

## Influence de la fertilisation chimique sur l'aptitude à la conservation des ignames en Côte d'Ivoire

Roland Dumont, Philippe Letourmy,  
Amani Michel Kouakou

De nombreuses expérimentations, réalisées en Afrique occidentale, ont montré que la fertilisation chimique est souvent un moyen efficace pour accroître le rendement de l'igname et une condition nécessaire pour sédentariser sa culture. Or, dans toute la zone à ignames s'étendant de la Côte d'Ivoire au Cameroun occidental, on observe une forte réticence concernant l'utilisation des engrais chimiques sur cette culture car, selon l'opinion généralement répandue, la technique augmenterait les pertes en cours de conservation. Parce que cette idée bloque l'intensification de la culture des ignames, il a paru indispensable de préciser l'influence de la fertilisation chimique sur les pertes subies par les ignames au cours de leur conservation. Cette étude, conduite à l'Institut des savanes (IDES-SA) à Bouaké (Côte d'Ivoire), a été financée par la Banque mondiale.

Les travaux sur le sujet restent peu nombreux en Afrique. Des expérimentations, conduites au Nigeria sur la période 1968-1970 [1] ainsi qu'au Cameroun occidental, concluent à l'absence de relation entre la fertilisation et les pertes en

conservation [2, 3]. L'azote utilisé à doses élevées est cependant défavorable à la conservation, car il induit un démarrage précoce de la germination, accélérant ainsi l'activité métabolique du tubercule et les pertes de poids qui y sont liées [2]. Par ailleurs, « la fertilisation affecte probablement à des degrés variés, positivement ou négativement, l'aptitude à la conservation, mais seules des insuffisances de techniques expérimentales sont à l'origine des doutes qui demeurent sur la réalité des effets » [4]. Enfin, l'intérêt de considérer l'évolution des pertes en conservation (et pas seulement leur niveau final [4]) constitue une approche dynamique qui a été privilégiée dans notre étude.

### Matériel et méthodes

L'étude, réalisée de 1985 à 1988, concerne les espèces *Dioscorea alata* et *Dioscorea cayenensis rotundata*, qui représentent la quasi-totalité des ignames produites en Côte d'Ivoire. Chacune de ces deux espèces d'ignames a fait l'objet de quatre expérimentations. Pour l'espèce *Dioscorea alata*, la variété Yellow Lisbon a été utilisée dans l'essai de 1985, et la variété Florido dans les essais de 1987, 1988-1 (plantation du 19 mars) et 1988-2 (plantation du 20 mai). Pour l'espèce *Dioscorea cayenensis rotundata*, la variété Kren-glé a été utilisée dans les quatre essais de 1986, 1987, 1988-1 et 1988-2.

Les tubercules étudiés proviennent de diverses expérimentations réalisées sur la

fertilisation chimique des ignames avec, dans tous les cas, six répétitions et deux traitements communs (témoin non fertilisé et fertilisation correspondant à 75N-54P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-94K<sub>2</sub>O). Pour chacun des traitements expérimentaux, on regroupe la production venant des six répétitions. On constitue, pour chaque traitement expérimental, un lot à partir duquel on extrait un échantillon d'environ 220 tubercules, en respectant la diversité des calibres particulière à chaque lot. Les tubercules composant les échantillons sont numérotés et pesés individuellement. Les poids de départ servent de référence pour évaluer les pertes subséquentes.

Chaque échantillon est conservé dans une paillote de type traditionnel. Un lot tampon de 500 kilos de tubercules est placé à proximité de chaque échantillon afin de créer des conditions d'environnement semblables à celles existant en conservation traditionnelle. Les observations sont en général effectuées mensuellement sur les échantillons de fin janvier jusqu'en juillet. Elles sont précédées par un dégermage systématique des tubercules destiné à faciliter les manipulations. À chaque époque d'observation, deux catégories de pertes sont évaluées :

– les pertes par avaries, correspondant au nombre de tubercules de l'échantillon trouvés atteints, à des degrés divers, par des pourritures et/ou des insectes à l'occasion de chacune des observations. Ces tubercules sont éliminés de l'expérimentation avec une périodicité largement supérieure à ce qui s'observe en conservation traditionnelle ;

R. Dumont : CIRAD-CA, UR Système de cultures, BP 5035, 34032 Montpellier cedex, France.

P. Letourmy : CIRAD-CA, UR Biométrie et informatique, BP 5035 34032 Montpellier cedex, France.

A.M. Kouakou, IDESSA, BP 635, Bouaké, Côte d'Ivoire.

Tirés à part : R. Dumont

– les pertes physiologiques, provoquées par le catabolisme et la déshydratation et correspondant à la diminution de poids enregistrée entre les dates d'observations successives, sur chaque tubercule resté non avarié jusqu'au terme des observations.

L'ensemble des huit expérimentations a fourni environ 20 000 résultats. Chacune d'elles fait l'objet de deux tableaux, l'un pour les ignames venant des parcelles non fertilisées (témoin) et l'autre pour les tubercules produits avec engrais. Chaque tableau regroupe les poids relevés aux différentes dates de contrôle sur chacun des tubercules. Les résultats qui disparaissent du tableau marquent la date à laquelle les tubercules concernés se trouvent éliminés pour des raisons d'avarie.

Les pertes sont enregistrées sur six mois de conservation (limite atteinte fin juin pour les essais de 1986 et 1987 et fin juillet pour les essais de 1985 et 1988). Dans chacun des essais, les tubercules ont été répartis en trois groupes selon les poids de départ : moins de 800 grammes noté gp1, entre 800 et 1 400 grammes noté gp2 et plus de 1 400 grammes noté gp3. Ce découpage permet de mettre en lumière les relations, éventuellement non linéaires, entre le poids du tubercule et les pertes en conservation. De plus, on a voulu observer l'interaction éventuelle entre la fertilisation et le poids initial du tubercule. Les limites des groupes ont été choisies identiques dans tous les essais, de manière à rendre possible la comparaison entre les expérimentations faisant intervenir une même espèce d'ignames. L'analyse statistique traite séparément les espèces *D. cayenensis rotundata* et *D. alata*, dont les exigences agronomiques ne sont pas les mêmes et qui jouent des rôles différents dans les stratégies de production. De plus, les deux catégories de pertes suivies par l'étude ont fait, pour chacune d'elles, l'objet d'une approche statistique particulière.

S'agissant des pertes provoquées par les avaries, on considère le nombre de tubercules avariés ou non. Il s'agit de données discrètes, conduisant à raisonner sur des proportions de tubercules avariés. L'exploitation statistique des résultats se décompose en deux parties : une analyse du bilan des pertes et une analyse de leur évolution dans le temps (*encadré*).

En ce qui concerne les pertes physiologiques, on travaille sur des diminutions de poids (variable quantitative). Pour évaluer le rythme de ces pertes, dans

## Encadré

### Analyse du bilan des pertes d'igname après six mois de stockage

Cette analyse est réalisée séparément pour chaque essai et ensuite, de façon globale, sur l'ensemble des quatre essais correspondant à chacune des deux espèces d'ignames intervenant dans l'expérimentation. Afin d'étudier simultanément les effets de poids, on utilise le modèle « logit » qui permet d'estimer la probabilité d'avarie en fonction des effets des facteurs étudiés. Pour plus de détails, le lecteur pourra se reporter à la référence [8] ou à la procédure « catmod » dans le manuel de SAS/STAT® [5, 6].

Ce modèle consiste à étudier les quantités (appelées *logits* par définition) :

$$\log (p_{ij}/1-p_{ij})$$

où  $p_{ij}$  est la probabilité d'avarie pour le traitement  $i$  et le groupe de poids  $j$  des tubercules.

On écrit alors le modèle linéaire :  $\log (p_{ij}/1-p_{ij}) = \mu + \alpha_i + \beta_j$

où  $\mu$  = moyenne générale ;

$\alpha_i$  = effet du traitement  $i$  ;

$\beta_j$  = effet du groupe de poids  $j$  ;

L'étude de ce modèle consiste à estimer les paramètres, tester la qualité de l'ajustement du modèle (ce qui revient ici à tester l'absence d'interaction entre le traitement et le groupe de poids) et à tester les hypothèses :

$\alpha_1 = \alpha_2 = 0$  : absence d'effet de traitement ;

$\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$  : absence d'effet groupe de poids.

Dans les tableaux, seules les estimations de probabilité d'avarie sont reportées (c'est-à-dire les estimations des  $p_{ij}$ ), avec les résultats des tests d'hypothèse.

Analyse de l'évolution des pertes dans le temps.

On utilise, ici, le test du  $\chi^2$  pour comparer les deux traitements aux dates successives de contrôle, en travaillant sur les valeurs cumulées des trois groupes de poids.

#### Analysis of the balance sheet of yam losses after six months storage

chacun des essais, on a été amené à calculer la composante linéaire de la perte de chaque tubercule au cours du temps, en l'exprimant en pourcentage du poids initial par jour. Elle est notée TPP (taux de perte pondérale). Dans chaque essai, on analyse les mesures en fonction du traitement et du groupe de poids initial. La méthode statistique employée est l'analyse de la variance de la variable TPP en fonction des deux facteurs croisés : traitement et groupe de poids. Cette analyse de variance a été effectuée en pondérant chaque observation par le poids initial du tubercule pour obtenir des estimations de pertes moyennes en pourcentage de

la production totale. Le choix de travailler sur la composante linéaire de la courbe de perte de poids a été dicté par le fait que ces courbes sont, la plupart du temps, approximativement linéaires. Lorsqu'elles ne le sont pas, ce qui est surtout le cas dans l'essai Florido de 1987, la composante linéaire est le seul critère qui permet de les comparer de manière fiable, en particulier d'un essai à un autre. Les analyses statistiques des pertes par avarie ou physiologiques ont été effectuées au moyen du logiciel SAS [5, 6]. La procédure « catmod » a été utilisée pour l'analyse des pertes par avarie et la procédure « glm » pour celle des pertes physiologiques.

## Tableau 1

Pertes par avaries des tubercules chez *Dioscorea cayenensis rotundata* et *Dioscorea alata* après six mois de conservation<sup>1</sup>

	<i>D. cayenensis rotundata</i>				<i>D. alata</i>			
	1986	1987	1988-1 (19/3)	1988-2 (20/5)	1985	1987	1988-1 (19/3)	1988-2 (20/5)
Campagne expérimentale (date de plantation)								
Témoin	0,204 <sup>1</sup>	0,376	0,438	0,237	0,086	0,472	0,077	0,100
Fertilisation	0,327	0,469	0,390	0,340	0,215	0,456	0,219	0,076
Tubercules								
moins de 800 grammes	0,185	0,312	0,370	0,292	0,249	0,467	0,265	0,110
entre 800 et 1 400 grammes	0,235	0,474	0,433	0,247	0,098	0,450	0,097	0,070
plus de 1 400 grammes	0,387	0,487	0,440	0,322	0,104	0,476	0,085	0,085
Effet traitement	**	*	ns	*	**	ns	**	ns
Effet groupe de poids	**	**	ns	ns	**	ns	*	ns
Interaction traitement / groupe de poids	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>1</sup> Les résultats présentés sont les probabilités d'avarie des tubercules estimées par le modèle logit. ns : non significatif au niveau 5 % ; \* : significatif au niveau 5 % ; \*\* : significatif au niveau 1 %.

Damage loss with *D. cayenensis rotundata* and *D. alata* tubers after a 6 month storage period (yam loss probabilities estimated with the logit model)

## Résultats

### • Bilan des pertes par avarie après six mois de conservation

Les résultats sont présentés dans le tableau 1. L'analyse statistique séparée des différents essais met en évidence que la probabilité d'avarie s'avère significativement plus élevée chez les ignames fertilisées dans trois essais sur quatre pour *D. cayenensis rotundata* et dans deux essais sur quatre pour *D. alata*. De plus, un effet groupe de poids apparaît dans 50 % des essais pour chacune des deux espèces d'ignames. Chez *D. cayenensis rotundata*, la probabilité d'avarie est moins élevée chez les petits tubercules tandis que la conclusion est inverse pour *D. alata*. L'étude statistique des regroupements d'essais par espèce – les quatre essais par espèce sont les quatre campagnes expérimentales – n'est pas reportée dans le tableau 1, mais elle fournit des informations supplémentaires : l'interaction essai/traitement est significative pour les deux espèces d'ignames. Dans les deux cas, la réponse à la fertilisation se modifie significativement en fonction du facteur essai. En particulier,

une influence significative de la date de plantation apparaît chez les deux espèces d'ignames : la plantation tardive diminue la probabilité d'avarie, mais cet effet se manifeste chez les ignames non fertilisées pour *D. cayenensis rotundata*, alors qu'il concerne les ignames fertilisées pour *D. alata*. L'interaction essai/groupe de poids est significative pour *D. cayenensis rotundata* comme pour *D. alata*. Cela signifie que l'effet groupe de poids varie significativement d'un essai à l'autre.

### • Évolution des pertes dans le temps

Ces résultats sont présentés dans les tableaux 2 et 3. Chez *D. cayenensis rotundata*, l'effet défavorable de la fertilisation sur la conservation est mis en évidence dans trois expérimentations mais, dans deux cas, il ne se manifeste qu'en fin de conservation, après six mois. Chez *D. alata*, les résultats sont contradictoires : dans l'essai 1987 Florido, les tubercules produits sans engrais sont les plus affectés par les avaries tandis que, dans l'essai 1988 Florido (20 mai), aucun écart significatif n'est détecté entre les traitements. En fin de compte, une relation positive entre fertilisation et pertes par

avarie a été mise en évidence dans deux essais, dont un où elle se limite au dernier mois de la conservation.

### • Les pertes physiologiques

Ces données sont reprises dans les tableaux 4 et 5. Pour *D. cayenensis rotundata*, on constate que la fertilisation augmente significativement le rythme de perte pondérale dans les essais de 1986 et 1988 mais non dans l'essai de 1987. Un effet significatif du groupe de poids apparaît en 1986, les pertes de poids journalières étant plus importantes pour les gros tubercules. Comme dans l'étude des pertes par avarie, il est nécessaire de regrouper les essais par espèce pour tester les interactions des facteurs traitements et groupe de poids avec les essais. En même temps, on peut tester l'effet des deux dates de plantation pratiquées en 1988. De plus, on montre qu'il n'y a ni interaction essai/traitement/groupe de poids, ni interaction traitement/groupe de poids qui soient significatives. Cela confirme les résultats des analyses faites individuellement sur les essais : on n'a mis en évidence qu'une faible interaction traitement/groupe de poids dans l'essai de 1988 (20 mai). Il existe une interac-

**Tableau 2**

Évolution des pertes par avarie de *Dioscorea cayenensis rotundata* (variété Krenglé) pendant six mois de conservation (analyse par le test  $\chi^2$ )

Essai	Traitement	Nombre de tubercules avariés (mois)					Effectif étudié (nbre de tubercules)
		2	3	4	5	6	
1986 Krenglé	T	3	16	27	39	48	230
	F	11*	22 ns	44*	57*	82**	230
1987 Krenglé	T	23	27	41	51	74	206
	F	25 ns	30 ns	49 ns	65 ns	104*	220
1988 Krenglé (19 mars)	T	1	2	8	37	97	217
	F	5	6	14 ns	39 ns	88 ns	219
1988 Krenglé (20 mai)	T	0	0	1	8	59	250
	F	1	2	2	11 ns	89*	269

Test  $\chi^2$  de T = F pour le taux d'avarie (T = témoin non fertilisé et F = ignames fertilisées) ; ns : non significatif au niveau 5 % ; \* : significatif au niveau 5 % ; \*\* : significatif au niveau 1 %.

Variations in damage loss with *D. cayenensis rotundata* (cv Krenglé) after a 6 month storage period ( $\chi^2$  test analysis)

**Tableau 3**

Étude des pertes par avarie de *Dioscorea alata* (variété Florido) pendant six mois de conservation (analyse par le test  $\chi^2$ )

Essai	Traitement	Nombre de tubercules avariés (mois)					Effectif étudié (nbre de tubercules)
		2	3	4	5	6	
1985 Yellow Lisbon	T	0	10	21	23	–	200
	F	0	3*	49**	54**	–	200
1987 Florido	T	0	15	54	75	96	205
	F	0	0**	7**	32**	96 ns	212
1988 Florido (19 mars)	T	0	2	3	8	14	197
	F	1	1	5	17 ns	32**	193
1988 Florido (20 mai)	T	2	2	7	15	24	205
	F	2	2	12 ns	17 ns	26 ns	295

Test  $\chi^2$  de T = F pour le taux d'avarie (T = témoin non fertilisé et F = ignames fertilisées) ; ns : non significatif au niveau 5 % ; \* : significatif au niveau 5 % ; \*\* : significatif au niveau 1 %.

Variations in damage loss with *D. alata* (cv Florido) after a 6 month storage period ( $\chi^2$  test analysis)

tion essai/traitement significative, ce qui confirme les analyses individuelles d'essais, l'effet de la fertilisation sur la conservation n'étant pas systématique. On a, de plus, une interaction essai/groupe de poids traduisant le fait que ce paramètre n'influence significativement les pertes pondérales que pour le seul essai de 1986. Enfin, un effet significatif de la date de plantation est mis en évidence : en effet, les tubercules provenant de la plantation du 19 mars perdent

quotidiennement plus de poids que les tubercules provenant de la plantation du 20 mai, et ce aussi bien en absence qu'en présence de fertilisation.

Quant à *D. alata* (tableau 5), on observe dans trois essais sur quatre une perte de poids journalière significativement plus importante pour les ignames fertilisées. Dans trois essais sur quatre également, on observe un effet significatif du groupe de poids. La perte de poids journalière est relativement moins élevée pour les

gros tubercules. L'analyse sur le regroupement des essais ne prend pas en compte l'expérimentation de 1985 afin de pouvoir travailler sur la seule variété Florido. L'effet de la date de plantation est étudié sur les essais de 1988.

Cette analyse fournit des résultats semblables à ceux obtenus sur l'espèce *D. cayenensis rotundata* (exception faite pour l'effet groupe de poids). Elle confirme aussi les résultats des analyses faites individuellement sur les essais et

**Tableau 4**

Pertes physiologiques de l'espèce *Dioscorea cayenensis rotundata* (var. Krenglé) : analyses de variance du taux de perte pondérale (TPP) journalier exprimé en pourcentage du poids initial

Traitement tubercules	1986		1987		1988-1		1988-2	
	TPP	n	TPP	n	TPP	n	TPP	n
Témoins								
moins de 800 grammes	0,179	67	0,170	74	0,206	25	0,194	121
entre 800 et 1 400 grammes	0,182	65	0,171	31	0,201	57	0,184	51
plus de 1 400 grammes	0,196	50	0,176	27	0,196	38	0,192	19
Fertilisation								
moins de 800 grammes	0,203	38	0,173	44	0,218	22	0,198	97
entre 800 et 1 400 grammes	0,195	59	0,180	34	0,220	67	0,202	68
plus de 1 400 grammes	0,229	51	0,178	38	0,219	42	0,211	15
Effet traitement (t)	**		ns		**		**	
Effet groupe de poids (gp)	**		ns		ns		ns	
Interaction t/gp	ns		ns		ns		*	
Moyenne	0,201		0,175		0,209		0,196	
Écart type résiduel (ETR)	0,042		0,032		0,024		0,027	

n : nombre de tubercules correspondant à chaque combinaison traitement-groupe de poids ; ns : non significatif au niveau 5 % ; \* : significatif au niveau 5 % ; \*\* : significatif au niveau 1 %.

Physiological loss obtained with *D. cayenensis rotundata* (cv Krenglé) : variance analysis of daily weight loss (TPP) expressed as a percentage of initial weight

**Tableau 5**

Pertes physiologiques de l'espèce *Dioscorea alata* (var. Yellow Lisbon et Florido) : analyses de variance du taux de perte pondérale (TPP) journalier exprimé en pourcentage du poids initial

Traitement tubercules	1985		1987		1988-1		1988-2	
	TPP	n	TPP	n	TPP	n	TPP	n
Témoins								
moins de 800 grammes	0,281	87	0,179	50	0,201	27	0,176	146
entre 800 et 1 400 grammes	0,266	58	0,171	49	0,185	86	0,167	30
plus de 1 400 grammes	0,250	32	0,169	10	0,168	70	0,147	5
Fertilisation								
moins de 800 grammes	0,296	72	0,195	56	0,211	6	0,179	199
entre 800 et 1 400 grammes	0,280	56	0,192	47	0,206	75	0,165	52
plus de 1 400 grammes	0,276	18	0,213	13	0,175	80	0,134	18
Effet traitement (t)	*		**		*		ns	
Effet groupe de poids (gp)	*		ns		**		**	
Interaction t/gp	ns		ns		ns		ns	
Moyenne	0,274		0,186		0,181		0,169	
Écart type résiduel (ETR)	0,069		0,049		0,035		0,032	

ns : non significatif au niveau 5 % ; \* : significatif au niveau 5 % ; \*\* : significatif au niveau 1 %.

Physiological loss obtained with *D. alata* (cvs Yellow Lisbon and Florido) : variance analysis of daily weight loss (TPP) expressed as a percentage of initial weight

## Summary

### Effect of chemical fertilization on yam preservation in Côte d'Ivoire

R. Dumont, P. Letourmy, A. M. Kouakou

An opinion that is widely held by African farmers is that chemical fertilization jeopardizes yam storage, increasing losses due to spoiling. This problem has not yet been seriously addressed, so the IDESSA outpost in Bouaké decided to study it more closely through a series of repeated tests during four successive campaigns from 1985 to 1988. In 1988, the study became more complex by including yams from two different planting periods. Two species that are widely cropped in Côte d'Ivoire were studied simultaneously, *Dioscorea alata* (cvs Yellow Lisbon and Florido) and *D. cayenensis rotundata* (cv Krengré). The yam cropfields were fertilized with mineral manure, i.e. 75 N-54 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-94 K<sub>2</sub>O/ha, and the yams produced were compared with those obtained without fertilizer. Observations in each case concerned a sample of about 220 yams, which were numbered and weighed individually at the start of the trial. This provided baseline numbers and weights that were used to evaluate subsequent losses. The different samples were observed monthly. In most cases, observations began at the end of January and continued through July. Two categories of losses were evaluated at each control: damage loss, corresponding to the number of altered yams in each sample (qualitative variables), and physiological loss, corresponding to the weight loss of yams that remained undamaged until July (quantitative variables).

The types of yam involved in the trial were treated separately, while the two loss categories each underwent a specific statistical analysis. Damage loss results (Tables 1, 2 and 3) were analyzed in two ways. First, losses were assessed after 6 months of storage by taking the effect on individual yam weight into account. This was done separately for each trial, and then globally for all trials with the same yam species. Second, loss variations over time were analyzed by distinguishing different weight groups. For physiological losses, weight loss patterns were studied. To compare treatments and trials, the linear component for each yam was calculated over time and analyzed in relation to treatment and weight group factors. Mean weight losses were expressed as a percentage of total production.

Losses due to damage varied markedly and were often linked with chemical fertilization, but in most cases this connection was only apparent after a long storage period. For physiological losses (Tables 4, 5 and 6), the negative effect of chemical fertilization on storage was more prevalent, and significant in 75% of the trials involved. *D. cayenensis rotundata* seemed to be considerably more affected, as noted previously in Nigeria and Côte d'Ivoire. High nitrogen input accelerated the metabolic activity of stored yams and increased weight loss [4]. In addition, metabolic degradation of starch was far more rapid in *D. cayenensis rotundata* due to a two enzyme system (amylase and phosphorylase), as opposed to amylase only in *D. alata* [3]. Yam unit weight seemed to have a bearing on loss during storage, especially with cv Florido (*D. alata*), where losses tended to decrease as yam unit weight increased.

In 1988 only, the influence of planting date on storage losses was measured. Late planting led to reduced losses during storage. This is in line with Côte d'Ivoire farmers' technique of planting *D. alata* late, thus enabling longer produce storage and ensuring food reserves. The overall results highlighted that chemical fertilization may have a negative effect on yam preservation. However, this does not always occur, and the effects are never as catastrophic as farmers claim. Our conclusions show that there is a complex relationship between fertilization and storage capacity. This could explain the contrasting views that have been expressed on this topic based on previous scientific research. We stress the need to conduct further research in this specific field, as mineral fertilizers are essential for sedentary and intensive yam production.

*Cahiers Agricultures* 1997 ; 6 : 107-14.

met en évidence un effet significatif de la date de plantation. Les tubercules issus de la plantation de mars ont une perte de poids journalière plus élevée que ceux venant d'une plantation du 20 mai. Le test est fait globalement pour les tubercules fertilisés et non fertilisés

car l'effet est le même dans les deux situations.

### Bilan des pertes

Après avoir étudié les effets de divers facteurs, il est nécessaire d'établir un bilan,

c'est-à-dire de chiffrer l'évolution des pertes dans le temps pour les ignames produites sans et avec fertilisation (traitements notés T et F). Pour *D. cayenensis rotundata*, on prend en compte les quatre essais réalisés avec la variété Krengré. Pour *D. alata*, on se réfère aux trois

## Tableau 6

Évaluation des pertes par avaries et des pertes physiologiques chez *Dioscorea cayenensis rotundata* (variété Krenglé) : essais de 1986 à 1988

	Traitement	Temps (mois)				
		2	3	4	5	6
Pertes par avaries (%)	F	4	6	12	18	39
	T	3	5	9	15	31
Pertes physiologiques (%)	F	12	19	25	31	37
	T	11	17	23	28	34
Pertes totales (%)	F	16	24	34	43	6
	T	14	21	30	39	54

Pertes exprimées en % du poids initial de l'échantillon (T = témoin non fertilisé et F = ignames fertilisées).

Evaluation of losses from damage or physiological processes in *D. cayenensis rotundata* (cv Krenglé) : trials conducted from 1986 to 1988

## Tableau 7

Évaluation des pertes par avaries et des pertes physiologiques chez *Dioscorea alata* (variété Florido) : essais de 1987 à 1988

	Traitement	Temps (mois)				
		2	3	4	5	6
Pertes par avaries (%)	F	0	0	3	9	22
	T	0	3	11	16	22
Pertes physiologiques (%)	F	11	16	22	27	33
	T	11	16	21	26	32
Pertes totales (%)	F	11	16	24	34	48
	T	11	19	30	38	47

Pertes exprimées en % du poids initial de l'échantillon (T = témoin non fertilisé et F = ignames fertilisées).

Evaluation of losses from damage or physiological processes in *D. alata* (cv Florido) : trials conducted from 1986 to 1988

essais ayant utilisé la variété Florido. Pour établir l'évolution des pertes par avaries, on évalue le pourcentage moyen cumulé de perte entre deux et six mois. Chacune des valeurs mensuelles est obtenue en calculant les moyennes sur les essais et les groupes de poids. S'agissant des pertes de nature physiologique, le pourcentage de poids initial perdu quotidiennement a été évalué globalement, pour chacun des traitements, sur les six mois de conservation. On a ainsi obtenu les valeurs suivantes qui sont ensuite utilisées pour chiffrer les pertes mensuelles.

Pour *D. cayenensis rotundata* (variété Krenglé), on obtient 0, 206 %/jour avec F et 0, 188 %/jour avec T ; pour *D. alata* (variété Florido), on obtient 0, 182 %/jour avec F et 0, 175 %/jour avec T.

Pour calculer les pertes totales (en pourcentage du poids mis en conservation), on considère que, à chaque contrôle, une partie du stock disparaît du fait d'avaries, le reste subissant une perte de poids de nature physiologique. Par exemple, les ignames Krenglé à trois mois de conservation (tableau 6) totalisent 6 % de perte par avarie et 19 % de perte pondérale

d'origine physiologique. À ce moment le stock résiduel est égal à :  $0,94 \times (1-0,19) = 76\%$ , ce qui correspond à une perte totale de 24 %.

Les tableaux 6 et 7 présentent le bilan des pertes établi pour chacune des espèces d'ignames utilisées dans l'étude. Ces calculs quantifient l'effet moyen de la fertilisation sur les pertes en conservation : la fertilisation accroît les deux catégories de perte chez *D. cayenensis rotundata*, mais, son effet est beaucoup moins clair chez *D. alata*.

## Discussion et conclusion

Chez les ignames, ce sont les pertes provoquées par les avaries qui sont les plus fluctuantes. Les deux méthodes statistiques utilisées pour les étudier indiquent, de façon convergente, un effet dépressif de la fertilisation sur la conservation qui, dans la plupart des cas, ne se manifeste que lors d'une longue période de conservation. On peut supposer que l'élimination systématique des tubercules avariés, effectuée à l'occasion des contrôles mensuels, a perturbé la dynamique de dégradation du stock d'ignames et réduit le niveau des pertes. Les tableaux 6 et 7 indiquent que les avaries provoquent moins de pertes que les phénomènes physiologiques alors que, en milieu paysan ivoirien, c'est habituellement la situation inverse qui prévaut lorsque les ignames sont conservées en paillote.

S'agissant des pertes de nature physiologique, l'effet négatif de la fertilisation sur l'aptitude à la conservation apparaît plus systématique : il est significatif pour 75 % des expérimentations réalisées. Cependant, ici aussi, la technique expérimentale pourrait biaiser les résultats dans la mesure où les nombreux égermages, pratiqués pour permettre les contrôles, ont pu limiter les pertes de poids de nature métabolique et atténuer les écarts. On notera en se référant aux tableaux 6 et 7 que les pertes physiologiques sont plus élevées dans la variété Krenglé que dans la variété Florido. Cette différence est à rapprocher d'observations montrant que la dégradation métabolique de l'amidon est beaucoup plus active chez *D. cayenensis rotundata* que chez *D. alata*, car elle fait intervenir deux systèmes enzymatiques (amylase et phosphorylase)

dans le premier cas et un seul (amylase) dans le second [7].

Le poids unitaire des tubercules est susceptible de modifier les pertes en conservation. Ce facteur est surtout sensible sur la variété Florido (*D. alata*) pour laquelle les pertes tendent à diminuer quand le poids unitaire des tubercules augmente. Sur la variété Krenglé (*D. cayenensis rotundata*), l'effet est moins net et va dans le sens inverse. Vus globalement, ces résultats rejoignent l'expérience accumulée par le paysan ivoirien, à savoir qu'un gros calibre de tubercule est favorable à la conservation pour *D. alata*, mais représente un inconvénient pour *D. cayenensis rotundata*.

L'effet de la date de plantation sur les pertes en conservation a été étudié en 1988. Une plantation tardive s'accompagne d'une diminution des pertes en conservation. Cette relation est également bien connue du paysan ivoirien qui plante systématiquement de façon tardive *D. alata* dans le but d'en conserver longtemps les tubercules afin d'assurer sa sécurité alimentaire. Une telle technique n'est, en revanche, jamais appliquée à *D. cayenensis rotundata* car, pour ces ignames dont la production est majoritairement dirigée vers le commerce, la forte chute de rendement liée au retard de plantation n'est pas compensée par une réduction correspondante des pertes en conservation.

L'influence négative de la fertilisation chimique sur la conservation des ignames a donc été mise en évidence dans certaines conditions, sans toutefois présenter la dimension catastrophique que lui prête le paysan. Le caractère nuancé de nos résultats suggère que les relations entre ferti-

sation et aptitude à la conservation ne sont pas simples, ce qui explique les opinions discordantes fournies sur le sujet lors de travaux antérieurs. Il est nécessaire de poursuivre des études dans ce domaine, car la sédentarisation et l'intensification de la production des ignames ne pourront être obtenues sans recourir à la fertilisation minérale ■

### Références

1. Umanah EE. *Effects of different rates of N.P.K. fertilizers on yield and storage properties of white yam (Dioscorea rotundata L.)*. Proceedings 3<sup>rd</sup> Int. Symp. Trop. Root Crops, Ibadan, Nigeria, 1973 : 359-61.
2. Kpeglo KD, Obigbesan GO, Wilson JE. Yield and shelf-life of white yam as influenced by fertilizer. In : Terry ER, Odouro KA, Caveness F, eds. *Tropical Root Crops: Research strategies for the 1980 s*. Ottawa, Canada : IDRC, 1981 : 198-202.
3. Lyonga SN, Fayemi AA, Agbola AA. *Agronomic studies on edible yams (Dioscorea spp.) in the grassland plateau region of the United Republic of Cameroon*. Proceedings 3<sup>rd</sup> Int. Symp. Trop. Root Crops. Ibadan, Nigeria, 1973 : 340-6.
4. Degras L. *L'igname plante à tubercule tropicale*. Paris : Maisonneuve et Larose et ACCT éd, 1986 ; 409 p.
5. SAS Institute Inc. SAS/STAT®. *User's Guide*, version 6, 4<sup>th</sup> édition, volume 1. Cary, NC : SAS Institute Inc, 1989 ; 943 p.
6. SAS Institute Inc. SAS/STAT®. *User's Guide*, version 6, 4<sup>th</sup> édition, volume 2, Cary, NC : SAS Institute Inc, 1989 ; 846 p.
7. Diopoh J, Kamenan A. Distribution de l'amylase, de la phosphorylase et de la phosphatase acide dans quelques Dioscoréacées (ignames) de Côte d'Ivoire. *Physiol Veg* 1981 ; 19 : 401-5.
8. Bishop YMM, Fienberg SE, Holland PW. *Discrete multivariate analysis : theory and practice*. The MIT Press, 1975 ; 557 p.

### Résumé

Une étude conduite en Côte d'Ivoire, entre 1985 et 1989 a porté sur l'influence de la fertilisation sur la conservation des tubercules d'ignames des espèces *Dioscorea cayenensis rotundata* et *Dioscorea alata*, très importantes pour l'agriculture locale. Les pertes observées ont été séparées en deux catégories : celles dues aux avaries (pourritures, insectes) et celles d'origine physiologique (catabolisme et déshydratation). Les conclusions suivantes se dégagent de l'ensemble des observations effectuées. Il apparaît que la fertilisation tend à augmenter les pertes provoquées par les avaries, quand la conservation s'effectue sur une longue durée, et influe défavorablement sur les pertes d'origine physiologique, principalement pour les ignames de l'espèce *Dioscorea cayenensis rotundata*, où la fertilisation correspond à un surcroît quotidien de pertes pondérales équivalant à 0,02 % du poids de départ. L'étude montre enfin que les pertes sont influencées par le poids unitaire des tubercules et par la date de la plantation, facteurs connus du paysan ivoirien et pris en compte dans la pratique de la conservation traditionnelle des ignames.