HZ 51778
1 F

ESSAIS D'ADAPTATION DE PROCEDES TECHNOLOGIQUES A LA FABRICATION DE PRODUITS SECHES A PARTIR D'IGNAMES CULTIVEES AU CAMEROUN (DIOSCOREA DUMETORUM ET D. ROTUNDATA)

*S. TRECHE**
*T. AGBOR EGBE**
*I. MBOME LAPE**
*C. MBA MEZOUI**

RESUME

Des produits séchés, destinés à être reconstitués, après conservation prolongée, sous la forme de cossettes, de pâtes ou de bouillie, sont fabriqués en utilisant différents modes d'épluchage, de précuisson et de séchage à partir de variétés cultivées au Cameroun de *D. dumetorum* et *D. rotundata.*

Les résultats concernant les pertes en cours d'élaboration, le comportement en cours de séchage et les qualités organoleptiques et bactériologiques des produits démontrent l'intérêt de fabriquer des farines à partir de cossettes des deux espèces ayant subi une précuisson à l'eau ou à la vapeur et séchées au soleil ou en étuve à ventilation.

ABSTRACT

Adaptation of technological processes to the preparation of dry products from yam species grown in Cameroon (Dioscorea dumetorum *and* D. rotundata).

Dry products were made from Dioscorea dumetorum *and* D. rotundata *cultivars grown in Cameroon using different methods of peeling, precooking and drying and were reconstituted as slices, "Fufu" and pap.*

Results on the loss during preparation, the behaviour during drying and the organoleptic and bacteriological qualities of these products show that it is of interest to make flour from slices of the two species after pre-cooking in water or steam and drying in the sun or in a fan convection oven.

INTRODUCTION

Il est généralement reconnu que les ignames se conservent mal (AMON, 1973 ; COURSEY 1961 , FOUA-BI et *al.*. 1979) ; au Cameroun, TRECHE ET GUION (1979 b) ont mis en évidence pour deux variétés du complexe *Dioscorea cayenensis – D. rotundata* des pertes de 34 et 46 pour cent de la matière sèche comestible et de 27 et 53 pour cent des protéines brutes après 19 semaines de conservation ; par ailleurs LYONGA et *al.* (1973) et TRECHE et DELPEUCH (1982) ont montré que les variétés de *D. dumetorum* rencontrées au Cameroun étaient soumises dans les jours qui suivent la récolte à un phénomène de durcissement qui consiste en un épaississement des parois des cellules du parenchyme amylifère et qui rend les tubercules inconsommables même après une cuisson prolongée.

Différents procédés ont été proposés pour améliorer la conservation des ignames : le curing (GONZALEZ et COLLAZO DE RIVERA, 1972), l'utilisation d'inhibiteurs chimiques et de fongicides, le froid et l'irradiation par des rayons gamma (ADESUYI 1982 ; CAMPBELL et *al.*, 1979 ; FOUA-BI et *al.*, 1979). Ces procédés quels qu ils soient, ne permettent pas de consommer les ignames tout au long de l année dans les zones à récolte unique. Par contre la transformation sous forme de

1. Laboratoire d Études des Aliments. Centre de Nutrition. B.P. 6163 – Yaoundé – Cameroun.

ORSTOM Fonds Documentaire
N° : 20469
Cote : B ex 1

produits séchés permet non seulement la conservation des nutriments sur de longues périodes mais aussi une commercialisation plus aisée hors de la zone de production (GOODING 1972 , JARMAI et MONTFORD, 1968) et une réduction du travail quotidien de la ménagère ce qui est très important spécialement en zone urbaine (COURSEY, 1966).

Dans certaines zones de production de l'Igname, on rencontre des technologies traditionnelles pour la fabrication de farines (COURSEY, 1965 ; 1966 ; 1967 ; INGRAM et GREENWOOD-BARTON, 1962 ; MARTIN et SADIK, 1977 ; ONWUEME, 1978 ; RASPER et MAC GREGOR, 1969) : les tubercules sont lavés, épluchés, lavés, subissent ou non une précuision, sont découpés en cossettes d'épaisseur variable qui sont exposées au soleil jusqu'à ce qu'elles soient jugées suffisamment sèches pour être broyées au mortier ou au moulin à maïs. Des variantes existent à tous les niveaux : épluchage avant ou après cuisson, bains prolongés permettant éventuellement une détoxication (RAO et BERI, 1952 ; CORKILL, 1948), absence de cuisson (MARTIN et RUBERTE, 1975) ou cuisson prolongée (AFABLE, 1971), séchage après écrasement des cossettes (JARMAI et MONTFORD, 1968 ; KAY, 1973).

Les farines sont, selon la plupart des auteurs, utilisées à la préparation d'une pâte ressemblant au "foufou" d ignames fraîches mais peuvent aussi être réhydratées sous forme de purée (MARTIN et SADIK, 1977) ou se substituer en partie à la farine de blé pour la fabrication du pain ou de certains gâteaux (MARTIN et RUBERTE, 1975 ; SAMMY 1973).

Au Cameroun la fabrication de farine n'est pas répandue (BELL, 1981), par contre, dans l'Ouest, certaines ménagères préparent des biscuits d'ignames (GRIMALDI et BIKIA, 1977) : les tubercules sont cuits avec leur peau, épluchés, découpés en cossettes et mis à sécher au soleil , la consommation se fait sous la forme d une pâte homogène résultant d'une seconde cuisson et d'un écrasement.

Certains auteurs se sont intéressés aux technologies traditionnelles de fabrication des farines pour en définir certains paramètres (IGE et AKINTUDE, 1981) ou pour proposer de les enrichir en incorporant d'autres farines riches en protéines (COLLINS et FALASINNU, 1977). D'autres (COURSEY, 1966 ; INGRAM et GREENWOOD-BARTON, 1962) ont insisté sur la plus ou moins bonne aptitude de certaines espèces ou variétés à la fabrication du "foufou" ; cette aptitude dépendrait selon RASPER et COURSEY (1967), de certaines propriétés rhéologiques de leurs amidons. A notre connaissance aucune étude systématique visant à adapter des procédés technologiques à la fabrication de produits séchés à partir d'un matériel végétal donné n'avait été entreprise.

L'objectif de notre travail était donc de définir des procédés technologiques permettant de reconstituer, après conservation à l'état sec, des aliments sous forme de bouillie, de pâte ou de cossettes à partir d'une variété locale de *D. rotundata* et de *D. dumetorum*. Pour cela, nous avons étudié l'influence de différents facteurs de variation (espèce d'Igname, mode d'épluchage, mode de précuisson, forme du produit au moment du séchage, mode de séchage, mode de reconstitution) sur les pertes en cours d'élaboration et sur les qualités organoleptiques et bactériologiques des produits et nous avons essayé de définir certains paramètres de transformations.

MATERIELS ET METHODES

Choix des espèces et variétés

Le cultivar de *D. dumetorum* retenu porte le numéro D 569 (Ex Jakiri) dans la classification établie par LYONGA et AYUK-TAKEM (1982) : il se caractérise par une relative facilité de culture (tuteurage facultatif, récolte mécanisable), de forts rendements (40 T/ha) et une bonne teneur en protéines brutes (8 à 10 pour cent de la matière sèche en moyenne selon les essais) (TRECHE, 1982 ; TRECHE et GUION, 1979 a) ; en revanche, les tubercules ont une forte teneur en eau (79 à 81 pour cent)

et ne peuvent pas se conserver en raison du phénomène de durcissement (TRECHE et DELPEUCH, 1982).

Le cultivar de *D. rotundata* est le numéro R 871 (Ex Oshei) de la classification déjà mentionnée ; sélectionné comme "cultivar élite" dans les stations agronomiques du Cameroun, il ne présente pas de particularités notables par rapport aux cultivars connus dans le reste de l'Afrique.

Les traitements ont été appliqués à des tubercules à maturité fraîchement récoltés (moins de deux jours de stockage) sauf pour certains essais pour lesquels la durée de conservation préalable des tubercules sera précisée.

Préparation des produits séchés

Les produits ont été préparés en quatre périodes entre octobre 1979 et décembre 1981.

Au cours de la première et la seconde période, la totalité des produits mentionnés dans le schéma n° 1 ont été élaborés sur des tubercules fraîchement récoltés. Tous les produits préparés au cours de la période n° 1 ont été reconstitués, après 7 mois de conservation à l'état sec et proposés à un premier panel de dégustation. A partir de ces premiers résultats 23 des 104 produits testés ont été sélectionnés et les produits correspondants, préparés au cours de la période n° 2, ont été présentés à un second panel de dégustation après 21 mois de conservation à l'état sec.

Au cours de la troisième période 14 produits (tous ceux du schéma n° 1 séchés en étuve à ventilation avec épluchage manuel) ont été élaborés à partir de tubercules de *D. dumetorum* conservés à l'état frais pendant 10 semaines afin d'étudier l'influence du phénomène de durcissement sur les qualités organoleptiques.

Au cours de la quatrième période on a cherché à préciser certains paramètres de la préparation de produits ayant subi ou non une précuisson et séchés au soleil, dans un séchoir solaire de type cabine ou dans une étuve à ventilation.

Mode d'épluchage

Pour éliminer les variations dues à la forme, au nombre de tubercules et à la présence de parties incomestibles dans chaque pied d'igname, nous avons pour l'étude du rendement à l'épluchage, procédé à un découpage préalable des pieds en morceaux de tubercules. Après avoir noté le rendement au découpage, nous avons effectué l'épluchage proprement dit selon plusieurs modalités :

- épluchage manuel à l'aide d'un couteau sur tubercules crus ;
- épluchage chimique à la soude sur tubercules crus : le temps d'immersion dans la soude bouillante à 10 pour cent a été fixé, d'après les résultats de RIVERA-ORTIZ et GONZALEZ (1972) et de STEELE et SAMMY (1976) et après divers essais préliminaires, à respectivement 5 et 8 mn pour les tubercules de *D. rotundata* et ceux de *D. dumetorum ;*
- épluchage manuel sur tubercules entiers ou découpés en cossettes après une précuisson à l'eau ou à la vapeur.

Deux expressions du rendement à l'épluchage ont été envisagées : le rendement à l'épluchage des pieds après découpage des parties comestibles et le rendement à l'épluchage des pieds non découpés, produit du précédent par le rendement au découpage.

Modes de précuisson

Au cours des périodes 1 et 2, pour chaque espèce 24 produits ont été préparés sans précuisson avant séchage, 10 produits ont subi une précuisson dans l'eau bouillante et 18 produits une précuisson à la vapeur dans un autoclave à 120°C. Les

temps de cuisson déterminés au cours d'essais préliminaires sont donnés dans le tableau 1 : les mêmes temps de cuisson ont été conservés au cours des périodes 3 et 4.

Tableau 1. Temps de précuisson des produits avant séchage.

Précuisson	Sous forme	D. rotundata	D. dumetorum
à l'eau bouillante	cossettes	30 mn	45 mn
	tubercules entiers	1 h	1 h 30 mn
à la vapeur (120°C)	cossettes	4 mn	4 mn
	tubercules entiers	10 mn	10 mn

Modes de séchage

Les ignames ont été séchées sous la forme de cossettes de 6 à 8 mm d'épaisseur ou après écrasement au mortier de morceaux de tubercules précuits.

Les différents modes de séchage envisagés sont le séchage au soleil, à l'air libre ou dans un séchoir solaire de type cabine, le séchage en étuve à ventilation à 60°C et en étuve à vide.

Le séchoir solaire de type cabine utilisé au cours de la quatrième période consiste en une caisse en contreplaqué de 200 x 70 cm de base isolée du sol à sa partie inférieure et dont la partie supérieure est recouverte par une bâche en P.V.C transparente inclinée à 20° par rapport à l'horizontale ; des trous de 15 mm de diamètre sont ménagés dans le fond et dans la partie supérieure des côtés pour permettre la ventilation ; l'intérieur du séchoir est peint en noir de façon à absorber les radiations solaires ; les produits sont placés sur des grillages à 10 cm au-dessus du fond du séchoir.

La nature des supports et la densité de chargement en début de séchage sont précisées dans le tableau 2.

Tableau 2. Nature des supports et densité initiale des produits pour les différents modes de séchage.

Forme de séchage	Soleil à 1 m du sol	Etuve à ventilation 65°C	Etuve à vide 65°C
Cossettes	grillage à maille de 8 mm (6 kg/m^2)	grillage à maille de 15 mm (10 kg/km^2)	plaques perforées (17,5 kg/m^2)
Produits écrasés au mortier	plaques en aluminium perforées. Couche de 4 mm d'épaisseur (4,5 kg/m^2).		

Pour que la teneur en eau des produits pendant la conservation ne dépasse pas 14 pour cent, limite communément admise pour les cossettes de manioc (BEST, 1979), et pour tenir compte des risques possibles de réhydratation même en sac étanche (MOY et *al.*, 1977), on a essayé dans tous les cas d'amener les produits à une teneur en eau inférieure à 12 pour cent.

Modes de conservation

Après séchage les produits ont été conservés dans des sacs en polyéthylène. Au préalable les produits écrasés étaient cassés en morceaux et une partie des cossettes broyée au moulin à farine.

Les sacs ont été conservés dans un laboratoire dont la température variait entre 20 et 28°C.

Modes de reconstitution

Les produits écrasés sont plongés dans l'eau bouillante pendant respectivement 30 et 20 mn pour *D. rotundata* et *D. dumetorum* et de nouveau écrasés au mortier : il en résulte une pâte (P 1).

Les cossettes sont immergées dans l'eau bouillante pendant respectivement pour *D. rotundata* et *dumetorum* 3H et 3H30 lorsqu'elles n'ont pas subi de précuisson et 1H et 1H30 lorsqu'elles ont été précuites : elles sont servies telles quelles pour *D. dumetorum* ou après écrasement au mortier (Pâte p. 2).

Les farines sont reconstituées sous forme de pâte (P 3) ou de bouillies en les plongeant dans l'eau bouillante : les proportions farine/eau et les temps de préparation sont donnés dans le tableau 3.

Tableau 3. Rapport pondéral des quantités de farine et d'eau et temps de préparation des pâtes et des bouillies.

	Mode de Précuisson	D. rotundata	D. dumetorum
Pate 3	sans	1 pour 4 (10 mn)	1 pour 3 (10 mn)
	eau ou vapeur	1 pour 2 (5 mn)	1 pour 2,5 (5 mn)
Bouillie	sans	1 pour 12 (15 mn)	1 pour 9 (15 mn)
	eau ou vapeur	1 pour 6 (10 mn)	1 pour 6 (5 mn)

Estimation des qualités organoleptiques des produits

L'estimation des qualités organoleptiques a été faite par un panel de 12 dégustateurs pour les produits préparés au cours des périodes 1 et 3 et par un panel de 8 dégustateurs pour ceux préparés pendant la période 2.

Les panélistes choisis étaient de sexe, d'âge, d'ethnies, de niveaux d'instruction et de revenus différents.

Le panel s'est tenu dans un laboratoire aménagé de telle façon que chaque panéliste soit isolé des autres. A chaque séance, 6 à 10 produits ont été testés.

Les produits reconstitués ont été servis juste avant midi, chauds et sans sauce ; toutefois du sucre en poudre était rajouté dans les bouillies.

Les panélistes devaient remplir pour chaque produit un questionnaire où il était demandé de noter la couleur et l'aspect, l'odeur, la consistance dans la bouche, le gout, l'impression générale et l'intention de consommation selon l'échelle donnée dans le tableau 4.

Compte tenu du manque d'entraînement et du faible nombre de panélistes ainsi que de l'échelle volontairement réduite utilisée, nous n'avons pas comparé les produits par des tests statistiques supposant la normalité des variables : nous avons pour chaque produit, calculé la moyenne des notes données par les panélistes, et profitant du nombre important de produits, nous avons étudié l'influence de chaque facteur de variation en utilisant le test non paramétrique du signe (SNEDECOR et COCHRAN, 1971) appliqué aux moyennes appariées.

Tableau 4. Echelle utilisée par les panélistes pour l'estimation des qualités organoleptiques des produits.

Note	– Couleur + aspect – Impression générale	– Odeur – Consistance – Goût	Intention de consommation (1)
5	Très bon	très agréable	plus souvent
4	bon	agréable	aussi souvent
3	acceptable	acceptable	presque aussi souvent
2	médiocre	médiocre	moins souvent
1	mauvais	désagréable	beaucoup moins souvent
0	très mauvais	très désagréable	jamais

(1) La question était : "Si à une période donnée il était impossible de se procurer de l'igname fraîche est-ce que vous consommeriez ce produit, en supposant que son prix soit abordable plus, aussi... souvent que vous consommeriez de l'igname fraîche disponible d'un prix abordable.

Contrôle de la qualité bactériologique des produits

La plupart des produits testés au cours du second panel ont fait l'objet d'un contrôle bactériologique.

Une heure après la cuisson, une même quantité de chaque produit est mise en suspension dans du liquide de Ringer qui subit immédiatement plusieurs dilutions. Un millilitre de chacune de ces dilutions est ensuite déposé dans des boîtes de petri stérilisées dans lesquelles on ajoute 10 ml de gelose nutritive 1,5 pour cent, on agite, on laisse solidifier et on place dans un incubateur à 30°C pendant 48H avant de compter les colonies.

En utilisant les méthodes décrites par THATCHER et CLARK (1968) nous avons recherché la présence des coliformes (presumptive coliform test) et vérifié, lorsque ce test était positif, la contamination par Escherichia coli (Eijkman test).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Pertes à l'épluchage (Tableau 5)

Chez *D. rotundata,* les pertes subies au cours des différents modes d'épluchage ne diffèrent pas significativement ; chez *D. dumetorum* le rendement de l'épluchage chimique des tubercules est significativement inférieur au rendement de l'épluchage manuel après cuisson à la vapeur. Cette différence résulte d'une déshydratation notable des tubercules de cette espèce au cours de l'épluchage chimique : la teneur en eau moyenne des parties comestibles passe respectivement de 62,9 à 62,5 pour cent chez *D. rotundata* et 72,8 à 70,6 pour cent chez *D. dumetorum.* Si on tient compte de cette déshydration les rendements à l'épluchage chimique de la matière sèche des morceaux de tubercules sont respectivement de 93,8 et 91,2 pour *D. rotundata* et *D. dumetorum,* valeurs supérieures à celles obtenues avec les autres modes d'épluchage.

Lorsque l'on considère l'expression du rendement à l'épluchage qui tient compte du découpage, en raison de la forte variabilité de ce dernier, il n'est plus possible de mettre des différences en évidence.

Notons que, dans tous les cas, les rendements obtenus avec *D. rotundata* sont supérieurs à ceux mesurés sur les pieds de *D. dumetorum.* L'écart en moyenne n'est que de 7 pour cent si on considère l'épluchage proprement dit mais il s'élève à 13

Tableau 5. Comparaison des valeurs de deux expressions du rendement à l'épluchage en fonction de la variété d'Ignames et des traitements subis.

Mode d'épluchage	Rendement à l'épluchage					
	Sur tubercules découpés (1)			Sur pied récolté après lavage (2)		
	D. rotundata	D. dumetorum	Degré de signification	D. rotundata	D. dumetorum	Degré de signification
Manuel sur tubercules crus	90,5±1,2 12	ab 84,5±1,4 14	P<0,01	86,6±1,2 12	73,1±1,6	P<0,01
Chimique sur tubercules crus	90,9±0,8 24	a 81,9±1,2 22	P<0,001	85,3±1,1 24	71,4±1,5	P<0,01
Manuel après cuisson à la vapeur	89,6±2,4 9	b 87,4±1,6 9	N.S.	82,4±2,6 9	73,5±2,7	P<0,05
Manuel après cuisson dans l'eau	91,6±1,7 7	ab 85,8±1,9 8	P<0,05	85,6±1,8 7	70,0±3,3	P<0,01
Manuel sur cossettes cuites à la vapeur	91,9±0,4 11	ab 83,8±1,5 14	P<0,001	85,5±1,5 11	70,1±2,2	P<0,001
Manuel sur cossettes cuites à l'eau	90,9±0,7 11	ab 84,2±1,2 10	P<0,001	86,2±1,3 11	74,5±2,5	P<0,001
Signification des différences entre traitements	N.S.	P<0,05		N.S.	N.S.	

(1) Rapport du poids des tubercules découpés en provenance d'un même pied après épluchage sur leur poids avant épluchage (les deux pesées se font après cuisson pour les quatre derniers traitements).

(2) Produit du rapport précédent par le rendement au découpage (poids des parties comestibles du pied/poids du pied lavé).

Moyenne ± écart type de la moyenne. Le nombre de déterminations, effectuées sur la totalité d'un pied, est indiqué.

La signification des différences entre moyennes obtenues pour les différents modes d'épluchage pour chaque espèce et pour chaque variable est obtenue en comparant les moyennes deux à deux par le test t de student. Dans la deuxième colonne, les moyennes non suivies par une même lettre sont différentes au niveau 5 %.

pour cent lorsqu'on considère l'expression du rendement qui inclut le découpage : le pied de *D. dumetorum* est en effet composé de plusieurs tubercules (généralement entre 5 et 10) attachés à une partie centrale incomestible d'où part la liane, alors que le pied de *D. rotundata* est le plus souvent composé d'un seul tubercule dont seule la partie à laquelle est rattachée la liane est incomestible.

Les résultats obtenus sur *D. rotundata* pour l'épluchage chimique sont comparables à ceux donnés par RIVERA-ORTIZ et GONZALEZ (1972) mais meilleurs que ceux de GOODING (1972) et de STEELE et SAMMY (1976) : des différences morphologiques entre les tubercules pourraient en être la cause car les rendements à l'épluchage manuel obtenus par ces auteurs sont aussi plus faibles.

Pertes au cours de la cuisson (Tableaux 6 et 7)

L'étude des variations du poids des ignames montre une diminution constante quel que soit le traitement de précuisson pour *D. dumetorum* ; par contre pour *D. rotundata,* si les produits cuits à la vapeur ont tendance à perdre du poids, ceux cuits à l'eau ont tendance à en gagner.

Pour 5 traitements sur 6, les pertes de poids de *D. dumetorum* sont significativement plus importantes que celles de *D. rotundata.*

Connaissant les teneurs en matière sèche des produits avant et après cuisson et refroidissement, nous avons essayé de préciser l'importance relative des variations de la matière sèche et de l'eau contenue dans les tubercules (Tableau 7). Des pertes en matière sèche, peu importantes n'ont pu être mises en évidence que chez *D. rotundata.* Par contre une perte notable en eau a été constatée chez *D. dumetorum* et chez les tubercules entiers de *D. rotundata* cuits à la vapeur alors que *D. rotundata* cuite à l'eau ou à la vapeur sous forme de cossettes fixe de l'eau.

Une explication de ce phénomène pourrait être trouvée dans la comparaison des teneurs initiales en eau des tubercules des deux espèces. *D. rotundata* (en moyenne 65 pour cent d'eau) serait en-dessous d'un point d'équilibre alors que *D. dumetorum* (en moyenne 78 pour cent d'eau) serait au-dessus. La cuisson dans l'eau en particulier celle de cossettes tendrait à ramener les teneurs en eau vers ce point d'équilibre.

Tableau 6. Variations du poids des ignames au cours des différents traitements de cuisson.

TRAITEMENTS	D. rotundata		D. dumetorum		Degré de signification des différences entre espèces
	nombre de détermination	moyenne (1)	nombre de détermination	moyenne (1)	
cuisson à la vapeur					
• Tubercules entiers déjà épluchés	8	a 91 6±1,3	6	95,2±0,9	N.S.
• tubercules entiers non épluchés	8	b 97,4±0,3	6	94,7±0,4	P < 0,001
• cossettes non épluchées	10	c 100,9±0,8	12	95,3±0,6	P < 0,001
cuisson à l'eau					
• Tubercules entiers non épluchés	6	c 101,6±1,1	5	93,3±0,8	P < 0,001
• cossettes non épluchées	11	d 112,4±2,5	7	96,3±1,1	P < 0,001
Signification des différences entre traitements	P < 0,01		N.S.		

(1) Moyenne ± écart type de la moyenne du rapport du poids des parties comestibles en provenance d'un même pied après cuisson sur leur poids avant cuisson.

La signification des différences entre espèces et entre traitements est obtenue en comparant les moyennes deux à deux par le test t de student. Dans la deuxième colonne, les moyennes non suivies par une même lettre sont différentes au niveau 1 %.

Tableau 7. Importance relative des pertes de matière sèche et des variations de la quantité d'eau contenue dans l'évolution du poids des ignames au cours des différents traitements de cuisson.

TRAITEMENTS	Pertes de matière sèche en g. pour 100 g. mis a cuire		Variations de la quantité d'eau en g. pour 100 g. mis à cuire		Variation relative de la teneur en matière sèche pendant la cuisson (1)	
	D. rotundata	D. dumetorum	D. rotundata	D. dumetorum	D. rotundata	D. dumetorum
Cuisson à la vapeur						
• Tubercules entiers déjà épluchés	2,0	0,0	– 6,4	– 5,0	+ 3,8	+ 6,3
• tubercules entiers non épluchés	0,4	0,0	– 2,2	– 6,5	+ 1,6	+ 11,9
• cossettes non épluchées	0,0	0,0	+ 1,8	– 5,8	– 0,6	+ 9,4
Cuisson à l'eau						
• Tubercules entiers non épluchés	4,8	0,0	+ 5,5	– 7,1	–12,9	+ 9,8
• cossettes non épluchées	0,7	0,8	+12,7	– 3,8	–12,1	+ 2,2

Moyenne de deux valeurs obtenues sur des lots d'au moins trois pieds.

(1) Différence entre la teneur en matière sèche avant et après cuisson divisée par la teneur en matière sèche avant cuisson.

Étude des différents modes de séchage

Les courbes de séchage obtenues sont influencées non seulement par le mode de séchage mais aussi par les traitements préalables subis par les produits.

En étuve à vide (figure 1) on constate que les produits écrasés sèchent plus vite que les cossettes et en particulier les cossettes crues. Le temps de séchage, pour atteindre une teneur en matière sèche minimum de 88 pour cent, est de 19 à 23 heures pour *D. rotundata* et de 18 à 35 heures pour *D. dumetorum.*

En étuve à ventilation (figure 2), on constate les mêmes différences de vitesse de séchage entre produits écrasés, cossettes cuites et cossettes crues. Ces différences sont surtout marquées en début de séchage. Les produits préparés à partir de *D. rotundata* ont une teneur en eau inférieure à 12 pour cent après 18 heures ; pour *D. dumentorum* il faut attendre 17 à 25 heures selon les produits.

Nous avons essayé de préciser le séchage en étuve à ventilation au cours de la période n° 4 en enregistrant la température au niveau des produits et en traçant la courbe d'évolution de la teneur en eau (figure 3). On constate que la température des produits en cours de séchage augmente rapidement (plus de 50°C après une heure) et qu'une durée de séchage de 20H est en général largement suffisante pour que leur teneur en eau descende en-dessous de 10 pour cent.

Les courbes de séchage au soleil (figure 4) présentent la particularité d'être interrompues pendant les nuits. Si l'exposition au soleil commence avant 11 H le

Figure 1. Courbes moyennes de séchage en étuve à vide à 65° C (en P. 100 du poids initial en fonction du temps) pour différents produits.

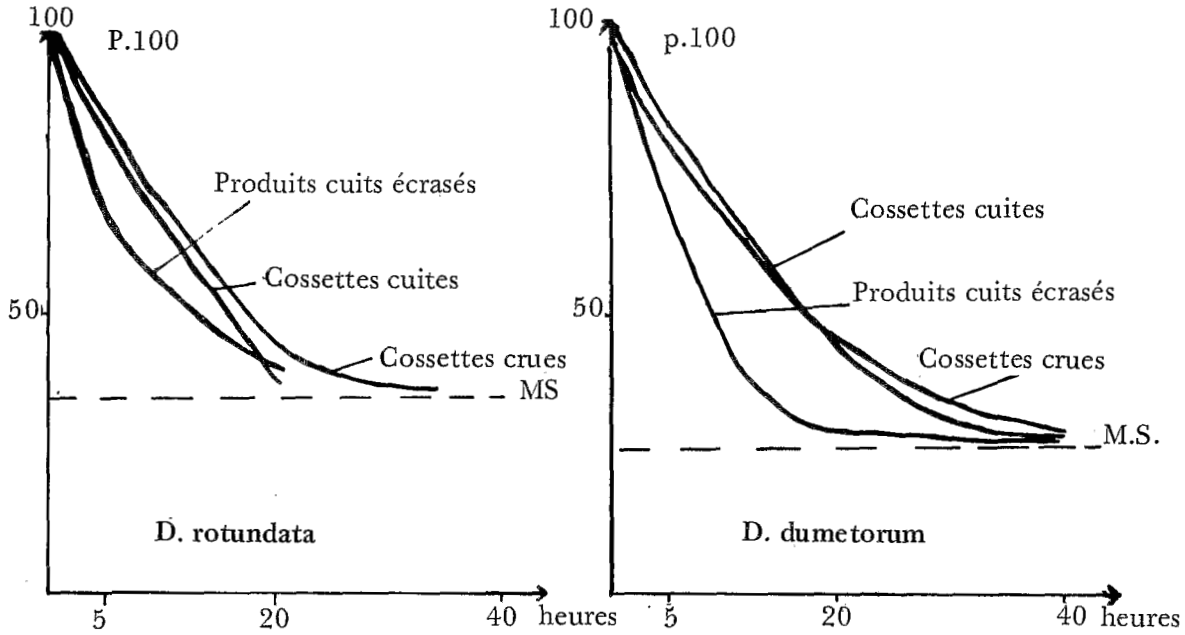


Figure 2. Courbes moyennes de séchage en étuve à ventilation à 65° C (P.100 du poids initial en fonction du temps) pour différents produits.

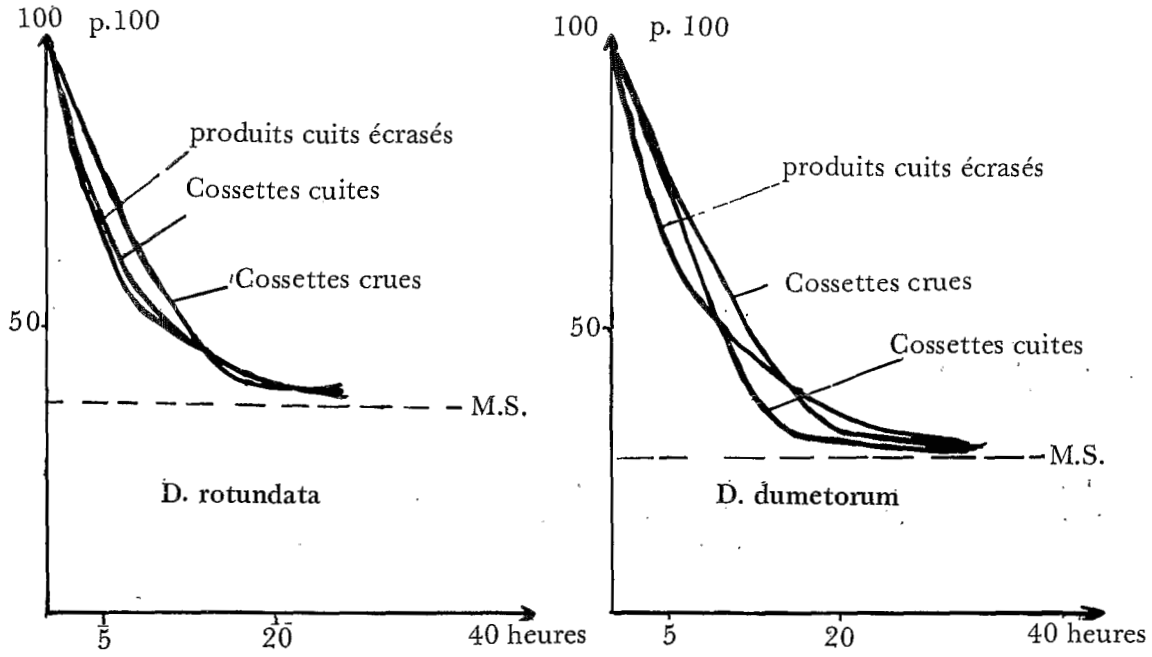


Figure 3. Evolution du poids des produits en pour cent du poids initial (trait plein), leur teneur en eau (trait pointillé) et de la température au niveau des produits pendant le séchage en étuve à ventilation pour des cossettes crues et cuites.

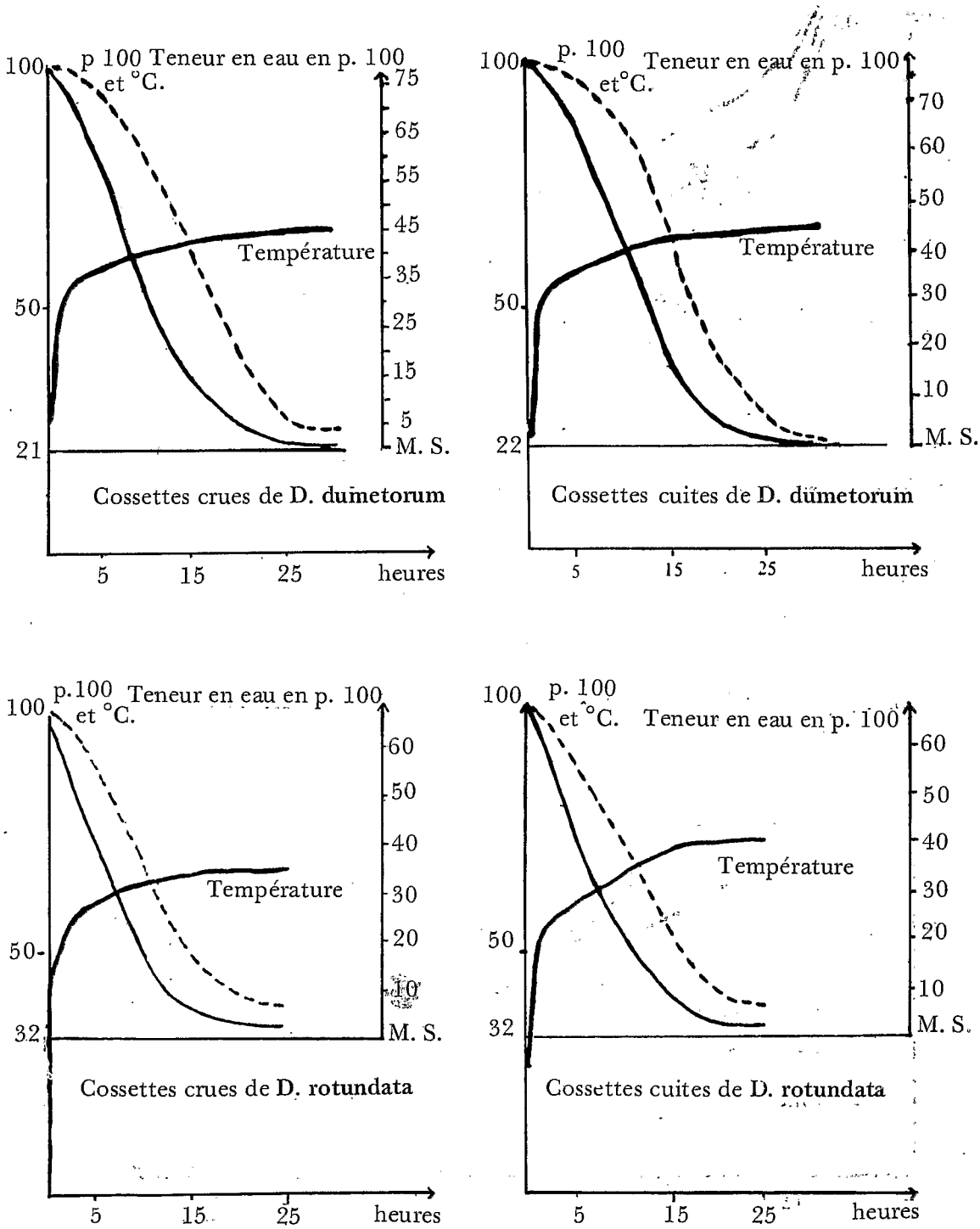
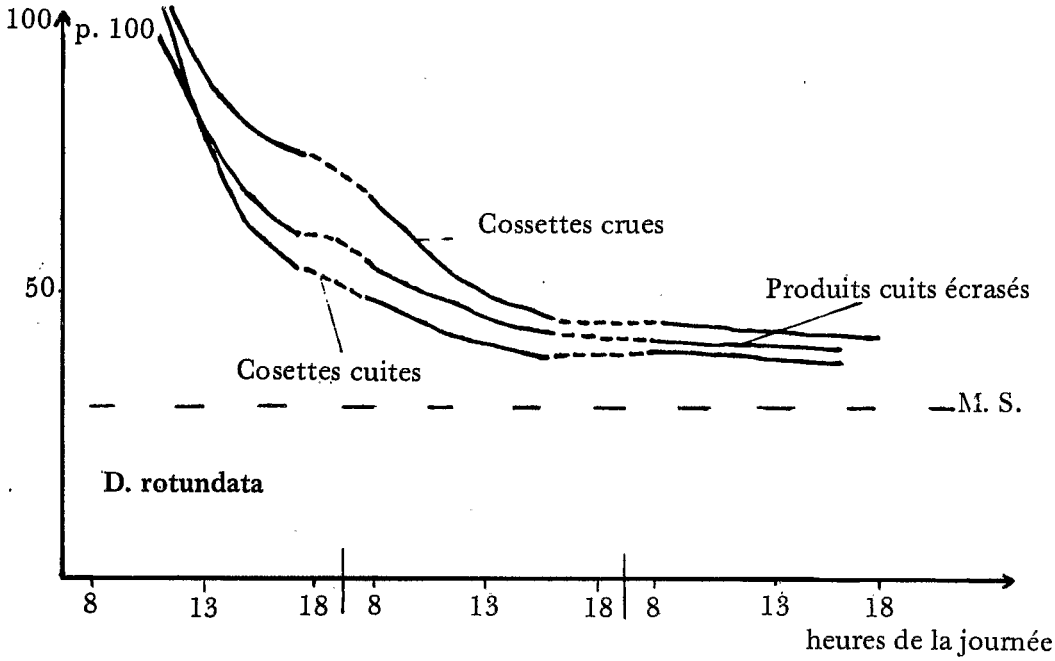
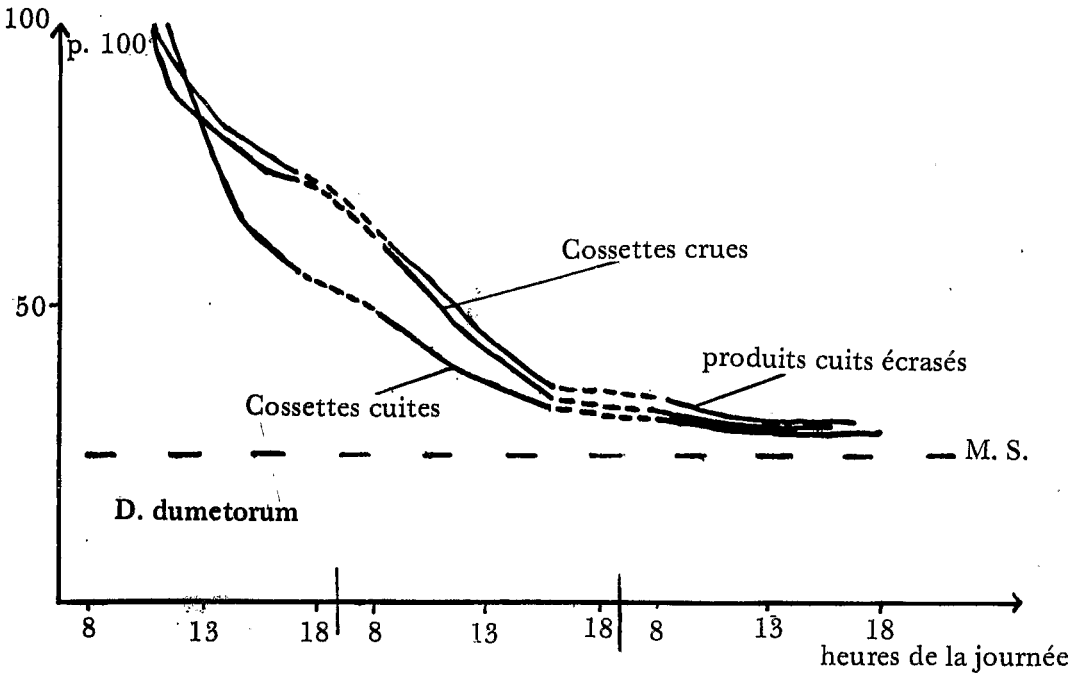


Figure 4. Evolution du poids de différents produits en pour cent du poids initial (en trait plein pendant l'exposition au soleil, en trait pointillé à l'abri) au cours de trois journées consécutives de séchage au soleil.





premier jour, on voit que, dans des conditions normales d'ensoleillement, la teneur en eau peut descendre en dessous de 15 pour 100 dès la fin de la seconde journée. Pourtant compte tenu des aléas climatiques, nous considérons qu'il est nécessaire de prévoir une période de quatre jours pour le séchage des ignames au soleil étant entendu qu'il ne faut l'entreprendre qu'en saison sèche (15 novembre au 15 février dans la région de Yaoundé). Les courbes obtenues ne sont pas très différentes de celles qui rendent compte du séchage du manioc dans des conditions similaires (BEST, 1979).

Le séchoir solaire de type cabine ne permet pas d'augmenter la vitesse de séchage (tableau 8) : si après trois jours, la teneur en eau des produits dans le séchoir et à l'air libre sont voisines, au cours des deux premières journées les produits placés dans le séchoir solaire subissent une déshydratation beaucoup moins importante probablement en raison d'une ventilation insuffisante responsable d'une hygrométrie trop forte (figure 5). Il s'avère que le type de séchoir utilisé ne semble pas bien adapté pour les produits ayant une forte teneur en eau ; un système assurant une meilleure ventilation permettrait d'éviter une hygrométrie trop élevée tout en laissant subsister les avantages de ce type de séchoir : simplicité, protection des produits contre les intempéries, la poussière et les prédateurs.

Tableau 8. Comparaison de la teneur en eau après différentes durées de séchage de cossettes crues, ou cuites des 2 espèces exposées au soleil ou placées à l'intérieur du séchoir solaire.

Durée de séchage	Mode de séchage	D. rotundata		D. dumetorum	
		Cossettes crues	Cossettes cuites	Cossettes crues	Cossettes cuites
0	—	67,9	67,5	79,4	77,9
1 journée	soleil	49,3	54,8	64,8	60,6
	séchoir solaire	60,7	62,9	71,7	71,2
2 journée	soleil	30,7	24,1	22,4	5,6
	séchoir solaire	47,4	35,7	48,2	47,1
Fin (3 ou 4 journées)	soleil	15,6	10,4	2,0	2,3
	séchoir solaire	16,3	9,0	3,2	3,9

Influence des différents traitements sur les qualités organoleptiques des produits.

L'épluchage chimique à la soude n'influe pas sur les qualités organoleptiques des produits (tableau 9) comme l'avaient déjà remarqué RIVERA-ORTIZ et GONZALEZ (1972).

La précuisson n'influe pas significativement sur toutes les variables considérées (tableau 10) : chez *D. rotundata* la cuisson à la vapeur améliore l'appréciation de la couleur et de l'aspect car elle limite le brunissement observé sur les tubercules laissés à l'air libre après épluchage ; chez *D. dumetorum*, la précuisson à la vapeur améliore la consistance dans la bouche ainsi que le goût et l'impression générale. Toutes les différences observées, même non significatives, vont cependant dans le sens d'une influence favorable de la précuisson.

L'influence du mode de séchage (tableau 11) sur les qualités organoleptiques n'a pas la même importance chez les deux espèces : chez *D. rotundata*, le séchage en étuve à vide, en limitant les oxydations responsables du brunissement, a un effet positif sur l'aspect et la couleur qui se répercute sur l'impression générale laissée par

Figure 5. Variations du degré hygrometrique de la température intérieure et de la température du produit en fonction de la température extérieure au cours de trois journées consécutives d'utilisation du séchoir solaire de type cabine.

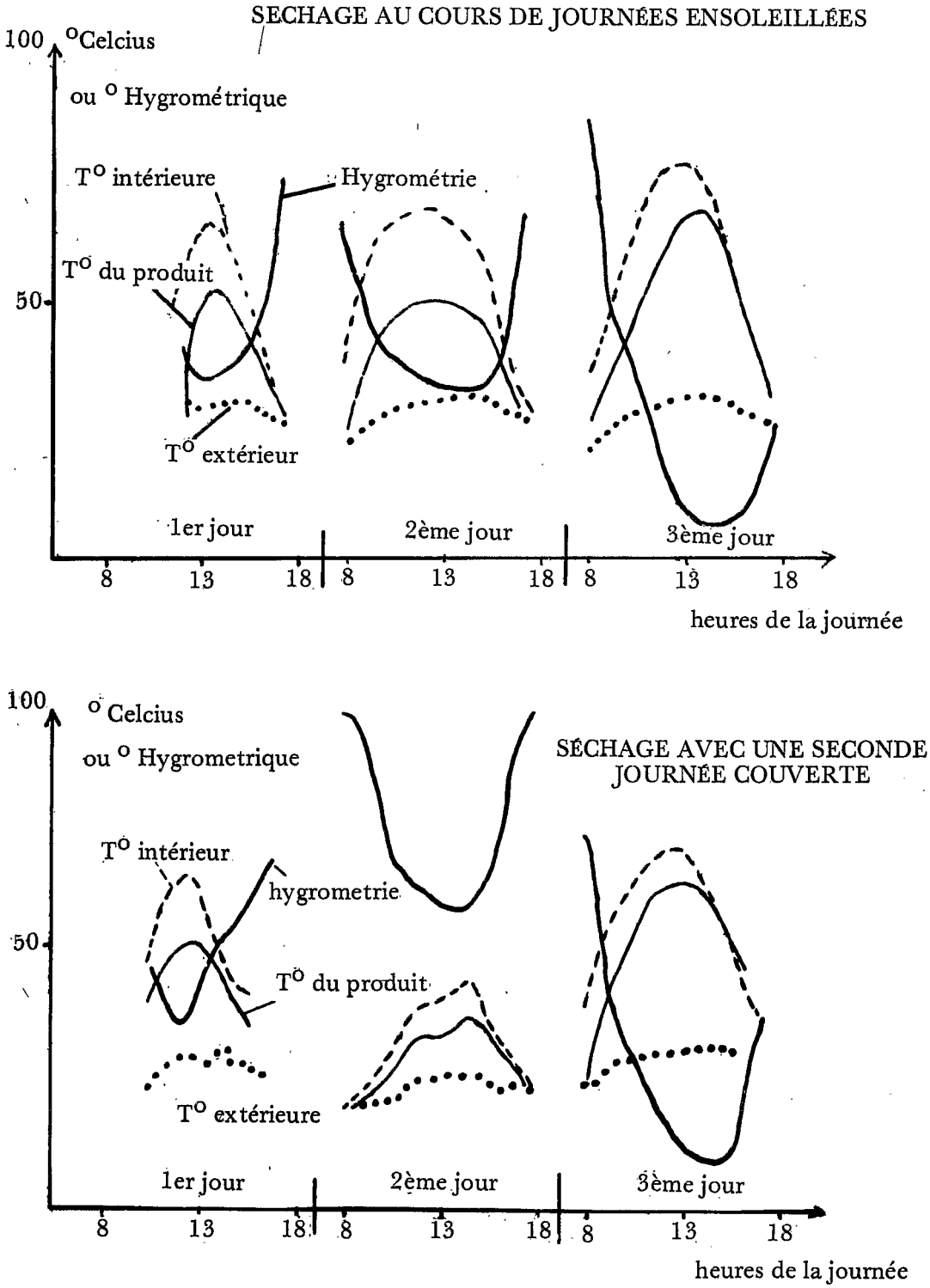


Tableau 9. Influence de l'épluchage chimique à la soude sur les qualités organoleptiques de différents produits conservés à l'état sec et reconstitués sous forme de cossettes, de pâtes ou de bouillies.

Qualités organoleptiques	D. rotundata			D. dumetorum		
	Épluchage chimique	Épluchage manuel	Degré de signification	Épluchage chimique	Épluchage manuel	Degré de signification
• couleur	2,32	2,47	N.S.	3,13	3,10	N.S.
• odeur	3,22	3,18	N.S.	3,09	3,08	N.S.
• consistance	3,04	2,96	N.S.	3,08	2,79	N.S.
• goût	3,10	3,03	N.S.	3,00	2,84	N.S.
• impression générale	2,92	2,87	N.S.	2,99	2,79	N.S.
• intention de consommation	2,34	2,22	N.S.	2,37	2,11	N.S.
• moyenne	2,82	2,78		2,94	2,78	

Moyenne de 15 produits ayant subi ou non une précuisson, séchés sous vide, à l'étuve à ventilation ou au soleil et conservés sous forme de cossettes, de farine ou de pâte séchée.

La signification de différences est obtenue par le test du signe.

les produits ; chez *D. dumetorum* le séchage en étuve à ventilation s'est avéré préférable, pour tous les critères envisagés, aux deux autres modes de séchage.

Le mode de préparation des produits reconstitués sous forme de pâtes est déterminant pour leur appréciation (tableau 12) :

— chez *D. rotundata,* la reconstitution à partir de farines (P 3) est significativement meilleure pour presque tous les critères étudiés à la reconstitution à partir de produits écrasés avant séchage (P 1) ou de produits conservés sous forme de cossettes séchées et écrasés après la seconde cuisson (P 2) ;

— chez *D. dumetorum,* les produits P2 et P3 sont significativement préférables aux produits P1, mais les pâtes P3 l'emportent sur les pâtes P2 que pour l'aspect et la couleur et pour la consistance dans la bouche.

Les produits préparés à partir de tubercules de *D. dumetorum* conservés 10 semaines à l'état frais avant séchage sont jugés par le panel inférieur quant à la couleur, la consistance, le goût et l'impression générale à ceux préparés à partir de tubercules frais (tableau 13). Il est peu probable que cette influence de la conservation soit due uniquement au phénomène de durcissement car la plupart des traitements étudiés ont pour effet de détruire les parois des cellules responsables, par leur épaississement, du durcissement (TRECHE et DELPEUCH, 1982). Il serait bon de vérifier, par comparaision avec *D. rotundata,* si cette détérioration qualitative n'est pas une conséquence générale de la conservation des ignames comme tendraient à le montrer les travaux de MARTIN et RUBERTE (1976). Les différences observées ne sont pas suffisantes pour démontrer l'impossibilité de conserver, pendant des périodes assez courtes, les tubercules de *D. dumetorum* à l'état frais avant séchage.

Tableau 10. Influence de la précuisson sur les qualités organoleptiques de différents produits séchés sous vide, à l'étuve à ventilation ou au soleil et reconstitués sous forme de cossettes (sauf pour *D. rotundata* précuites) de pâtes ou de bouillies.

	D. rotundata			D. dumetorum		
Comparaison 1 : (1)	**Sans précuisson**	**Précuisson à l'eau**	**Degré de signification**	**Sans précuisson**	**Précuisson à l'eau**	**Degré de signification**
• couleur	2,21	2,52	N.S.	3,02	3,53	P<0,10
• odeur	3,25	3,24	N.S.	3,25	3,21	N.S.
• consistance	3,17	3,23	N.S.	2,91	3,03	N.S.
• goût	3,13	3,25	N.S.	2,93	3,25	N.S.
• impression générale	3,07	3,15	N.S.	2,82	3,23	N.S.
• intention de consommation	2,31	2,64	P<0,05	2,15	2,70	N.S.
• moyenne	2,86	3,01		3,01	3,16	
Comparaison 2 : (2)	**Sans précuisson**	**Précuisson à la vapeur**	**Degré de signification**	**Sans précuisson**	**Précuisson à la vapeur**	**Degré de signification**
• couleur	2,36	3,16	N.S.	3,17	3,40	N.S.
• odeur	3,24	3,27	N.S.	3,17	3,39	N.S.
• consistance	3,07	3,30	N.S.	2,88	3,38	P<0,01
• goût	3,07	3,28	N.S.	2,92	3,38	P<0,05
• impression générale	2,92	3,30	N.S.	2,87	3,34	P<0,01
• intention de consommation	2,28	2,89	N.S.	2,21	2,91	P<0,05
• moyenne	2,82	3,20		2,87	3,30	
Comparaison 3 : (3)	**Précuisson à l'eau**	**Précuisson à la vapeur**	**Degré de signification**	**Précuisson à l'eau**	**Précuisson à la vapeur**	**Degré de signification**
• couleur	2,43	3,04	P<0,01	3,34	3,40	N.S.
• odeur	3,14	3,20	N.S.	3,06	3,30	P<0,01
• consistance	3,01	3,16	N.S.	2,83	3,23	P<0,01
• goût	3,03	3,22	N.S.	3,02	3,21	N.S.
• impression générale	2,93	3,23	N.S.	3,01	3,18	N.S.
• intention de consommation	2,39	2,74	P<0,01	2,48	2,70	N.S.
• moyenne	2,82	3,10		2,96	3,17	

(1) Moyenne de 8 produits pour *D. dumetorum* et de 6 produits pour *D. rotundata*
(2) Moyenne de 12 produits pour *D. dumetorum* et de 9 produits pour *D. rotundata*
(3) Moyenne de 10 produits pour *D. dumetorum* et de 9 produits pour *D. rotundata*.
La signification des différences est obtenue par le test du signe.

Tableau 11. Influence du mode de séchage sur les qualités organoleptiques de différents produits ayant subi ou non une précuisson et reconstitués sous forme de cossettes (sauf pour *D. rotundata* précuites), de pâtes ou de bouillie.

	D. rotundata			D. dumetorum		
Modes de séchage (1)	Soleil	Etuve à ventilation	Degré de signification	Soleil	Etuve à ventilation	Degré de signification
• couleur	2,29	2,47	N.S.	2,93	3,43	P<0,01
• odeur	3,11	3,20	N.S.	2,97	3,39	P<0,01
• consistance	3,04	3,05	N.S.	2,75	3,26	P<0,01
• goût	3,03	3,13	N.S.	2,77	3,35	P<0,01
• impression générale	2,87	3,03	P<0,05	2,69	3,34	P<0,01
• intention de consommation	2,29	2,39	N.S.	2,09	2,79	P<0,01
• moyenne	2,77	2,88		2,70	3,26	
Modes de séchage (2)	Soleil	Etuve à vide	Degré de signification	Soleil	Etuve à vide	Degré de signification
• couleur	2,25	2,99	P <0,01	2,84	3,36	N.S.
• odeur	3,15	3,32	N.S.	3,00	3,07	N.S.
• consistance	3,07	3,11	N.S.	2,79	3,04	N.S.
• goût	3,07	3,17	N.S.	2,74	3,00	N.S.
• impression générale	2,89	3,08	P <0,05	2,64	2,96	P<0,10
• intention de consommation	2,30	2,55	N.S.	2,01	2,46	P <0,10
• moyenne	2,79	3,04		2,67	2,98	
Modes de séchage (2)	Etuve à ventilation	Etuve à vide	Degré de signification	Etuve à ventilation	Etuve à vide	Degré de signification
• couleur	2,47	2,99	P <0,05	3,40	3,36	P <0,10
• odeur	3,17	3,32	N.S.	3,44	3,07	P <0,05
• consistance	3,04	3,11	N.S.	3,35	3,04	P <0,01
• goût	3,12	3,17	N.S.	3,41	3,00	P <0,01
• impression générale	3,02	3,08	N.S.	3,39	2,96	P <0,01
• intention de consommation	2,35	2,55	N.S.	2,84	2,46	P <0,05
• moyenne	2,86	3,04		3,30	2,98	

(1) Moyenne de 19 produits pour *D. dumetorum* et de 17 produits pour *D. rotundata*.
(2) Moyenne de 14 produits pour *D. dumetorum* et de 13 produits pour *D. rotundata*.
La signification des différences est obtenue par le test du rigne.

Tableau 12. Comparaison des qualités organoleptiques des pâtes préparées par écrasement avant séchage (P1), écrasement après reconstitution (P2) et à partir des farines (P3).

	D. rotundata			D. dumetorum		
Comparaison 1 : (1)	P1	P2	Degré de signification	P1	P2	Degré de signification
• couleur	2,52	2,36	N.S.	2,73	3,01	N.S.
• odeur	2,90	3,03	N.S.	2,62	3,22	P <0,10
• consistance	2,47	2,65	N.S.	2,27	2,97	P <0,10
• goût	2,70	2,79	N.S.	2,35	3,26	P <0,10
• impression générale	2,55	2,59	N.S.	2,32	3,17	P <0,10
• intention de consommation	1,82	1,99	N.S.	1,67	2,57	P <0,10
• moyenne	2,49	2,57		2,33	3,03	
Comparaison 2 : (1)	P1	P3	Degré de siginification	P1	P3	Degré de signification
• couleur	2,52	3,18	P <0,10	2,73	3,68	P <0,10
• odeur	2,90	3,32	N.S.	2,62	3,25	P <0,10
• consistance	2,47	3,48	P <0,10	2,27	3,34	P <0,10
• goût	2,70	3,39	P <0,10	2,35	3,34	P <0,10
• impression générale	2,55	3,45	P <0,10	2,32	3,39	P <0,10
• intention de consommation	1,82	3,07	P <0,10	1,67	3,08	P <0,10
• moyenne	2,49	3,32		2,33	3,35	
Comparaison 3 : (2)	P1	P3	Degré de signification	P1	P3	Degré de signification
• couleur	2,17	2 77	P <0,10	2,98	3,44	P <0,05
• odeur	2,94	3,33	P <0,10	3,15	3,14	N.S.
• consistance	2,62	3,47	P <0,01	2,87	3,06	P <0,10
• goût	2,71	3,34	P <0,05	3,03	3,01	N.S.
• impression générale	2,52	3,30	P <0,05	3,01	3,02	N.S.
• intention de consommation	1,86	2,71	P <0,05	2,32	2,49	N.S.
• moyenne	2,47	3,15		2,89	3,03	

(1) Moyenne de 5 produits pour les deux espèces
(2) Moyenne de 11 produits pour les deux espèces
La signification des différences est obtenue par le test du signe.

Tableau 13. Influence d'une conservation préalable des tubercules de *D. dumetorum* sur les qualités organoleptiques des produits ayant subi ou non une précuisson, séchés au soleil ou en étuve à ventilation et reconstitués sous forme de cossettes, de pâtes ou de bouillie.

Qualités organoleptiques	Séchés à la Récolte	Séchés après 10 semaines de conservation	Degré de signification
• couleur	3,40	3,04	P <0,05
• odeur	3,41	3,23	N. S.
• consistance	3,26	2,95	P <0,10
• goût	3,37	3,03	P <0,10
• impression générale	3,34	2,99	P <0,10
• intention de consommation	2 81	2,37	N. S.
• moyenne	3,26	2,94	

Moyenne de 14 produits

La signification des différences est obtenues par le test du signe.

Les résultats précédents, obtenus au cours du premier panel, ont permis d'éliminer de l'étude certains modes de préparation :

– préparation de pâtes par écrasement des produits avant séchage pour les deux espèces (P 1) ;

– préparation de pâtes par écrasement des cossettes après réhydration (P 2) pour *D. rotundata ;*

– réhydratations de cossettes préparées à partir de *D. rotundata ;*

– séchage en étuve à vide en raison de sa difficulté d'exécution et du peu d'intérêt par rapport au séchage en étuve à ventilation ;

– séchage au soleil de *D. dumetorum* sauf lorsque les tubercules sont cuits à l'eau.

Les autres produits ont été testés au cours du second panel ; les moyennes des résultats obtenus à l'occasion des deux panels apparaissent dans le tableau 14. Les produits les plus appréciés pour les deux espèces sont ceux reconstitués sous forme de pâte ou de bouillie à partir de farine provenant de cossettes cuites à l'eau et séchées en étuve à ventilation ; la reconstitution de cossettes de *D. dumetorum* séchées en étuve sans précuisson a satisfait également les consommateurs.

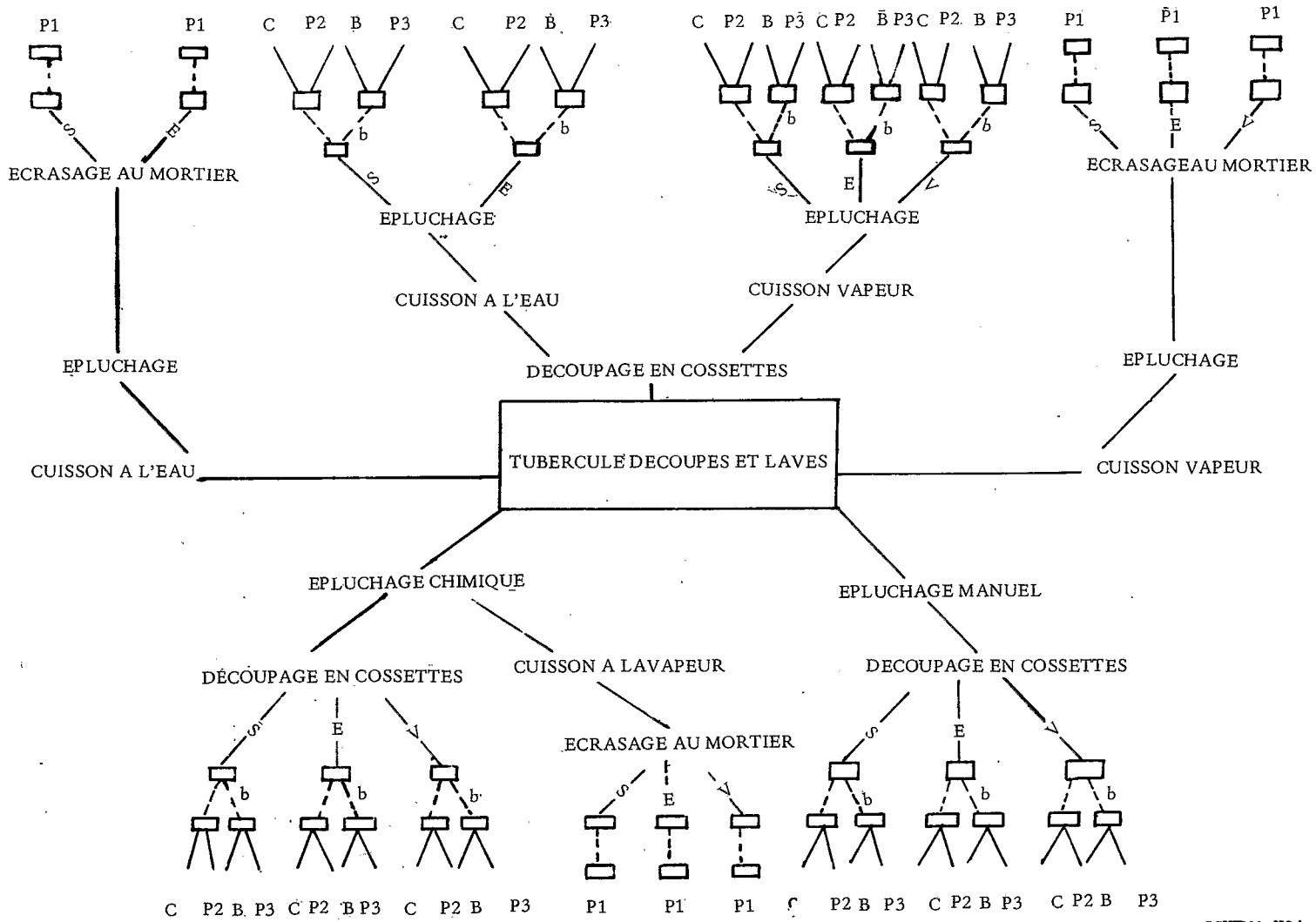
Contrôle de la qualité bactériologique

La comparaision du nombre total de germes par gramme de produit (tableau 15) montre une contamination plus importante des pâtes (P 2) reconstituées par écrasement des cossettes après cuisson chez *D. dumetorum* et de manière générale de l'ensemble des produits préparés avec *D. rotundata.* Par contre il ne semble pas que les produits séchés au soleil à l'air libre soient davantage contaminés. La présence de colibacilles semble être accidentelle bien que probablement favorisée par toutes les étapes intermédiaires entre la cuisson de reconstitution et la consommation (cas des pâtes P 2).

Tableau 14. Qualités organoleptiques des produits retenus après le premier panel.

Espèce	Précuisson	Mode de séchage	Forme après reconstitution	Couleur	Odeur	Consistance	Goût	Impression générale	Intention de consommation	Moyenne
D. ROTUNDATA	sans	soleil	BOUILLIE	2,06	3,49	3,39	3,40	3,08	2,31	2 96
	sans	ventilation		2,77	3,53	3,26	3,47	3,24	2,51	3,15
	eau	soleil		2,87	3,12	3,50	3,33	3,27	2,71	3,13
	eau	ventilation		3,25	3,72	3,66	3,87	3,64	3,18	3,55
	vapeur	ventilation		3,43	2,98	3,70	3,42	3,54	3,06	3,37
	sans	soleil	PATE 3	1,87	2,99	3,23	3,17	2,80	1,96	2,67
	sans	ventilation		2,19	3,31	3,20	3,28	2,95	2,09	2,84
	eau	soleil		3,25	3,55	3,58	3,72	3,60	3,06	3,46
	eau	ventilation		3,32	3,60	3,71	3,75	3,77	3,33	3,58
	vapeur	ventilation		3,37	3,21	3,56	3,63	3,62	3,33	3,45
D. DUMETORUM	sans	ventilation	COSSETTES	3,05	3,57	3,34	3,45	3,54	2,77	3,29
	eau	soleil		3,33	3,15	2,85	3,06	2,94	2,44	2,96
	vapeur	ventilation		2,98	3,15	3,14	3,16	3,00	2,38	2,97
	sans	ventilation	PATE 2	3,07	3,33	2,90	3,05	3,20	2,40	2,99
	eau	soleil		3,12	3,00	2,64	2,83	2,96	2,10	2,77
	vapeur	ventilation		2,83	3,33	2,96	3,37	3,14	2,68	3,05
	sans	ventilation	BOUILLIE	3,47	3,31	3,47	3,38	3,19	2,73	3,26
	eau	soleil		3,52	3,17	3,33	3,11	3,18	2,68	3,17
	eau	ventilation		4,37	3,81	3,52	3,75	3,60	3,22	3,71
	vapeur	ventilation		3,68	3,57	3,40	3,21	3,14	2,71	3,28
	eau	soleil	PATE 3	3,48	2,90	3,04	3,08	3,02	2,50	3,00
	eau	ventilation		4,10	3,23	3,67	3,76	3,77	3,52	3,67
	vapeur	ventilation		3,27	3,07	3,20	3,00	3,21	2,75	3,08

Moyenne des notes obtenues au cours des deux panels.


P1
P1
C P2 B P3
C P2 B P3
C P2 B P3 C P2 B P3 C P2 B P3
P1
P1
P1
ECRASAGE AU MORTIER
EPLUCHAGE
EPLUCHAGE
ECRASAGEAU MORTIER
CUISSON A L'EAU
CUISSON VAPEUR
EPLUCHAGE
DECOUPAGE EN COSSETTES
EPLUCHAGE
CUISSON A L'EAU
TUBERCULE DECOUPES ET LAVES
CUISSON VAPEUR
EPLUCHAGE CHIMIQUE
EPLUCHAGE MANUEL
DÉCOUPAGE EN COSSETTES
CUISSON A LAVAPEUR
DECOUPAGE EN COSSETTES
ECRASAGE AU MORTIER
C P2 B P3 C P2 B P3 C P2 B P3
P1 P1 P1
C P2 B P3 C P2 B P3 C P2 B P3

SCHEMA N°1

Tableau 15. Nombre de colonies de bactéries et présence de colibacilles dans les produits une heure après reconstitution.

Espèce	Précuisson	Mode de séchage	Forme après reconstitution	Nombre total de colonies par g. (gelose nutritive 30°C/48 h)	Test des coliformes (30°C/48h)	Test de Eijkman (44°C à 48 h)
D. ROTUNDATA	sans	soleil	BOUILLIE	n.d.	—	—
	sans	ventilation		$31,2 \times 10^5$	—	—
	vapeur	ventilation		$16,2 \times 10^5$	—	—
	sans	soleil		$22,4 \times 10^5$	—	—
	sans	ventilation	PATE 3	$34,5 \times 10^5$	+	+
	vapeur	ventilation		$15,0 \times 10^5$	—	—
D. DUMETORUM	sans	ventilation		$4,9 \times 10^5$	+	+
	eau	soleil	COSSETTES	$4,4 \times 10^5$	—	—
	vapeur	ventilation		$16,2 \times 10^5$	—	—
	sans	ventilation		$106,0 \times 10^5$	+	+
	eau	soleil	PATE 2	$22,5 \times 10^5$	—	—
	vapeur	ventilation		$7,5 \times 10^5$	+	+
	sans	ventilation		$4,9 \times 10^5$	—	—
	eau	soleil		$5,0 \times 10^5$	—	—
	eau	ventilation	BOUILLIE	$3,5 \times 10^5$	—	—
	vapeur	ventilation		$0,3 \times 10^5$	—	—
	eau	soleil		$8,5 \times 10^5$	—	—
	eau	ventilation	PATE 3	n.d.	—	—
	vapeur	ventilation		$7,5 \times 10^5$	—	—

n.d. : non déterminé.

CONCLUSION

De l'ensemble des résultats il ressort que ce sont les produits reconstitués sous forme de pâte ou de bouillie à partir de farines des deux espèces qui présentent le plus d'intérêt ; la réhydratation de cossettes séchées de *D. dumetorum* est une préparation qui semble être appréciée par les consommateurs mais qui demande beaucoup de temps (1H 30 ou 3H 30 selon que les cossettes sont ou non précuites).

Pour la préparation des farines plusieurs variantes sont possibles à différents niveaux.

Les différents modes d'épluchage n'influant pas sur les qualités organoleptiques, plusieurs sont possibles : épluchage chimique ou manuel avant découpage en cossettes, ou épluchage manuel des cossettes après précuisson. L'épluchage chimique présente l'avantage de faire baisser la teneur en eau du tubercule et possède, en tenant compte de cette particularité, un meilleur rendement. L'épluchage des cossettes après précuisson est relativement long.

La précuisson à l'eau ou à la vapeur est favorable car elle diminue la teneur en eau des Ignames (sauf pour *D. rotundata* cuit à la vapeur), elle augmente la vitesse de séchage et améliore de façon plus ou moins marquée les qualités organoleptiques.

Sans précuisson on obtient des produits acceptables mais dont la digestibilité après reconstitution serait à vérifier compte tenu de la rapidité de la seconde cuisson.

Le séchage en étuve à ventilation à 65°C qui s'effectue en moins de 24H pour une densité de chargement de 10 kg de cossettes par m^2 est préférable mais le séchage au soleil, compte tenu de son faible prix de revient n'est pas à exclure car il permet d'obtenir des produits acceptables. Toutefois il est indispensable qu'il s'effectue dans les meilleures conditions (période ensoleillée, sur des supports permettant une bonne ventilation des produits) et qu'il soit poursuivi jusqu'à ce que la teneur en eau des cossettes soit inférieure à 12 pour cent : dans la région de Yaoundé du 15 novembre à la fin janvier sur des grillages situés 50 cm au-dessus du niveau du sol et inclinés à 20 degré par rapport à l'horizontale, il faut compter entre 2 et 4 jours.

Au vu des résultats exposés, les deux espèces présentent des aptitudes comparables à la fabrication de farines. Pourtant compte tenu des possibilités de conservation de *D. rotundata* à l'état frais (TRECHE et GUION, 1979 b) et, à l'inverse, des contraintes imposées par le durcissement de *D. dumetorum* (TRECHE et DELPEUCH, 1982), c'est au développement de la culture de cette dernière espèce que la fabrication de farines pourrait être un débouché intéressant.

Deux modes de production peuvent être envisagés. Le premier à un stade industriel ou semi-industriel (éventuellement dans des coopératives villageoises) pourrait mettre en œuvre épluchage chimique, découpage mécanisé en cossettes, cuisson à la vapeur, séchage en étuve à ventilation, et commercialisation hors de la zone de production. Le second pourrait se situer au niveau familial : épluchage et découpage en cossettes manuels, cuisson à l'eau et séchage au soleil. Il nécessite non seulement un apprentissage pour que les conditions d'hygiène soient respectées en raison des risques importants de contamination par les bacteries (ROWLAND et *al.*, 1978) et que le séchage soit efficace mais aussi certaines dépenses pour la fabrication des supports de séchage, l'utilisation d'un moulin à farine et l'achat de sacs en polyéthylène.

Compte tenu de la forte teneur en protéines de bonne valeur biologique des tubercules de *D. dumetorum* (TRECHE, 1982) et de la digestibilité de leur amidon (TRECHE et GUION, 1982), la fabrication de farines à partir de cette espèce pourrait mettre à la disposition des consommateurs, en particulier des enfant après le sevrage, un aliment nouveau, de fabrication locale présentant un grand intérêt nutritionnel. Des études ultérieures ont été entreprises pour préciser la valeur nutritionnelle de ces farines, leur utilisation digestive et métabolique ainsi que les possibilités de vulgarisation de leur fabrication en milieu rural.

BIBLIOGRAPHIE

1. ADESUYI, S. A., 1982 — The application of advanced technology to the improvement of yam storage. Dans yams — Ignames — ed. par J. MIEGE et S.N. LYONGA., *Oxford Sci. Pub.*, pp. 312 — 319.

2. AFABLE, L. A., 1971 — The preparation of Ubi powder. *Philippine J. Plant Indus.*, vol. 35, pp. 19 — 25.

3. AMON, B. O. E., 1973 — The problems of root crops in West Africa. *Third Int. Symp. Trop. Root Crops.* Ibadan Nigeria.

4. BELL, A., 1981 — Influence des transformations technologiques traditionnelles sur la valeur nutritive des ignames du Cameroun. Thèse 3ème cycle — Université Paris VI — France.

5. BEST, R., 1979 — Cassava drying — *C.I.A.T., Series* O5EE4.

6. CAMPBELL, J. S., ; CHUKWUEKE, V. O. ; TERIBA, F. A., et HO—A—SHU, H.V.S., 1979 — Some physiological experiments with the white Lisbon yam in Trinidad. III. The effect of chemicals on storage. *Emp. J. of Exper. Agric.*, vol. 30, No. 120, pp. 335 — 343.

7. COLLINS, J. L., et FALASINNU, G. A., 1977 — Yam flour fortification with soy flour. *J. Food Sci.*, vol. 42, No. 3, pp. 821 — 823.

8. CORKILL, N.L., 1948 — The poisonous wild cluster yam, *Dioscorea dumetorum pax,* as a famine food in the anglo — egyptian sudan — *Ann. Trop. Med. Parasit.*, vol. 42, pp. 278 — 287.

9. COURSEY, D. G., 1961 — The magnitude and origins of storage losses in Nigerian yams. *J. Sci. Food Agric.*, vol. 12, pp. 574 — 580.

10. COURSEY, D. G., 1965 — The role of yams in West african food economies — *World crops,* vol. 17, No. 2, pp. 74 — 82.

11. COURSEY, D. G., 1966 — Food Technology and the yam in West Africa — *Trop. Sci.*, vol. 8, No. 4, pp. 152 — 159.

12. COURSEY, D. G., 1967 — Post-harvest problems of the yams. *First Int. Symp. on Trop. Root Crops.* St Augustine — Trinidad.

13. FOUA-BI, K. ; BABACAUH, K. D. et DEMEAUX, M., 1979 — Pertes sur les ignames au cours du stokage, causes et méthodes de lutte. *Culture Technologique, N° special : "la conservation des denrées alimentaires cultivées en climat chaud et humide"*, pp. 395 — 412.

14. GONZALEZ, M. A., et COLLAZO DE RIVERA, A., 1972 — Storage of fresh yam under controlled conditions. *J. Agric. Univ. P. R.*, vol. 56, pp. 46 — 55.

15. GOODING, E. G. B., 1972 — The production of Instant yam in Barbados — I. Process development — *Trop. Sci.*, vol. 14, No. 4, pp. 323 — 333.

16. GRIMALDI, J., et BIKIA, A., 1977 — Le grand livre de la cuisine camerounaises. *Edicam ed.* Yaoundé — Cameroun.

17. IGE, M. T., et AKINTUNDE, F. O., 1981 — Studies on the local techniques of yam flour production *J. Fd Technol.*, vol. 16, pp. 303 — 311.

18. INGRAM, J. S., et GREENWOOD-BARTON, L. H., 1962 — The cultivation of yams for food. *Trop. Sci,* vol. 4, No. 2, pp. 82 — 86.

19. JARMAI, S., et MONTFORD, L.C., 1968 — Yam flour for the production of fufu — *Ghana J. Agric. Sci,* vol. 1, pp. 161 — 163.

20. KAY, D. E., 1973 — Root Crops. T.P.I., *Crop and product digest.* Vol. 2, p. 198.

21. LYONGA, S. N., et AYUK-TAKEM, J. A., 1982 — Investigations on selection and production of edible yams in the western highlands of the United Republic of Cameroon. Dans yams — Ignames, ed par J. MIEGE et S.N. LYONGA, *Oxford Sci. Pub.*, pp. 161 — 172.

22. LYONGA, S. N., FAYEMI, A. A., et AGBOOLA, A. A., 1973 — Agronomic studies on edible yam in the grassland plateau region of the United Republic of Cameroon. *Proc. Third Symp. Int. Soc. Trop. Root Crops,* ed. par C.L.A. LEAKEY, pp. 340 — 346.

23. MARTIN, F. W., et RUBERTE, R., 1975 — Flours made from edible yams as a substitute for wheat flour. *I. Agric. Univ. P. R.,* vol. 59, No. 4, pp. 255 — 263.

24. MARTIN, F. W., et RUBERTE, R., 1976 — Changes in the quality of yams in storage — *Trop. Root and tuber crops News letter,* vol. 9, pp. 40 — 51.

25. MARTIN, F. W., et SADIK, S., 1977 — Tropical yams and their potential — *Part 4 — Agriculture Handbook* No 502, U.S.D.A.

26. MOY, J. H., WANG, N.T.S., et NAKAYAMA, T.O.M., 1977 — Dehydration and processing problems of taro. *J. Fd Sci.,* vol. 42, No 4, pp. 917 — 920.

27. ONWUEME, I. C., 1978 — The tropical tubers crops — ed. par J. WILEY and sons.

28. RAO, P. S., et BERI, R. M., 1952 — Tubers of *Dioscorea Hispida* Dennst. *Indian Forester,* vol. 78, pp. 146 — 152.

29. RASPER, V., et COURSEY, D. G., 1967 — Properties of starches of some West African yams. *J. Sci. Fd Agric.,* vol. 18, pp. 240 — 244.

30. RASPER, V., et MAC GREGOR, D., 1969 — Starchy root crops in the ghanaian diet and aspects of their Industrial utilisation. Vol. 69, No. 2, pp. 47 — 50.

31. RIVERA-ORTIZ, J. M., et GONZALEZ, M. A., ., 1972 — Lye peeling of fresh yam, *Dioscorea alata, J. Agric. Univ. P. R.,* vol. 56, No. 1, pp. 57 — 63.

32. ROWLAND, M. G. M., BARREL, R. A. E., et WHITEHEAD, R. G., 1978 — Bacterial contamination in traditional gambian weaning foods. *The Lancet,* vol. 2, pp. 136 — 138.

33. SAMMY, G. M., 1973 — The status of tropical root crop processing research at the University of the West Indies, Trinidad. *Proc. Third Symp. Int. Soc. Trop. Root crops, ed. par C.L.A. LEAKEY,* pp. 486 — 492.

34. SNEDECOR, G. W., et COCHRAN, W. G., 1971 — Méthodes statistiques — *6ème ed. A.C.T.A.* Paris.

35. STEELE, W. J. C., et SAMMY, G. M., 1976 — The processing potentials of yams. I. Laboratory studies on Lye peeling of yams. *J. Agric. Univ. P. R.,* vol. 60, No. 2, pp. 207 — 214.

36. THATCHER, F. S., et CLARK, D. S., , 1968 — Dans Microorganisms in foods. 1. Their significance and methods of enumeration — Toronto : University Press.

37. TRECHE, S., 1982 — Evolution de différentes fractions azotées au cours de la maturation et de la conservation des tubercules d'Ignames *(Dioscorea dumetorum* et *D. rotundata).* Incidences nutritionnelles. *Revue Science et Technique,* (Sci. Santé), No. 4 — 5, pp. 63 — 75.

38. TRECHE, S., et DELEPEUCH, F., 1982 — Le durcissement de *Dioscorea dumetorum* au Cameroun. Dans Yams — Ignames — Ed. par J. MIEGE et S.N. LYONGA. *Oxford Sci. Pub.,* pp. 294 — 311.

39. TRECHE S., et GUION P., 1979 a — Etude des potentialités nutrionnelles de quelques tubercules tropicaux au Cameroun. I. Influence de la maturité à la récolte. *Agr. Trop.,* vol. 34 No. 2, pp. 127 — 137.

40. TRECHE, S., et GUION, P., 1979 b — Etude des potentialités nutritionnelles de quelques tubercules tropicaux au Cameroun. II. Aptitude à la conservation des tubercules récoltés après maturité. *Agr. Trop.,* vol. 34, No. 2, pp. 138 — 146.

41. TRECHE, S., et GUION, P., 1982 — Incidences nutritionnelles des différences de caractéristiques physicochimiques des amidons de deux espèces d'ignames cultivées au Cameroun. *Revue Science et Technique, (Sér. Sci. Santé),* vol. 1, pp. 117 — 133.