

EVOLUTION DES TENEURS EN ELEMENTS MINERAUX AU COURS DE LA MATURATION ET DE LA CONSERVATION DES TUBERCULES D'IGNAMES (DIOSCOREA DUMETORUM ET DIOSCOREA ROTUNDATA) INCIDENCES NUTRITIONNELLES *

S. TRECHE**

G. GALLON**

A. JOSEPH**

RESUME

Les teneurs en eau, cendres, phosphore, calcium, magnésium, fer et zinc sont mesurées sur 2 cultivars d'ignames appartenant aux espèces *D. dumetorum* et *D. rotundata* pendant les six derniers mois du cycle végétatif et pendant 16 semaines de conservation.

La teneur en éléments minéraux de la matière sèche des tubercules immatures est plus élevée que celle des tubercules arrivés à maturité sauf en ce qui concerne le calcium chez *D. rotundata*.

Pendant la conservation, les teneurs en éléments minéraux, exceptées celles du fer, restent relativement constantes.

De faibles teneurs en calcium caractérisent les tubercules des deux espèces ; il en résulte que leur apport nutritionnel en éléments minéraux est marqué par un déficit important en calcium.

Sauf en ce qui concerne *D. dumetorum* immature, le stade physiologique des tubercules n'influe que faiblement sur l'équilibre entre les apports nutritionnels en différents éléments minéraux.

ABSTRACT

Water, Ash, Phosphorus, Calcium, Magnesium, Iron and Zinc contents were measured on two yam cultivars from D. dumetorum and D. rotundata species during the six last months of the vegetative cycle and 16 weeks of storage.

Mineral content on dry weight basis was higher in immature tubers than in mature ones except for calcium in D. rotundata.

During storage the mineral content was quite constant except for iron.

The tubers of the two yam species were characterized by weak calcium content : consequently, there was an important deficit of Calcium in their nutritional contribution.

Except for immature D. dumetorum tubers, the physiological state had only a weak influence on the balance in the nutritional contribution of the different minerals.

* Travail réalisé dans le Laboratoire d'Etudes des Aliments du Centre de Nutrition, Institut de Recherches Médicales et d'Etudes des Plantes Médicinales, Yaoundé.

** Chercheur ORSTOM.

INTRODUCTION

Parmi les plantes à tubercules qui constituent la nourriture de base d'une grande partie de la population du Cameroun, les ignames ont une place privilégiée : LYONGA (1979) estime à plus d'un million de tonnes la production annuelle du Cameroun qui serait, depuis 1975, en progression de 19,5 pour cent par an. Plusieurs études (DELPEUCH et TRECHE, 1979 ; TRECHE et GUION, 1979 : 1980) ont déjà essayé de préciser les potentialités nutritionnelles des espèces les plus répandues au Cameroun en s'intéressant aux causes des variations pouvant affecter leur contenu énergétique et azoté.

Différents facteurs de variation peuvent intervenir sur les teneurs en éléments minéraux des tubercules d'une même espèce botanique et se répercuter, après cuisson, sur leur valeur nutritive minérale.

BAQUAR et OKE (1977), FERGUSON et al. (1980) et OBIGBESAN et AGBOOLA (1978) ont enregistré des différences importantes de teneurs en P, Ca, Mg, K, Na, Zn, Cu, Mn et Fe entre les cultivars de plusieurs espèces d'ignames.

ALLEN et WURR (1976) ont signalé, chez la pomme de terre, une relation non linéaire hautement significative entre la taille des tubercules et leur teneur en phosphore.

JOHNSTON et al. (1968) sur la pomme de terre et FERGUSON et al. (1980) sur l'igname ont mis en évidence l'existence de différences de teneurs en eau, P, Ca, Mg, entre les parties distale, centrale et proximale des tubercules.

Les variations de teneurs en éléments minéraux des tubercules au cours de leur maturation et pendant leur conservation ont été relativement peu étudiées. YAMAGUCHI et al. (1960) ont enregistré, chez la pomme de terre, une augmentation de la teneur en phosphore pendant la maturation et une plus forte teneur en fer lors des récoltes précoces ; pendant la conservation (30 semaines) les teneurs en eau, Ca, P, Fe n'ont pas varié de façon significative. SCOTT et BOUWKAMP (1974) ont constaté, chez la patate douce, au cours des trois derniers mois du cycle végétatif que les teneurs en P, Ca, Mg, Fe de la matière sèche variaient très peu. Chez l'igname SOBULO (1972) a mis en évidence une diminution constante de la teneur en phosphore des tubercules au cours des 5 derniers mois du cycle végétatif, et TRECHE et GUION (1980) ont noté une augmentation plus ou moins importante selon les espèces de la teneur en matière sèche et de la teneur en cendres au cours des 4 derniers mois du cycle végétatif et au cours des 20 semaines de conservation.

Dans ce travail, nous avons enregistré pour deux cultivars appartenant aux deux espèces d'ignames les plus cultivées au Cameroun (*D. rotundata* et *D. dumetorum*), l'évolution des teneurs de 5 éléments minéraux P, Ca, Mg, Fe, Zn) au cours des 6 derniers mois du cycle végétatif et pendant la conservation de tubercules récoltés à différents stades de maturité.

A partir de ces résultats nous avons évalué, pour des consommateurs utilisant ces ignames comme aliment de base, l'importance de l'apport en liaison avec la maturité et la durée de conservation des tubercules.

MATERIELS ET METHODES

Choix des espèces et variétés

Les cultivars retenus pour l'étude (Ex OSHEI pour *D. rotundata* et Ex JAKARI pour *D. dumetorum*) sont ceux qui ont été sélectionnés dans les stations agronomiques de l'Institut de la Recherche Agronomique pour leur rendement élevé dans les conditions climatiques et écologiques de l'Ouest Cameroun.

Dispositif expérimental

Conditions de culture

Les ignames ont été cultivées sur les terrains de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Nkolbisson près de Yaoundé. La plantation a eu lieu le 21 mars 1978. Les semenceaux, d'environ 500 g conformément aux recommandations de NGONG-NASSAH et al. (1980), ont été disposés à 66 cm l'un de l'autre sur des billons espacés de 1 m (densité de plantation : 15 000 pieds/ha). La plupart des semenceaux avait terminé leur repos végétatif et le stade de 50 % de levée a été atteint 7 jours après la plantation pour *D. dumetorum* et 20 jours après la plantation pour *D. rotundata*. L'épandage d'engrais s'est fait à la levée et 4 mois après la plantation apportant au total 49 unités d'Azote, 16 unités de Phosphore et 36 unités de Potassium à l'hectare.

Récolte et échantillonnage

Les récoltes se sont échelonnées entre le 24 juillet 1978 et le 15 janvier 1979 à environ 4 semaines d'intervalles. A chaque récolte on a prélevé après tirage au sort, 10 à 20 pieds représentant 70 à 140 tubercules d'un poids total proche de 20 kg, pour la préparation d'un échantillon représentatif moyen.

Des tubercules récoltés au moment de la maturité ont été conservés 4, 8, 12 et 16 semaines.

De plus, afin de compléter nos observations (TRECHE et GUION, 1980) concernant l'influence de la maturité à la récolte sur l'évolution de la composition chimique au cours de la conservation, des tubercules ont été récoltés immatures (respectivement 6 et 11 semaines avant la maturité pour *D. dumetorum* et *D. rotundata*) et en surmaturité (respectivement 6 et 5 semaines après la maturité pour *D. dumetorum* et *D. rotundata*) et conservés pendant 8 semaines.

Les caractéristiques de chaque échantillon sont données dans le tableau 1.

Tableau 1. Date de récolte et durée de conservation des échantillons de tubercules de *D. dumetorum* et *D. rotundata*.

Désignation de l'échantillon	Nombre de semaines écoulées entre la récolte et la plantation Le stade 50 % de levée		Durée de conservation en semaines
D. D. R1	18	17	-
D. D. R2	22	21	-
D. D. R3	26	25	-
D. D. R4	30	29	-
U D. R5	34	33	-
M D. R6	38	37	-
E D. R7	42	41	-
T			
O DC R4	30	29	8
R DC R7	42	41	8
U			
M D. C4	36	25	4
D. C8	36	35	8
DC 12	36	35	12
DC 16	36	35	16
R. R1	19	16	-
R. R2	23	20	-
D. R. R3	27	24	-
R. R4	31	28	-
R R. R5	35	32	-
O R. R6	39	36	-
T R. R7	43	40	-
U			
N RCR3	27	24	8
D RCR7	43	40	8
A			
T RC4	38	35	4
A RC8	38	35	8
RC12	38	35	12
RC16	38	35	16

Préparation de l'échantillon

Les tubercules sont lavés, épluchés, découpés en cossettes et séchés sous vide à une température inférieure à 60° C pendant 24 à 48 heures. Ils sont ensuite broyés à l'aide d'un broyeur VERTEC, tamisés de façon à obtenir une poudre homogène et conservés en flacon de polyéthylène.

Technique d'analyse

La détermination de la teneur en eau s'est faite par dessiccation entre 104 et 107° C jusqu'à poids constant sur une partie représentative de l'échantillon avant séchage sous vide.

La teneur en cendres a été obtenue par calcination à 550° C pendant huit heures.

Les teneurs en éléments minéraux ont été déterminées à partir de solutions préparées de la manière suivante : sur les cendres obtenues par calcination à 450° C pendant 48 H, on verse de l'acide chlorhydrique concentré pour insolubiliser la silice, on chauffe jusqu'à sec, puis on reprend les cendres par 10 ml d'acide nitrique 1,4 N et on filtre au-dessus d'une fiole de 100 ml, on lave et on complète avec de l'eau permutée.

Le phosphore est dosé par la méthode colorimétrique au phosphovanadomolybdate d'ammonium : on mélange 2 ml de solution d'extraction de cendres à 2 ml de reactif nitrovanadomolybdique (préparé à partir de 200 ml de molybdate d'ammonium à 10 %, 200 ml d'une solution d'acide nitrique 0,084 N contenant 0,47 g de metavanadate d'ammonium et 134 ml d'acide nitrique 14 N) et on mesure la coloration jaune obtenue au photolorimètre à 436 nm en la comparant à celle d'une gamme étalon de concentration en phosphore comprise entre 0 et 60 mg/l préparée à partir d'une solution mère de phosphore monopotassique.

Le calcium est mesuré, après dilution de la solution d'extrait de cendres, directement sur le photomètre à flamme EPPENDORF (GUEGUEN et ROMBAUTS, 1961).

Pour doser le Fer, on mélange, en fiole de 25 ml, 0,5 à 5 ml de solution d'extraction de cendres, 15 ml de tampon acétoacétique (PH 3,5), 1 ml de solution aqueuse d'hydroquinone à 2 %, 1 ml de solution aqueuse d'orthophénanthroline chlorhydrate à 0,5 % et l'on complète à 25 ml avec le tampon acétoacétique, la lecture est faite, après 1 heure, au photolorimètre à 492 nm et comparée à celle d'une gamme étalon dont les concentrations varient entre 1 et 5 mg/l.

Le magnésium et le zinc sont dosés à l'aide d'un spectrophotomètre d'absorption atomique PERKIN-ELMER 107 selon les protocoles décrits par PINTA (1971).

RESULTATS ET DISCUSSION

EVOLUTION DES TENEURS EN ELEMENTS MINERAUX DE LA MATIERE SECHE DES TUBERCULES

Pour les deux espèces, les teneurs en cendres et en différents éléments minéraux (P, Ca, Mg, Fe et Zn) sont plus élevées chez les tubercules immatures, elles diminuent jusqu'aux environs de la 4^e récolte et restent relativement constantes jusqu'à la maturité complète des tubercules.

On remarque toutefois que la teneur en Calcium est basse chez les tubercules de *D. rotundatu* même immature et que la teneur en phosphore augmente légèrement à partir de la 4^e récolte chez *D. dumetorum*.

Tableau 2. Variation de teneurs en différents éléments minéraux des tubercules d'ignames au cours de leur cycle végétatif et de leur conservation.

par rapport à la matière sèche							
Teneur en	Eau en g/100g	Cendre en g/100g	Phosphore en g/100g	Calcium en g/100g	Magésium en g/100g	Fer en mg/kg	Zinc en mg/kg
D. R1	77,3	3,36	0,166	0,110	0,129	162	26,0
D. R2	77,2	2,74	0,152	0,060	0,102	76	21,1
D. R3	75,7	2,30	0,136	0,059	0,098	70	18,1
D. R4	75,1	2,30	0,144	0,032	0,083	32	16,8
D. R5	75,1	2,55	0,161	0,042	0,099	95	18,8
D. R6	73,6	2,51	0,171	0,032	0,091	87	17,1
D. R7	75,6	2,58	0,173	0,035	0,100	73	19,4
DCR4	74,4	2,62	0,148	0,035	0,097	37	18,6
DCR7	65,9	2,51	0,167	0,046	0,096	68	16,1
D. C4	75,4	2,58	0,186	0,036	0,103	55	18,1
D.C8	73,9	2,59	0,170	0,033	0,100	48	16,0
D. C12	73,7	2,40	0,172	0,034	0,097	31	17,0
D. C16	71,5	2,61	0,172	0,036	0,096	35	17,3
R. R1	75,2	2,34	0,143	0,034	0,078	100	20,4
R. R2	72,3	2,10	0,136	0,019	0,066	51	18,0
R. R3	64,5	1,60	0,122	0,027	0,055	39	16,1
R. R4	62,7	1,35	0,017	0,035	0,052	37	14,7
R. R5	61,4	1,43	0,115	0,029	0,059	86	13,8
R. R6	59,6	1,40	0,113	0,026	0,056	37	14,6
R. R7	60,2	1,32	0,124	0,032	0,056	29	16,3
R. CR3	64,4	1,85	0,119	0,022	0,064	29	16,6
R. CR7	55,2	1,23	0,114	0,047	0,060	20	15,9
R. C4	59,7	1,69	0,129	0,028	0,072	21	15,7
R. C8	58,0	1,80	0,134	0,027	0,062	17	16,3
R. C12	52,9	1,61	0,140	0,032	0,061	18	15,5
R. C16	51,5	1,68	0,131	0,028	0,062	16	15,2

Les variations de teneur en Fer sont très irrégulières aux approches de la maturité et pourraient être dues, malgré les précautions prises, à des contaminations par la poussière atmosphérique.

La plupart des variations observées au cours de la conservation, en particulier la légère augmentation de teneur en cendres, s'explique par la diminution de teneur en certains constituants glucidiques consécutive à la respiration et à la mobilisation des réserves au moment du débourrement des bourgeons (TRECHE et GUION, 1980).

On note cependant, pour les deux espèces, une forte teneur en Calcium, après 2 mois de conservation chez les tubercules récoltés en postmaturité (DCR7 et RCR7)

Par ailleurs, on constate une diminution importante des teneurs en Fer après plusieurs semaines de conservation : le fait que la préparation de ces échantillons se soit effectuée en saison de pluies, à une période de l'année où l'air est moins chargé en poussière qu'au moment de la préparation des échantillons de la fin du cycle végétatif, est peut être une explication suffisante.

Les variations observées au cours de la conservation sont, dans leur ensemble, beaucoup moins importantes que celles enregistrées au cours de la maturation des tubercules.

Si l'on compare l'évolution des teneurs chez les deux espèces, on constate que les teneurs en éléments minéraux restent sensiblement plus fortes chez *D. dumetorum* que chez *D. rotundata* sauf en ce qui concerne le Calcium chez les tubercules proches de la maturité.

Les valeurs observées chez les tubercules arrivés à maturité sont, pour le Calcium, le Zinc et le Fer proches des valeurs moyennes données pour ces deux espèces par BAQUAR et OKE (1977) ; par contre, elles sont plus faibles pour le Phosphore et notablement plus fortes pour le Magnésium.

Inversement nos valeurs sont plus faibles pour le Magnésium, plus fortes pour le Calcium, aussi élevées pour le Phosphore que celles données pour *D. rotundata* par OBIGBESAN et AGBOOLA (1978).

Notons enfin que les valeurs proposées par la F.A.O. (1968) sont respectivement 5 et 3 fois plus élevées pour le Calcium chez *D. dumetorum* et chez *D. rotundata* et 2 à 3 fois moins élevées pour le Phosphore chez *D. rotundata*.

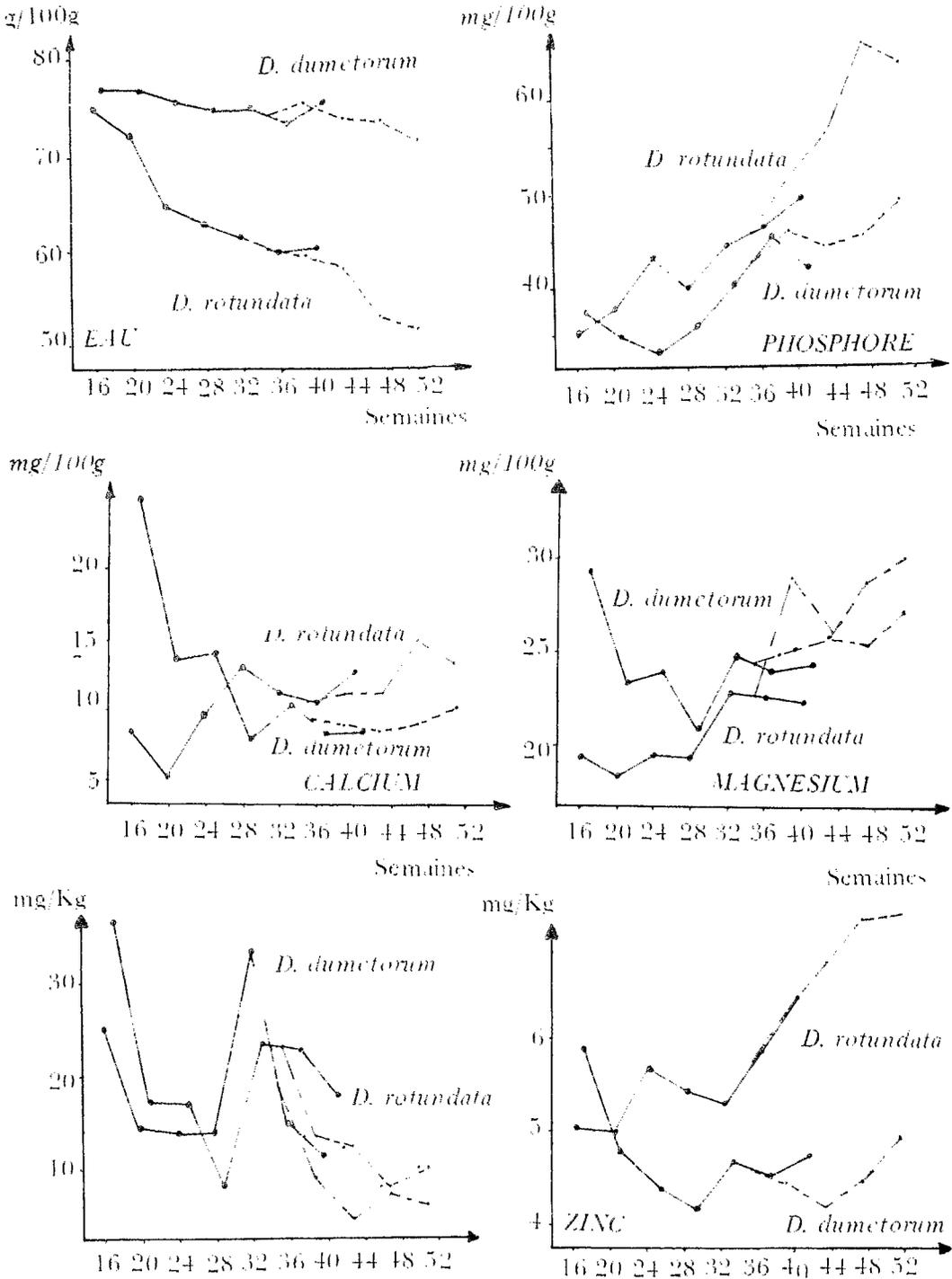


Figure 1. Evolution des teneurs en éléments minéraux de la matière brute comestible en fonction du temps écoulé depuis le stade de 50 % de levée.

———— pendant le cycle végétatif
 - - - - - pendant la conservation de tubercules récoltés à maturité.

EVOLUTION DES TENEURS EN ELEMENTS MINERAUX DE LA MATIERE BRUTE COMESTIBLE

Compte tenu des fortes variations de la teneur en eau des tubercules au cours de la maturation et de la conservation (Tableau 1 et Figure 1), l'évolution des teneurs en éléments minéraux de la matière brute comestible diffère notablement, pour certains éléments, de celle de la matière sèche comestible.

Les variations de teneur en eau au cours du cycle végétatif et de la conservation sont beaucoup plus importantes chez *D. rotundata* que chez *D. dumetorum*. Il en résulte que les écarts de teneurs en P, Ca, Mg, Fe et Zn entre les deux espèces sont beaucoup moins importants, sauf chez les tubercules immatures, lorsque les teneurs sont exprimées par rapport à la matière fraîche que lorsqu'elles sont ramenées à la matière sèche.

La teneur en phosphore augmente au cours du cycle végétatif et de la conservation alors que celle des autres éléments semble davantage constante à partir de la seconde récolte.

Conséquences nutritionnelles des variations de teneurs en éléments minéraux.

La figure 2 donne le pourcentage des besoins en P, Ca, Mg, Fe, Zn, Energie et Azote couvert par 1 500 g de Matière fraîche comestible, quantité reconnue comme facilement consommable par un individu se nourrissant principalement de tubercules (MASSEYEFF et al., 1958 ; IDUSOGIE et OLAYIDE, 1973 ; NICOL, 1959).

L'apport en énergie et en azote a été estimé à l'aide des mêmes conventions que TRÉCHE et GUION (1980) à partir de résultats non encore publiés.

Les valeurs retenues pour exprimer les différents besoins de l'homme adulte et d'un adolescent moyen (10-18 ans) sont données dans le tableau 3.

Pour chaque espèce, on a distingué l'apport des tubercules immatures (D.R1 et R.R1), des tubercules matures dont la composition moyenne a été calculée à partir des résultats de l'analyse des trois dernières récoltes et des tubercules conservés à partir de la composition moyenne de DC8, DC12, DC16 et de RC8, RC12, RC16.

Il ressort de l'observation des histogrammes que :

— ce sont les besoins théoriques en Calcium qui sont le moins bien couverts, sauf avec *D. dumetorum* immature ; pour l'homme adulte seulement 16 à 22 % des besoins sont couverts par *D. rotundata* et *D. dumetorum* à maturité ou conservé ;

— la totalité des besoins en Fer est couverte sauf avec *D. rotundata* conservé pour l'adolescent ;

le pourcentage de couverture des besoins en Phosphore, Magnésium et Zinc est supérieur ou égal au pourcentage de couverture des besoins en azote et en énergie.

L'apport nutritionnel en éléments minéraux se caractérise donc pour les tubercules des deux espèces par un fort déficit en Calcium. Les valeurs prises par le rapport Ca/P, si on excepte la forte valeur existante (0,66) chez *D. dumetorum* immature sont en moyenne respectivement de 0,25 et 0,24 pour *D. dumetorum* et *D. rotundata*, ces valeurs expriment le déséquilibre des apports phosphocalciques rendu d'autant plus aigu que les apports globaux sont faibles (STEARNS, 1931).

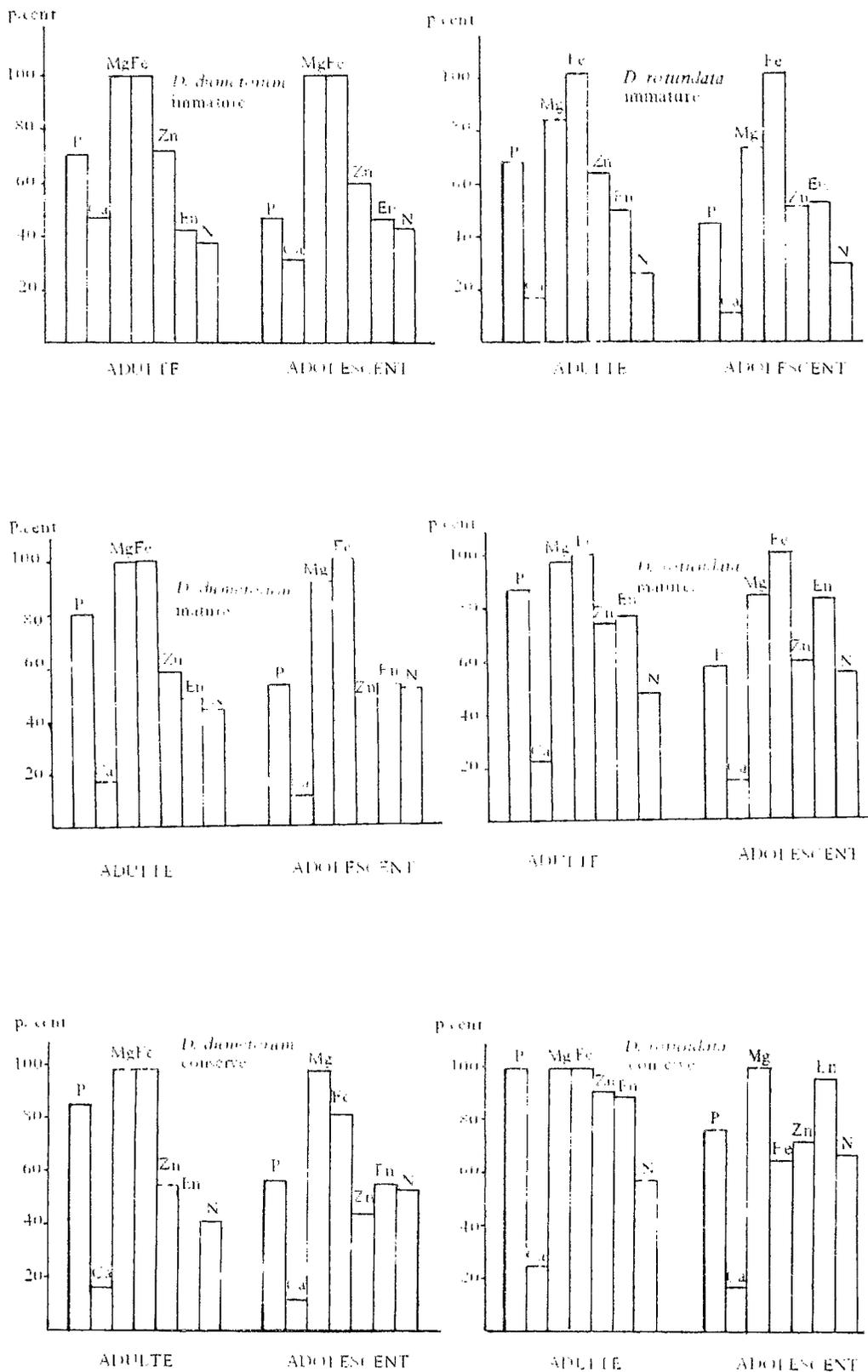


Figure 2. Pourcentage des besoins en P, Ca, Mg, Zn, énergie et azote couvert, chez l'homme adulte et l'adolescent, par 1 500 g de matière fraîche comestible pour les deux espèces d'ignames à différents stades physiologiques.

Tableau 3. Niveau des besoins en éléments minéraux, énergie et azote pris en considération dans le calcul du pourcentage de couverture des besoins de l'adulte et de l'adolescent.

BESOINS JOURNALIERS EN *	ADULTE	ADOLESCENT
PHOSPHORE (1,2)	800 mg	1 200 mg
CALCIUM (1,2)	800 mg	1 200 mg
MAGNESIUM (1,2)	350 mg	400 mg
FER (1,2,3,4)	10 mg	18 mg
ZINC (2,3)	12 mg	15 mg
ENERGIE (2,5)	3 000 Kcal	2 800 Kcal
PROTEINES (2,5)	37 g	32 g

* en g de protéines de valeur biologique identique à celle des protéines de l'œuf.

1. CUNTMBERTSON, 1973.
2. DUPIN, 1974.
3. MERTZ, 1974.
4. F.A.O./O.M.S., 1970.
5. F.A.O./O.M.S., 1973.

CONCLUSION

Les teneurs en éléments minéraux de la matière sèche des tubercules immatures sont notablement plus fortes que celles des tubercules arrivés à maturité. La diminution importante de teneur en eau au cours de la maturation et de la conservation a pour conséquence d'augmenter l'apport en éléments minéraux d'une même quantité de matière fraîche comestible d'igname.

Les teneurs de Calcium des tubercules des deux espèces d'ignames sont faibles.

Notons toutefois que si elles sont 2 à 3 fois moins élevées que celles de la pomme de terre (YAMAGUCHI et al., 1960) et de la patate douce (SCOTT et BOUWKAMP, 1974), elles sont comparables à celles du manioc (FAVIER et al., 1971 ; JOSEPH, 1973).

Par ailleurs, il semble que les besoins en Calcium soient beaucoup moins importants que ceux définis dans les recommandations de la FAO : NICHOLLS et NIMALASURIYA (1930) pensent que, pour un adulte, un apport de 500 mg de Calcium par jour serait suffisant ; WALKER (1972) et PETTIFOR et al. (1979) estiment qu'il pourrait exister une adaptation à des niveaux encore plus bas d'apport en Calcium ; KOUMBOU et JOSEPH (1982) ont constaté que des apports journaliers moyens compris entre 220 et 320 mg n'entraînaient pas l'apparition des signes cliniques de carence chez les enfants camerounais de 6 à 10 ans.

En définitive, parmi les éléments minéraux considérés, seul l'apport en Calcium pourrait être limitant pour les tubercules des deux espèces étudiées, par rapport aux apports énergétiques et protéiques.

BIBLIOGRAPHIE

1. ALLEN E.J. et WURR D.C.E., 1976 - The relationships between tuber size and concentrations of nitrogen, phosphorus and potassium. *J. Agric. Sci. Camb.* Vol 86 pp. 503-505.
2. BAQUAR S.R. et OKE O.L., 1977 - Mineral constituents of Nigeria yams. *Nutrition rpts Int.* Vol. 15 pp. 265-272.
3. CUMBERSON D.P., - Human requirements for minerals and trace elements *The Ind. J. Nut. Dietet.*, Vol. 10, pp. 31-49.
4. DELPEUCH F. et FRECHE S., 1979 - Le durcissement de l'igname *Dioscorea* au Cameroun. *Cahiers de l'ONAREST* Vol. 2, N° 3, pp. 27-51.
5. DUPIN M., 1974 - Les besoins nutritionnels et les apports recommandés pour la satisfaction de ces besoins. *L'Alim.*
la satisfaction de ces besoins. *L'Alim. et la vie.* Vol 62, pp. 77-118.
6. F.A.O., 1968 - Food composition table for use in Africa.
7. F.A.O./O.M.S., 1970 - Besoins en acide ascorbique, vitamine D., Vitamine B12.
8. F.A.O./O.M.S., 1973 - Besoins énergétiques et besoins en protéines. Org. Mond. Sant. *Scr. Rapp. Techn.*, N° 522.
9. FAVIER J.C., CHEVASSUS-AGNES S. et GALLON G., 1971 - La technologie traditionnelle du manioc au Cameroun. Influence sur la valeur nutritive. *Ann. Nutr. Alim.* Vol 25, pp.1-59.
10. FERGUSON L.U., HAYNES P.H. et SPENCE J.A., 1980 - Distribution of dry matter mineral nutrients in tubers of two cultivars of *Dioscorea alata*. *L. Trop. Agric. (trinidad)* Vol 57, pp. 61-67.
11. GUEGUEN L. et ROMBAUTS P., 1961 - Dosage du sodium, du potassium, du calcium et du magnésium par pectrophotométrie de flamme dans les aliments, le lait et les excréta. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* Vol. 1, N° 1, pp. 80-97.
12. IDUSOGIE F.O. et OLAYIDE S.O., 1973 - Role of roots and tubers in Nigerian nutrition and agricultural development. 3rd Int. Symp. Trop. root crops, IBADAN NIGERIA.
13. JOHNSTON F.B., HOFFMAN E. et PETRASOVITS A., 1968 - Distribution of mineral constituents and dry matter in *Am. Potato tuber J.*, Vol. 45, pp. 287-292.
14. JOSEPH A., 1973 - Influence de la technologie traditionnelle du manioc sur les teneurs en éléments minéraux et en phosphore physique. *Am. Nutr. Alim.* Vol. 27, pp. 125-139.
15. KOLMBOU N. et JOSEPH A., 1982 - Apports alimentaires en protéines et minéraux chez les enfants de 6 à 10 ans en milieu urbain. *Revue Science et Technique*, (Sci. Santé) N° 1-2, pp. 77-89.
16. LYONGA S.N., 1979 - Yam research in Cameroon (1969-1978). Collection, selection and agronomic studies on edible yams in Cameroon. *Cahiers de l'ONAREST*, N° 2, pp. 5-49.

17. MASSEYEF R., PIERME M.L. et BERGERET B., 1958 — Enquêtes sur l'alimentation au Cameroun. II. Subdivision de Batouri. Rapp. multigraphié. ORSTOM, YAOUNDE.
18. MERTZ W., 1974 — Recommended dietary allowances up to date trace minerals. *J. of the Am. dietetic Ass.* Vol. 64, pp. 163–167.
19. NGONG-NASSAH E., LYONGA S.N. et ATUK-TAKEM J.A., 1980 — How to grow yams for better yields. Technical Bull. N° 3/80/IRA/BAM-BUI, D.G.R.S.T. Cameroon.
20. NICHOLLS L. and NIMALASURIYA A., 1939 — Adaptation to a low calcium intake in reference to the calcium requirements of a tropical population, *J. Nutr.*, Vol. 18, pp. 563–577.
21. NICOL B.M., 1959 — The Calorie requirements of Nigerian peasant farmers. *Br. J. Nutr.* Vol. 13, pp. 293–306.
22. OBIGBESAN G.O. et AGBOOLA A.A., 1978 — Uptake and distribution of nutrients by yams in Western Nigeria, *Expl. Agric.* Vol. 14, pp. 349–355.
23. PETTIFOR J.M., ROSS P., MOODLEY G. et SHUENYAME E., 1979 — Calcium deficiency in rural black children in South-Africa. Comparison between rural and urban communities, *Am. J. Nutr.* Vol. 32, pp. 2477–2483.
24. PINTA M., 1971 — In : *Spectométrie d'absorption atomique*, t. II Application à l'analyse chimique. Paris, Masson et Cie, pp. 529–532 ; pp. 494–500.
25. SCOTT L.E. et BOUWKAMP J.C., 1974 — Seasonal mineral accumulation by the sweet potato. *Hortscience.* Vol. 9, N° 3, pp. 233–235.
26. SOBULO R.A., 1972 — Studies on white yam. II Changes in nutrient content with age, *Expl. Agric.* Vol. 8, pp. 107–115.
27. STEARNS., 1931 — The significance of the retention ration of calcium/phosphore in infants and children, *Am. J. of diseases child.* Vol 42, pp. 479–759.
28. TRECHE S. et GUION P., 1979 — Nutritional repercussions of the differences in physiochemical characteristics of starches of two yam species grown in Cameroon. Communication présentée au 5th int. Symp. on trop. root crops, on trop. root crops, Manila, Philippines.
29. TRECHE S. et GUION P., 1980 — Etude des potentialités nutritionnelles de quelques tubercules tropicaux au Cameroun, *Rev. Science et Technique*, 1980, Vol. 1, N° 1, pp. 55–101.
30. WALKER A.R.P., 1972 — The human requirements of calcium ; should intake be supplemented *The Am. J. of Clin. Nutr.*, Vol. 25, pp. 518–530.
31. YAMAGUCHI M., PERDUE J.W., Mac GILLIVRAY J.H., 1960 — Nutrient composition of white rose potatoes during growth and storage. *Am. Potato. J.*, Vol. 37, pp. 73–76.