

## Influence du glyphosate et des précipitations sur la maturation de la canne à sucre

E. Biang Nzié, César Kapseu

La maturation de la canne à sucre correspond à une accumulation de saccharose dans la tige et à une diminution corrélatrice de la teneur en eau, de l'acidité et du glucose. Cette maturation est influencée par les conditions climatiques [1-4].

De nombreux travaux [5-11] ont été consacrés à la recherche de mûrisseurs pour augmenter le taux de saccharose dans la canne à sucre. Des chercheurs [12-17] ont montré que l'herbicide glyphosate, dans de bonnes conditions d'application, joue ce rôle de mûrisseur. Les conditions climatiques les plus favorables pour assurer un fort taux de dégradation du glyphosate correspondent à une température optimale et une précipitation uniforme [18]. Pour prévoir le comportement du glyphosate dans différentes situations, la connaissance de la composition du sol revêt une grande importance du point de vue agronomique et environnemental [19].

Nous nous proposons d'étudier<sup>®</sup> l'influence du glyphosate et des précipitations sur la maturation de la canne (F % c) à sucre, afin de déterminer le moment où la teneur en saccharose est optimale et, par là, la date de la récolte. L'effet du glyphosate est déterminé en comparant les résultats d'analyse des échantillons de cannes traitées et non traitées (témoin). Cette analyse porte sur le brix, le fibre %

**Les traitements herbicides ont des effets secondaires parfois imprévus et leur action est largement tributaire des paramètres de l'environnement. Le modèle développé dans le présent article définit les conditions d'utilisation du glyphosate en tant qu'agent de maturation de la canne, avec des résultats sur la teneur en sucre qui dépendent de l'époque d'application de l'herbicide par rapport à la pluviosité et au stade de développement de la culture.**

canne (F % c) et la pureté. On calcule le rendement des parcelles et le sucre extractible % canne (SE % c). La croissance des cannes et les précipitations sont relevées au cours de la campagne sucrière.

### Matériel et méthodes

#### • Conditions de réalisation

Les essais ont eu lieu à la Société sucrière du Cameroun (Sosucam), avec le mûrisseur Round up<sup>®</sup> à 360 g/l. Les deux variétés de canne utilisées sont B70532 (site B6) et B46364 (sites B14 et D10). Cette dernière (tableau 1) est la plus cultivée à la Sosucam. Le traitement est effectué en fin de récolte

sur les cannes tardives plantées depuis 10,8 mois.

#### • Implantations des couples de sous-parcelles

Chaque essai mûrisseur est implanté selon le dispositif d'essai en couples avec 6 répétitions. Un couple est constitué d'une sous-parcelle témoin bâchée lors de l'épandage du mûrisseur et d'une sous-parcelle traitée.

#### • Épandage du mûrisseur

L'épandage se fait par avion (CESSNA - AG wagon) à une vitesse linéaire d'environ 50 m/s à partir d'une rampe de buses à jets coniques. La concentration volumique épandue est d'environ 40 l/ha de bouillie, soit 270 g/ha de matière active.

### Tableau 1

Conditions d'application du Round up<sup>®</sup> sur la variété B46364 (campagne sucrière 1990/1991)

Parcelle	Date de la dernière récolte	Date d'application	Date de récolte
B14	7/6/1990	24/4/1991	31/5/1991
D10	30/6/1990	23/4/1991	4/6/1991

Conditions of applying Round up<sup>®</sup> on variety B46364 (1990/1991 sugar season)

E.B. Nzié : Direction de la culture, Société sucrière du Cameroun (SOSUCAM), BP 857, Yaoundé, Cameroun.

C. Kapseu : Département de génie des procédés, École nationale supérieure des industries agro-alimentaires du Cameroun (ENSI AAC), BP 455, Ngaoundéré, Cameroun.

## Summary

### Influence of glyphosate and rain-fall on sugar cane maturation

E.B. Nzié, C. Kapseu

*This study deals with the effects of glyphosate and climate on the ripening of sugar cane (B46364 and B70532 varieties). Excess rain and high levels of nitrogen increased cane growth to the detriment of sugar storage. In the Cameroon, the sugar refining period begins at the end of the large rainy season (August-November) and stops at the end of the small rainy season (April-June). Sucrose content tends to decrease during these periods. Using the ripener Round up® (glyphosate as active ingredient, 270 g/ha) during the small rainy season, significantly increased sucrose content by 1 t/ha.*

*Cahiers Agricultures 1993 ; 2 : 111-5.*

### • Échantillonnage

Pour déterminer les effets du traitement, des échantillons de cannes ont été prélevés sur les sous-parcelles juste avant l'épandage, puis à intervalle de 2, 3 et 4 semaines (parcelles B14 et D10) et ce, jusqu'à la récolte (parcelle B6). Les échantillons proviennent des 2 lignes extérieures de la sous-parcelle et de cannes consécutives : 4 cannes sont prélevées sur une ligne, 5 sur l'autre et vice-versa [12]. Chacune de ces 9 cannes est coupée à l'aide d'une machette et effeuillée manuellement.

### • Analyse des échantillons

Elle a lieu au laboratoire de l'usine. Après pesée et mesure de la longueur des cannes entières (CE), des cannes usinables (CU) et des bouts blancs (BB), les échantillons sont découpés en 3 parties : sommet, milieu et base. Des 9 bases ainsi obtenues, 3 seulement sont retenues ; il en va de même pour les milieux et les sommets. Les segments choisis sont d'abord tronçonnés, puis découpés longitudinalement afin d'en faciliter le broyage.

Après pression hydraulique à 100 bars, 500 g de broyat donnent un gâteau et un jus. Le jus permet de mesurer le brix par réfractométrie et la pureté par le rapport du saccharose et du brix, suivant les méthodes de Meade et Chen [20]. Le sucre extractible pressé est déterminé par la formule :

$$SE \% c = (BP/100) (1-G/500) \quad (1)$$

où B = brix, P = pureté, G = poids du gâteau (g).

La teneur en fibre est déterminée par la relation :

$$F \% c = 0,0869G - 1,17 \quad (2)$$

### • Gain de sucre à l'usine

Les conditions d'extraction en laboratoire étant différentes de celles rencontrées à l'usine, le sucre extractible à la presse est relié aux valeurs de l'usine par la formule :

$$\frac{SE \% c \text{ 1}^{\text{er}} \text{ moulin}}{M} \times SE \% c \text{ pressé} \quad (3)$$

où M est le coefficient d'efficacité de l'usine (M = 0,790).

On obtient ainsi la différence de sucre extrait entre les cannes traitées et non traitées dans les conditions de l'usine et le rendement à l'hectare, et on peut calculer le gain de production qui est égal au produit de cette différence par le rendement.

### • Rendement

Les cannes récoltées sont pesées et, connaissant la surface de la parcelle, on peut obtenir le tonnage à l'hectare, rendement de la récolte [21].

### • Croissance

La croissance de la canne est déterminée en mesurant son élongation tous les 7 jours après application du mûris-

## Tableau 2

Effets du Round up® sur les variétés B46364 et B70532 (campagne sucrière 1989/1990)

Variété	B46364				B70532				
	Témoin	Round up®	Degré de signification	Coefficient de variation	Témoin	Round up®	Degré de signification	Coefficient de variation	
Longueur (cm)	CE	189	184	NS	3,6	257	245	NS	3,1
	CU	178	181	NS	3,7	232	235	NS	3,4
	BB	11	3	HS	5,4	25	10	HS	8,9
Poids (g)	CE	1 077	1 119	NS	7,3	1 651	1 744	NS	6,1
	CU	1 041	1 145	NS	7,2	1 554	1 711	NS	6,2
	BB	36	4	HS	11,2	97	33	HS	14,7
F % c	15,3	15,4	NS	1,8	14	14,3	NS	1,2	
Brix	19,6	22,8	HS	0,7	20,8	21,5	HS	0,8	
Pureté	90,8	91,5	S	0,3	89,8	89,6	NS	0,7	
SE % c	12,3	14,3	HS	1,1	13	13,4	NS	1,5	
tc/ha	50,7	52,2	NS	6,6	79,8	81,8	NS	4,1	

Effects of Round up® on varieties B46364 et B70532 (1989/1990 sugar season)

seur. La technique d'échantillonnage des cannes est effectuée selon la méthode usuelle [1].

### • Précipitations et températures

Les précipitations et les températures sont relevées selon les méthodes conventionnelles.

### • Étude statistique

Les mesures sont répétées 6 fois sur les champs traités et non traités. Les analyses statistiques comparatives sont effectuées avec un seuil de probabilité de 5 % [22].

## Résultats

### Effet du glyphosate

Nous avons rassemblé dans le *tableau 2* la longueur et le poids des cannes entières (CE), des cannes usinables (CU) et des bouts blancs (BB) ainsi que le fibre % canne pressé, le brix, la pureté et le sucre extractible % canne pressé pour les cannes traitées et témoins. Le tonnage canne à l'hectare (tc/ha) obtenu au cours de la campagne sucrière 1989/90 est présenté à la dernière ligne. Il concerne les variétés B46364 (site D10) et B70532 (site B6). Le degré de signification et le coefficient de variation sont calculés pour chaque paramètre.

On observe que la longueur et le poids des parties entières et usinables des cannes témoins ne présentent pas de différence significative avec ceux des cannes traitées, alors que la longueur et le poids de leurs bouts blancs sont supérieurs. Le fibre % canne et le rendement sont à peu près équivalents pour les cannes traitées ou non.

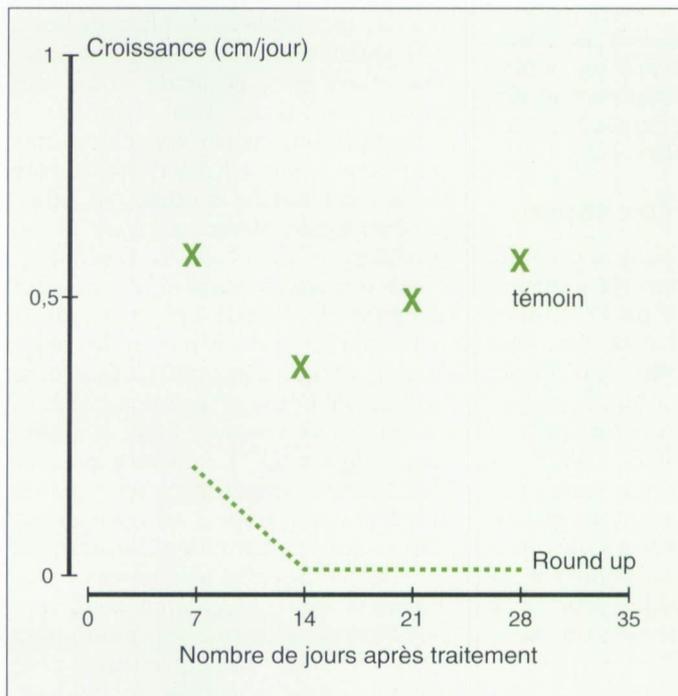
Le brix, la pureté et le SE % c des cannes témoins sont inférieurs à ceux des cannes traitées principalement pour la variété B46364. En ce qui concerne la variété B70532, la pureté et le SE % c ne présentent pas de différence significative.

La *figure 1* présente la croissance de la canne en fonction du nombre de jours après traitement pour la variété B46364.

Il apparaît que la croissance des cannes traitées est moitié moindre que celle des cannes témoins 7 jours après l'application du mûrisseur. Deux semaines après application, la crois-

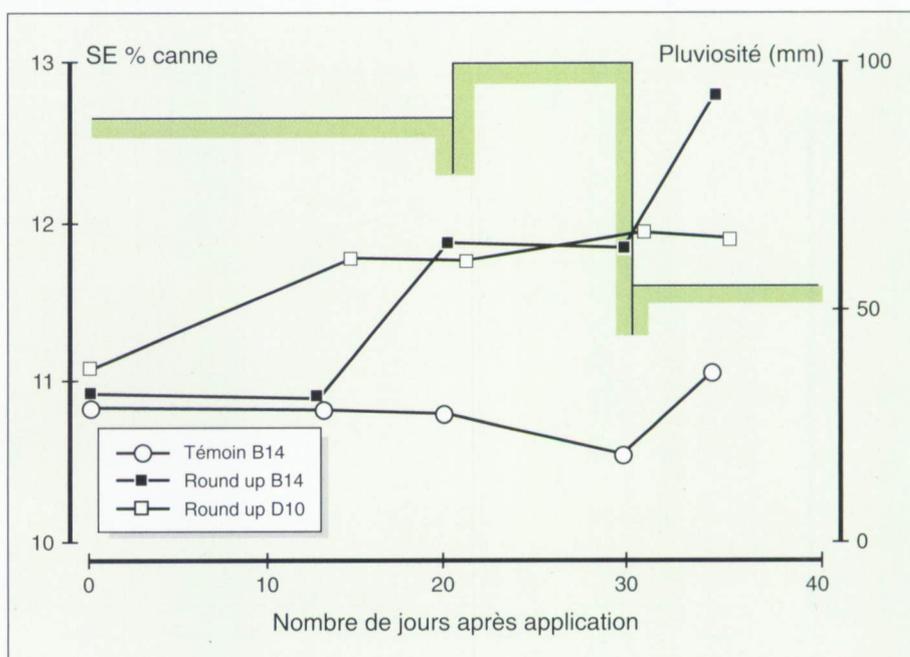
sance des cannes traitées est de 0,02 cm/jour jusqu'à la récolte tandis que l'élongation des cannes témoins varie autour de 0,5 cm/jour durant la période correspondant au traitement.

Nous avons porté sur la *figure 2* la variation du sucre extractible % canne en fonction des précipitations pour la variété B46364 (parcelles B14 et D10). La mise en évidence de l'effet mûris-



◀ **Figure 1.** Variation de la croissance en fonction du nombre de jours après traitement de la variété B46364 (campagne sucrière 1990/1991).

**Figure 1.** Variation of B46364 variety growth as a function of number of days after treatment (1990/1991 sugar season).



▲ **Figure 2.** Variation du sucre extractible % canne et de la pluviosité en fonction du temps écoulé après traitement mûrisseur.

**Figure 2.** Variations of sugar extractable % cane and rainfall as a function of time after application of ripening-treatment.

seur a été faite sur B14 en comparant la richesse des récoltes traitées et celle des parcelles qui ne l'étaient pas. Il en ressort que le SE % c des cannes témoins est peu affecté lorsque les précipitations cumulées augmentent. Le SE % c des cannes traitées augmente graduellement, dès la première semaine sur la parcelle D10 et à partir de la deuxième semaine sur la parcelle B14, malgré un accroissement des précipitations cumulées entre le 14<sup>e</sup> et le 21<sup>e</sup> jour après application.

### Influence des précipitations

Sur la figure 3, nous avons reproduit, pour une canne non mûrie artificiellement, le schéma type de l'évolution de la teneur en saccharose au cours d'une campagne sucrière (cas de la récolte 1989-1990), ainsi que la pluviosité de la période considérée.

La richesse des cannes, faible en novembre (fin de la grande saison des pluies), augmente pendant la grande saison sèche (décembre-mars), puis diminue rapidement au début de la petite saison des pluies (à partir de la mi-mars). La courbe présente un maximum fin février : SE % c = 13,4. La valeur finale du SE % c est de 9,5 en fin de campagne sucrière (mois de

mai), soit une variation de 4 points en 2,5 mois.

### Discussion

La figure 3 montre que la période où le sucre extractible est faible correspond à la grande saison des pluies (octobre-novembre) et à la petite saison des pluies (avril-mai). Pour remédier à cette situation, on fait appel au mûrisseur dont le rôle est d'accroître le taux de saccharose dans la canne, en début de cette saison pluvieuse (figure 2), en retardant le retour de la végétation. Nous constatons (tableau 2) un effet dépressif du Round up®, tant sur la teneur que sur le poids moyen des bouts blancs, ce qui concorde parfaitement avec l'arrêt brutal de croissance observé environ deux semaines après le traitement (figure 1). L'influence positive des facteurs climatiques tels que le soleil et les précipitations peu abondantes sur la maturation naturelle de la canne à sucre a été observée par Legendre *et al.* [3, 12] en Louisiane. Sur les parcelles suivies pour cette étude (B6, D10, B14), pendant 2 campagnes sucrières (D10), le tonnage canne à l'hectare des sous-parcelles

traitées est supérieur à celui des sous-parcelles témoins. On constate sur la parcelle B14 (figure 2), que la différence entre le SE % c des plots non traités (témoins) et celui des plots traités au Round up® commence à être significative en faveur des plots traités 20 jours après application du mûrisseur. Au bout de 35 jours de maturation, on atteint les valeurs de SE % c Round up® = 12,9 ; SE % c témoin = 11,1, soit une différence de 1,8 point. Le SE % c d'environ 13 correspond à une richesse optimale alors que le SE % c d'environ 9 correspond à une richesse médiocre [23]. Les conditions d'extraction en laboratoire étant différentes de celles rencontrées à l'usine, le sucre extractible à la presse est relié à celui de l'usine par la formule (3). Ainsi, au bout de 35 jours de maturation, la différence de sucre extrait entre les cannes traitées et non traitées est de 1,4 point dans les conditions de l'usine (SE % c Round up® = 10,2 et SE % c témoin = 8,8). Pour un rendement de 72 tc/ha, le gain de production est de  $72\ 000 \times 1,4\ \% = 1\ 008$  kg sucre/ha.

L'application du mûrisseur dans cet essai a donc permis un gain d'environ 1 t sucre/ha. Ce résultat est en accord avec celui publié par d'autres chercheurs [13, 14, 16]. Certains auteurs ont utilisé le Polado® (matière active : glyphosate), au lieu du Round up® qui possède 30 % de mouillant.

Le coût du traitement d'1 hectare est de 141,50 F (tableau 3), soit environ le prix de 37 kg de sucre à la Sosucam. Ainsi, pour une dépense équivalente à 37 kg sucre/ha, le traitement mûrisseur permet un gain de 1 008 kg, soit un bénéfice de 971 kg sucre/ha. Pour l'ensemble des surfaces récoltées en 1990/1991 (soit 5 919 ha), le bénéfice global eût été de 5 700 tonnes de sucre. En ce qui concerne les effets négatifs du Round up®, on observe, 2 semaines après le traitement, un jaunissement des feuilles, une mort progressive du fouet terminal et une apparition de rejet aérien sur les 2 variétés traitées. L'intensité de ces effets dépendrait de la dose de Round up® et de la variété de la canne. Le ralentissement de la croissance et la réduction de la dimension des feuilles terminales avaient déjà été observés par Rostrom [13] avec le Polado, alors que Baran *et al.* [14] ont signalé le jaunissement

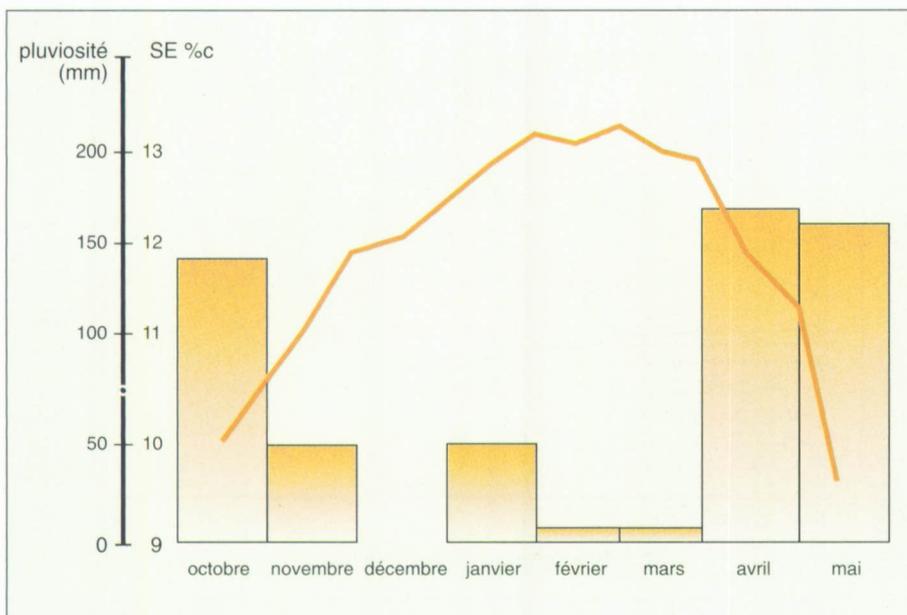


Figure 3. Évolution du saccharose dans la canne non mûrie artificiellement et de la pluviosité en fonction des mois (campagne sucrière 1989/1990).

Figure 3. Sucrose increase in non-artificially-ripened sugar cane as a function of number of months and rainfall (1989/1990 sugar season).

## Tableau 3

### Coûts du traitement à l'hectare

Désignation	Coûts (FF)
Produit (0,75 l/ha)	67,50
Épandage	68,00
Personnel (Panneautage)	6,00
Total	141,50

### Treatment cost per hectare

sement des feuilles 1 semaine après application. Certains effets secondaires ont été publiés par Musonge *et al.* [24]. Ceux-ci ont relevé principalement l'augmentation anormale de la teneur en amidon après application du Round up®.

## Conclusion

A la Sosucam, la récolte sucrière, difficilement intercalée entre deux saisons de pluies, pose de sérieux problèmes. Elle commence et se termine avec des cannes en plein développement végétatif et pauvres en saccharose.

Les pertes à l'usine (3,37 % lors de la campagne 1989/1990) étant étroitement liées à la qualité de la canne, la rentabilité de la récolte est aléatoire au cours de ces périodes humides.

Parmi les méthodes utilisées pour l'amélioration de la richesse en sucre des cannes, l'application des mûrisseurs tient une place prépondérante. Le traitement au mûrisseur Round up® sur la variété B46364 a permis un bénéfice de 971 kg sucre/ha. Un tel gain dépend de la variété, de la parcelle et des conditions climatiques.

L'utilisation du glyphosate sur les cannes tardives en plein développement végétatif permet d'accroître le sucre extractible % canne et donne une plus grande souplesse dans l'étalement de la récolte ■

## Références

1. Fauconnier R, Bassereau D. *La canne à sucre*. Paris : G.P. Maisonneuve et Larose, 1970.
2. How K. The influence of weather on the ripening response of Polaris. *Hawaiian Sugar Tech* 1976 ; 231-4.
3. Legendre BL. Ripening of sugarcane : effects of sunlight, temperature and rainfall. *Crop Sci* 1975 ; 15 : 349-52.
4. Kapseu C, Musonge P, Nzié EB. Optimizing the harvest time and sugar yields of sugarcane using chemicals ripeners. *AMA* 1991 (in press).
5. Vlitos AJ. A review of plant growth-regulating chemicals in sugarcane cultivation. *International Sugar J* 1975 ; 77 : 107-9.
6. Clowes M ST J. Early and late season chemical ripening of sugarcane. *Proc S African Sugar Technol Assoc* 1978 : 160-5.
7. Coleman RE, Hebert LP. Effects of certain defoliant and growth regulators upon sugarcane. *Sugar Bull* 1957 ; 35 : 389-91.
8. Legendre BL. The role of chemical ripeners in sugar production in Louisiana. *Sugar Bull* 1983 ; 61 : 8-10.
9. Martin FA, Legendre BL, Dill GM, Dimarco GJ, Steid RJ. Chemical ripening of Louisiana sugarcane. *Sugar J* 1981 ; 43 : 20-2.
10. Nickel LG. A review of plant growth regulators in the sugarcane industry. *Sugar y Azucar* 1984 ; 79 : 17-20.
11. Mason F. Chemical ripening of variety B41-227 in Trinidad. *Proc ISSCT* 1980 ; 17 : 663-75.
12. Legendre BL, Finger CL. Response of sugarcane varieties to the chemical ripener glyphosate. *Sugar J* 1988 ; 51 : 16-9.
13. Rostron H. Chemical ripening of sugarcane with fusilade super. *Proc S African Sugar Technol Assoc* 1985 : 170-7.
14. Baran R, Diaby M, Eboi P. Essai de matura-teur à l'échelle industrielle en Côte-d'Ivoire. In : *Actes de la première rencontre internationale de l'AFCAS, Montpellier, France, juin 1991*. Montpellier : AFCAS, 1992 : 192-7.
15. Clowes M ST J. Ripening activity of the glyphosate salts Mon 8 000 and Round up. *Proc ISSCT* 1980 ; 17 : 676-93.
16. Soopramanien GC, Goolamhossen M, d'Espagnac L, Julien R. Effect of Ripener Polado on sugar cane in Mauritius. *Revue Agricole et Sucrière de l'île Maurice* 1982 ; 61 : 85-90.
17. Osgood RV, Teshima A. Sucrose accumulation in sugarcane treated with glyphosate and glyphosine. *Proc of the Plant Growth Reg Work Group* 1979 ; 6 : 29-34.
18. Torstensson L. Behaviour of glyphosate in soils and its degradation. In : Groosbard E, Atkinson D, eds. *The herbicide glyphosate*. London : Butherworths 1985 : 149-67.
19. Hurlé K, Walker A. Persistence and its prediction. In : Hance RJ, ed. *Interaction between herbicides and the soil*. London : Academic Press, 1980 : 83-122.
20. Meade GP, Chen JCP. *Meade-Chen Canesugar handbook, 10th ed.* New York : John Wiley and Sons Inc, 1977.
21. Legendre BL, Henderson MT. The history and development of sugar yields calculations. *Proc ASSCT* 1972 ; 6 (NS) : 10-8.
22. Dagnelie. *Théorie et méthodes statistiques*. Gembloux : Presses agronomiques de Gembloux, 1970 ; vol. 2, 463 p.
23. Hugot E. *La sucrerie de cannes, 2<sup>e</sup> éd.* Paris : Dunod, 1970.
24. P. Musonge, Kapseu C, Nzié E.B. Effects of the application of chemical ripener glyphosate on the starch concentration of harvested sugarcane. *Sugar J* 1992 (in press).

## Résumé

Cette étude se rapporte aux effets du glyphosate et du climat sur la maturation de la canne à sucre (variétés B46364 et B70532). L'abondance des pluies et la richesse en azote concourent à la croissance de la canne au détriment du stockage du saccharose. Au Cameroun, la campagne de récolte des cannes commence en fin de grande saison des pluies (août-novembre) et se termine en fin de petite saison des pluies (avril-juin). La teneur en sucre a tendance à diminuer au cours de ces périodes. L'application, au cours de la petite saison des pluies, du mûrisseur Round up® ayant le glyphosate comme matière active (270 g/ha), a permis un gain de sucre de 1 t/ha.

## Remerciements

Les auteurs remercient le personnel de la Division agronomique de la Société sucrière du Cameroun, en particulier M. Nsogo Zamba, pour leur aimable collaboration.