus, persistent après la cuisson.

Pour éviter ces inconvénients les populations locales ont coutume de faire cuire les tubercules aussitôt après l'arrachage ; la commercialisation, sous cette forme, est donc très restreinte et le stockage impossible. Le développement de cette culture, souhaité par les agronomes, passe par la résolution de ce problème de conservation.

L'objectif de notre recherche est double :

- Il s'agit d'une part de définir le phénomène en le quantifiant et en étudiant les changements qui interviennent au niveau de la composition chimique et de l'histologie des tubercules.
- Il s'agit d'autre part de rechercher les facteurs qui influencent le durcissement de manière à mettre en œuvre des pratiques culturales et/ou des traitements susceptibles de le bloquer ou de le restreindre.

## II CONDUITE DE LA RECHERCHE

Tous les tubercules utilisés dans cette étude ont été cultivés au cours de trois campagnes (1975-76, 1976-77, 1977-78) sur la station expérimentale de Bambui (Ouest Cameroun) dans la zone de culture traditionnelle de *Dioscorea dumetorum*.

Hormis pour l'essai intervariétal, la variété étudiée a toujours été *jakiri*.

Des champs expérimentaux avec dispositif statistique ont été mis en place chaque année ; leurs plans sont reportés en annexe. Les recherches effectuées peuvent se diviser en trois catégories :

- détermination de l'importance du durcissement
- détermination de la nature du durcissement
- essais visant à réduire le durcissement.
- Importance du durcissement

L'apparition de tubercules durcis a été suivie pendant trente jours après la récolte grâce à un dispositif expérimental de 30 parcelles de 30 pieds réparties en 6 blocs de Fisher et représentant plus de 6.000 tubercules. 240 pieds supplémentaires ont permis d'étudier l'évolution du durcissement au cours d'une conservation de longue durée (quatre mois).

### — Nature du durcissement

Des observations histologiques ont été effectuées sur le parenchyme de tubercules durcis et non durcis.

Plusieurs échantillonnages des deux types de tubercules ont été soumis aux analyses suivantes : matière sèche, amidon, matières minérales, lipides, protéines totales, glucides alcool-solubles, glucides membranaires (cellulose, lignine, hemicellulose, pentosanes).

L'étude de plusieurs propriétés de l'amidon a également été réalisée : spectre de diffraction des rayons X, teneur en amylose, alpha amylolyse, gonflement et solubilité dans l'eau.

### — Essais agronomiques et conservation

Deux champs de 16 parcelles réparties en 4 blocs (480 pieds) ont été consacrés à l'étude de l'influence de la variété et de la date de récolte sur l'importance du durcissement.

Enfin, de nombreux essais de conservation ont été réalisés ; notamment, «curing», conservation en armoire frigorifique, en sacs hermétiques, sous azote, sous silos bâchés.

### III ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

#### A. DÉFINITION DU PHÉNOMÈNE DE DURCISSEMENT

L'igname (*Dioscorea*) appartient à la famille des Dioscoreacées ; l'espèce *dumetorum* est une igname très répandue dans l'Ouest-Cameroun, reconnaissable à ses feuilles trifoliées. La partie comestible est constituée par des pieds comportant plusieurs tubercules compacts (il s'agit en réalité de racines tuberisées) à chair blanche ou jaune selon les variétés. La variété Jakiri utilisée ici est une igname à chair blanche dont les pieds possèdent en moyenne 7 à 8 tubercules. Les caractéristiques agronomiques de cette variété et de trois autres sont portées dans le tableau 9.

Au Cameroun le durcissement ne semble affecter que l'espèce *dumetorum*. C'est un phénomène qui s'installe après la récolte.

Au cours de la conservation les tubercules ne présentent aucun signe externe qui permette de détecter l'apparition du durcissement ; en revanche le durcissement est facilement réparable, lors d'une coupure nette du tubercule, par l'aspect rugueux et pelucheux de la section ; les tubercules frais ou non durcis présentent une section d'aspect lisse et plus humide.

Le terme de durcissement, utilisé localement, rend compte du fait qu'après cuisson le tubercule résiste fortement à la mastication ; les tubercules durs sont également difficiles à couper.

##### 1- Importance quantitative du durcissement

Les principaux résultats sont portés en annexe dans les tableaux 1 et 2 et sur la figure 1 ;

Il apparaît que 93 % des pieds sont affectés par le durcissement au bout de 13 jours mais que seulement 3 p. cent des pieds ont entièrement durcis au bout d'un mois. L'unité de durcissement n'est donc pas le pied mais le tubercule.

Le pourcentage de durcissement augmente significativement avec le temps mais au bout de deux semaines cette augmentation ralentit considérablement (fig. 1). Après 28 jours 53 p. cent des tubercules sont durs. Les tubercules de grande taille semblent durcir moins vite que ceux de petite taille.

En outre les résultats du tableau 2 indiquent que tous les pieds ne durcissent pas simultanément, on observe au bout de quatre semaines une distribution non normale des pieds selon les différentes classes de durcissement. Il semblerait donc que le durcissement des tubercules ne soit pas totalement indépendant des pieds.

Enfin, un essai de conservation de longue durée a montré qu'au bout de quatre mois 99 p. cent des tubercules ont durci (tableau 3).

##### 2- Relation entre le durcissement et certaines caractéristiques agronomiques

— perte de poids au cours de la conservation.

Sur des tubercules récoltés en novembre on a étudié le durcissement et la perte de poids au bout d'un mois de conservation.

La perte de poids est significativement plus importante ( $p < 0.05$ ) chez les pieds durcis à plus de 50 p. cent : 9.1 p. cent de poids perdu contre 8,3 p. cent chez les pieds durcis à moins de 50 p. cent,

— Germination

Sur des tubercules récoltés en décembre et conservés pendant 12 semaines on a recherché une liaison entre l'importance de la germination et le pourcentage de parties durcies au moyen d'un test non paramétrique (MANN WHITNEY). Il ne semble pas y avoir de relation entre germination et durcissement.

##### 3. Aspects histologiques du durcissement

Les photos de coupes de parenchyme observées au microscope sont présentées en annexe.

Les cellules des coupes issues de tubercules non durcies sont celles d'un parenchyme amylofère banal. En revanche les cellules des coupes de tubercules durcis présentent d'importants épaissements membranaires au milieu desquels on observe des punctuations de nature et de structure non déterminées.

Ces épaisissements membranaires pourraient expliquer le durcissement et notamment la résistance à la mastication.

En ce qui concerne la nature des épaisissements le traitement au carmin-vert d'iode a donné une coloration rose-rouge caractéristique des tissus cellulotiques.

#### 4. Teneur en Matière sèche

Paradoxalement l'étude s'est révélée complexe car la teneur en matière sèche est soumise à de nombreux facteurs de variation difficilement dissociables : taille, forme des pieds ou des tubercules, localisation dans le tubercule, maturité ; d'autre part il s'agit de savoir si l'on détermine la matière sèche sur un pied ou un tubercule.

Au niveau des pieds on constate qu'il y a un coefficient de corrélation significatif après 3 et 7 jours de conservation entre le pourcentage de parties durcies des pieds et leur teneur en matière sèche (tableau 4).

Par ailleurs il apparaît qu'au bout de quatre jours de conservation la teneur en matière sèche des pieds durcis (mesurée sur six pieds) est supérieure à celle des pieds non durcis (22,2 p. cent contre 20,1 p. cent). En revanche au bout de quatre semaines cette différence disparaît (19,8 et 19,6 p. cent).

Au niveau des tubercules nous avons déterminé la matière sèche sur plusieurs parties, de manière à éliminer le facteur de variation dû à la localisation du prélèvement effectué pour analyse. Ainsi nous avons mis en évidence des gradients positifs de matière sèche du centre vers l'extérieur et de la partie distale vers la partie proximale (tableaux 5 et 6). La matière sèche est toujours significativement plus élevée chez les tubercules durcis.

D'une manière générale il semble donc que la teneur en matière sèche soit plus élevée chez les tubercules et les pieds durcis, cette différence est surtout détectable pendant les premiers jours qui suivent la récolte ; après une durée de conservation plus longue les différences s'estompent. On peut penser que les mouvements d'eau liés au durcissement sont alors masqués par les pertes d'eau plus importantes qui surviennent normalement au cours d'une conservation prolongée.

En conclusion il semble que les pertes d'eau interviennent bien dans le déterminisme du durcissement ; toutefois les faibles variations enregistrées ne justifient pas la modification de consistance des tubercules. Le durcissement ne se résume pas à une simple déshydratation des tubercules.

#### 5. Composition chimique des tubercules

Deux échantillons de 45 tubercules durcis et non durcis après 17 jours de conservation ont été réalisés à partir des mêmes pieds ; le seul facteur de variations entre les deux échantillons est donc le durcissement. Les résultats des analyses sont portés dans le tableau 7. On n'observe pas de différences entre les teneurs en protéines matières minérales et lipides.

En revanche, il y a, chez les tubercules durcis, une augmentation de tous les glucides membranaires ; inversement la teneur en amidon diminue.

Parmi les glucides membranaires la cellulose et les pentosanes présentent les augmentations les plus fortes. La teneur en lignine double chez les tubercules durcis mais reste à un faible niveau.

Notons par ailleurs que même chez les tubercules non durcis les teneurs en glucides membranaires de *D. dumetorum* sont plus élevées que celles des autres espèces d'ignames.

La nature des glucides solubles a été déterminée par chromatographie sur couche mince ; il y a surtout du saccharose et du fructose accompagnés par de faibles quantités de glucose ; les dosages ont confirmé les résultats de la chromatographie ; toutefois le saccharose n'a pas été dosé.

#### 6. Propriétés physicochimiques des amidons extraits.

Rappelons que l'amidon de l'espèce *dumetorum* possède des propriétés très différentes de celles des amidons des autres ignames : spectre de diffraction des rayons X de type A, faible teneur en amylose, sensibilité élevée à l'attaque alpha amylique.

En ce qui concerne les amidons extraits de tubercules non durcis et durcis il n'y a pas de différences décelables pour les spectres de diffraction des rayons X et les teneurs en amylose (10 à 11 p. cent).

En revanche les amidons de tubercules durcis ont un pH plus faible (les écarts vont de 0,06 à 0,26) ; leur gonflement dans l'eau est plus faible, leur solubilité plus forte (figure n° II).

Certaines des caractéristiques de l'alpha-amylolyse sont modifiées au cours du durcissement (tableau 8) :

Pour de courtes durées de conservation (7 et 13 jours) la fraction facilement hydrolysable des amidons de tubercules durcis semble plus faible que celle des amidons de tubercules non durcis : le durcissement pourrait être accompagné par la mobilisation d'une partie des glucides de réserve. Par contre après quatre semaines de conservation, l'amidon des tubercules non durcis présente une fraction facilement hydrolysable plus facile : on peut penser que cet amidon, dans des cellules non protégées par les épaissements membranaires, a subi au cours de conservation une dégradation plus importante que celle subie par l'amidon des tubercules durcis. Les résultats relatifs à la vitesse initiale vont dans le même sens.

Enfin, l'activité alpha amylasique est très faible (0,10 unités A) et identique chez les tubercules durcis et non durcis.

## 7. Conclusion

L'ensemble des observations relatives au durcissement nous permet de dresser un premier bilan :

1. Les tubercules sont affectés par le durcissement indépendamment les uns des autres. Certains tubercules sont touchés dès les premiers jours qui suivent la récolte et une forte proportion durcit au cours des deux premières semaines de conservation. Après quatre mois tous les tubercules sont durs.

2. Le durcissement pourrait constituer une réaction de défense contre le milieu extérieur, en particulier contre une tendance à des pertes d'eau :

- la matière sèche est plus élevée chez les tubercules durcis
- les pieds qui durcissent très vite perdent moins de poids que ceux qui durcissent lentement.
- les gros tubercules (rapport surface/volume plus faible) semblent durcir moins vite que les petits.

3. Le durcissement se caractérise par un épaissement des membranes du parenchyme amylofère, traduit, au niveau de la composition chimique, par une augmentation de la teneur en glucides membranaires.

L'amidon, de par sa structure et ses propriétés particulières, pourrait permettre le phénomène de durcissement. Plus facilement dégradable que l'amidon de toutes les autres espèces d'ignames il pourrait jouer un rôle de réserve de glucides solubles mobilisables pour l'épaississement membranaire.

## B. FACTEURS SUSCEPTIBLES D'INFLUENCER LE DURCISSEMENT

### 1. Choix de la variété

Les résultats d'un essai intervariétal sont rassemblés dans le tableau 9. Sur le plan agronomique c'est la variété Jakiri qui se montre supérieure tant par le rendement que par le poids moyen des tubercules. En ce qui concerne le durcissement il faut souligner que, pour des raisons qui nous étaient indépendantes, les pieds de cet essai ont été récoltés en sur-maturité. Cette difficulté explique vraisemblablement le pourcentage très important (plus de 90 p. cent) et inhabituel de tubercules durcis après un mois de conservation. Les différences intervariétales sont en partie masquées par le durcissement quasi-total du à la surmaturité.

Remarquons cependant que pour les 8 pieds sacrifiés 4 jours après la récolte pour l'analyse chimique le pourcentage de tubercules durcis est beaucoup plus faible chez la variété Jakiri (6 p. cent). Ce taux de durcissement plus faible se traduit au niveau de l'analyse chimique par une teneur en insoluble formique significativement plus basse.

La meilleure résistance au durcissement de la variété Jakiri est peut être à rapprocher de la taille plus importante de ses tubercules.

## 2. Choix de la date de récolte

Les résultats de cet essai sont portés dans le tableau 10. La récolte a été échelonnée sur quatre mois.

Sur le plan agronomique il apparaît que les tubercules récoltés au 7e mois ne sont pas encore arrivés à maturité : le poids moyens des tubercules et le rendement sont faibles.

Les maxima de rendement et de poids moyen d'un tubercule semblent être atteints entre le 8e et 9e mois. Par ailleurs la remontée de la teneur en glucides solubles et la germination importante observées chez les pieds récoltés au 10e mois semblent indiquer qu'à cette époque les tubercules sont déjà en surmaturité.

Sur le plan du durcissement (figure III) il apparaît nettement qu'après de très fortes valeurs chez les tubercules immatures le taux de durcissement passe par un minimum au 9e mois pour remonter ensuite lorsque les tubercules sont en surmaturité.

Il semble donc que l'on puisse considérablement limiter le durcissement, indépendamment de toute action sur la conservation, en récoltant les tubercules en fin de maturation, neuf mois après la plantation.

## 3. Facteurs relatifs aux conditions de conservation.

### a) Lieu de conservation

Des tubercules ont été conservés sur des clayettes à l'ombre, dans un local aéré à Yaoundé (Sud-Cameroun) et Bamenda (Ouest-Cameroun). Il s'agit là du mode de conservation traditionnel utilisé localement.

Notons qu'à l'époque de la conservation les températures varient entre 19°C et 30°C à Yaoundé et Bamenda ; l'hygrométrie présente des variations plus fortes à Bamenda (42 à 92 p. cent) qu'à Yaoundé (60 à 98 p. cent).

Au cours de la première expérimentation (tableau II) aucune différence significative n'est apparue entre les évolutions du taux de durcissement des tubercules conservés à Yaoundé et Bamenda.

En revanche, l'expérimentation portant sur le lieu de conservation et la date de récolte (tableau 12) montre une très forte interaction ( $P. < 0.01$ ) entre ces deux facteurs.

Il faut retenir d'une part que le mode de conservation traditionnel n'est pas spécialement adapté pour diminuer le durcissement (jamais moins de 40 p. cent de tubercules durcis au bout d'un mois); d'autre part que le lieu de conservation peut jouer sur le taux de durcissement ; il y a une intervention importante du milieu extérieur dont il paraît pour l'instant difficile de préciser la nature (température, humidité, etc.).

### b) Essais de traitements et de conservation dans des conditions contrôlées.

— Une première série d'essais conduite sur les lieux de la récolte à Bamenda est rapportée dans le tableau 13.

L'analyse de variance montre que le trempage après la récolte, le passage dans une solution de Borax, et l'exposition en pleine lumière ont des effets néfastes en augmentant le taux de durcissement par rapport au lot témoin ( $P. < 0.0,5$ ).

Il semble par contre que la conservation en silo ait un effet bénéfique.

— D'autres essais ont été répétés sur des tubercules rapportés à Yaoundé (tableau 14).

Compte tenu de nos moyens limités (volumes restreints des étuves et armoires frigorifiques) ces essais n'ont été réalisés que sur de petits lots de tubercules. L'interprétation statistique est donc malheureusement impossible.

Remarquons tout d'abord qu'en début de traitement, c'est-à-dire deux jours après la récolte (délai nécessaire pour ramener les tubercules de Bamenda à Yaoundé), un pourcentage important de tubercules a déjà durci (29 p. cent au 10e mois). Compte tenu de ce fait il apparaît que la conservation en sacs plastiques sous azote est très efficace puisqu'elle semble avoir totalement bloqué le durcissement (29 p. cent de tubercules durs après 28 jours au 10e mois).

Sur le plan pratique la conservation en silo bâché paraît relativement efficace : on peut estimer que 20 p. cent seulement des tubercules non durcis au moment de la mise en silo ont subi un durcissement au cours des quatre semaines de conservation.

Les résultats relatifs à la conservation en armoire frigorifique sont très irréguliers.

— Essais de curing :

Tous les essais de curing montrent une efficacité réelle mais très variable de ce mode de traitement. En fait pour certains essais l'efficacité a dû être partiellement masquée en raison de la présence en début de traitement de pourcentages non négligeables de tubercules durcis. Compte tenu du délai imposé pour ramener les tubercules des champs de Bamenda jusqu'au laboratoire de Yaoundé cet inconvénient n'a pu être évité.

En définitive il semble que tous les traitements qui bloquent ou limitent les échanges des tubercules avec le milieu extérieur suppriment ou diminuent le phénomène de durcissement.

Cette hypothèse a été vérifiée à plusieurs reprises sur quelques dizaines de tubercules qui ont été paraffinés aussitôt après l'arrachage. Le paraffinage en isolant les tubercules de l'extérieur a totalement bloqué le durcissement.

#### IV CONCLUSIONS

En l'état actuel il ne semble pas que l'on puisse donner une conclusion définitive sur les mécanismes exacts qui aboutissent au durcissement.

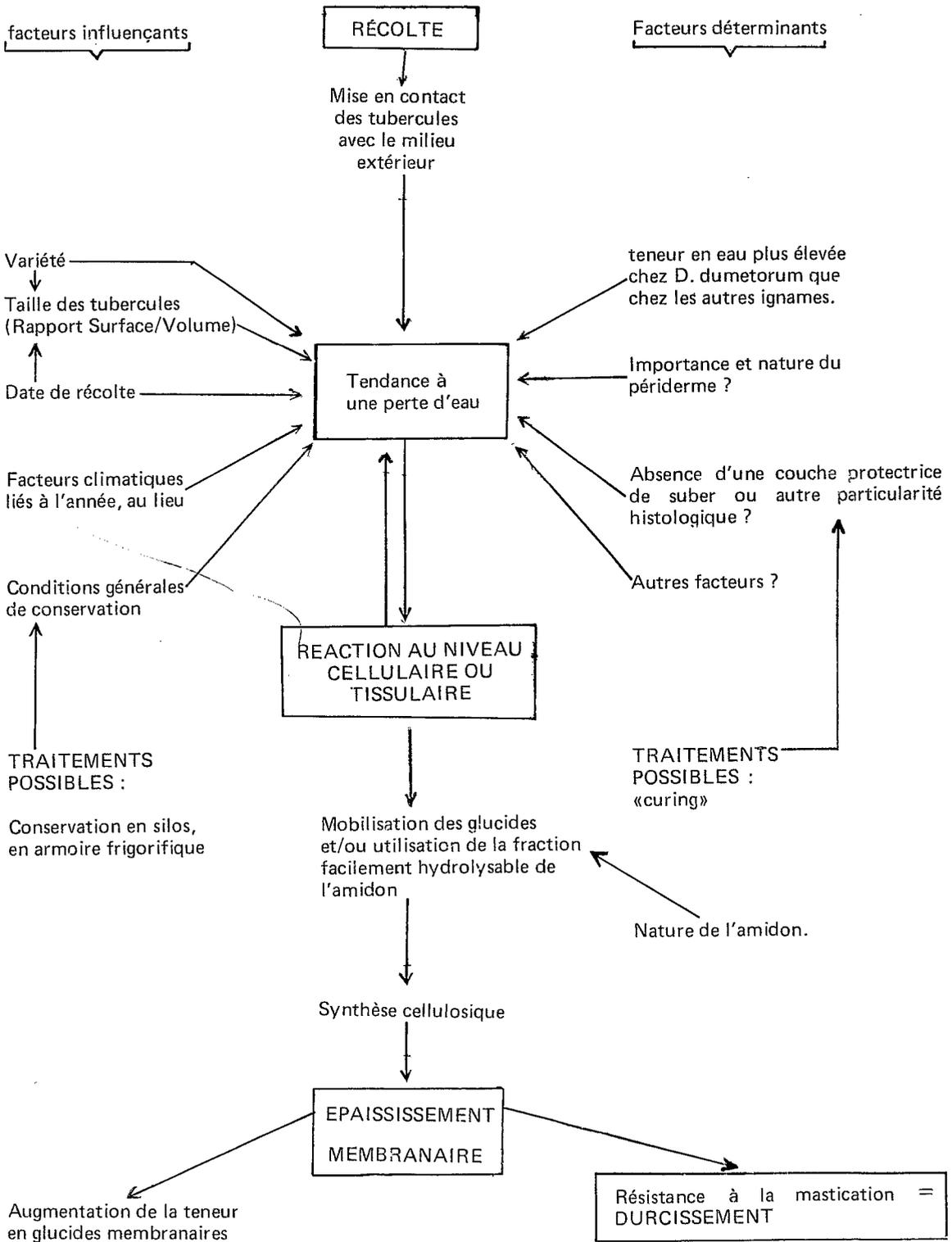
Néanmoins les renseignements recueillis nous ont permis d'élaborer une hypothèse quant aux facteurs susceptibles de jouer sur le durcissement : il s'agirait, pour nous, d'une réaction de défense des tubercules (ou plutôt des tissus ou des cellules) contre le milieu extérieur. Cette réaction de défense pourrait se situer au niveau de la lutte contre une tendance à une perte d'eau excessive. La cause exacte de cette tendance à la déshydratation, supposée plus importante chez *D. dumetorum* que chez les autres espèces d'ignames, reste encore à définir : teneur en eau plus importante au départ associée à un périoderme particulier n'assurant pas une protection suffisante. Autre particularité histologique de *D. dumetorum* ?

Quoi qu'il en soit la manifestation principale de cette réaction serait un épaissement membranaire de nature probablement cellulosique se traduisant par une augmentation des teneurs en glucides membranaires et pour le consommateur par une résistance des tubercules à la mastication.

Un modèle possible d'explication du durcissement est proposé. (Voir schéma).

D'autre part, compte tenu des essais déjà réalisés, nous sommes à même de proposer un certain nombre de mesures simples et immédiatement applicables pour limiter le durcissement : choix de la variété *Jakiri*, récolte à maturité 9 mois après la plantation, conservation des tubercules sous silo bâché.

Si l'on arrive à maintenir les pertes liées au durcissement à un niveau raisonnable la culture de l'espèce *D. dumetorum* restera très compétitive en raison de son rendement très supérieur à celui des autres espèces : jusqu'à 3 fois supérieur à celui de *D. cayenensis* espèce la plus répandue. D'autre part il semble que le durcissement n'altère pas la valeur nutritionnelle de l'igname et que dans une perspective de culture industrielle on peut envisager des traitements technologiques visant à utiliser les tubercules durcis sous forme de farine ou de fécule. Enfin, l'amidon de *D. dumetorum* étant facilement dégradé à l'état cru on pourrait envisager l'utilisation de cette igname en alimentation animale.



ANNEXES

I MÉTHODES EXPÉRIMENTALES

A. LES CHAMPS EXPÉRIMENTAUX

1. Campagne 1975-1976 : étude quantitative du durcissement

a) Dispositif expérimental. Bloc de Fischer répétés six fois

b) Nombre et nature des parcelles de chaque bloc

— analyse à la récolte : H

— " après 3 jours de conservation (3)

— " 7 " (7)

— " 13 " (13)

— " 28 " (28)

la totalité des tubercules a été récoltée à 9 mois

c) Caractéristiques du dispositif

— taille des parcelles : 2 x 10 m avec 30 pieds par parcelle soit 15.000 pieds/ha

— nombre de pieds par bloc : 150

— nombre total de pieds 6 x 150 = 900

— pour cet essai, les ignames plantées en mars ont reçu une somme des températures de 5240 °C, un ensoleillement total de 1226 heures et des précipitations de l'ordre de 2100 mm.

d) Observations

Pesée et comptage de tous les tubercules à la récolte puis aux périodes 3 j., 7 j., 13 j., 28 j. selon les parcelles. A ces dates les tubercules ont été sacrifiés pour déterminer le durcissement. Compte tenu du caractère qualitatif du phénomène (on considère un tubercule comme durci ou non durci sans pouvoir nuancer ou établir une échelle de durcissement) nous avons choisi comme unité de comparaison statistique une parcelle de 30 pieds représentant plus de 200 tubercules. Les pourcentages moyens sont calculés à partir des six parcelles réparties dans les blocs pour tenir compte de l'hétérogénéité du terrain et des variations inhérentes aux techniques culturales.

Campagne 1975-1976  
Plan du champ expérimental : étude quantitative  
du durcissement de l'igname *D. dumetorum*, cultivar ex ja'kiri

I	3		H	IV
	28		13	
	H		7	
	13		3	
	7		28	
II	H		13	V
	13		7	
	7		3	
	3		28	
	28		H	
III	H		7	VI
	28		3	
	13		H	
	3		13	
	7		28	

## 2. Campagne 1976–1977

– *durcissement en fonction de la date de récolte*

a) Dispositif expérimental : blocs de Fischer répétés 4 fois

b) Nombre et nature des parcelles de chaque bloc

– récolte à 7 mois

– " 8 mois

– " 9 mois

– " 10 mois

c) Caractéristiques du dispositif

identiques à celui de 1975–1976 sauf le nombre de pieds total : 480

d) Observations

La totalité des tubercules de chaque parcelle a été récolté et conservée pendant un mois après la récolte. A cette date les tubercules ont été sacrifiés et le durcissement mesuré selon la procédure décrite pour la première campagne

– *durcissement en fonction de la variété*

a) Dispositif expérimental : blocs de Fischer répétés 4 fois

b) Nombre et nature des parcelles de chaque bloc

Cultivar ex Jakiri : 1 et 2

" 45 ex Dschang : 3

" 47 ex Dschang : 4

" yellow smooth ex Bambui : 5

c) Caractéristiques du dispositif

identiques aux dispositifs précédents avec en plus une rangée d'ignames de bordure, de même variété autour de chaque parcelle nombre de pieds total : 600.

d) Observations :

La totalité des tubercules a été récoltée à dix mois et conservée pendant un mois ; à cette date l'importance du durcissement a été mesurée pour chaque variété.

Les parcelles en double du cultivar ex Jakiri ont servi à des essais de traitements et de conservation.

Campagne 1976–1977  
Plan du champ expérimental  
Durcissement de *D. dumetorum* ex jakiri en  
fonction de la date de récolte.

	10 mois		9	
	8 mois		8	
I	7 mois		10	III
	9 mois		7	
1m				
	10		8	
II	7		7	IV
	8		8	
	9		10	

LE DURCISSEMENT DE L'IGNAME DIOSOREA DUMETOROM DU CAMEROUN

Campagne 1976-1977

Plan du champ expérimental

Durcissement en fonction de la variété

	cultivar 1	
	cultivar 3	
	cultivar 5	
	cultivar 2	
	cultivar 4	

	cultivar 2	
	cultivar 5	
	cultivar 4	
	cultivar 1	
	cultivar 3	

	cultivar 5	
	cultivar 4	
	cultivar 1	
	cultivar 3	
	cultivar 2	

	cultivar 4	
	cultivar 1	
	cultivar 3	
	cultivar 2	
	cultivar 5	

## 3. Campagne 1977—1978 : étude de divers traitements et modes de conservation.

a) Dispositif expérimental : 6 parcelles de 30 pieds

b) Observations :

Les tubercules ont été récoltés pour moitié en novembre et pour moitié en décembre ; ils ont été soumis aux différents traitements et modes de conservation qui sont exposés en D.

Novembre	Décembre
Décembre	Novembre
Novembre	Décembre

Campagne 1977—1978

Plan du champ expérimental

Essais de conservation.

Au cours des trois campagnes les observations histologiques et les analyses chimiques ont toujours été réalisées sur des tubercules provenant des champs expérimentaux.

## B. OBSERVATIONS HISTOLOGIQUES

Les observations ont été effectuées au microscope optique (x 150, 300 et 600) sur du matériel frais non fixé et coupé à la main. Les coupes ont été colorées au vert d'iode et carmin aluné après passage dans une solution diluée d'hypochlorite de sodium et mordantage à l'acide acétique 2 p. cent.

## C. ANALYSES CHIMIQUES

Les déterminations suivantes ont été effectuées :

- La nature en eau par dessiccation à 104° —107° C jusqu'à poids constant.
- La teneur en amidon par la méthode d'EWERS (1)
- La teneur en matières minérales par calcination à 550° C pendant huit heures.
- La teneur en azote total par la méthode de Kjeldahl et conversion en protéines à l'aide du coefficient 6,25.
- La teneur en lipides par extraction au soxhlet à l'éther de pétrole
- L'indigestible glucidique par la technique de GUILLEMET et JACQUOT à l'acide formique (2)
- Les glucides alcool-solubles par la méthode à l'antrone (3)
- Le fructose par la méthode à l'antrone de JOHNSON (4)
- Le glucose par la méthode de HUGGETT et NIXON (5)
- Les glucides membranaires
- Cellulose, lignine et hemicelluloses par les méthodes au détergent neutre et au détergent acide de VAN SOEST (6,7).
- Pentosanes par la méthode de CERNING et GUILBOT (8)
- L'activité alpha amylique par la méthode de PERTEN (9)
- La teneur en amylose des amidons par la méthode de titrage ampérométrique de J. M. BEMILLER (10)

- La sensibilité des amidons à l'alpha amylase bactérienne par la méthode de TOLLIER et GUILBOT (11)
- Le gonflement et la solubilité dans l'eau des amidons par la méthode de LEACH et al (12)
- Les spectres de diffractions des rayons X des amidons ont été enregistrés par M. CHARBONNIERE\* sur un spectro diffractomètre muni d'un compteur à scintillation assurant la détection des raies de diffraction produites par le rayonnement K du cuivre.

(CERDIA MASSY)\*

D. Méthodes de conservation

La plupart des essais de conservation ont été réalisés de manière à limiter les échanges des tubercules avec l'extérieur :

- sacs hermétiques : il s'agit de sacs plastiques contenant 5 à 6 pieds ; dans certains cas l'air a été remplacé par l'azote

- silos bâchés : les tubercules sont mis en tas, enterrés, et recouverts par une bâche plastique recouverte de terre sur les bords afin d'assurer l'étanchéité.

- atmosphère contrôlée : les tubercules ont été traités par la méthode dite de «curing» (13) : les tubercules sont placés pendant 4 jours sous une humidité relative élevée à des températures entre 36 et 37° C. Cette mise en atmosphère contrôlée favoriserait le développement d'une couche protectrice de suber, et limiterait par conséquent les échanges des tubercules avec le milieu extérieur.

II TABLEAUX ET FIGURES DE RÉSULTATS

TABELAU 1

Évolution du durcissement pendant le premier mois de conservation.

	Durée de conservation en jours			
	3	7	13	28
% de pieds avec au moins un tubercule durci	(1) 38 <sup>a</sup>	77 <sup>b</sup>	93 <sup>c</sup>	95 <sup>c</sup>
% de pieds entièrement durcis	0 <sup>a</sup>	2,2 <sup>a</sup>	1,7 <sup>a</sup>	3,3 <sup>a</sup>
% de tubercules durcis	9 <sup>a</sup>	28 <sup>b</sup>	44 <sup>c</sup>	53 <sup>d</sup>
% de gros tubercules durcis	5 <sup>a</sup>	27 <sup>b</sup>	36 <sup>bc</sup>	42 <sup>c</sup>
% de tubercules moyens durcis	10 <sup>a</sup>	29 <sup>b</sup>	46 <sup>c</sup>	56 <sup>d</sup>
% de petits tubercules durcis	10 <sup>a</sup>	27 <sup>b</sup>	51 <sup>c</sup>	59 <sup>c</sup>
% de poids de tubercules durcis	7 <sup>a</sup>	27 <sup>b</sup>	39 <sup>c</sup>	46 <sup>d</sup>

(1) Moyenne des pourcentages obtenus pour chacune des six parcelles de 30 pieds ; sur une même ligne les moyennes affectées d'aucune lettre commune sont significativement différentes (p < 0.05).

TABLEAU 2 :

Répartition des pieds selon leur quantité de parties durcies pour différentes durées de conservation (exprimée en % du nombre total de pieds, soit 144 pour chaque période).

% de parties durcies \ durée de conservation (j)	durée de conservation (j)			
	3	7	13	28
0 - 20	78.7	44.4	17.9	15.0
20 - 40	16.8	24.5	27.4	21.6
40 - 60	2.8	17.3	25.7	21.7
60 - 80	1.7	9.4	17.9	27.3
80 - 100	0	4.4	11.1	14.4

TABLEAU 3 :

Evolution du durcissement pendant 20 semaines de conservation

	Durée de conservation en semaines			
	4	8	14	20
% de pieds avec au moins un tubercule durci	79 (1)	100	100	100
% de pieds entièrement durcis	6	30	59	95
% de tubercules durcis	46	79	88	99
% de poids de tubercules durcis	47	78	89	99

(1) Moyenne sur 60 pieds soit environ 400 tubercules.

TABLEAU 4 :

Relation entre la teneur en matière sèche des tubercules et de durcissement.

	Durée de conservation en jours			
	3	7	13	28
Matière sèche en % de la matière comestible	(1) 21.1 ±0.3	22.1 ±0.4	22.3 ±0.3	22.0 ±0.3
% de poids de tubercules durcis	16	33	50	50
Coefficient de corrélation	+ 0.39	+ 0.39	+ 0.27	+ 0.33
Signification statistique	P < 0.05	P < 0.05	N.S.	N.S.

(1) Moyenne de 36 pieds ± erreur standard.

# LE DURCISSEMENT DE L'IGNAME DIOSOREA DUMETOROM DU CAMEROUN

TABLEAU 5 :

Teneurs en Matière Sèche en fonction du durcissement et de la localisation dans le tubercule (coupes transversales) (exprimées en p. cent de la matière comestible).

Etat des tubercules	Localisation (1)			
	Distale	Centrale	Proximale	Ensemble (3)
non durcis	(2) 20.1	20.3	23.7	21.4 <sup>P</sup>
durcis	21.0	23.0	25.6	23.2 <sup>Q</sup>
ensemble (3)	20.6 <sup>a</sup>	21.7 <sup>b</sup>	24.7 <sup>c</sup>	

1. Les localisations distale, centrale, proximale s'entendent par rapport à la tige.
2. Les moyennes sont calculées pour 14 déterminations sur des tubercules conservés pendant 3 à 13 jours.
3. Les moyennes n'ayant aucune lettre commune sont significativement différentes ( $p < 0.01$ ).

TABLEAU 6 :

Teneurs en Matière sèche en fonction du durcissement et de la localisation dans le tubercule (coupes longitudinales) (exprimées en p. cent de la matière comestible)

État des tubercules	Localisation (1)			Ensemble (3)
	Centrale	Médiane	Externe	
non durcis	20.2 (2)	21.2	23.7	21.7 <sup>P</sup>
durcis	23.4	23.2	26.0	24.2 <sup>Q</sup>
ensemble (3) (3)	21.8 <sup>a</sup>	22.2 <sup>a</sup>	24.8 <sup>b</sup>	

1. Ces localisations s'entendent par rapport à l'axe longitudinal des tubercules.

2,3 id. tableau 5

TABLEAU 7 :

Composition chimique des tubercules en fonction du durcissement  
(p. 100 g. de matière sèche)

	Tubercules (1) non durcis	Tubercules (1) durcis
(2)		
Protéines (g)	8.5	8.5
Matières minérales (g)	3.8	3.7
Lipides (g)	0.3	0.3
Amidon (g)	74.0	71.4
Glucides solubles (g)	1.6	1.6
Fructose (g)	0.63	0.63
Glucose (g)	0.03	0.04
<b>Glucides membranaires</b>		
Insoluble formique (g)	2.9	5.1
Hemicelluloses (g)	6.6	7.5
Cellulose (g)	4.4	6.8
Lignine (g)	0.15	0.40
Pentosanes (g)	0.5	1.3

(1) Echantillons de 45 tubercules après 17 jours de conservation

(2) Les diverses méthodes de dosage sont portées dans l'annexe I

TABLEAU 8 :

Caractéristiques des courbes d'alpha-amylolyse des amidons de tubercules durcis et non durcis pour différentes durées de conservation.

	Durée de conservation en jours					
	7		13		28	
	NON DURCIS	DURCIS	NON DURCIS	DURCIS	NON DURCIS	DURCIS
Vitesse (1) initiale VI	3.77	3.53	3.76	3.30	2.11	2.64
Vitesse (2) finale VF	0.13	0.13	0.16	0.15	0.11	0.10
Fraction (3) facilement hydrolysable FH	5.83	5.35	4.85	4.10	3.55	4.55

(1) VI = amidon dégradé pendant les 5 premières minutes en p. cent d'amidon initial

(2) VF = amidon dégradé en moyenne en 5 minutes après la première heure en p. cent d'amidon initial

(3) FH = extrapolation de la partie linéaire des courbes.

TABLEAU 9. Essai intervariétal.

Caractéristiques agronomiques, composition chimique et durcissement de quatre variétés de *Dioscorea dumetorum*.

	Variétés			
	JaRiri	Dschang 45	Dschang 47	Yellow Smoth
Poids moyen d'un pied kg.	2396 ± 97 <sup>a</sup>	2376 ± 116 <sup>a</sup>	2296 ± 159 <sup>a</sup>	2233 ± 154 <sup>a</sup>
Rendement en T/ha	38.5	32.6	34.0	30.0
Nombre de tubercules/pieds	7.9 <sup>a</sup>	9.2 <sup>ab</sup>	7.7 <sup>a</sup>	11.7 <sup>b</sup>
Poids moyen d'un tubercule	326 <sup>a</sup>	242 <sup>bc</sup>	300 <sup>ac</sup>	189 <sup>b</sup>
Matière brute comestible en tonnes/ha	27.9	20.3	22.3	18.3
Matière sèche (1) g.p. 100 g mat. comestible	21.4 ± 0.6 <sup>a</sup>	21.8 ± 0.8 <sup>a</sup>	19.3 ± 0.3 <sup>a</sup>	20.9 ± 1.0 <sup>a</sup>
Matière sèche comestible en T/ha	6.0	4.4	4.3	3.8
Protéines (1) g.p. 100 g Mat. sèche	8.7 ± 0.5 <sup>a</sup>	8.4 ± 0.3 <sup>a</sup>	7.8 ± 0.3 <sup>a</sup>	9.0 ± 0.8 <sup>a</sup>
Amidon (2)	74.3	74.3	70.6	69.3
Insoluble formique (1) g.p. 100 g Mat. sèche	3.2 ± 0.1 <sup>a</sup>	5.4 ± 0.2 <sup>b</sup>	5.8 ± 0.2 <sup>b</sup>	5.8 ± 0.2 <sup>b</sup>
Glucides solubles (2) g.p. 100 g Mat. sèche	5.2	6.9	6.7	5.7
Tubercules durcis après 4 jours en %	6	62	88	90
Tubercules durcis après 1 mois en %	93.4	100	97.6	98.6

Sur une même ligne les moyennes ayant aucune lettre commune sont significativement différentes ( $p \leq 0.05$ ).

- (1) Moyenne de 8 déterminations ± erreur standard.  
 (2) Valeurs déterminées sur un échantillon moyen issu de 8 pieds.

TABLEAU 10.

Essai date de récolte.  
Caractéristiques agronomiques, composition chimique et durcissement en fonction de la date de récolte pour la variété Jakiri.

	Date de récolte en mois après la plantation			
	7	8	9	10
Poids moyen d'l pied eng.	2085 ± 78 <sup>a</sup>	2605 ± 93 <sup>b</sup>	2625 ± 99 <sup>b</sup>	2540 ± 88
Rendement en T/ha	31.3	39.1	39.4	38.1
Nombre de tubercules/pieds	6.7	6.5	6.1	7.4
Poids moyen d'un tubercule eng.	311	403	433	341
Matière brute comestible en T/ha	22.4	25.0	25.3	27.2
Matière sèche g. p. 100 g mat. comestible	20.1 ± 0.7 <sup>ab</sup>	19.3 ± 0.3 <sup>a</sup>	21.5 ± 0.7 <sup>b</sup>	21.2 ± 0.7 <sup>b</sup>
Matière sèche en T/ha	4.5	4.8	5.4	5.8
Protéines g. 100 g Mat. sèche	7.3 ± 0.4 <sup>a</sup>	8.1 ± 0.4 <sup>ab</sup>	9.3 ± 0.4 <sup>ab</sup>	9.3 ± 0.5 <sup>b</sup>
Amidon g. p. 100 g Mat. sèche	68.3 ± 1.5 <sup>a</sup>	71.9 ± 1.1 <sup>bc</sup>	70.1 ± 0.8 <sup>ac</sup>	73.9 ± 0.9 <sup>b</sup>
Insoluble formique g.p. 100 g Mat. sèche	4.9 ± 0.3 <sup>a</sup>	3.4 ± 0.1 <sup>b</sup>	3.5 ± 0.1 <sup>b</sup>	3.3 ± 0.1 <sup>b</sup>
Glucides solubles g.p. 100 g. Mat sèche	5.3 ± 0.4 <sup>a</sup>	4.9 ± 0.3 <sup>ab</sup>	4.0 ± 0.2 <sup>b</sup>	5.1 ± 0.4 <sup>ab</sup>
Tubercules durcis après 1 mois en %	96.8 <sup>a</sup>	65.1 <sup>b</sup>	56.3 <sup>c</sup>	66.6 <sup>b</sup>

Sur une même lignes les moyennes n'ayant aucune lettre commune sont significativement différentes ( $p \leq 0.05$ ).

TABLEAU 11. Influence du lieu de conservation sur le durcissement pour différentes durées de conservation.

Lieu de conservation	durée de conservation en jours			
	3	7	13	28
Yaoundé (1)	9,3	30,5	47,2	50,0
Bamenda (1)	8,3	26,5	43	53,6

(1) Moyenne des pourcentages de tubercules durcis établis sur 2 parcelles pour Yaoundé, sur 4 parcelles pour Bamenda.

TABLEAU 12. Influence du lieu de conservation sur le durcissement après 28 jours pour différentes dates de récolte.

Lieu de conservation	Nombre de mois après la plantation			
	7	8	9	10
Yaoundé (1)	99,3	78,8	71,2	45,8
Bamenda (1)	94,3	51,5	41,5	87,4

(1) Moyenne des pourcentages de tubercules durcis établis sur 2 parcelles.

TABLEAU 13 : Influence de différents traitements sur le durcissement après 13 jours de conservation.

	Nature du Traitement					
	Exposition à l'obscurité	Exposition en pleine lumière	Trempage dans une solution de BORAX	Trempage dans l'eau	Mise en silo	Témoin en clayettes
% de pieds avec au moins 1 tubercule durci	95	100	95	100	80	93
% de pieds entièrement durcis	10	20	25	30	5	3
% de tubercules (1) durcis	54.0 <sup>b</sup>	69.8 <sup>a</sup>	74.3 <sup>a</sup>	78.7 <sup>a</sup>	29.4 <sup>c</sup>	43.0 <sup>bc</sup>

(1) Moyennes des résultats obtenus sur 4 lots de 5 pieds provenant de 4 parcelles différentes, les moyennes affectées d'aucune lettre commune sont significativement différentes ( $p \leq 0.05$ ).

TABLEAU 14 : Influence de différents traitements sur le durcissement après 28 jours de conservation. (exprimée en p. cent de tubercules durcis)

Compagne	1976/1977	1977/1978	
	10 mois	9 mois	10 mois
Date de récolte			
Sacrifice au moment de la récolte	-	-	4
Sacrifice en début de traitement (deux jours après la récolte)	-	-	29
Témoin sur clayettes (1)	46	69	91
Sacs hermétiques	-	-	62
Armoire frigorifique	4	83	72
Silo bâché	21	46	51

(1) Chaque essai de traitement a été conduit sur 50 à 140 tubercules.

TABLEAU 15 :

Influence du curing sur le durcissement après quatre semaines de conservation.

Anée	Nombre de tubercules traités	p.cent de tubercules durcis
1975	538	50
Témoin	70	13
Curing n° 1	40	3
Curing n° 2		
1976		
Novembre :		
Témoin	330	71
Curing n° 1	26	31
Curing n° 2	26	58
Décembre :		
Témoin	400	46
Curing	27	41
1977		
Novembre :		
Témoin	108	69
Curing n° 1	71	39
Curing n° 2	11	36
Décembre :		
Témoin	98	91
Curing	58	76

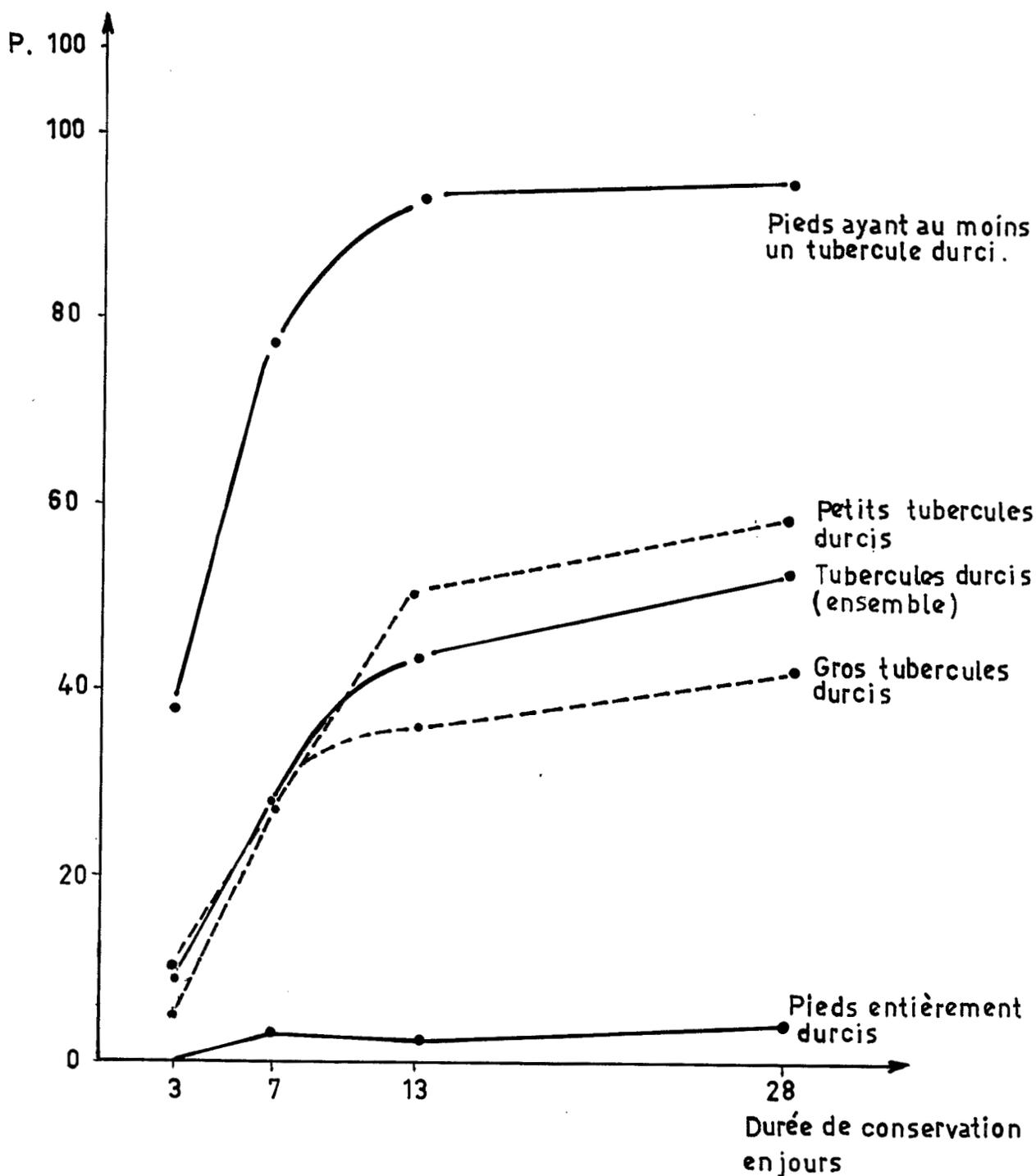
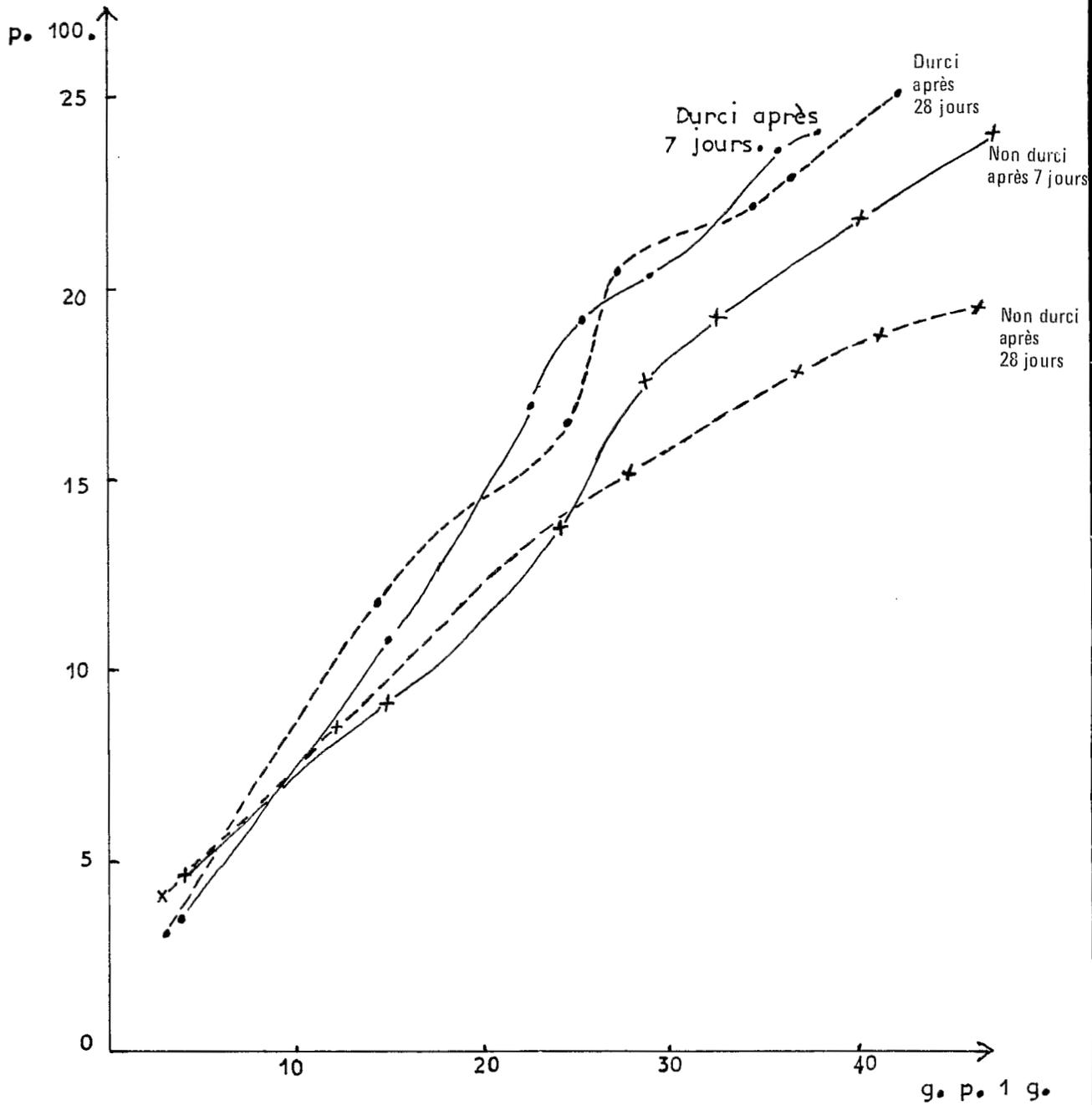
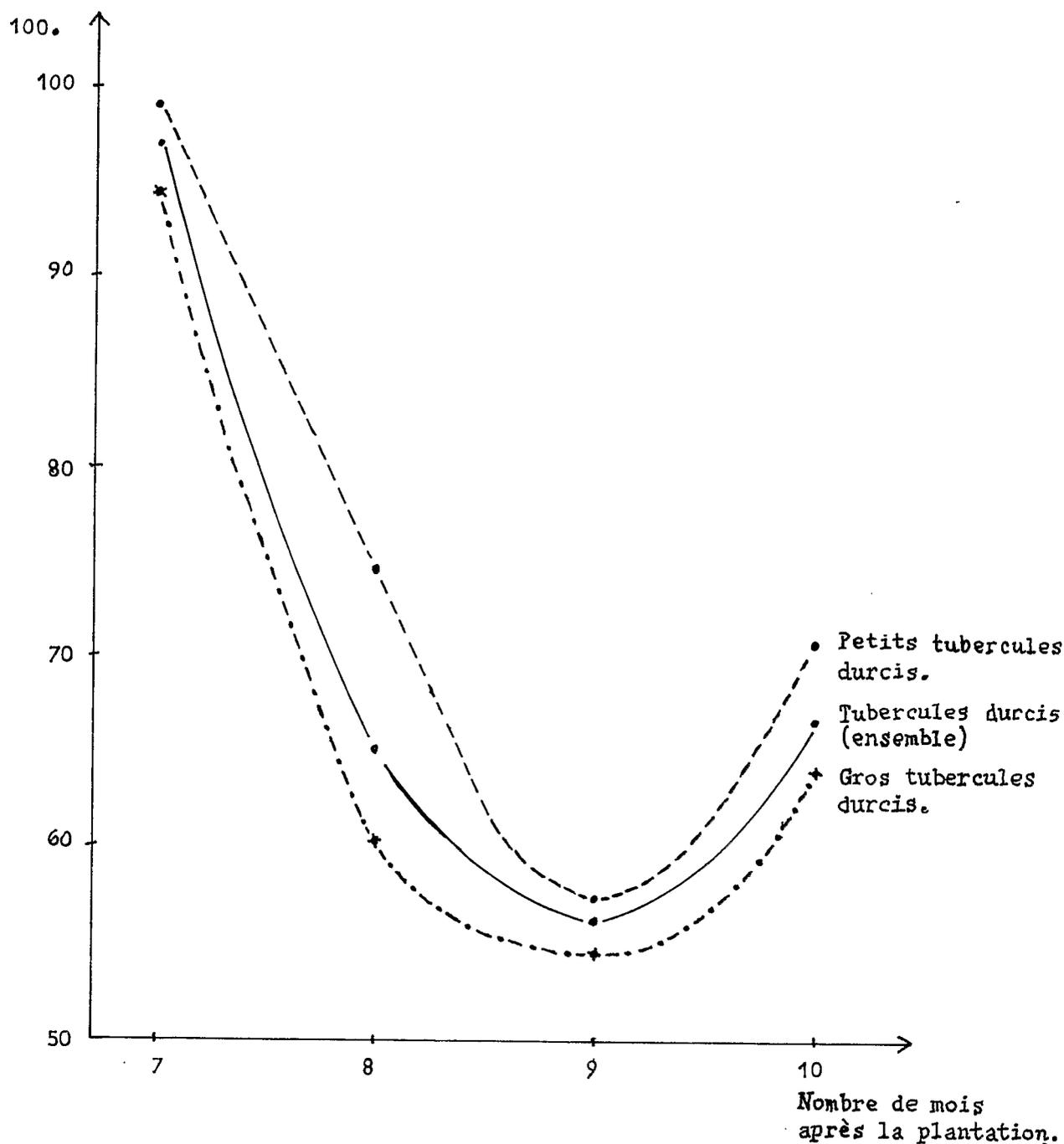


Figure 1. EVOLUTION DU DURCISSEMENT PENDANT LE PREMIER MOIS DE CONSERVATION.



**FIGURE II** : Gonflement en fonction de la solubilité d'amidons extraits de tubercules durcis et non durcis pour deux durées de conservation.

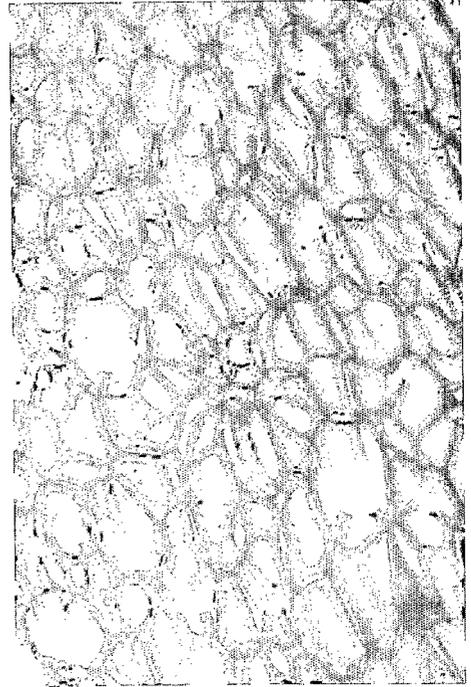


**FIGURE III** : Durcissement des tubercules après un mois de conservation pour différentes dates de récolte.

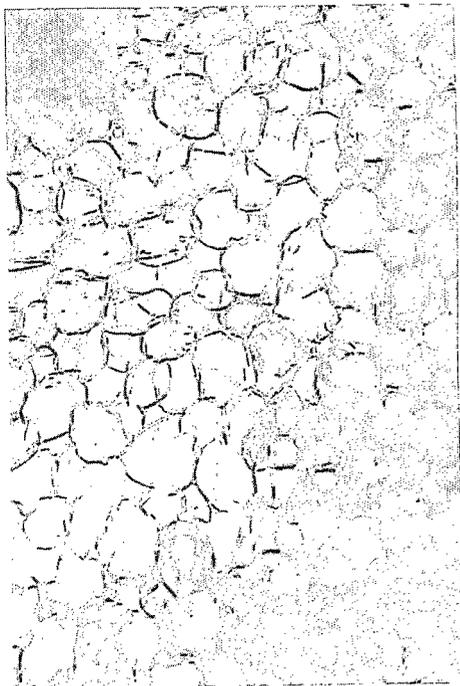
OBSERVATIONS AU MICROSCOPE OPTIQUE  
DIOSCOREA DUMETORUM ( EX JAKIRI )



Parenchyme de tubercule  
non durci x 156



Parenchyme de tubercule  
durci x 156



Parenchyme avec cellules  
de type tubercule durci et  
non durci x 156



Parenchyme de tubercule  
durci x 390

III REFERENCES

1. EWERS, International organisation for standardization 1969 (ISO/TC 93 WGL).
2. GUILLEMENT R., JACQUOT R. C.R. Ac. Sci. 1943 216, 508
3. LOEWUS F.A. Anal chem 1952, 24, 219.
4. JOHNSON G., LAMBERT C., JOHNSON D.K., SUNDERWIRTHE S.G., J. Agr. Food chem., 1964 12 (3) 216-219.
5. HUGGETT A.S.O., NIXON D.A., Biochem. j. 1957 66, 12.
6. VAN SOEST P.S. J. of Assoc. Offic. Anal. Chem. 1963 46 (5) 829-835
7. VAN SOEST P.S., WINE R.H. J. of Assoc. Offic Anal Chem. 1967 50 (1) 50-55
8. CERNING J., GUILBOT A. Cereal chemistry 1974 50 (2) 176-184.
9. PERTEN H. Cereal chemistry 1966, 43, 337-341.
10. BEMILLER J.N. in «Methods of carbohydrate chemistry» vol 4 ed R.L. WHISTLER: Acad. Press, New York (1964) 233.
11. TOLLIER M. Th., Guilbot A. Ann. Zoot 1971 hors série (20) 633
12. LEACH, H.W., MC COWEN L.O., SCHOCH T.J. Cereal chem., 1959, 36, 534.
13. GONZALEZ M.A., COLLAZO DE RIVERA A.J. Agric. of Univ. of Puerto Rico 1972, 56, 46.

F

PUBLICATION DE L'OFFICE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
ET TECHNIQUE DU CAMEROUN  
PUBLICATION OF THE NATIONAL OFFICE FOR SCIENTIFIC AND TECHNICAL  
RESEARCH OF CAMEROON

---

*Cahiers*  
**DE L'ONAREST**

onarest  
scientific papers

---

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 14541 -> 545

Cpte : 13

Volume 2, No 3 - Août 1979