

INFLUENCE DU LIEU DE CULTURE ET DE LA
VARIETE SUR LA VALEUR NUTRITIONNELLE
DE LA POMME DE TERRE AU CAMEROUN

*S. TRECHE**
*T. AGBOR EGBE**

RESUME

VAKIS (1978) à Chypre ont mis en évidence que le lieu de culture était un facteur de variation plus important que la variété pour la teneur en matière sèche et les teneurs en glucides de faible poids moléculaire ; IRITANI et WELLER (1977), SOWOKINOS (1978), FAULKS et GRIFFITHS (1983) ont insisté sur le fait que les différences observées pouvaient se répercuter sur l'aptitude à la conservation, certaines propriétés physiques au cours des transformations technologiques et l'acceptabilité de produits comme la purée ou les chips.

En zone tropicale, l'altitude en faisant varier la température qui est un facteur déterminant au moment de la tubérisation (HAY et ALLEN, 1978 ; MENZEL, 1981) et qui influe sur les réactions de la photosynthèse (SMILLIE et *al.*, 1983) joue un rôle important. L'Institut de la Recherche Agronomique (IRA) du Cameroun ayant entrepris des essais en vue de juger de l'adaptabilité d'une vingtaine de variétés aux conditions écologiques liées à l'altitude des champs d'expérimentation, nous avons étudié simultanément les variations de composition chimique des tubercules.

Compte tenu de l'existence d'une variabilité inter-site et intervariétale, nous avons recherché les corrélations entre les différentes variables en vue d'établir des relations permettant d'estimer rapidement les principaux paramètres de la valeur nutritionnelle de tubercules cultivés dans des conditions écologiques peu différentes de celles prises en considération dans les essais agronomiques de l'I.R.A.

MATERIELS ET METHODES

Variétés et lieux de culture

19 variétés cultivées dans 4 localités différentes (Modellé, 400 m d'altitude ; Befang, 700 m ; Babungo, 1176 m ; Bambui, 1600 m) ont servi aux analyses.

Pour chaque variété et chaque lieu de culture un échantillon de 10 tubercules nous a été fourni par les chercheurs de l'I.R.A.

Les quantités reçues ne nous ont pas permis d'effectuer l'ensemble des analyses sur tous les échantillons.

4 variables (poids moyen des tubercules, rendement à l'épluchage, teneur en matière sèche et en protéines brutes) ont été enregistrées pour les quatre sites sur 17 variétés (REGALE, 720057/CEX 691, 720045/ADZIMBA, ISNA, 573275/ASN 691, CLAUSTA, CONDEA, DATURA, LOCAL BAMBILI, SPUNTA, 800212/ BR 635, 720084, DESIRE, 277851/7, AULA, PALMA, COSIMA). La détermination plus complète de la composition chimique n'a pu se faire que sur 19 variétés (2407/ EX SANTA et IRENE en plus des variétés déjà citées) cultivées à Befang, Babungo et Bambui.

Conditionnement des échantillons

Les échantillons choisis parmi les tubercules récoltés le 23 août 1983 sont parvenus au laboratoire dans les 48 heures. Chaque lot de 10 tubercules a été pesé, épluché à la main, repesé pour calculer le rendement à l'épluchage, et découpé en petits dés. Une partie a servi à la détermination de la teneur en matière sèche par dessiccation en étuve à 104°C pendant 48 h ; le reste a été congelé avant d'être séché en étuve à vide à une température inférieure à 60°C et broyé dans un broyeur à percussion de type DANGOUMILL 300.

Techniques d'analyse

Sur les poudres obtenues après broyage, on a déterminé :

- les teneurs en matière sèche, cendres, et protéines brutes (N x 6,25) suivant les méthodes officielles d'analyses ;

- la teneur en amidon par la méthode polarimétrique d'EWERS (ISO/TC. 1966) ;

- la teneur en glucides solubles dans l'alcool à 80°GL après deux extractions à chaud et une à froid par la méthode colorimétrique à l'antrone de HODGE et HOFREITER (1962) ;

- le glucose libre, le saccharose et le fructose total dans l'extrait alcoolique à 80°GL selon les méthodes proposées par JOHNSON et *al.* (1964) ;

- l'indigestible glucidique par la technique de GUILLEMET et JACQUOT (1943) ;

- le Calcium en utilisant un photomètre de flamme (GUEGUEN et ROMBAUTS: 1961) ;

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

La valeur énergétique utile en kilocalories des tubercules a été calculée à partir des coefficients de MERRIL et WATT (1955) en prenant comme teneur moyenne en lipides 0,5 pour cent.

Méthodes d'analyses statistiques (SNEDECOR et COCHRAN, 1971)

La signification des différences entre lieux de culture et variétés a été déterminée par calcul du F de Fischer et de la plus petite différence significative (analyse

Tableau 1 : Influence du lieu de culture sur la composition chimique des tubercules de pomme de terre.

Site		Modelle (400 m alt.)	Befang (700 m alt)	Babungo (1180 m alt)	Bambui (1600 m alt)	Nombre de variétés	Niveau de signi- fication
Rendement à l'épluchage %		72,8 ± 1,5 ^a	74,6 ± 0,9 ^{ab}	77,7 ± 1,1 ^b	77,9 ± 1,7 ^b	17	p < 0,01
Matière sèche	(1)	15,4 ± 0,4 ^a	15,4 ± 0,3 ^a	19,6 ± 0,5 ^b	19,9 ± 0,3 ^b	17	p < 0,001
Protéines brutes	(1)	2,09 ± 0,05 ^a	1,92 ± 0,04 ^b	2,04 ± 0,06 ^a	1,84 ± 0,04 ^b	17	p < 0,05
	(2)	13,7 ± 0,5 ^a	12,6 ± 0,3 ^b	10,5 ± 0,4 ^c	9,2 ± 0,3 ^d	17	p < 0,05
Cendres	(1)	N.D.	0,82 ± 0,02 ^a	0,86 ± 0,03 ^a	0,74 ± 0,02 ^b	19	p < 0,001
	(2)	N.D.	5,34 ± 0,15 ^a	4,34 ± 0,17 ^b	3,68 ± 0,11 ^c	19	p < 0,001

cendres, calcium, amidon et sur le contenu énergétique de la matière brute. Il est probable que si le dispositif avait prévu un plus grand nombre de sites avec plusieurs répétitions dans chaque site, l'analyse de variance aurait permis de mettre en évidence non seulement des différences intervariétales plus marquées mais aussi une interaction entre le site et la variété indiquant d'une adaptation différente des variétés à chaque site.

Les valeurs obtenues sont légèrement inférieures (matière sèche, calcium), comparables (phosphore, cendres, amidon) ou supérieures (protéines brutes) à celles données par les auteurs pour les tubercules cultivés en zone tempérée (TOMA et al., 1978 ; LARSSON et al., 1979 ; ORPHANOS, 1980).

Tableau 2. Teneurs en matière sèche, énergie utile, protéines brutes, cendres, calcium et phosphore des différentes variétés

	Matière sèche (1)	Energie utile (2)	Protéines brutes		Cendres		Calcium		Phosphore	
			(1)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(6)	(7)
REGALE	17,5	68,5	2,12	12,4	0,77	4,27	5,16	28,6	18,0	102
720057/CEX691	16,8	62,9	2,06	12,4	0,87	5,20	5,23	31,7	22,5	138
720045/ADZIMBA	18,1	71,0	1,94	11,1	0,73	3,97	4,06	22,3	25,1	139
ISNA	17,2	67,7	2,17	13,1	0,92	5,10	4,41	25,1	34,0	183
573275/ASN 691	17,7	70,2	2,01	11,8	0,85	4,67	4,09	22,3	40,5	231
CLAUSTA	16,8	65,7	1,91	11,6	0,79	4,50	3,96	22,8	39,9	233
CONDEA	17,3	67,3	1,95	11,4	0,89	5,00	4,87	27,6	38,2	223
DATURA	17,7	69,3	2,03	11,7	0,78	4,33	4,72	26,3	23,4	134
LOCAL BAMBILI	18,2	71,1	1,97	11,0	0,80	4,30	4,74	26,0	31,5	173
SPUNTA	17,7	68,6	1,74	10,1	0,73	4,07	5,03	28,6	26,8	150
800212/BR635	17,6	66,9	1,81	10,4	0,82	4,00	4,06	22,5	26,4	157
720084	19,1	71,7	1,93	10,1	0,80	4,23	5,35	28,3	28,4	152
DESIRE	16,0	63,9	1,87	12,2	0,71	4,27	4,79	29,8	30,1	193
277851/7	15,9	60,4	1,85	11,9	0,96	5,93	6,79	42,0	20,7	131
AULA	19,5	79,2	2,00	10,6	0,80	3,97	5,36	27,4	27,1	135
PALMA	17,2	68,2	2,03	12,0	0,74	4,17	4,59	26,3	26,9	152
COSIMA	18,7	71,1	2,08	11,4	0,78	4,20	3,59	20,1	27,8	153
2407/EX SANTA	(19,9)	74,9	(2,16)	(11,0)	0,73	3,70	5,83	30,1	31,9	168
IRENE	(19,1)	71,2	(2,14)	(11,3)	0,87	4,57	3,40	18,1	26,9	147
MOYENNE	17,6	68,9	1,97	11,5	0,81	4,45	4,73	26,7	28,8	163
Plus petite différence significative au niveau 5 %	1,6	6,3	N.S	N.S	0,11	0,26	1,65	9,6	N.S	N.S

(1) en g. p. 100 g. de matière brute comestible (Moyennes obtenues sur 4 sites sauf pour les valeurs entre parenthèses)

(2) en kcal. p. 100 g. de matière brute comestible (Moyennes obtenues sur 3 sites)

(3) en g. p. 100 g. de matière sèche comestible (Moyennes obtenues sur 4 sites sauf pour les valeurs entre parenthèses)

(4) en g. p. 100 g. de matière brute comestible (Moyennes obtenues sur 3 sites)

(5) en g. p. 100 g. de matière sèche comestible (Moyennes obtenues sur 3 sites)

(6) en mg. p. 100 g. de matière brute comestible (Moyennes obtenues sur 3 sites)

(7) en mg. p. 100 g. de matière sèche comestible (Moyennes obtenues sur 3 sites)

Tableau 3. Teneur en glucides des différentes variétés

	Indigestible glucidique		Amidon		Glucides alcoolosolubles		Saccho-rose	Glucose libre	Fructose total
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(2)	(2)	(2)
REGALE	0,67	3,7	13,8	75,0	0,21	1,14	0,22	0,22	0,50
720057/CEX 691	0,64	3,8	14,2	72,5	0,17	0,98	0,40	0,05	0,37
720045/ADZIMBA	0,60	3,3	14,2	75,3	0,12	0,63	0,21	0,05	0,13
ISNA	0,69	3,8	13,5	73,6	0,29	1,64	0,60	0,28	0,56
573275/ASN 691	0,57	3,1	14,6	77,3	0,07	0,37	0,02	traces	0,18
CLAUSTA	0,69	3,9	13,0	73,9	0,14	0,77	0,07	0,17	0,23
CONDEA	0,62	3,5	12,9	71,5	0,19	1,03	0,51	0,03	0,40
DATURA	0,61	3,4	14,0	75,2	0,13	0,68	0,23	0,02	0,29
LOCAL BAMBILI	0,60	3,2	14,2	74,5	0,18	0,94	0,36	0,03	0,38
SPUNTA	0,61	3,4	13,5	73,6	0,06	0,32	0,03	traces	0,08
800212/BR 635	0,53	3,0	13,2	73,5	0,10	0,54	0,17	0,02	0,20
720084	0,67	3,5	14,6	76,7	0,08	0,39	0,05	0,02	0,09
DESIRE	0,60	3,6	13,1	75,1	0,16	0,90	0,26	0,01	0,40
277851/7	0,65	4,0	10,9	66,3	0,23	1,41	0,26	0,04	0,78
AULA	0,64	3,1	16,6	78,5	0,06	0,29	0,02	traces	0,07
PALMA	0,70	4,0	12,7	69,3	0,13	0,71	0,12	0,02	0,29
COSIMA	0,64	3,5	14,3	74,4	0,08	0,39	0,12	0,03	0,13
2407/EX SANTA	0,68	3,5	14,7	73,6	0,10	0,50	0,10	traces	0,17
IRENE	0,76	4,1	13,8	71,9	0,11	0,58	0,08	0,01	0,2
MOYENNE	0,64	3,5	13,7	73,8	0,14	0,75	0,20	0,05	0,29
Plus petite différence significative au niveau 5 %	N.S.	N.S.	1,9	5,4	N.S.	0,62	N.D.	N.D.	N.D.

(1) en g. p. 100 g. matière brute comestible (Moyennes obtenus 3 sites)

(2) en g. p. 100 g. matière sèche comestible (Moyennes obtenues sur 3 sites)

N.S. : non significatif - N.D. : non déterminé.

Liaisons entre les variables étudiées

Les coefficients de corrélation entre les quatre variables mesurées sur les échantillons provenant des quatre lieux de culture sont significatifs au niveau 1 pour cent. (Tableau 4).

Tableau 4. Coefficients de corrélation entre les 4 variables mesurées sur les 4 lieux de culture et pour 17 variétés

		0,88	
[The body of this table is mostly obscured by a large black redaction block]			

En raison des écarts importants observés sur le poids moyen des tubercules, nous avons calculé, pour cette variable constante, les coefficients de corrélation partiels entre les trois autres : la teneur en protéines brutes reste corrélée à la teneur en matière sèche ($r = -0,77$; $p < 0,01$) et le rendement à l'épluchage ($r = -0,30$; $p < 0,05$). Compte tenu de ces liaisons, des équations de régression peuvent être proposées pour estimer de façon rapide la teneur en protéines brutes (Pb) de tubercules cultivés entre 400 et 1600 mètres d'altitude dans des zones d'écologie peu différentes de celles des stations choisies à partir de la teneur en matière sèche (Ms) et du rendement à l'épluchage (Re) :

$$Pb = 24,1 - 0,72 Ms \text{ (69 \% de la variance expliquée)}$$

$$Pb = 29,5 - 0,086 Re - 0,65 Ms \text{ (73 \% de la variance expliquée)}$$

A partir des résultats obtenus sur les tubercules provenant des 3 stations d'altitude les plus élevées on montre que le contenu énergétique (En) de la matière brute comestible est fortement corrélé à la teneur en matière sèche ($r = +0,998$), la teneur en protéines brutes ($r = -0,79$) et la teneur en cendres ($r = -0,83$). La régression simple sur la teneur en matière sèche (Ms) suffit à expliquer 99,7 % de sa variance :

$$En = 4,068 Ms - 6,01$$

Le tableau 5 permet de mettre en évidence de nombreuses corrélations significatives entre les variables prises deux à deux. Toutefois en calculant les coefficients

Teneur en matière sèche	a	n.s.	-0,67	-0,68	-0,80	-0,70	-0,77	+0,77	n.s.	n.s.
	d	n.s.	-0,66	-0,67	-0,79	-0,70	-0,76	+0,77	n.s.	
		Teneur en glucides des alcoolosolubles	Teneur en phosphore	Teneur en calcium	Teneur en cendres	Teneur en indigestibles glucidique	Teneur en protéines brutes	Teneur en Amidon	Rendement à l'épluchage	Poids moyen des tubercules

n.s. : non significatif

a : coefficient de corrélation simple

b : coefficient de corrélation partiel à teneur en matière sèche constante

c : coefficient de corrélation partiel à teneur en matière sèche et poids moyen des tubercules constants.

d : coefficient de corrélation partiel à poids moyen des tubercules constants.

Seuils de signification : 0,26 à 5 p. 100

0,34 à 1 p. 100

0,44 à 1 p. 1000

Des équations de régression simple ou multiple valables pour des tubercules cultivés dans des zones d'écologie peu différentes situées entre 700 et 1600 mètres d'altitude permettent de préciser les relations entre certaines variables et d'estimer certains paramètres de la valeur nutritionnelle :

• La teneur en amidon (Am) peut être estimée à partir de la teneur en protéines

Par contre la corrélation entre teneur en amidon et poids moyen des tubercules (SNYDER et *al.*, 1977) est significative même si l'on élimine la variabilité liée aux variations de teneur en matière sèche.

L'importance des corrélations entre la teneur en matière sèche et les teneurs en différents nutriments de la matière sèche nous a conduit à rechercher si, pour ces dernières variables, le fait d'éliminer la variabilité liée aux variations de teneur en matière sèche en utilisant l'analyse de covariance modifiait la signification des écarts observés (Tableau 6). Des différences significatives entre sites ne subsistent que pour les teneurs en cendres, en éléments minéraux et en protéines brutes (les moyennes ajustées à teneur en matière sèche constante, pour cette dernière variable sont respectivement 12,2 %, 11,1 %, 11,9 % et 10,8 % dans les tubercules récoltés dans les 4 stations prises dans l'ordre d'altitude croissante). L'effet sur la signification des différences intervariétales est beaucoup moins important sauf pour la teneur en amidon.

Tableau 6. Comparaison des valeurs du F de Fischer obtenues dans l'analyse de variance classique et dans l'analyse de la covariance visant à éliminer la variabilité liée aux variations de teneur en matière sèche

Source de variation	SITE		VARIETES		
	Test F des	moyennes	moyennes ajustées	moyennes	moyennes ajustées
Protéines brutes		40,1	5,83	1,70	1,69
Amidon		27,6	0,01	2,17	1,66
Indigestible glucidique		15,1	0,77	1,11	1,19
Cendres		83,3	14,5	5,49	3,55
Calcium		28,5	11,5	1,94	1,99
Phosphore		42,2	4,4	1,70	1,63
Seuil de signification au niveau 5 %	a	2,80	2,81	1,86	1,87
	b	3,27	3,28	1,91	1,92

a : pour la variable protéines brutes
b : pour les 5 autres variables.

CONCLUSION

Les variations de conditions écologiques liées à l'altitude des stations expérimentales sont responsables de différences importantes de composition chimique entre les tubercules. La variabilité intervariétale semble moins importante mais le plan d'échantillonnage adopté ne pouvait permettre de mettre en évidence ni des faibles différences entre variétés ni une éventuelle interaction entre le site et la variété.

La teneur en matière sèche, fortement influencé par le lieu de culture, est corrélée de façon hautement significative aux teneurs en nutriments exprimées sur la base du poids sec. Il est donc possible d'estimer rapidement certains paramètres importants de la valeur nutritionnelle pour des lots de tubercules cultivés dans des zones écologiques peu différentes de celles étudiées, par des équations de régression simple sur la teneur en matière sèche ou des équations de régression multiple en utilisant également comme variables explicatives le poids moyen des tubercules et leur rendement à l'épluchage.

Il est donc souhaitable que dans les essais d'adaptation de variétés aux conditions écologiques liées à l'altitude sous les tropiques, poids moyen des tubercules, teneur en matière sèche et éventuellement rendement à l'épluchage soient enregistrés en même temps que les données agronomiques (durée du cycle, résistance aux maladies, rendement) de façon à prendre en compte, en utilisant les corrélations mises en évidence, les variations de valeur nutritionnelle.

Remerciements

Les auteurs sont reconnaissants aux chercheurs de la station IRA de Bambui qui leur ont fourni les lots de tubercules à analyser.

BIBLIOGRAPHIE

1. ALLEN, E.J. et WURR, D.C.E., 1976 — The relationships between tuber size and tuber concentrations of nitrogen, phosphorous and potassium, *J. Agric. Sci., Camb.*, vol. 86, pp. 503—505.
2. BURTON, W.G. et WILSON, A.R., 1970 — The apparent effect of the latitude of the place of cultivation upon the sugar content of potatoes grown in Great Britain. *Potato Res.*, Vol. 13, pp. 269—283.
3. FAULKS, R.M. et GRIFFITHS, N.M., 1983 — Influence of variety, site and storage on physical, sensory and compositional aspects of mashed potato. *J. Sci. Food Agric.*, Vol. 34, pp. 979—986.
4. GUEGUEN, 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.
5. GUILLEMET, R. et JACQUOT, R., 1943 — Essai de détermination de l'indigestible glucidique — *C.R. AC. Sci. Paris (Série D)*, Vol. 216, pp. 508—510.
6. HAY, R.K.M. et ALLEN, E.J., 1978 — Tuber initiation and bulking in the potato (*Solanum tuberosum*) under tropical conditions : the importance of soil and air temperature — *Trop. Agric. (Trinidad)*, Vol. 55, pp. 289—295.
7. HODGE, J.E. et HOFREITER, B.T., 1962 — Determination of reducing sugars. Dans *Methods in carbohydrate chemistry*, I, Academic Press, New-York and London, pp. 389—390.
8. IFENKWE, O.P. et ALLEN, E.J., 1978 — Effects of tuber size on dry-matter content of tubers during growth of two maincrop potato varieties. *Potato Res.*, Vol. 21, pp. 105—112.
9. IRITANI, W.M. et WELLER, L.D., 1977 — Changes in sucrose and reducing sugar contents of kennebec and russet burbank tubers during growth and postharvest holding temperatures, *Am. Potato J.*, Vol. 54, pp. 395—404.
10. ISO/TC 93 — doc 99, 1966 — Dosage de l'amidon par extraction et dispersion avec de l'acide chlorhydrique.
11. JOHNSON, G., LAMBERT, C., JOHNSON, D.K., SUNDERWIRTH, S.G., 1964 — Colorimetric determination of glucose, fructose and sucrose in plant material using a combination of enzymatic and chemical methods. *J. Agr. Food Chem.*, Vol. 12, pp. 216—219.

12. LARSSON, K., SOLOMONSSON, A.C., THEANDER, O. et AMAN, O., 1979 — Some studies on carbohydrates in potato tubers. *Potato Res.*, Vol. 22, pp. 345—352.
13. MENZEL, C.M., 1981 — Tuberization in potato at high temperatures : promotion by disbudding. *Ann. Bot.*, Vol. 47, pp. 727—733.
14. MENZEL, C.M., 1984 — Potato as a potential crop for the lowland tropics. *Trop. Agric. (Trinidad)*, Vol. 61, pp. 162—166.
15. MERRIL, A.L. et WATT, B.K., 1955 — Energy value of foods — Basis and derivation. Agric. Handbook No 74, U.S.D.A.
16. ORPHANOS, P.I., 1980 — Dry matter content and mineral composition of potatoes grown in Cyprus. *Potato Res.*, Vol. 23, pp. 371—374.
17. SMILLIE, R.M., HETHERINGTON, S.E., OCHOA, C. et MALAGAMBA, P., 1983 — Tolerances of wild potato species from different altitudes to cold and heat. *Planta*, Vol. 159, pp. 112—118.
18. SNEDECOR, W.G. et COCHRAN, W.G., 1971 — Méthodes statistiques. 6e ed. ACTA, Paris.
19. SNYDER, J., DESBOROUGH, S. et HOLM, D., 1977 — Accumulation of protein, non-protein nitrogen and starch during tuber growth of three potato cultivars — *Am. Potato J.*, Vol. 54, pp. 545—555.
20. SOWOKINOS, J.R., 1978 — Relationship of harvest sucrose content to processing maturity and storage life of potatoes — *Am. potato J.*, Vol. 55, pp. 333—344.
21. STUFFINS, C.B., 1967 — The determination of phosphate and calcium in feedingstuffs. *The Analyst*, Vol. 92, pp. 107—111.
22. TOMA, R.B., AUGUSTIN, J., SHAW, R.L., TRUE, R.H. et HOGAN, J.M., 1978 — Proximate composition of freshly harvested and stored potatoes (*Solanum tuberosum L.*). *J. Food Science*, Vol. 43, pp. 1702—1704.
23. VAKIS, N.J., 1978 — Specific gravity, dry matter content and starch content of 50 potato cultivars grown under Cyprus conditions. *Potato Res.*, Vol. 21, pp. 171—181.