LABORATOIRE DE NUTRITION
DE L'ORSTOM
YAOUNDÉ - CAMEROUN

RECHERCHE D'UN TEST DE MATURITÉ DE QUELQUES TUBERCULES TROPICAUX D'APRÈS L'EVOLUTION DE LEUR COMPOSITION CHIMIQUE ET DE LEUR VALEUR NUTRITIONNELLE

J.F. MESCLE , J.C. FAVIER

4 JANV. 1985
O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire
N° : 16.398
Cote : B

coeur.

187

Juin 1973

RECHERCHE D'UN TEST DE MATURITE DE QUELQUES TUBERCULES TROPICAUX D'APRES L'EVOLUTION DE LEUR COMPOSITION CHIMIQUE ET DE LEUR VALEUR NUTRITIVE.

INTRODUCTION.

CARACTERISTIQUES AGROBOTANIQUES ET CHIMIQUES.

1. Caractéristiques agrobotaniques et localisation

a) Les ignames

b) Les taros et macabos

c) La patate douce

d) Coleus esculentus

2. Composition chimique

a) Les ignames

b) Les taros et macabos

c) La patate douce

MATERIEL ET METHODES.

RESULTATS ET DISCUSSION.

1. Résultats analytiques

a) Courbes représentatives de l'évolution des taux de matière sèche en fonction du temps

b) Les teneurs en matières azotées

c) Les glucides

2. Intérêt nutritionnel

CONCLUSIONS

I N T R O D U C T I O N

Les plantes à tubercules sont cultivées au Cameroun depuis la frontière du Gabon au Sud jusqu'au 9ème degré de latitude Nord. Elles sont la nourriture de base d'un grand nombre de Camerounais et partagent cette primauté dans le Sud et l'Est avec la banane plantain, dans le Nord avec le sorgho, et dans certaines régions de l'Ouest avec le maïs.

Les différentes espèces se répartissent suivant leurs exigences physiologiques, en eau et en chaleur, mais aussi suivant le goût des consommateurs. Dans le Sud, le Centre-Sud et l'Est du pays, le manioc prédomine; les populations l'apprécient beaucoup sous ses multiples préparations culinaires. Certaines ethnies, à l'Ouest de Yaoundé (Bassa, Bafia) préfèrent le macabo, mais il faut noter que les ignames et la patate douce sont cultivées de façon dispersée dans toute cette zone.

Le domaine privilégié des ignames est la région de l'Ouest, où il en existe une multitude de variétés. Les macabos y sont aussi très cultivés dans les zones de basse et moyenne altitude, alors que seul le taro subsiste en haute altitude avec quelques ignames.

Sur les plateaux de l'Adamaoua, au centre, et dans le Sud de la partie nord du pays, s'étend une zone de savane de climat soudanais où sont encore cultivés certains clones de maïs et d'igname. Ils se caractérisent en général par un appareil végétatif peu éxuberant.

L'influence du goût des consommateurs est très nette au niveau de la répartition des cultivars d'une même espèce; chaque ethnie ou même chaque village possède ses propres clones. On observe une grande variabilité dans la composition

chimique des différents cultivars et dans leurs qualités organoleptiques et aptitudes à la préparation de divers mets. Le Cameroun dispose ainsi d'une base génétique importante pour un programme de sélection; mais la variabilité actuelle gêne la mise en place de programmes agricoles d'envergure, ne serait-ce que pour des questions de commercialisation.

Nous avons choisi pour notre étude sept espèces de plantes à tubercules dans la collection de la Station Agronomique de l'I.R.A. à Bambui près de Bamenda dans la province du Nord Ouest. Il s'agit de trois ignames, un macabo, une patate douce, un taro et un Coleus encore appelé carotte indigène.

Cet ensemble peut apparaître quelque peu hétéroclite au premier abord. En fait nous avons fait ce choix, car il nous a semblé intéressant de comparer, toutes choses égales par ailleurs (facteurs climatiques et édaphiques), les teneurs en nutriments et leurs variations au cours d'un même cycle agronomique d'un échantillon représentatif des espèces à tubercules cultivées au Cameroun. Ceci dans un double but :

- essayer de déterminer la période optimale de récolte afin de libérer la terre plus tôt pour la mise en place de cultures dérobées, ou permettre une préparation du sol pour la saison suivante avant qu'il ne soit trop dur.
- étudier la composition chimique des tubercules et son évolution au cours de leur cycle végétatif, et préciser leur valeur nutritionnelle.

Nous n'avons pas retenu le manioc bien qu'il soit très cultivé et très consommé. La station de Bambui en effet, vu sa situation géographique, s'occupe surtout des autres tubercules. La raison principale, en fait, est que le cycle du manioc ne se superpose pas au cycle des autres espèces que nous étudions et qui sont toutes annuelles. Ceci aurait rendu très difficile l'inclusion du manioc dans un protocole expérimental commun. Notre laboratoire s'occupe par ailleurs très largement de cette espèce (F. VICK et al. 1971).

Sur le plan nutritionnel et économique, les tubercules que nous étudions servent de nourriture de base à plusieurs

millions de personnes à travers le monde et leur importance n'est plus à souligner. Ils ont souvent été critiqués par les nutritionnistes, comme aliments "vides", apportant peu de nutriments plastiques et reconstituants. Ces critiques méritent d'être nuancées dans l'immédiat et pourront même devenir caduques dans un proche avenir. Les potentialités nutritionnelles de certaines de ces espèces sont importantes, notamment en ce qui concerne l'apport de matières azotées, et un programme de sélection pourrait les rendre effectives.

CARACTERISTIQUES AGROBOTANIQUES ET COMPOSITION CHIMIQUE DES ESPECES ETUDIEES

1) CARACTERISTIQUES AGROBOTANIQUES ET LOCALISATION

a) - Les ignames. Ils font partie de la famille des Dioscoreacées, ordre des Liliales. Cette famille ne compte que le genre Dioscorea qui comprend environ 600 espèces (COURSEY, 1967).

Les Dioscoreacées existent à l'état spontané et cultivé dans trois foyers principaux : les Caraïbes et l'Amérique Centrale, l'Afrique Intertropicale humide, et le Sud-est Asiatique. Il semble que seules les espèces asiatiques se soient largement répandues dans le monde les autres sont demeurées sur leurs terroirs d'origine ou ont diffusé légèrement.

Parmi les espèces africaines cultivées, nous étudierons Dioscorea rotundata et Dioscorea cayenensis, originaires, de l'Afrique de l'Ouest où elles sont été retrouvées à l'état spontané- certains auteurs préfèrent rassembler ces deux ignames sous le nom de Dioscorea cayenensis. L'argument invoqué est que les différences sont essentiellement d'ordre biologique et agronomique et non systématique (BUSSON 1965). D. rotundata est aussi appelée "igname blanche" et D. cayenensis "igname jaune" à cause des couleurs respectives de leurs chairs. Ce critère n'est pas absolu, il peut être plus ou moins marqué, même inversé. Notons encore que l'amidon de Dioscorea rotundata est à gros granules ovoïdes alors que celui de D. cayenensis est à granules plus petits et triangulaires (RASPER, 1971).

Dioscorea alata est originaire du Sud-Est asiatique, d'où elle s'est propagée dans le monde entier, partout où sa culture est possible. Elle a été importée à Madagascar vers le XIème siècle et sur les côtes du Golfe de Guinée vers le XVIème (COURSEY 1967). Actuellement D. alata est partout très appréciée, mais en Afrique de l'Ouest on lui préfère D. rotundata pour ses qualités culinaires et organoleptiques.

b) - Les taros et macabos. Ces deux espèces font partie de la famille des Aracées. Le taro (Colocasia esculenta) est originaire du Sud-est asiatique, alors que le macabo (Xanthosoma sagittifolium) est une plante d'Amérique du Sud où elle était sans doute déjà cultivée par les civilisations précolombiennes (BUSSON 1965, COURSEY 1968).

La famille comprend d'autres genres ayant une importance alimentaire moindre : Alocasia, Amorphophallus et Cyrtosperma.

Colocasia a été introduit en Afrique équatoriale par le Moyen-Orient à une époque très lointaine, lors de l'invasion d'Alexandre en Inde selon COURSEY. Le macabo, d'introduction beaucoup plus récente, est arrivé sur les côtes africaines au milieu du XIXème siècle (DOKU, 1967). Il gagne du terrain sur le taro partout où il est cultivable ; il se développe mal cependant au dessus de 1400 ou 1500 m ; et dans les montagnes tropicales, le taro reste prédominant.

c) - La patate douce. Ipomea batatas fait partie de la famille des Convolvulacées. C'est une plante grimpante, dont l'origine géographique est très contestée (Amérique du Sud ou Océanie) et qui a été introduite en Afrique à une époque reculée.

Elle est vivace mais utilisée en culture annuelle et c'est la plante à tubercule qui supporte le mieux la sécheresse. Un excès d'eau risque d'entrainer un début de pourriture avant la maturation complète.

d) - Coleus esculentus fait partie de la famille des Labiées. La littérature est très avare de renseignements sur cette espèce. D'après BUSSON il s'agirait d'un tubercule en voie de disparition. Les Camerounais anglophones l'appelle "carotte indigène" à cause de son goût et de sa consistance. Certains auteurs lui trouveraient plutôt un goût de salsifis. Nos observations personnelles nous porteraient à pencher plutôt en faveur de la première affirmation.

2. COMPOSITION CHIMIQUE

a) Les ignames. Leur composition chimique a fait l'objet de travaux anciens, comme ceux de CLEMENTE (1918), WINTON (1935), cités par COURSEY (1967) et plus récemment OYENUGA (1955, 1959), BUSSON (1965) et INGRAM (1962). Leurs résultats sont rassemblés dans le tableau I.

MATERIEL ET METHODE

1) MATERIEL ET METHODE D'ECHANTILLONNAGE

L'expérimentation a été conduite au cours de l'année 1972 dans la plaine de Bambui à 1330 mètres d'altitude. Les différentes espèces étudiées (Dioscorea cayenensis ex Batibo ; Dioscorea alata ex Bafut not globular ; Dioscorea rotundata ex Ohei ; Xanthosoma sagittifolium blanc ; Colocasia esculenta ex Fulani ; Ipomea batatas Bambili Pa 13 ; Coleus esculentus ex Santa) ont été cultivées sur des lots voisins constitués d'un sol homogène

Dans cette zone, il y a une seule saison humide qui commence au mois de février et se termine en novembre. Les tubercules sont plantés après les premières pluies, lorsque la terre est ameublie, et la récolte est effectuée essentiellement en fonction des besoins. Nous avons effectué cinq collectes partielles en vue des analyses chimiques du 25 août 1972 au 20 janvier 1973, avec une périodicité d'environ cinq semaines. Chaque prise d'essai avait un poids minimum de 4 kilogrammes. Après la récolte, les tubercules étaient ramenés à Yaoundé le plus rapidement possible (dans la journée), puis lyophylisés, broyés finement et stockés dans des bocaux étanches.

Le calcul des rendements lors de chaque collecte partielle aurait demandé des lots trop importants, et considérablement augmenté le coût de l'opération. A la mise en place du protocole, nous avons donc décidé de ne faire ces calculs que pour la récolte du 12 décembre, date à laquelle les rendements doivent être proches de leur valeur maximum.

2) METHODES D'ANALYSE

La teneur en matière sèche a été mesurée sur les tubercules frais dès leur arrivée à Yaoundé par dessiccation pendant 48 heures à 105° C.

Nous avons ensuite effectué les analyses suivantes sur les poudres lyophilisées :

. Détermination de l'extrait sec.

. Dosage de l'azote total par la méthode KJELDAHL, afin d'évaluer les teneurs en protéines brutes et les quantités de matières azotées produites par hectare cultivé.

.Dosage du taux d'insoluble formique selon GUILLIET et JACQUOT (1943). Il est intéressant de connaître ce paramètre, car il a été mis en évidence dans certains aliments un effet négatif sur la digestibilité des autres nutriments quand l'insoluble formique, qui est une évaluation de l'indigestible glucidique, est présent en trop grande quantité.

. Dosage de l'amidon par polarimétrie suivant la méthode décrite par DIMLER (1964), et dosage des sucres éthanolosolubles par la méthode colorimétrique à l'anthrone (HODGE et al., 1964). Ces deux dosages nous permettront d'avoir une idée des quantités de sucres digestibles présents dans les tubercules.

. Dosage des cendres totales par incinération à 550° C pendant 8 h.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats expérimentaux et leur discussion comportent deux rubriques :

- Présentation et analyse des résultats, qui ont été rassemblés dans les tableau II à VII.
- L'intérêt nutritionnel des tubercules étudiés.

1) RESULTATS ANALYTIQUES

a) - Les courbes représentatives de l'évolution des taux de matière sèche en fonction du temps (graphique 1) (tableau II).

On observe d'abord une augmentation du taux d'extrait sec dans la première partie du cycle végétatif, ce qui correspond à la production maximale de nutriments par le tubercule. Le taux ensuite a tendance à diminuer, la production de matière se ralentit pendant cette phase puis s'arrête, alors que l'accumulation d'eau continue. Enfin, pour les tubercules que l'on a laissé en terre bien au-delà de leur stade de maturité, la teneur en matière sèche augmente à nouveau ; il y a un début de déshydratation. C'est le cas de Dioscorea alata et de Dioscorea cayenensis. La démonstration de ce phénomène nécessiterait cependant une étude approfondie des importations et des exportations de quelques éléments tout au long du cycle végétatif (SOBULO 1972).

On peut juger de la précocité d'un cultivar à partir de la courbe évolutive de son taux de matière sèche. Les différentes courbes en effet ne sont pas superposables, et le tubercule représenté sera d'autant plus précoce que la phase de diminution de son taux de matière sèche s'arrêtera plus tôt. La récolte devra être effectuée avant la fin de la phase de diminution qui marque l'arrêt de la croissance. On remarque que suivant ce critère, les ignames sont les plus précoces parmi les tubercules étudiés, la récolte devant se faire dans les trois cas avant le 12 décembre. Le taro et le macabo peuvent rester en terre plus longtemps et être récoltés vers la fin décembre. Quant à Ipomea batatas, elle est de loin la plus tardive, le rendement (9,3 t/ha) anormalement bas pour cette espèce le montre bien. Il faut cependant remarquer que le 20 janvier, la saison sèche est commencée depuis deux mois

ce qui engênerait le développement ultérieur de la patate douce si on la laissait en terre. Ne faudrait-il pas plutôt envisager des plantations plus précoces ?

Les taux de chaque nutriment en pourcentage de la matière sèche sont aussi liés au stade de maturité de la plante ; ceci est très net pour certains, et moins pour d'autres. Ainsi, le taux d'amidon suit exactement le taux de matière sèche (tableau IV) et lui imprime ses propres variations, ce qui est normal puisqu'il en est le principal constituant. C'est vrai aussi pour les matières azotées (tableau III) ; leur synthèse est donc synchronisée avec la croissance globale du tubercule. Pour l'insoluble formique et les minéraux, on ne peut pas définir de courbe, car les variations au cours des récoltes sont de faible amplitude et semblent se faire dans le désordre (tableaux V et VII). Le cas des sucres solubles (tableau VI) est un peu différent, certaines espèces les accumulent au cours de leur cycle végétatif (Colocasia esculenta et Ipomea batatas), alors que chez D. cayenensis le taux diminue régulièrement au cours du temps. Pour D. alata, D. rotundata et Coleus esculentus, on ne peut montrer une tendance nette de variation dans un sens ou dans l'autre.

Considérons maintenant les teneurs en matière sèche de chaque tubercule pour la récolte qui se situe le plus près de celle qui est conseillée, c'est-à-dire la troisième pour les ignames, et la quatrième pour les autres tubercules. Lorsqu'un tubercule sera trop pauvre en extrait sec, il faudra en ingérer des quantités importantes pour éprouver une impression de satiété, et ce sera incompatible avec son utilisation comme aliment fournisseur principal de calories dans une ration. C'est le cas de Coleus esculentus (9 %) et à un moindre degré de D. alata et de D. cayenensis (environ 20 % chacun) ; Ceci n'exclut pas cependant leur utilisation comme aliment de base après un séchage, comme cela se pratique pour certaines préparations de manioc. Il n'en est pas de même pour D. rotundata (31 %), Colocasia esculenta (37 %), Xanthosoma sagittifolium (31 %) et Ipomea batatas (42 %), qui avec leurs taux élevés procurent plus vite cette impression de satiété.

b) Les teneurs maximales en matières azotées (par rapport à la matière sèche) que nous avons relevées s'étalent de 4,9 à 15,7 p. 100. Ipomea batats, Xanthosoma sagittifolium et Coleus esculentus présentent des taux faibles. D. cayenensis, D. rotundata et Colocasia esculenta, avec des taux de 7 à 10 p. 100 peuvent se comparer aux céréales, en rappelant que leurs protéines semblent être de moins bonne qualité en raison d'un déficit en acides aminés soufrés beaucoup plus important que chez celles de ces dernières. D. alata, avec 15,7 p. 100 de protéines brutes se classe parmi les aliments d'origine végétale riches en protéines et mérite de ce fait une attention particulière.

Référons-nous maintenant à la quantité de protéines brutes apportées par unité de poids de tubercule frais (peu différent du poids de tubercule ingéré) au moment idéal de récolte. C'est alors D. rotundata, du fait de sa forte teneur en matière sèche (31 % contre 22 % pour D. alata) qui apporte le plus de protéines par unité de poids de tubercule ingéré (3,42 % contre 3,26 % pour D. alata et 3,08 % pour Colocasia esculenta). De plus, alliant une haute teneur en matière sèche et un fort rendement (tableau VIII), D. rotundata produit la plus forte quantité de protéines brutes par hectare. Ouvrons une parenthèse à propos de D. alata. Lors de la récolte du 12 décembre, tous les tubercules de cette espèce ont été prélevés. Pour les analyses qui ont été effectuées sur les tubercules récoltés le 20 janvier, nous avons donc utilisé (pour D. alata) ceux qui avaient été récoltés le 12 décembre, donc stockés depuis un mois. Il apparait dans nos résultats que le taux de matières azotées brutes a diminué de trois points pendant ce laps de temps. Cette diminution relative s'est accompagnée une augmentation proportionnelle du taux d'amidon. Nous n'avons pas fait de mesures pondérales sur les tubercules pendant cette période et nous ne pouvons donc pas préjuger de la valeur absolue des pertes en ces deux nutriments. Nous sommes cependant à même de dire que l'amidon de D. alata s'est mieux comporté dans les conditions de stockage pratiquées que les matières azotées, et qu'il pourrait être intéressant de faire une étude ultérieure sur la conservation des tubercules après la récolte.

c) Les analyses des glucides (par rapport à la matière sèche).

Elles portent sur l'insoluble formique, l'amidon et les sucres éthanolosolubles.

Les taux d'insoluble formique (tableau V) sont variables suivant les tubercules envisagés. Coleus esculentus et D. alata ont des taux relativement élevés (6 p. 100 et 4. p. 100 respectivement) ; alors que les autres espèces moins chargées (de 1,5 à 3 p. 100). Ce taux subit peu de variations au cours du cycle végétatif quelque soit le tubercule considéré ; et il n'y aura de ce côté aucun obstacle à une récolte tardive, car on n'observe pas de lignification ou de sclérification en fin de période de végétation.

Il n'existe à notre connaissance aucune étude sur l'importance de l'effet de désassimilation exercé par l'insoluble formique des tubercules de Coleus et de Dioscorea. Nous savons seulement dans ce domaine que l'indigestible du manioc est moins agressif que celui des céréales (PERISSE et al. 1956). Il n'est donc pas possible de porter un jugement catégorique. On peut seulement penser que les constituants de rations à base de Coleus ou de D. alata, en particulier les protéines, risquent d'être moins bien utilisés que ceux de rations à base d'autres tubercules moins encombrés d'indigestible glucidique. Mise à part Coleus, tous les tubercules ont une teneur élevée en amidon (70 p. 100 environ pour D. alata ; 75 p. 100 pour I. batatas et D. cayenensis), ou très élevée (80 p. 100 pour les autres espèces étudiées) (tableau IV). D. alata et D. cayenensis dont les taux d'amidon sont relativement faibles allient la richesse en matières azotées et en glucides éthanolosolubles. D. rotundata en revanche ayant peu de sucres solubles contient à la fois beaucoup d'amidon et a un taux de matières azotées intéressant. Ipomea batatas accumule des sucres solubles (tableau VI) et ce mouvement semble s'amplifier (du moins pour le cultivar que nous avons analysé) lorsqu'on approche du stade de maturité. Il atteint 10,5 p. 100 lors de la récolte du 20 janvier 1973.

Les sucres solubles (mono, di et triholosides) confèrent aux tubercules qui en contiennent beaucoup des qualités organoleptiques très appréciées de certains consommateurs. Ces tubercules en général ont le défaut de mal se conserver, et les pertes lors du stockage sont plus importantes que pour des tubercules pauvres en substances solubles et riches en amidon.

Coleus contient environ 20 p. 100 de sucres solubles et 50 p. 100 d'amidon. La somme de tous les nutriments que nous avons analysés dans ce tubercule atteint 75 p. 100 et nous ne pouvons expliquer ce que sont les 25 p. 100 indosés. Il se peut qu'il s'agisse de constituants des parois cellulaires solubles dans l'acide formique. D'après nos analyses, la teneur en insoluble formique dans Coleus est de 6 p. 100 ; son aspect macroscopique, sa consistance lors de la mastication et les difficultés que l'on rencontre au broyage laisseraient présager davantage.

2. INTERET NUTRITIONNEL

Au cours des trois dernières années, les rendements de l'épluchage des tubercules ont été calculés sur les échantillons traités au laboratoire. Nous avons fait la moyenne des résultats (exprimés en p. 100 de partie comestible par rapport au tubercule brut lavé) (tableau VIII). La valeur de ce paramètre varie selon les caractères suivants des tubercules :

- forme
- volume
- épaisseur de la partie non comestible
- état (sain, blessé, pourri)

Ipomea batatas, avec une peau fine, une forme régulière et renflée a un rendement élevé (81 p. 100). Colocasia esculenta, et Xanthosoma sagittifolium, ont des tubercules petits, de forme irrégulière, et la limite entre la partie à éplucher et la partie comestible n'est pas nette. Ils donnent les rendements à l'épluchage les plus faibles, respectivement 65 et 70 p. 100. Sur les Dioscorea, nous avons effectué la moyenne des résultats des trois espèces, ce qui nous a donné 77 p. 100. Nous n'avions pas suffisamment de résultats de Coleus, pour pouvoir donner un chiffre utilisable.

A l'aide des coefficients d'Atwater (FAO,...) nous avons calculé, d'après nos résultats, l'apport en Calories brutes (par opposition à Calories digestibles) de 100 g de matière sèche comestible (tableau VIII). Ceci nous a permis, en tenant compte du rendement en tubercule épluché, de chiffrer la production de calories brutes comestibles par hectare et par an. Nous avons exprimé les résultats en M Cal (1 million de Cal). Cette unité est pratique, car on considère que le besoin annuel en énergie brute d'un homme est d'environ 1 M.Cal. C'est D. rotundata qui donne la meilleure performance suivant ce critère. Notons que C. esculenta et X. sagittifolium, malgré des rendements faibles à l'épluchage sont aussi de bons producteurs de calories (tableau VIII).

Nous avons également calculé (tableau VIII) les calories d'origine protéique en p. 100 des calories totales fournies par chacun des tubercules. Ce critère est souvent utilisé pour comparer divers aliments entre eux. COLEOU (1972), citant les statistiques de la FAO, indique pour l'Amérique du Nord et la Communauté Economique Européenne, que 11,9 % des calories ingérées sont d'origine protéique. C'est le chiffre que nous avons obtenu pour D. alata. Il ne faut pas en déduire que D. alata peut couvrir seul les besoins en matières azotées de l'individu ; nous avons signalé en effet que les protéines d'igname sont loin d'être équilibrées en acides aminés indispensables, mais cette espèce fournira la meilleure nourriture sur le plan de l'apport azoté parmi les tubercules étudiés. Suivant ce critère D. rotundata est le moins intéressant des trois ignames, X. sagittifolium, et surtout I. batatas apparaissent comme de très médiocres pourvoyeurs de protéines.

Nous avons essayé de constituer un ensemble de rations dans lesquelles chaque tubercule serait l'aliment de base et couvrirait 60 p. 100 du besoin énergétique journalier. Notons que ces régimes sont très plausibles, et correspondent à la réalité dans la plupart des zones où les tubercules que nous étudions sont l'aliment principal. Nous avons adopté comme besoins journaliers nutritionnels de référence les allocations recommandées par la FAO (1954) et l'OMS (1965), soit 2800 Cal et 60 g de protéines brutes

pour un homme de 25 ans, pesant 60 kg, exerçant une activité moyenne, sous une température annuelle moyenne de 25° C. Les Calories fournies par unité de matière sèche varient peu au sein des espèces que nous étudions ; et le besoin journalier en énergie brute sera couvert à 60 p. 100 par des quantités de tubercules secs allant de 420 à 460 g (tableau IX). Les quantités de tubercules frais à inclure dans les rations seront très différentes selon les espèces, et fonction des teneurs en matière sèche (tableau IX). Les deux extrêmes sont I. batatas (1053 g) et C. esculentus (5076 g) ; D. cayenensis et D. alata devront être ingérés respectivement à raison de 2346 et 2935 g/j, alors que pour D. rotundata il suffira de 1391 g/jour. Certains de ces chiffres sont trop élevés et rendent fantaisiste l'adoption des tubercules correspondants comme aliment énergétique de base ; c'est le cas des cultivars de C. esculentus, de D. alata et à un degré moindre de D. cayenensis. Ceci peut encore se concevoir en zone rurale à économie d'autosubsistance ou de troc, mais en zone urbaine où tout doit être acheté, et où les ignames sont les plus chers des tubercules, ces espèces conviendront mal.

Considérons maintenant la couverture des besoins journaliers en matières azotées par ces rations (tableau IX). En apportant 60 p. 100 de la ration énergétique D. alata couvre 120 p. 100 de la ration protéique, D. cayenensis 75 p. 100, D. rotundata 62 p. 100 et Colocasia 50 p. 100. Les 44 p. 100 couverts par C. esculentus sont un leurre, vue la quantité à ingérer. Quant à X. sagittifolium et I. batatas ils se confirment comme des aliments énergétiques n'apportant que des quantités très faibles de matières azotées.

D. rotundata pourvoit aux besoins calorique et azoté dans les mêmes proportions, ce qui permet à tout apport de protéines animales d'être utilisé sans gaspillage, tout en améliorant la qualité globale de la ration.

D. alata, s'il ne peut être envisagé comme aliment énergétique, s'associera utilement à des tubercules très pauvres en matières azotées, comme le manioc, ou même le taro ou le macabo. Signalons enfin que Colocasia esculenta, en couvrant 50 p. 100 du besoin azoté quand il satisfait 60 p. 100 du besoin énergetique se révèle être un tubercule intéressant.

CONCLUSIONS

Le test de maturité à mettre en place devait tenir compte des contingences agronomiques et nutritionnelles. Nous avons utilisé deux types d'observations :

- les taux de matière sèche, qui sont de bons critères de l'évolution du cycle agronomique et permettent en particulier de bien diagnostiquer la fin de la croissance.
- les proportions respectives des différents nutriments (protéines, glucides digestibles ou indigestibles), pour évaluer la qualité et la valeur nutritionnelle.

Ces contraintes ne semblent pas s'opposer. En effet, pour la majorité de nos tubercules, le rendement à l'hectare et le taux de matières azotées augmentent tous deux jusqu'à la fin de la période de croissance et on n'observe pas de corollaires fâcheux tels que sclérification ou lignification, (mesurées par le taux d'insoluble formique) dont nous avons signalé l'importance.

Rappelons brièvement, pour mémoire, les résultats du test : on doit récolter les ignames, qui sont les plus précoces des tubercules étudiés, dès le début du mois de décembre, les taro et macabo pouvant rester en terre jusqu'au 15 janvier. En revanche, le cultivar de patate douce est trop tardif et il faudrait envisager de déplacer son cycle. Ne serait-il pas trop tardif même pour la région ?

En ce qui concerne la valeur nutritionnelle, l'échantillon choisi, bien que n'étant pas représentatif de la population, car trop restreint, nous a tout de même permis de mettre en évidence les caractères intéressants de quelques cultivars.

Ipomea batatas, taro et macabo, ont de fortes teneurs en matière sèche et en glucides digestibles, ils sont de bons aliments énergétiques. Bien que tous les pays de cette zone soient reputés ne pas manquer de sources de glucides, ces qualités n'en sont pas moins importantes pour l'avenir qui est à l'urbanisation.

D. alata et D. cayenensis sont riches en matières azotées, le premier est même parmi les plus riches des cultivars connus de son espèce. Ils sont hélas très pauvres en matière sèche. Leur intérêt nutritionnel cependant demeure, ils produisent une forte quantité de matière azotée à l'hectare et sont de bons aliments d'accompagnement dans les rations déficientes en protéines.

D. rotundata, en alliant une teneur moyenne en protéines et un taux de matière sèche important, est certainement celui qui présente le plus d'intérêt parmi les tubercules étudiés. Il est d'autre part très apprécié des consommateurs dans sa zone de culture. Il semble que chez les ignames ce soit des gènes différents qui supportent les fortes teneurs en matières azotées et les teneurs en matière sèche élevées. Dans notre échantillon, les espèces porteuses des uns ne contiennent pas les autres. Ceci vérifie ce que nous avons trouvé dans l'étude des données bibliographiques (tableau I). Ces groupes de gènes s'excluent-ils ? Ou au contraire est-il possible de les rassembler dans le même individu ? Seul un programme de sélection permettrait de répondre.

B I B L I O G R A P H I E

ALI K.M. and JONES L.G., 1967. The effect of variety and length of storage on the carbohydrate contents and table quality of sweet-patatoes. J. Sci. Industr. Res. vol. 10. p. 121-126.

BUSSON F., 1965. Plantes alimentaires de l'Ouest Africain. Imprimerie Leconte. Marseille. p. 426.

COLEOU J., 1972. Développement des productions animales et problèmes alimentaires mondiaux. L'Alimentation et la vie, 60, p. 383-423.

COURSEY D.G., 1967. YAMS. Longmans 48, Grosvenor street.London.

COURSEY D.G., 1968. The edible Aroïds. Grampian Press L.T.D. p. 1-8.

DIMLER R.J., 1964. Determination of optical rotation. Carbohydrate Chemistry, IV, Starch, Academic Press New York. p. 133.

DOKU E.V., 1967. Root Crops in Ghana.GHANA J. Sci. 6,

FAVIER J.C., CHEVASSUS-AGNES S., GALLON G., 1971. La technologie traditionnelle du manioc au Cameroun. Ann. Nutr. Alim., 25, p. 1-59.

F.A.O., 1957. Besoin en calories. Etude de nutrition de la F.A.O. n° 15, Rome.

GUILLEMET R. et JACQUOT R., 1943. Essai de détermination de l'indigestible glucidique. C.R. Ac. Sci., 216, p. 508-10.

INGRAM J.S. and GREENWOOD-BARTON L.H., 1962. The cultivation of Yams for food. Trop. Sci., 4, n° 2, p. 82-6.

MARTIN F.W. and THOMPSON A.E., 1971. Crude Protein Content of Yams. Hort Science, 6, p. 545-46.

O.M.S., 1965. Besoin en protéines. Série de rapports techniques n° 301. Genève.

OYENUGA V.A., 1955. The composition and nutritive value of certain feedingstuffs in Nigeria. I. Roots, tubers and green leaves. Empire J. of Exp. Agric., 23, n° 90, p. 81-95.

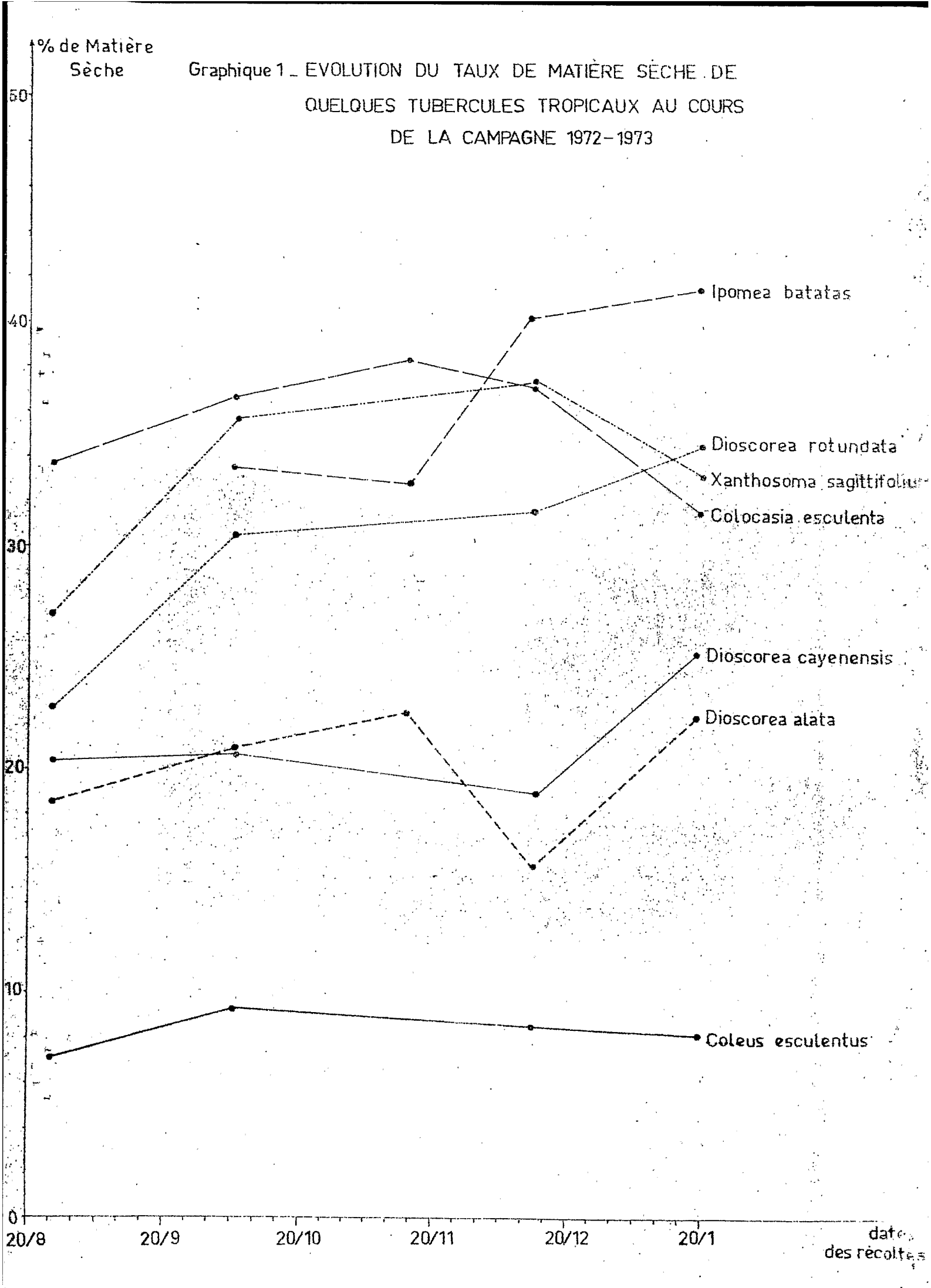
OYENUGA V.A., 1959. Nigeria's feedingstuffs. Ibandan University Press. Nigeria.

RASPER ., 1971. Investigations on starches from major starches crops grown in Ghana. III. Particles size and particles size distribution. J. Sci. Fd. Agric. 22.

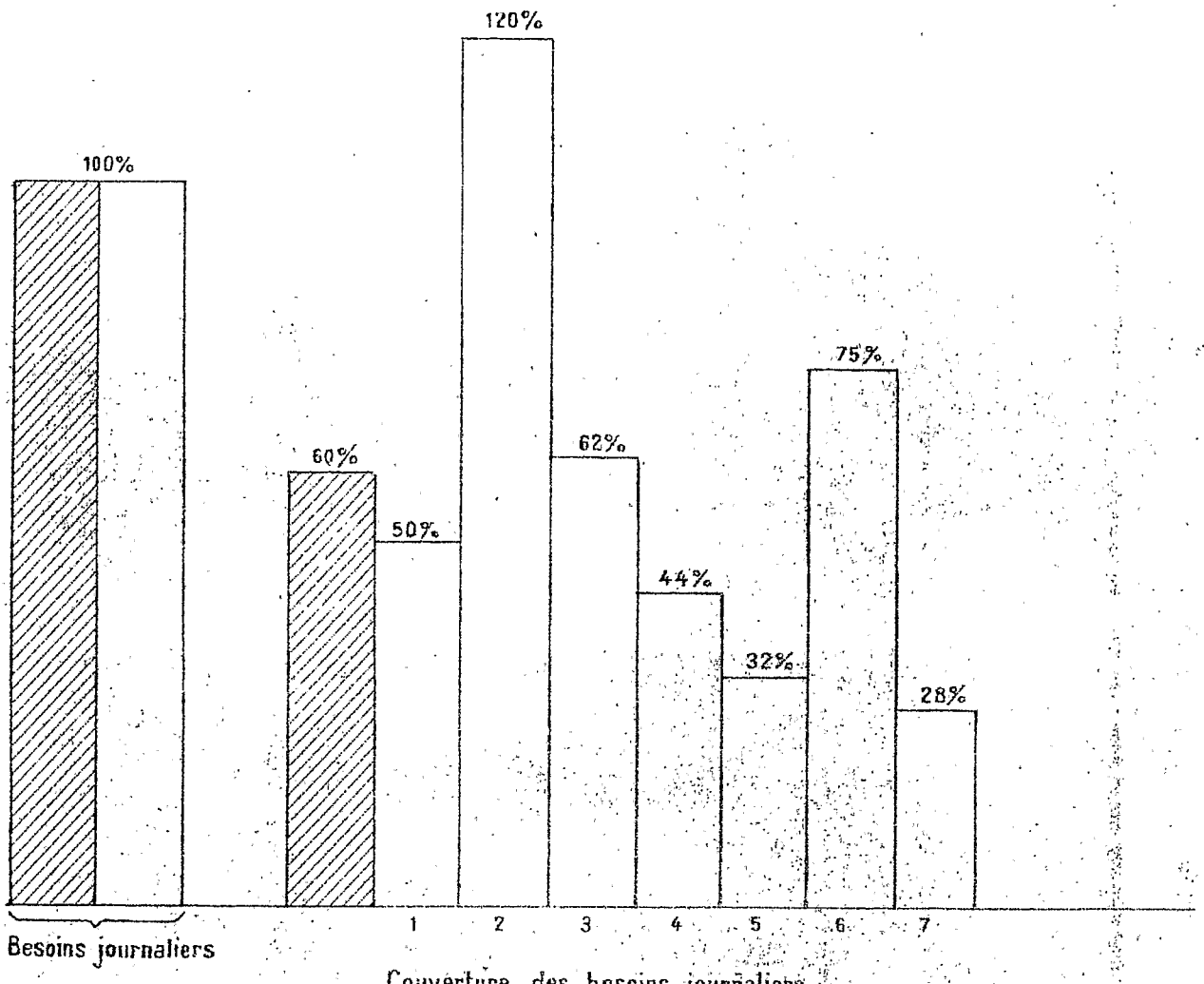
SOBULO R.A. 1972. Studies on White Yam. I growth analysis. Expl. Agric., 1972, 8, p. 96-106.

SOBULO R.A., Studies on white yam. II. Changes in nutrient content with age. p. 107-115.

HODGE J.E. et HOFREITER B.T., 1962. Détermination of reducing sugars and carbohydrates. Carbohydrates Chemistry, I, Academic press New York p. 380.


% de Matière Sèche
Graphique 1 _ EVOLUTION DU TAUX DE MATIÈRE SÈCHE DE QUELQUES TUBERCULES TROPICAUX AU COURS DE LA CAMPAGNE 1972-1973
50
40
30
20
10
0
Ipomea batatas
Dioscorea rotundata
Xanthosoma sagittifolium
Colocasia esculenta
Dioscorea cayenensis
Dioscorea alata
Coleus esculentus
20/8
20/9
20/10
20/11
20/12
20/1
dates des récoltes

COUVERTURE THÉORIQUE DES BESOINS JOURNALIERS EN MATIÈRES AZOTÉES BRUTES PAR LES TUBERCULES DANS UNE RATION OÙ ILS APPORTENT 60 % DE L'ÉNERGIE BRUTE NÉCESSAIRE



1 Colocasia esculenta
2 Dioscorea alata
3 Dioscorea rotundata
4 Coleus esculentus
5 Xanthosoma sagittifolium
6 Dioscorea cayenensis
7 Ipomea batatas

Tableau II. EVOLUTION DE LA TENEUR EN MATIERE SECHE DE QUELQUES TUBERCULES TROPICAUX AU COURS DE LEUR CYCLE VEGETATIF.

	1er ramassage 28.5.72	2ème ramassage 6.10.72	3ème ramassage 14.11.72	4ème ramassage 12.12.72	5ème ramassage 20.1.73
Dioscorea alata	18,5	20,9	22,6	15,7	22,3
Dioscorea cayenensis	20,3	20,7	19,8	18,9	25,4
Dioscorea rotundata	22,8	30,4	31,0	31,8	34,4
Colocasia esculenta	33,6	36,3	38,1	37,1	32,5
Xanthosoma sagittifolium	26,9	35,6	36,6	37,3	33,3
Coleus esculentus	7,1	9,3	9,0	8,5	8,3
Ipomea batatas		33,4	37,2	40,1	41,8

Tableau III. EVOLUTION DE LA TENEUR EN MATIERES AZOTEES DE QUELQUES TUBERCULES TROPICAUX AU COURS DE LEUR CYCLE VEGETATIF.

	1er ramassage	2ème ramassage	3ème ramassage	4ème ramassage	5ème ramassage
Dioscorea alata	9,1[a]	10,8	14,1	15,7	12,5
	1,7[b]	2,3	3,3	2,5	2,8
Dioscorea cayenensis	8,6	7,6	10,2	10,2	10,7
	1,7	1,6	2,0	1,9	2,7
Dioscorea rotundata	7,8	7,0	11,0	8,5	9,2
	1,8	2,1	3,4	2,6	3,2
Colocasia esculenta	5,5	6,4	8,1	6,9	6,1
	1,8	2,3	3,1	2,6	2,0
Xanthosoma sagittifolium	4,4	4,3	3,7	4,4	5,1
	1,2	1,6	1,4	1,7	1,7
Coleus esculentus	4,9	4,8	4,8	6,1	5,6
	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
Ipomea batatas		2,8	3,8	4,0	4,9
		0,9	1,4	1,6	2,0

a : p. 100 de la matière sèche

b : p. 100 de la matière brute

Tableau IV. EVOLUTION DE LA TENEUR EN AMIDON DE [illegible] TUBERCULES TROPICAUX AU COURS DE LEUR CYCLE VEGETATIF.

	1er ramassage	2ème ramassage	3ème ramassage	4ème ramassage	5ème ramassage
Dioscorea	69,2[a]	76,3	65,4	68,4	75,8
alata	12,8[b]	15,9	15,0	10,7	16,9
Dioscorea	71,1	76,1	74,0	78,7	77,8
cayenensis	14,4	15,7	14,7	14,2	19,7
Dioscorea	83,3	86,0	81,8	82,7	82,8
rotundata	19,0	26,2	25,2	26,5	28,5
Colocasia	85,1	83,9	81,5	80,2	82,3
esculenta	27,4	30,4	31,0	29,8	26,7
Xanthosoma	86,5	85,5	86,3	84,1	82,4
sagittifolium	23,3	30,4	31,6	31,3	27,4
Coleus	50,2	49,5	50,3	52,3	51,2
esculentus	3,6	4,6	4,5	4,3	4,3
Ipomea		83,4	83,3	76,5	79,67
batatas		27,9	31,0	30,6	33,3

[a] : % de la matière sèche

[b] : % de la matière crude

Tableau V. EVOLUTION DE LA TENEUR EN INSOLUBLE FORMIQUE DE QUELQUES TUBERCULES TROPICAUX AU COURS DE LEUR CYCLE VEGETATIF.

	1er ramassage	2ème ramassage	3ème ramassage	4ème ramassage	5ème ramassage
Dioscorea alata	4,6[a]	3,1	4,3	3,5	2,8
	0,9[b]	0,6	1,0	0,6	0,6
Dioscorea cayenensis	2,9	2,1	2,3	1,9	2,3
	0,6	0,4	0,5	0,4	0,6
Dioscorea rotundata	2,2	1,7	1,5	1,3	1,6
	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5
Colocasia esculenta	1,9	1,8	1,3	1,4	2,5
	0,6	0,6	0,5	0,5	0,8
Xanthosoma sagittifolium	1,8	1,5	1,7	1,5	1,6
	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5
Coleus esculentus	6,9	6,6	6,0	4,9	6,7
	0,5	0,6	0,5	0,4	0,6
Ipomea batata		2,9	2,8	2,5	2,7
		1,0	1,0	1,0	1,1

a : p. 100 de la matière sèche

b : p. 100 de la matière brute

Tableau VI. EVOLUTION DE LA TENEUR EN SUCRES ETHANOLOSOLUBLES TOTAUX DE QUELQUES TUBERCULES TROPICAUX AU COURS DE LEUR CYCLE VEGETATIF.

	1er ramassage	2ème ramassage	3ème ramassage	4ème ramassage	5ème ramassage
Dioscorea alata	8,7[a]	4,1	10,2	5,5	4,4
	1,6[b]	0,8	2,3	0,8	1,0
Dioscorea cayenensis	10,1	9,7	8,2	5,6	5,8
	2,1	2,0	1,6	1,1	1,5
Dioscorea rotundata	5,8	3,4	1,8	2,5	2,4
	1,3	1,0	0,6	0,8	0,8
Colocasia esculenta	3,1	3,0	3,0	4,7	7,6
	1,0	1,1	1,1	1,7	2,5
Xanthosoma sagittifolium	1,5	1,4	2,0	1,7	1,8
	0,4	0,5	0,7	0,6	0,6
Coleus esculentus		21,3	21,0	20,2	20,0
		2,0	1,9	1,7	1,7
Ipomea batatas		8,1	7,5	9,3	10,5
		2,8	2,8	3,7	4,3

a : p. 100 de la matière sèche

b : p. 100 de la matière brute

Tableau VII. EVOLUTION DE LA TENEUR EN CENDRES DE QUELQUES TUBERCULES TROPICAUX AU COURS DE LEUR CYCLE VEGETATIF.

	1er ramassage	2ème ramassage	3ème ramassage	4ème ramassage	5ème ramassage
Dioscorea alata	4,0[a]	3,4	5,2	2,0	2,5
	0,7[b]	0,7	1,2	0,3	0,6
Dioscorea cayenensis	3,7	2,7	3,8	3,5	3,6
	0,8	0,6	0,8	0,7	0,9
Dioscorea rotundata	3,7	3,0	3,8	2,7	2,6
	0,9	0,9	1,2	0,9	0,9
Colocasia esculenta	3,6	2,9	3,0	3,0	2,7
	1,2	1,0	1,1	1,1	0,9
Xanthosoma sagittifolium	3,5	3,1	3,2	5,3	4,2
	0,9	1,1	1,2	2,0	1,4
Coleus esculentus	4,1	3,0	2,5	3,3	4,0
	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3
Ipomea batatas		2,3	2,5	3,6	4,6
		0,8	0,9	1,5	1,9

a : p. 100 de la matière sèche

b : p. 100 de la matière brute

Tableau VIII. PRODUCTION ANNUELLE DE TUBERCULE ET APPORT CALORICO-AZOTE.

	Colocasia esculenta	Dioscorea alata	Dioscorea rotundata	Coleus esculentus	Xanthosoma sagittifolium	Dioscorea cayenensis	Ipomea batatas
Rendement en MB (kg/ha/an)	14 240	15 000	19 300	12 400	14 500	21 400	9 300
Rendement en M S (kg/ha/an)	5 290	3 390	5 980	1 060	5 400	4 240	3 720
Rendement à l'épluchage (en p. 100)	65,0	77	77		70	77	81
Rendement en M S comestible (kg/ha/an)	3 440	2 610	4 600		3 780	3 260	3 010
Calories apportées par 100 g de M S comestibles	384	365	380	388	386	379	398
Nombre de M Cal comestibles produites par ha/an	13,2	9,5	17,5		14,6	12,4	12,0
Calories protéiques en % des calories comestibles	5,0	11,9	6,2	4,4	3,2	7,5	2,8
Protéines brutes comestibles (kg/ha/an)	237	283	399		167	316	119

M B : matière brute

M S : matière sèche

Tableau IX. QUANTITE DE TUBERCULE COUVRANT 60 p. 100 DU BESOIN EN ENERGIE BRUTE JOURNALIER ET APPORT AZOTE CORRESPONDANT

	Colocasia esculenta	Dioscorea alata	Dioscorea rotundata	Coleus esculentus	Xanthosoma sagittifolium	Dioscorea cayenensis	Ipomea batatas
Poids frais ingéré (g)	1 117	2 935	1 391	5 076	1 167	2 346	1 053
Poids sec ingéré (g)	437	460	442	432	435	443	422
Poids de protéines brutes apportées (g)	30	72	37	26	19	45	17
% de la couverture des besoins journaliers	50	120	62	44	32	75	28

	Amidon	Sucres solubles	Sucres digestibles	Fibre brute	Extrait éthéré	Protéines brutes	Cendres	Matières sèches	Auteur
Dioscorea alata	80,47	2,72	83,19	2,15	0,78	6,73	3,26	30,25	CLEMENTE 1918
Dioscorea alata			83,33	2,95	0,82	8,10	5,16	34,15	OYENUGA 1959
Dioscorea alata	83,1	2,1	85,2	3,9	0,09	6,8	1,9	34,60	INGRAM 1962
Dioscorea cayenensis			87,82	2,44	0,39	6,15	3,2	16,60	OYENUGA 1959
Dioscorea cayenensis			86,2	4,9	0,2	5,4	2,5		BUSSON
Dioscorea rotundata			90,11	1,45	0,34	4,42	2,75	24,10	OYENUGA 1959
Dioscorea			68,40	9,47	1,17	11,21	9,76	17,10	OYENUGA 1955
Dioscorea esculenta	81,44	2,16	83,60	5,02	0,13	6,21	2,09	29,50	WINTON 1935
Xanthosoma * SPP			17-26	0,60-1,92	0,20-0,41	1,3-3,7	0,60-1,25	23-30	COURSEY
Colocasia * SPP			13-29	0,60-1,18	0,16-0,36	1,4-3,0	0,60-1,30	15-37	COURSEY
Ipomea batatas			90,56	0,33	0,54	5,36	3,21	26,72	OYENUGA 1955

* = en % de la matière brute
(transformation impossible vu la forme des résultats)

COMPOSITION CHIMIQUE DE QUELQUES TUBERCULES TROPICAUX