

P<sub>2</sub>

# COMPOSITION MINERALE DES IGNAMEES CULTIVEES AU CAMEROUN.

TRECHE S. et AGBOR EGBE T.

## RESUME

La composition minérale de 98 variétés appartenant à huit espèces d'ignames cultivées au Cameroun est déterminée.

La comparaison des moyennes par espèce pour chaque élément analysé (P, Ca, K, Mg, Na, Fe, Cu, Zn) et des analyses multidimensionnelles (analyse en composantes principales, analyse factorielle discriminante, test de HOTELLING et calcul des distances généralisées de MAHALONOBIS) mettent en évidence l'existence de différences significatives entre espèces et d'une forte variabilité intra-spécifique, en particulier pour *D. alata* et *D. schimperiana*.

Les cultivars de *D. dumetorum* sont ceux pour lesquels les teneurs en la plupart des éléments minéraux sont plus souvent élevées. Les valeurs obtenues confirment les résultats publiés par certains auteurs mais sont très nettement différentes de celles données dans les tables de composition en usage courant.

## ABSTRACT

*Mineral composition of 98 cultivars belonging to eight yam species grown in Cameroon was determined.*

*Comparison of average values per species for each analyzed mineral (P, Ca, K, Mg, Na, Fe, Cu, Zn) and multidimensional analysis (principal component analysis, factorial discriminant analysis, HOTELLING's t-test and MAHALANOBIS' distances) showed existence of significant differences between species and existence of an important intra-specific variability, mostly within the cultivars of *D. alata* and *D. schimperiana* species.*

*Cultivars of *D. dumetorum* were those with the highest contents for almost all minerals. Values were in concordance with results published by some authors but were very different from those given in the composition tables in current use.*

## INTRODUCTION

Alors qu'il existe plus de 600 espèces appartenant au genre *Dioscorea* dans le monde (WAITT, 1963, COURSEY, 1972), il n'en a été repertorié que 19 au Cameroun (JACQUES-FELIX, 1947).

---

Etude réalisée dans le cadre des accords entre le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique du Cameroun et l'Institut Français de Recherche scientifique pour le développement en coopération (Orstom).

\* La suite de ce travail paraîtra dans le prochain numéro sous le titre :

- 1° Composition glucidique ...
- 2° Composition globale ...

Lab. d'études des aliments. Centre de Nutrition. B.P. 6163. Yaoundé. Cameroun.

Science and Technology Review, (Health Sci.) 1986. Tome III, No. 3-4: 38-55

Depuis 1969, les agronomes ont collecté sur toute l'étendue du territoire Camerounais plus d'une centaine de formes cultivées, après les avoir étudiées en collection en même temps qu'une vingtaine de cultivars importés, LYONGA et AYUK TAKEM (1982) ont proposé une classification qui les répartit en 9 espèces différentes. Ces espèces sont celles déjà repertoriées par JACQUES-FELIX (1947) à l'exception de *D. rotundata*, dont les formes avaient peut-être été attribuées à l'espèce *D. cayenensis*, et de *D. esculenta* et *D. trifida* d'introduction plus récente.

Avant la parution de la table de composition des aliments à l'usage de l'Afrique (FAO, 1968), peu de détermination de composition chimique, en particulier de composition minérale, n'avaient été réalisées. Depuis, un certain nombre d'articles donnent, de façon plus ou moins complète, les teneurs en éléments minéraux de quelques espèces et variétés d'ignames rencontrées en Afrique (TRECHE et al., 1982 ; BELL, 1983 ; HLADIK et al., 1984) mais, jusqu'à maintenant, seuls BAQUAR et OKE (1977), au Nigéria, ont publiés la composition minérale de différentes variétés cultivées appartenant aux espèces comestibles recensés à l'échelle d'un pays.

Notre travail a consisté à déterminer les teneurs en 8 éléments minéraux, considérés comme indispensable en Nutrition humaine, dans 98 cultivars extraits des collections stations agronomiques du Cameroun afin de comparer entre elles les moyennes par espèces et confronter les résultats à ceux obtenus dans d'autres zones écologiques.

## MATERIELS ET METHODES.

### Matériels

Les 98 échantillons analysés ont été prélevés, entre 1977 et 1982, dans les collections de 3 stations agronomiques situées dans le Centre de l'Ouest du Cameroun. Chaque échantillon, constitué de tubercules ou bulbilles récoltés sur plusieurs pieds pour limiter l'influence de la variabilité intra-clonale, correspond à un élément de la classification de LYONGA et AYUK-TAKEM (1982).

La part de la variabilité due aux facteurs environnementaux n'a pas pu être entièrement éliminée puisque les échantillons proviennent de tubercules cultivés dans les stations et au cours d'années différentes. Toutefois, on s'est efforcé de récolter chaque cultivar dans la station répondant le mieux à ses exigences écologique et d'utiliser les mêmes techniques culturales. Les tubercules ont été récoltés lorsque les plantes avaient atteint leur maturité et conditionnés pour analyse moins d'une semaine après la récolte.

La nature et les caractéristiques des cultivars étudiés sont données dans l'annexe n° 1.

### Techniques d'analyses chimiques.

Parvenus au laboratoire, les tubercules ont été pesés, épluchés, lavés, découpés en petits dés qui ont été congelés après qu'un prélèvement pour détermination de la teneur en matière sèche ait été fait. Les échantillons ont ensuite été séchés sous vide à une température inférieure à 65° C et broyés de façon à passer à travers une grille de maille 0,5 mm.

Sur les poudres obtenues, on a déterminé la teneur en matière sèche par dessiccation dans une étuve entre 104 et 107° C jusqu'à poids constant et la teneur en cendres par calcination à 550° C pendant une nuit.

Les teneurs en éléments minéraux ont été déterminées dans les extraits chlorhydriques de cendres obtenues par incinération à 450° C pendant 48 heures :

Annexe 1 : Nature et caractéristiques des 98 cultivars analysés.

Code	Nom vernaculaire ou origine géographique	Lieu de culture	Année de culture	Couleur de la chair	Poids moyen des tubercules analysés en g.
<i>Dioscorea alata</i>					
23 cultivars.					
A0169	White ex Bafut	Bambui	1977	blanche	870
A0269	Pounded ex Bafut	Bambui	1977	jaune	2960
A0369	ex Dschang	Bambui	1977	blanche	900
A0669	Lculoh	Ekona	1981	orangée	470
A0771	Bome Azo chan	Ekona	1981	violacée	1010
A0871	ex Bamessing	Bambui	1977	blanche	930
A0972	Yedo	Ekona	1981	ocre	1000
A1072	PORTO RICO	Bambui	1980	violacée	730
A1272	Hairy ex Tiko	Ekona	1981	crème	1000
A1372	Placala station	Bambui	1980	blanche	450
A1572	GUADELOUPE	Ekona	1981	orangée	380
A1772	Belep	Ekona	1981	crème	610
A1872	PORTO RICO	Bambui	1980	violacée	430
A2073		Ekona	1981	violacée	910
A2173	Red skin ex Mben	Bambui	1980	violacée	350
A2473	Malende ex Muyuka	Bambui	1980	blanche	380
A2974		Ekona	1981	violacée	710
A3077		Ekona	1981	orangée	560
A3277		Ekona	1981	ocre	1630
A3678		Ekona	1981	crème	680
A3778	GUADELOUPE	Ekona	1981	orangée	2280
A3880	GUADELOUPE	Ekona	1981	violacée	740
A3980		Ekona	1981	blanche	930
<i>Dioscorea bulbifera</i>					
11 cultivars					
B0169	Toh	Ekona	1981	jaune	110
B0169	Netuh	Ekona	1981	jaune	75
B0369	Etoh Gwofon	Ekona	1981	jaune	95
B0469		Ekona	1981	jaune	60
B0569		Ekona	1981	jaune	55
B0669		Ekona	1981	jaune	95
B0769		Ekona	1981	jaune	60
B0869		Ekona	1981	jaune	100
B0972	Dioko	Ekona	1981	jaune	105
B1072		Ekona	1981	jaune	80
B1172		Ekona	1981	jaune	95
<i>Dioscorea esculenta</i> :					
6 cultivars.					
E0171	Fiango	Ekona	1981	blanche	50
E0272	Bombe	Ekona	1981	blanche	75
E0373	Ibadan	Ekona	1981	blanche	50
E0480		Ekona	1982	blanche	295
E0580		Ekona	1982	blanche	125
E0680		Ekona	1982	blanche	13
<i>Dioscorea liebrechtsiana</i> :					
2 cultivars					
L0170	Ebolowa	Ekona	1981	crème	375
L0270	Ebolowa	Ekona	1981	crème	120

Annexe I (suite) : Nature et caractéristiques des 98 cultivars analysés.

Code	Nom vernaculaire ou origine géographique	Lieu de culture	Année de culture	Couleur de la chair	Poids moyen des tubercules analysés en g.
Dioscorea schimperiana :		6 cultivars			
S0169	ex Dschang	Bambui	1980	orangée	900
S0269	ex Dschang	Bambui	1980	jaune	1020
S0370	ex Ngarum	Bambui	1980	jaune	750
S0470	ex Dschang	Bambui	1980	jaune	850
S0571	ex Bui	Bambui	1980	orangée	1210
S0671	ex Tabekem	Bambui	1980	jaune	710
Dioscorea cayenensis :		18 cultivars			
C0169	ex Batibo	Bambui	1977	jaune	430
C0269	ex Bafang	Ekona	1981	jaune	520
C0369	ex Balikumbat	Bambui	1980	jaune	430
C0469	Ngefei	Ekona	1981	crème	730
C0569	Table yam ex Ndop	Bambui	1977	jaune	2510
C0669	Mbu ex Santa	Bambui	1977	jaune	770
C0769	ex Dschang	Bambui	1977	jaune	1470
C0870	ex Awing	Bambui	1977	jaune	180
C0970	stool yam	Ekona	1981	jaune	470
C1070	ex Ndang junction	Bambui	1980	jaune	280
C1170	ex Dschang	Bambui	1980	jaune	570
C1270		Ekona	1981	jaune	1220
C1370		Ekona	1981	crème	1520
C1570		Ekona	1981	crème	390
C1670	elephant foot	Ekona	1981	jaune	1050
C1770	ex Dschang	Bambui	1980	jaune	390
C1970	ex Mdem Mbe Station	Bambui	1980	jaune	860
C2075		Ekona	1981	crème	960
Dioscorea rotundata :		9 cultivars.			
R0169	hairy ex Bafut	Bambui	1977	blanche	370
R0569	hairy ex Mbot	Bambui	1977	blanche	630
R0670	ex Ogoja	Ekona	1982	blanche	1600
R0770	Malende ex Mbam	Ekona	1980	blanche	3050
R0871	ex Oshie	Nkolbisson	1980	crème	960
R0971	ex Bonakanda	Nkolbisson	1980	blanche	1200
R X	Kendang ex Gamba	Bambui	1977	blanche	1640
R Y	Centre-sud	Bambui	1977	blanche	450
R Z	ex Mankoon	Bambui	1977	blanche	450
Dioscorea dumetorum :		23 cultivars.			
D0169	hairy ex Bambili	Bambui	1980	jaune	340
D0269	hairy ex Bafut	Bambui	1980	jaune	290
D0369	Ndongben	Ekona	1981	crème	190
D0469	smooth ex Bambui	Bambui	1977	jaune	570
D0569	ex Jakiri	Nkolbisson	1978	blanche	250
D0669		Ekona	1981	crème	100
D0769	Ds chang 45	Bambui	1976	crème	240
D0869		Nkolbisson	1980	violacée	770

Annexe 1 (suite) Nature et caractéristiques des 98 cultivars analysés.

Code	Nom vernaculaire ou origine géographique	Lieu de culture	Année de culture	Couleur de la chair	Poids moyens des tubercules analysés en g.
D0969	Dschang 47	Bambui	1976	crème	330
D1069		Nkolbisson	1980	violacée	710
D1170	ex Santa	Bambui	1977	crème	930
D1370	ex Mbe station	Bambui	1980	jaune	210
D1472		Nkolbisson	1980	violacée	700
D1572	hairy ex Bakundu	Nkolbisson	1980	blanche	1210
D1672	Malende ex Muyuka	Muyuka	1978	jaune	1570
D1772	pinkish ex Momo	Bambui	1977	crème	900
D1872	ex Tabekem	Bambui	1980	jaune	220
D1975		Nkolbisson	1980	blanche	580
D2075	smooth ex Muyuka	Bambui	1980	violacée	430
D2175		Nkolbisson	1980	jaune	600
D X	asol ex Centre-sud	Bambui	1977	crème	1200
D Y	smooth ex Bakundu	Nkolbisson	1980	blanche	580
D Z	hairy ex Muyuka	Bambui	1980	jaune	230

- le phosphore par la méthode colorimétrique au phosphovanadomolybdate d'ammonium (STUFFINS, 1967) ;

- le calcium, le potassium et le sodium par photométrie de flamme (GUEGUEN et ROMBAUTS, 1961) ;

- le fer par la méthode colorimétrique à l'orthophénanthroline ;

- le magnésium, le zinc et la cuivre par spectrophotométrie d'absorption atomique selon les protocoles décrits par PINTA (1971).

#### Méthodes d'analyses statistiques.

La signification des différences entre moyennes par espèce a été établie, pour chaque variable étudiée, par :

- le test t de STUDENT lorsque les distributions pouvaient être considérées comme normales (tests d'asymétrie et d'aplatissement) et les variances non significativement différentes ;

- les tests non-paramétriques de MANN-WHITNEY (comparaison des espèces deux à deux) et de KRUSKAL-WALLIS (mise en évidence de l'existence de différences entre espèces) dans les autres cas.

Deux méthodes d'analyse multidimensionnelle des données ont été utilisées pour faire apparaître les relations entre les différents teneurs en éléments minéraux et comparer les dispersions inter- et intra-spécifiques :

- une analyse en composantes principales (a.C.P.) a été réalisée à partir de la matrice de corrélation obtenue en considérant l'ensemble des 98 cultivars. La représentation simultanée des individus et des directions des projets des axes définis par chaque variable a été faite dans le plan déterminé par les deux premiers axes principaux.

• une analyse factorielle discriminante (A. F. D.) a été effectuée en considérant les cultivars appartenant à 6 espèces (les cultivars de *D. cayenensis* et de *D. rotundata* ont été regroupés au sein d'un même groupe complexe ; l'espèce *D. liebrechtsiana* n'a pas été prise en compte en raison de son faible effectif). Cinq axes discriminants ont été définis et la représentation des cultivars étudiés et de quelques supplémentaires a été faite dans le plan défini par les deux premiers discriminants. Le calcul des coordonnées des centres de gravité de chaque espèce et des distances entre ces centres de gravité et chacun des cultivars permettent de dresser un tableau d'appartenance qui affecte chaque cultivar à l'espèce dont le centre de gravité est le plus proche.

La signification des différences entre espèces portant sur l'ensemble des teneurs en éléments minéraux a été étudiée par le test T de HOTELLING et la grandeur de ces différences a été estimée par le calcul des distances généralisées de MAHALANOBIS (DAGNELIE, 1975).

## RESULTATS ET DISCUSSION

### 1. Distribution de fréquences des teneurs en cendres et éléments minéraux.

Les histogrammes montrant la distribution des résultats d'analyses, pour chacune des variables étudiées, sont représentés sur la figure 1.

Les tests d'asymétrie et d'aplatissement permettent de considérer comme normales les distributions des teneurs en cendres, phosphore et potassium et comme lognormales celles de calcium et du cuivre. Cependant l'observation attentive des distributions suggère l'existence de sous-populations pour la plupart d'entre elles. Le test non-paramétrique de KRUSKAL-WALLIS, hautement significatif ( $P < 0,001$ ) pour toutes les variables sauf pour la teneur en fer ( $P = 0,002$ ), confirme l'existence de différences de teneurs entre les espèces. chaque distribution observée est donc bien multi-modale.

A l'intérieur de chaque espèce, les effectifs ne sont pas suffisants pour permettre d'étudier valablement la nature des contributions ; toutefois, pour chaque espèce, il existe des variables pour lesquelles les tests d'asymétrie et d'aplatissement ne permettent pas de rejeter l'hypothèse de normalité des distributions.

Les teneurs déterminées pour chacun des cultivars sont données dans l'annexe 2 : étant donné que ces valeurs ont été mesurées sur un seul échantillon et compte tenu de l'importance de certains facteurs de variation (lieu et année de culture, conditions de transport des échantillons, contaminations éventuelles), il est possible que certaines d'entre elles ne correspondent pas aux moyennes que l'on pourrait obtenir en analysant, pour chaque cultivar, un grand nombre d'échantillons.

### Annexe 2 : Teneurs en éléments minéraux des 98 cultivars analysés.

	Cendres	P	Ca	K	Mg	Fe	Na	Cu	Zn
Dioscorea									
alata									
A0169	3.03	130	13	1140	19.50	1.60	12.60	0.53	1.09
A0269	4.41	163	19	1820	30.50	4.60	9.90	1.16	1.25
A0369	4.26	151	23	910	21.70	4.20	15.50	0.54	1.11
A0669	3.79	143	49	1580	25.50	7.50	6.40	0.92	2.43
A0771	3.32	107	34	1610	31.20	2.40	4.20	0.73	2.47
A0871	3.95	133	20	1700	35.50	5.30	14.50	0.72	1.33
A0972	2.41	116	16	1060	24.60	3.20	3.70	0.77	0.87
A1072	4.17	129	17	880	25.10	17.60	8.50	1.28	2.42
A1272	2.42	132	22	1180	30.20	4.10	7.60	1.00	1.17

Annexe 2 (suite) : Teneurs en éléments minéraux des 98 cultivars analysés.

	Cendres	P	Ca	K	Mg	Fe	Na	Cu	Zn
A1372	2.22	86	16	1100	28.20	1.60	6.30	1.02	1.16
A1572	2.88	109	31	1410	33.60	2.90	7.30	0.87	1.15
A1772	3.35	93	30	1620	28.00	1.80	8.40	0.93	1.33
A1872	2.33	68	26	1140	22.00	4.70	19.30	1.28	0.75
A2073	3.18	110	26	1420	26.00	2.60	6.90	0.96	1.62
A2173	2.23	93	18	850	25.70	1.40	13.30	0.64	0.90
A2473	3.44	107	14	1670	28.40	0.90	18.20	0.56	1.18
A2974	2.98	120	44	1550	22.30	4.90	5.80	0.87	2.46
A3077	2.06	101	18	1220	23.60	1.70	3.90	0.73	1.16
A3277	2.26	107	14	1210	22.10	4.20	4.60	0.84	0.78
A3678	2.88	90	33	1540	31.30	3.10	4.80	1.13	1.46
A3778	2.79	134	20	1390	29.80	3.10	4.10	0.77	1.47
A3880	2.95	116	20	1490	32.60	11.90	8.80	0.81	2.19
A3980	3.74	120	31	1630	28.60	3.40	7.90	0.83	2.17
<i>Dioscorea bulbifera.</i>									
B0169	4.41	141	23	1190	31.50	4.40	11.60	1.79	1.82
B0269	3.64	119	24	1280	28.30	4.20	11.80	1.58	1.95
B0369	3.58	136	21	1180	25.40	6.40	18.70	1.46	1.98
B0469	3.81	142	20	1360	27.80	7.50	21.60	1.51	1.63
B0569	2.85	100	27	1030	23.80	2.00	14.70	1.60	1.43
B0669	3.24	105	28	990	22.40	3.00	18.00	1.30	1.83
B0769	3.38	107	23	1070	26.80	3.50	14.40	1.25	1.49
B0869	3.09	133	22	1140	33.10	4.80	13.80	1.29	2.12
B0972	3.13	128	23	1210	35.80	5.40	13.30	1.31	1.91
B1072	2.85	138	21	1280	34.30	4.40	12.50	1.34	1.85
B1172	2.85	154	23	1130	35.40	3.00	16.80	1.72	1.40
<i>Dioscorea esculenta</i>									
E0171	2.49	103	26	1160	35.50	3.50	3.83	0.88	2.65
E0272	2.84	114	27	1240	44.60	3.50	3.80	1.18	2.63
E0373	2.51	99	26	1480	39.60	3.10	4.03	1.17	2.45
E0480	1.86	63	21	1160	37.10	3.80	3.90	1.18	1.64
E0580	2.48	82	32	1350	28.90	2.40	3.95	1.15	1.63
E0680	1.64	71	19	1150	38.90	1.70	3.85	1.30	1.66
<i>Dioscorea liebrechtsiana.</i>									
L0170	1.78	53	26	820	30.10	3.80	2.93	0.96	2.59
L0270	1.70	50	20	700	27.90	5.90	2.41	0.96	2.83
<i>Dioscorea schimperiana.</i>									
S0169	2.43	111	21	1160	33.20	3.30	2.06	1.48	1.94
S0269	2.94	140	65	1150	50.20	4.10	1.37	1.98	2.32
S0370	3.21	125	57	1450	30.10	4.70	2.63	2.13	3.18
S0470	2.70	61	20	1240	33.50	2.70	1.60	1.19	1.96
S0571	3.45	96	84	1350	58.40	3.10	3.04	1.34	3.48
S0671	2.86	138	22	1340	39.30	2.70	1.45	1.78	1.42

## Annexe 2 (suite) Teneurs en éléments minéraux des 98 cultivars analysés.

	Cendres	P.	CA	K	Mg	Fe	Na	Cu	Zn
<i>Dioscorea cayenensis.</i>									
C0169	2.44	125	14	920	21.70	4.40	10.90	1.22	1.47
C0269	2.10	92	11	660	26.20	2.90	12.60	0.78	1.53
C0369	2.18	101	16	570	29.40	5.30	15.80	0.68	1.50
C0469	2.09	102	15	1090	21.70	1.90	7.50	1.11	1.28
C0569	2.42	69	25	730	22.20	3.60	11.80	0.43	1.60
C0669	2.64	68	15	720	20.60	3.20	18.80	0.83	1.22
C0769	2.58	73	13	940	20.40	2.00	12.80	0.73	1.04
C0870	3.59	65	28	1450	23.80	2.40	17.80	0.99	0.85
C0970	2.06	100	8	790	21.40	1.70	7.30	1.36	0.91
C1070	1.95	112	10	590	27.90	5.90	12.50	0.64	1.73
C1170	1.92	111	13	820	19.60	3.20	12.30	0.91	1.56
C1270	2.35	97	19	1090	22.30	0.80	17.20	0.91	1.52
C1370	2.26	94	8	1080	21.10	2.20	18.80	0.83	1.58
C1570	2.41	94	16	820	25.50	3.10	16.90	1.06	1.62
C1670	2.28	92	16	600	26.90	3.60	11.30	1.18	1.55
C1770	2.18	99	14	920	26.40	2.90	11.90	0.78	1.31
C1970	1.98	82	10	920	20.10	2.60	9.20	1.21	2.02
C2015	2.23	98	10	950	23.60	0.70	9.10	0.92	1.15
<i>Dioscorea rotundata.</i>									
R0169	3.85	101	12	1740	51.90	10.30	12.80	0.80	0.99
R0569	2.39	77	17	930	39.30	4.70	13.40	0.82	0.78
R0670	1.71	82	14	1000	48.00	2.60	12.90	1.20	1.84
R0770	1.73	108	36	730	69.70	2.50	12.60	2.16	2.16
R0871	1.35	114	27	780	47.00	6.20	11.50	1.82	1.65
R0971	2.27	67	15	870	72.50	3.80	13.10	0.73	0.92
R X	2.84	109	12	1200	54.60	5.40	16.70	0.85	1.22
R Y	2.70	99	15	1140	65.70	6.60	12.20	0.93	1.07
R Z	2.85	89	11	1220	26.70	7.20	11.00	0.98	1.06
<i>Dioscorea dumetorum.</i>									
D0169	3.31	187	54	1120	81.10	2.90	13.60	0.71	1.56
D0269	2.79	183	72	1010	34.40	2.70	19.70	1.50	1.94
D0369	2.98	169	24	1250	58.30	4.30	20.60	1.75	2.03
D0469	3.71	131	26	1270	54.20	12.60	9.00	1.93	1.94
D0569	2.61	166	37	2030	58.10	9.10	21.00	2.18	2.18
D0669	2.75	176	39	1240	30.90	4.40	16.40	1.95	2.21
D0769	3.47	166	47	1030	59.10	4.00	8.10	0.63	1.97
D0869	2.25	156	31	560	44.90	2.70	10.80	0.76	1.63
D0969	3.41	147	48	1340	57.20	5.40	15.70	0.78	0.89
D1069	2.67	201	73	880	64.10	18.70	17.30	0.98	1.89
D1170	3.85	135	26	1550	80.00	5.80	18.90	1.12	1.89
D1370	2.18	156	30	950	51.30	2.20	19.30	0.83	1.89
D1472	2.29	179	59	840	82.10	9.00	13.20	0.95	1.83
D1572	2.01	143	36	830	66.90	9.10	18.70	0.74	2.98
D1672	3.41	125	33	820	47.50	4.50	11.50	0.64	2.26
D1772	3.41	162	30	1280	62.00	6.50	11.00	0.85	1.28
D1872	2.81	180	39	1040	53.90	2.20	18.30	1.07	1.85



Annexe 2 (suite) Teneurs en éléments minéraux des 98 cultivars analysés.

	Cendres	P	Ca	K	Mg	Fe	Na	Cu	Zn
D1975	2.02	167	35	580	49.30	11.30	18.20	0.61	1.69
D2075	3.26	186	49	1380	62.40	6.70	18.30	0.95	2.28
D2175	1.75	152	41	490	59.80	8.60	16.50	0.66	1.77
D X	3.38	118	23	1150	50.80	6.20	8.60	0.75	1.84
D Y	2.61	165	69	860	54.40	11.30	17.40	0.66	2.01
D Z	1.95	145	41	600	51.00	3.40	23.40	0.68	1.51

Cendres : en G. pour 100 g. de matière sèche.

Éléments minéraux : en mg. pour 100 g. de matière sèche.

2. Teneurs moyennes en cendres et en éléments minéraux des différentes espèces.

Les teneurs moyennes en cendres et en éléments minéraux de chaque espèce et de l'ensemble des cultivars sont données dans les tableaux 1 et 2.

Tableau 1 : Composition moyenne en cendres, phosphore, calcium, potassium, et magnésium des espèces d'ignames cultivées au Cameroun.

	Cendres (1)	Phosphore (2)	Calcium (2)	Potassium (2)	Magnésium (2)
<i>Dioscorea alata</i>	3,09 ± 0,15 23,0	116 ± 5 19,3	24,1 ± 2,0 39,5	1350 ± 60 21,1	27,2 ± 0,9 15,7
<i>Dioscorea bulbifera</i>	3,35 ± 0,15 14,5	127 ± 6 13,7	23,2 ± 0,8 10,5	1170 ± 40 9,6	29,5 ± 1,5 16,1
<i>Dioscorea cayenensis</i>	2,31 ± 0,09 16,4	93 ± 4 17,5	14,5 ± 1,3 36,7	870 ± 60 25,4	23,4 ± 0,7 12,7
<i>Dioscorea dumetorum</i>	2,82 ± 0,13 21,9	161 ± 5 13,3	41,8 ± 3,2 35,9	1050 ± 80 34,0	57,1 ± 2,7 22,3
<i>Dioscorea esculenta</i>	2,30 ± 0,19 19,7	89 ± 9 22,4	25,2 ± 1,9 18,4	1260 ± 60 10,6	37,4 ± 2,2 13,9
<i>Dioscorea liebrechtsiana</i>	1,74	52	23,0	760	29,0
<i>Dioscorea rotundata</i>	2,41 ± 0,25 31,6	94 ± 6 17,1	17,7 ± 2,8 47,4	1070 ± 110 28,8	52,8 ± 5,0 28,1
<i>Dioscorea schimperiana</i>	2,93 ± 0,15 12,4	112 ± 13 26,8	44,8 ± 11,3 61,5	1280 ± 50 9,3	40,8 ± 4,6 27,4
Ensemble des données	2,77 ± 0,07 24,7	118 ± 4 28,6	27,1 ± 1,6 56,7	1120 ± 40 27,9	37,6 ± 1,7 42,5
Complexe <i>D. cayenensis-rotundata</i>	2,35 ± 0,10 22,3	93 ± 4 17,0	15,0 ± 1,3 41,9	940 ± 60 28,3	33,2 ± 3,2 49,8

(1) en g. pour 100 g. de matière sèche.

(2) en mg. pour 100 g. de matière sèche.

Moyenne ± écart-type de la moyenne. Coefficient de variation.

Tableau 2 : Composition moyenne en fer, sodium, cuivre et zinc des espèces d'ignames cultivées au Cameroun.

	Fer	Sodium	Cuivre	Zinc
<i>Dioscorea alata</i>	4,29 ± 0,78 87,1	8,8 ± 1,0 52,3	0,86 ± 0,05 24,6	1,47 ± 0,12 39,2
<i>Dioscorea bulbifera</i>	4,40 ± 0,47 35,6	15,2 ± 1,0 21,0	1,47 ± 0,06 12,6	1,76 ± 0,08 13,7
<i>Dioscorea cayenensis</i>	2,91 ± 0,33 46,8	13,0 ± 0,9 15,9	0,92 ± 0,06 25,8	1,36 ± 0,08 24,0
<i>Dioscorea dumetorum</i>	6,68 ± 0,85 61,0	15,9 ± 0,9 27,2	1,03 ± 0,1 46,7	1,88 ± 0,09 21,1
<i>Dioscorea esculenta</i>	3,00 ± 0,32 26,6	3,9 ± 0,4 22,0	1,14 ± 0,06 12,2	2,11 ± 0,22 24,5
<i>Dioscorea liebrechtsiana</i>	4,85	2,7	0,96	2,71
<i>Dioscorea rotundata</i>	5,48 ± 0,82 44,9	12,9 ± 0,6 12,4	1,14 ± 0,17 44,3	1,30 ± 0,16 36,2
<i>Dioscorea schimperiana</i>	3,43 ± 0,33 23,5	2,0 ± 0,3 33,8	1,65 ± 0,15 22,5	2,38 ± 0,33 33,3
Ensemble des données	4,60 ± 0,32 68,7	11,5 ± 0,6 49,2	1,07 ± 0,05 37,4	1,69 ± 0,06 33,4
Complexe <i>D. cayenensis-rotundata</i>	3,77 ± 0,42 57,0	13,0 ± 0,6 24,2	0,99 ± 0,07 35,8	1,34 ± 0,08 27,8

en mg. pour 100 g. de matière sèche.

Moyenne ± écart-type de la moyenne. Coefficient de variation.

Conformément aux recommandations de certains auteurs faisant suite à des observations morpho-botaniques (DUMONT, 1977 ; MARTIN et RHODES, 1978) et à des études chimio-taxonomiques (MIEGE, 1982), les cultivars de *D. cayenensis* et *D. rotundata* ont été regroupés au sein d'un même groupe complexe pour lequel les teneurs moyennes ont également été calculées. Il est à noter que seules les teneurs en fer et en magnésium de *D. cayenensis* et *D. rotundata* diffèrent significativement ( $P < 0,05$ ).

Les variabilités intra-spécifiques sont généralement plus élevées pour les teneurs en fer et en calcium ; par ailleurs, la variabilité intra-spécifique de la plupart des teneurs mesurées est particulièrement forte pour *D. alata* ce qui souligne la grande hétérogénéité de cette espèce.

L'étude de la signification des différences entre moyennes calculées pour *D. alata*, *D. bulbifera*, *D. dumetorum*, *D. esculenta*, *D. schimperiana* et pour le complexe *D. cayenensis* - *D. rotundata* (tableau 3) montre que :

- les teneurs moyennes obtenues pour *D. dumetorum* et le groupe complexe *D. cayenensis* - *D. rotundata* sont celles qui se différencient le plus des valeurs calculées pour les autres espèces

Tableau 3 : Niveau de signification des différences observées entre les moyennes par espèce (comparaison des moyennes prises deux à deux par le test t de STUDENT ou par le test de MANN-WHITNEY).

		Dioscorea alata	Dioscorea bulbifera	Complexe D. cayenensis rotundata	Dioscorea dumetorum	Dioscorea esculenta
Dioscorea schimperiana	NS (t) (MW)	CE K P Ca Fe	CE P K Fe Ca Cu Zn	Fe Mg	CE Ca Fe	K Mg Fe P Ca Zn
	5% (t) (MW)		Mg	CE P	Zn K	CE
	1% (t) (MW)	Zn Mg Na Cu	Na	Zn Ca K Na Cu	P Mg Na Cu	Na Cu
Dioscorea esculenta	NS (t) (MW)	K Ca Fe	K Fe Ca Zn	CE P Mg Fe Cu	CE K Cu Zn	
	5% (t) (MW)	CE P			Fe	
	1% (t) (MW)	Mg Na Cu Zn	CE Na P Mg Cu	Na Ca K Zn	Mg Na Ca P	
Dioscorea dumetrum	NS (t) (MW)	CE Cu	Na K Fe Zn	K Cu		
	5% (t) (MW)	Fe	CE			
	1% (t) (MW)	K Zn P Ca Mg Na	P Ca Mg Cu	CE P Zn Na Ca Fe Mg		
Complexe D. cayenensis- rotundata	NS (t) (MW)	Zn Fe Mg Cu	Na Fe Mg			
	5% (t) (MW)					
	1% (t) (MW)	CE P Ca K Na	CE P Ca K Cu Zn			
Dioscorea bulbifera	NS (t) (MW)	CE P Ca K Mg Fe				
	5% (t) (MW)	Zn				
	1% (t) (MW)	Cu Na				

CE : Cendres  
P : Phosphore  
Ca : Calcium  
K : Potassium  
Mg : Magnésium  
Fe : Fer  
Na : Sodium  
Cu : Cuivre  
Zn : Zinc

• les teneurs en phosphore, sodium, magnésium et calcium sont les variables les plus discriminantes,

• des différences significatives de teneur en fer n'apparaissent que dans 3 comparaisons sur 15 ; les contaminations dues à la poussière, en augmentant la variabilité liée aux conditions de préparation des échantillons et de réalisation des dosages, contribuent probablement à masquer d'éventuelles différences inter-spécifiques de teneur en fer

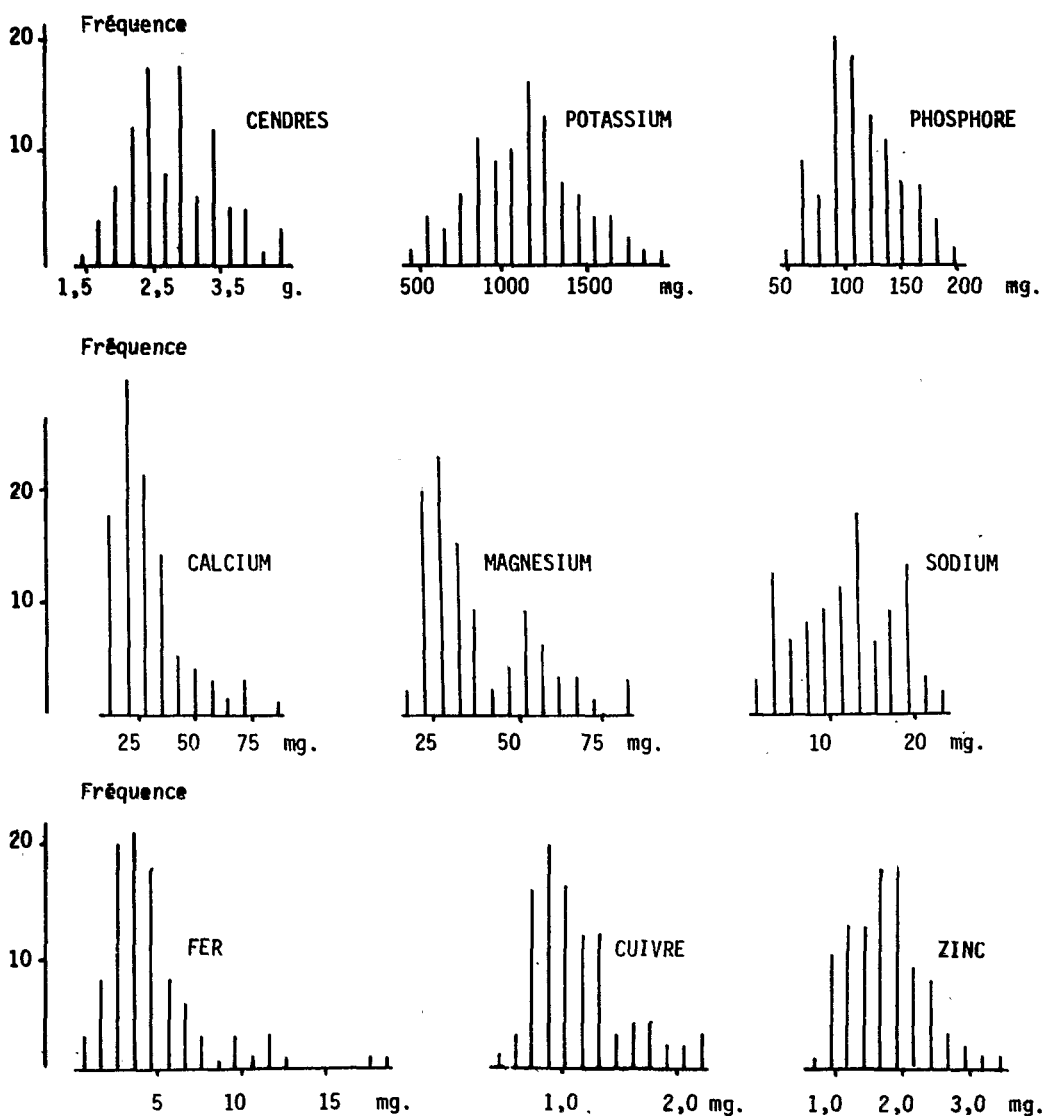


Figure 1 : Histogrammes de la distribution des teneurs en cendres et éléments minéraux des 98 cultivars d'ignames.

La comparaison des moyennes obtenues par espèce avec les résultats de différents auteurs révèle :

- une assez bonne concordance avec les valeurs publiées par BAQUAR et OKE (1977), BELL (1983) et HLADIK *et al.* (1984) pour le calcium, le potassium, le sodium et le zinc ;

- que les teneurs en phosphore que nous avons mesurées sont inférieures à celles données par la table FAO (1968), par BERGERET et MASSEYEFF (1958) et par BAQUAR et OKE (1977) mais peu comparables à celles de BELL (1983) et de HLADIK *et al.* (1984) ;

- que les teneurs en magnésium mesurées sont inférieures à celles publiées par BELL (1983) et HLADIK *et al.* (1984) mais différentes de celles de BAQUAR et OKE (1977)

- que les teneurs en fer obtenues sont généralement supérieures à celles des autres auteurs ;

• que les teneurs en cuivre mesurées sont supérieures à celles obtenues par BELL (1983) mais très voisines de celles de BAQUAR et OKE (1977).

Sauf pour le fer, pour le dosage duquel il est probable que les précautions prises n'aient pas été suffisantes pour éviter les contaminations par la poussière fortement chargée en fer, il n'y a pas d'écart systématique entre nos valeurs et celles de l'ensemble des autres travaux publiés. Par contre, pour certains éléments, il existe des écarts systématiques entre nos résultats et ceux de l'un ou l'autre des auteurs : l'utilisation de méthodes différentes d'analyse en est probablement la cause la plus fréquente.

La signification des différences entre les moyennes que nous avons obtenues pour *D. alata*, *D. dumetorum* et le complexe *D. Cayenensis* -- *D. rotundata* et celles données par BAQUAR et OKE (1977) pour les mêmes espèces a pu être testée : le tableau 4 montre qu'il existe, pour chaque espèce, des différences notables de teneurs minérales entre les cultivars du Nigéria et du Cameroun. Néanmoins, le nombre d'éléments minéraux présentant des différences significatives de teneur entre les cultivars collectés dans les deux pays est plus faible pour *D. dumetorum* que pour les deux autres espèces.

Tableau 4 : Comparaison des teneurs en éléments minéraux de cultivars du Cameroun (CAM.) et du Nigéria (NIG.) pour trois espèces différentes d'ignames (test de STUDENT ou de MANN -WHITNEY).

	Dioscorea alata			D. cayenensis – D. rotundata			Dioscorea dumetorum		
	CAM.	NIG.	Sig.	CAM.	NIG.	Sig.	CAM.	NIG.	Sig.
Phosphore	116	161	1%	93	199	1%	161	221	1%
Calcium	24,1	17,3	1%	15,6	28,8	1%	41,8	33,7	NS
Potassium	1310	1350	NS	940	1120	5%	1050	1000	NS
Magnésium	27,2	25,9	NS	33,2	32,5	NS	57,1	47,3	NS
Fer	4,29	2,36	5%	3,77	2,61	5%	6,68	6,30	NS
Sodium	8,8	13,3	1%	13,0	11,4	NS	15,9	14,5	NS
Cuivre	0,86	1,10	1%	0,99	11,08	NS	1,03	1,41	5%
Zinc	1,47	1,26	NS	1,34	1,50	NS	1,88	1,70	NS

en mg. pour 100 g. de matière sèche.

Sig : niveau de signification (NS = non significatif).

### 3. Etude des différences de composition minérale entre espèces d'ignames par analyses multidimensionnelles.

3.1. L'analyse en composantes principales permet de condenser les informations qui découlent de la détermination de la composition minérale de l'ensemble des cultivars. Les deux premières composantes principales expliquent respectivement 33,0 et 19,9% de la variance totale et définissent donc un plan permettant de prendre en compte plus de la moitié de la variabilité.

La représentation dans ce plan des projections des axes définis par chaque variable montre l'existence de corrélations entre les teneurs en phosphore, calcium, magnésium et fer qui sont les variables les plus influentes pour la détermination du premier axe principal et l'absence de liaisons notables entre les autres variables.

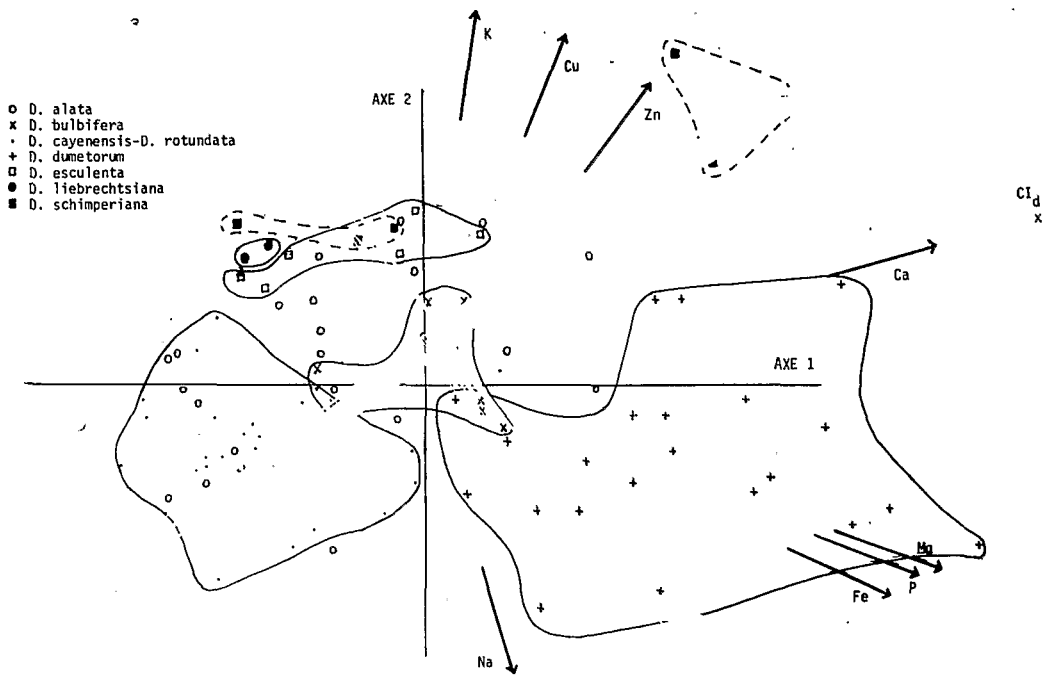


Figure 2 : Analyse en composantes principales : représentation des individus et directions des projections des axes définis par chaque variable (les teneurs en chacun des 8 éléments minéraux) sur le plan déterminé par les deux premiers axes principaux.

La représentation simultanée des individus permet d'observer :

- la localisation dans les zones bien circonscrites des cultivars de *D. bulbifera*, *D. esculenta* et *D. liebrechtsiana* qui témoigne de la faible variabilité intra-spécifique de la composition minérale de ces espèces ,
- la répartition des cultivars de *D. schimperiana* dans deux zones bien distinctes montrant ainsi l'existence au sein de cette espèce de deux groupes de cultivars se distinguant principalement par leurs teneurs en zinc et en calcium ;
- la grande dispersion des cultivars de *D. alata* qui traduit la grande hétérogénéité de cette espèce .
- la nette séparation entre les cultivars de *D. dumetorum* et ceux du complexe *D. cayenensis* - *D. rotundata* en raison de leurs différences notables des teneurs en phosphore, calcium et magnésium ; notons, toutefois, que deux cultivars de *D. rotundata* se distinguent assez nettement des autres cultivars du complexe *D. cayenensis* - *D. rotundata*.

L'analyse factorielle discriminante permet de mettre en évidence les différences de composition minérale entre les espèces.

La représentation dans le plan défini par les deux premiers axes discriminants qui expliquent respectivement 35,5 et 27,2 % de l'inertie, confirme l'hétérogénéité des espèces *D. alata* et *D. schimperiana* et permet d'observer une nette séparation entre les cultivars de *D. dumetorum* et de *D. esculenta* et du complexe *D. cayenensis* - *D. rotundata*.

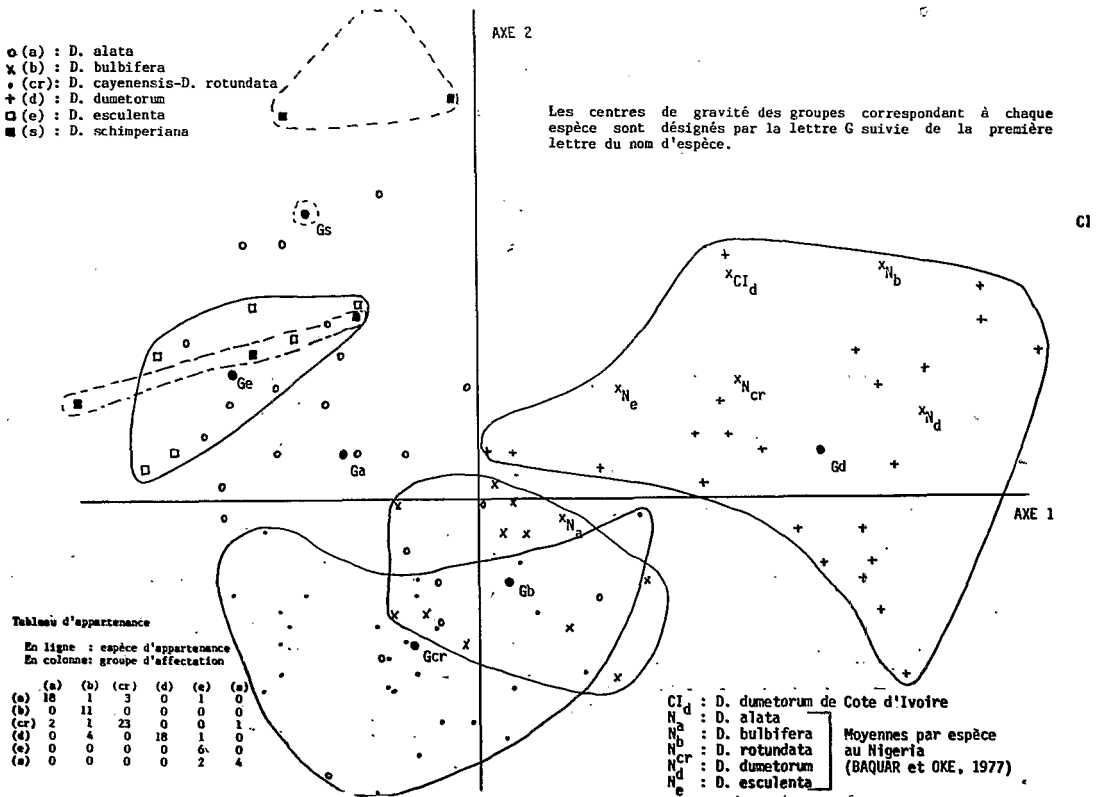


Figure 3 : Analyse factorielle discriminante : représentation des individus dans le plan défini par les deux premiers axes discriminants.

Les données relevées dans le tableau d'appartenance permettent de compter les cultivars de chaque espèce affectés au groupe correspondant à leur espèce : 18 sur 23 pour *D. alata* ; 11 sur 11 pour *D. bulbifera* ; 23 sur 27 pour *D. cayenensis* - *D. rotundata* ; 18 sur 23 pour *D. dumetorum* ; 6 sur 6 pour *D. esculenta* ; 4 sur 6 pour *D. schimperiana*. 80 cultivars sur 96 (83,3%) se retrouvent donc bien classés dans les groupes définis par calcul à partir de la composition minérale de la totalité des cultivars de chaque espèce.

La mauvaise séparation observée sur la figure 3 entre les cultivars de *D. bulbifera* et de *D. cayenensis* - *D. rotundata* n'est qu'apparente : en réalité, dans l'espace à 5 dimensions, les nuages de points représentant les cultivars des deux espèces sont distincts. Par contre, la superposition des projections des nuages de points correspondant aux cultivars de *D. esculenta* et *D. schimperiana* reflète le fait que deux cultivars de *D. schimperiana* sont plus proches du centre de gravité de l'espèce *D. esculenta* que du centre de gravité qu'ils définissent avec les quatre autres cultivars appartenant à la même espèce.

Sur le plan défini par les deux premiers axes discriminants, plusieurs variétés supplémentaires ont été représentées : les deux formes sauvages de *D. dumetorum* récoltées en Côte d'Ivoire ont une composition minérale voisine de celle des cultivars de *D. dumetorum* cultivés au Cameroun ; les points représentant les moyennes obtenues pour plusieurs espèces au Nigéria (BAQUAR et OKE, 1977) sont, sauf pour *D. dumetorum*, très éloignés des centres de gravité définis à l'aide des cultivars camerounais des espèces correspondantes.

Les tests de HOTELLING (tableau 5) montrent que les compositions minérales des 6 espèces considérées précédemment sont toutes significativement différentes entre elles sauf celles de *D. esculenta* et de *D. schimperiana*. Les valeurs des distances généralisées de MAHALANOBIS permettent de comparer l'importance de ces différences :

Tableau 5 • Valeur de la distance généralisée de MAHALANOBIS et test multidimensionnel d'égalité des moyennes entre les espèces prises deux à deux (les variables prises en compte sont les teneurs en chacun des 8 éléments minéraux).

		Dioscorea alata	Dioscorea bulbifera	Complexe D. cayenensis rotundata	Dioscorea dumetorum	Dioscorea esculenta
Dioscorea schimperiana	D <sup>2</sup> P	40,3 < 0,0001	35,3 = 0,0026	28,8 < 0,0001	27,9 < 0,0001	64,6 = 0,0653
Dioscorea esculenta	D <sup>2</sup> P	18,2 = 0,0001	37,5 = 0,0021	29,2 < 0,0001	26,5 < 0,0001	
Dioscorea dumetorum	D <sup>2</sup> P	29,5 < 0,0001	9,6 = 0,0001	19,4 < 0,0001		
Complexe D. cayenensis- rotundata	D <sup>2</sup> P	7,2 < 0,0001	11,5 < 0,0001			
Dioscorea bulbifera	D <sup>2</sup> P	35,8 < 0,0001				

D<sup>2</sup> : Distance généralisée de MAHALANOBIS

P : Probabilité d'erreur en rejetant l'hypothèse d'égalité des moyennes par le test de HOTELLING.

• la composition minérale moyenne de *D. schimperiana* est celle qui s'écarte le plus de celle des autres espèces même si le faible effectif et la variabilité intra-spécifique élevée de cette espèce font en sorte que le niveau de signification des différences avec certaines espèces ne soit pas très élevé.

• si l'on considère les trois principales espèces dont les effectifs sont comparables, on observe que les compositions minérales de *D. alata* et de *D. cayenensis* - *D. rotundata* bien que significativement différentes, ne sont pas très éloignées (D<sup>2</sup> = 7,2) mais que, par contre, la composition minérale de *D. dumetorum* diffère notablement de celle de *D. alata* (D<sup>2</sup> = 29,5) et de *D. cayenensis* - *D. rotundata* (D<sup>2</sup> = 19,4);

• Les organes comestibles de *D. bulbifera* qui se distinguent par le fait que ce sont des bulbilles aériens et non pas des tubercules souterrains, ont une composition minérale qui diffère assez peu de celle des tubercules de *D. dumetorum* (D<sup>2</sup> = 9,6) et de *D. cayenensis* - *D. rotundata* (D<sup>2</sup> = 11,5).

## CONCLUSION

Il existe des différences importantes de composition minérale entre les organes comestibles des différentes espèces d'ignames cultivées au Cameroun. Les teneurs en phosphore, sodium, magnésium et calcium sont celles qui différencient le mieux les espèces. La variabilité intra-spécifique est particulièrement importante pour l'espèce *D. alata*.

Les différences notables de composition minérale entre cultivars du Nigéria et du Cameroun appartenant à de même espèces témoignent de l'importance des conditions écologiques et/ou de l'influence des traditions culturelles au cours de l'évolution qui aboutit à l'individualisation des cultivars.



Les répercussions de ces variabilités intra et inter-spécifiques de la composition minérale sur la valeur nutritionnelle des tubercules sont difficiles à apprécier compte tenu du fait que ces tubercules ou bulbilles sont, le plus souvent, consommés avec des sauces susceptibles de compléter les éléments minéraux déficients et que l'absorption et les besoins des individus sont très variables. Toutefois, si l'on se réfère aux apports habituellement recommandés (PASSMORE et al., 1974), on s'aperçoit que l'élément limitant est de loin le calcium : 250 g de matière sèche d'igname qui fournissent approximativement 1000 Kcal, ne couvrent selon les espèces, que de 9 % (complexe *D. cayenensis* - *D. rotundata*) à 28 % (*D. schimperi*) des besoins journaliers estimés à 400 mg.

La comparaison des résultats obtenus aux données publiées dans les tables de composition des aliments, notamment la table de la FAO (1968) à l'usage de l'Afrique, met en évidence des écarts importants : dans cette table, les teneurs moyennes mesurées sur une douzaine de cultivars, sont de 167 et 197 mg pour 1000 g. de matière sèche, respectivement, pour le calcium et le phosphore, soit des valeurs 6,2 et 1,7 fois supérieures à nos moyennes obtenues sur 98 cultivars et conformes à celles d'autres auteurs (BAQUAR et OKE 1977 ; HLADIK et al., 1984). Il apparaît donc comme nécessaire de compléter et corriger les tables de composition actuellement utilisées en prenant compte, pour des plantes alimentaires aussi diversifiées que les ignames, non seulement les variabilités intra et inter-spécifiques mais aussi, la variabilité due à la diversité des conditions écologiques et des habitudes culturelles d'une région à une autre.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs sont reconnaissants à Messieurs LYONGA, AYUK-TAKAM, AMBE TUMANTE et PFEIFFER de leur avoir fourni les échantillons de tubercules à partir des collections des stations agronomiques de l'Institut de la Recherche Agronomique du Cameroun et à Madame TROUSLOT (Orstom) pour leur avoir envoyé les deux formes sauvages de *D. dumetorum* de Côte d'Ivoire.

## BIBLIOGRAPHIE

- BAQUER S. R. et OKE O. L., (1977) — Mineral constituents of nigerian yams. *Nutr. Rep. Int.*, vol. 15, 265-272.
- BELL A., (1983) — Mineral content of yam tubers : raw, boiled and as flour. Dans : *Tropical Root Crops : production and uses in Africa*. TERRY E. R., DOKU E. V., ARENE O. B. et MAHUNGU N. M., éd., IDRC-221e, Ottawa, Canada, pp. 157-160.
- BERGERET B. et MASSEYFF R. (1958) — Composition chimique de quelques aliments peu connus du Cameroun. *Qualitas plantarum et materiae vegetabiles*, vol. 3/4, pp. 202-209.
- COURSEY D.G., (1972) — The civilization of the yam : interrelationships of man and yams in Africa and the indo-pacific region. *Archaeol. Phy. Anthropol. Oceania*, vol. 7, pp. 215-233.
- DAGNELIE P., (1975) — Analyse statistique à plusieurs variables. Les presses agronomiques de Gembloux, éd.
- DUMONT R., (1977) — Etude morpho-botanique des ignames cultivées au Benin. *Agr. Trop.*, vol. 32, pp. 225-241.
- F.A.O., (1966) — Food composition table for use in Africa, Rome, Italie.

- GUEGUËN L. et ROMBAUTS P., (1961) — Dosage du sodium, du potassium, du calcium et du magnésium par spectrophotométrie de flamme dans les aliments, le lait et les excréta. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, vol. 1, pp. 80-97.
- HLADIK A. BAHUGHET S., DUCATILLION C. et HLADIK C. M., (1984) — Les plantes à tubercules de la forêt dense d'Afrique Centrale. *Rev. Ecol. (Terre et vie)*, vol. 39, pp. 249-290.
- JACQUES-FELIX H., (1947) — Ignames sauvages et cultivées au Cameroun. *Rev. Bot. Appl. Agric. Trop.*, vol. 27, pp. 119-133.
- LYONGA S. N. et AYUK-TAKAM J., (1982) — Investigations on selection and production of edible yams (*Dioscorea Spp.*) in the western highlands of the United Republic of Cameroon. Yams — Ignames, MIEGE J. et LYONGA S. N., éd., Clarendon press Oxford, pp. 161-172.
- MARTIN F. W. et RHODES A. M. (1978) — The relationship of *Dioscorea cayenensis* and *D. rotundata*. *Trop. Agric. (Trinidad)*, vol. 55, pp. 193-206.
- MIEGE J., (1982) — Etude chimiotaxonomique de dix cultivars de Côte d'Ivoire relevant du complexe *Dioscorea cayenensis* — *D. rotundata*. Yams — Ignames, MIEGE J. et LYONGA S. N., éd., Clarendon Press Oxford, pp. 197-231.
- PASSEMORE R., NICOL B. M., NARAYANARAO M., BEATON G. H. et DEMAYER E. M., (1974) — Manuel sur les besoins nutritionnels de l'homme. *Org. Mond. Santé ser. Monogr.*, n° 61, pp. 1-64.
- PINTA M., (1971) — *Spectrométrie d'absorption atomique*. t II. Application à l'analyse chimique. MASSON et Cie, éd., Paris, pp. 494-500 & 529-532.
- STUFFINS C. B., (1967) — The determination of phosphate and calcium in feeding-stuffs. *The Analyst*, vol. 92, pp. 107-111.
- TRECHE S., GALLON G. et JOSEPH A. (1982) — Evolution des teneurs en éléments minéraux 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)*, n° 3, pp. 71- 82.
- WAITT A. W., (1963) — Yams *Dioscorea* species. *Field Crop Abstr.*, vol. 16, pp. 145-157.