

## RELATION ENTRE LA SURFACE ET LES DIMENSIONS DU LIMBE FOLIAIRE CHEZ LE BANANIER

Eugène Dagba

ORSTOM - B.P. 1286 Pointe-Noire Congo

(reçu le 14 Septembre 1992, accepté le 23 Septembre 1992)

**Résumé :** *Suivant la grandeur de la feuille, trois relations linéaires ont été établies entre la surface (y) du limbe foliaire et le produit (x) de la longueur (L) par la largeur (l) de la feuille du bananier, var. Gros Michel ; chaque relation correspond à une gamme de valeurs données de L ou de l et par suite de x. Nous avons montré que les zones de rupture de pente entre deux droites voisines correspondent, la première à la feuille-origine, la seconde à la feuille de référence. La feuille-origine, déterminée en général par le rapport l/L, indique le début de la levée de dominance imposée au rejet par la plante-mère. La feuille de référence, déterminée par coupes méristématiques au cours du temps, indique le stade de transition entre les phases végétative et florale. Le produit (x) de la longueur (L) par la largeur (l) de la feuille permet donc de déterminer la feuille-origine, la feuille de référence et la surface du limbe foliaire.*

**Mots-clés :** *regression linéaire, surface foliaire, bananier, var. Gros Michel, feuille-origine, feuille de référence.*

## RELATION BETWEEN AREA AND LINEAR DIMENSIONS OF THE BANANA LEAF

**Abstract :** *According to leaf size, three linear relations have been established, between the lamina area (y) and the product (x) of the length (L) by the width (l) of the banana leaf (var. Gros Michel). Each relation corresponds to a data range of L or l and therefore of x. We have proved that the slope breaking zones between two consecutive straight lines fit, the first with the origin-leaf, the second with the reference leaf. The origin-leaf, generally determined by the ratio l/L, shows the beginning of the release of the dominance imposed to the sucker by the mother plant. The reference leaf, determined by periodical meristematic cuttings, shows the transition stage between the vegetative and the floral phases. The product (x) of the length (L) by width (l) of the leaf leads therefore to determine the origin-leaf, the reference leaf and the lamina area.*

**Keys-words :** *linear regression, leaf area, banana, var. Gros Michel, origin-leaf, reference leaf.*

ORSTOM Fonds Documentaire

43

N° : 37679 ex 1

Cote : B

21 AVR. 1993

B 37679 ex 1

## INTRODUCTION

La surface foliaire conditionne chez la plante un bon nombre d'activités comme la croissance, la transpiration ou la photosynthèse. Aussi a-t-on souvent essayé de l'évaluer par différentes méthodes de mesure destructives ou non-destructives. Ces dernières qui laissent la plante intacte sont particulièrement intéressantes. Elles sont basées en général sur l'établissement d'une formule de regression linéaire où la surface est exprimée en fonction soit de la longueur (L) ou de la largeur (l) de la feuille soit du produit  $x = L \times l$ . On peut citer, à cet égard, les travaux de : Milthorpe (1956) sur le chou-fleur et le navet, Freeman *et al.* (1956) sur le pommier, Lyon (1958) sur la tomate, Kemp (1960) sur les plantes grasses, Stickler *et al.* (1961) sur le sorgho, Ashley *et al.* (1963) sur le coton, Assomaning *et al.* (1963) sur le cacao, Wienk (1963) et Yeboah *et al.* (1984) sur le niébé, Wendt (1967) sur *Prosopis grandulosa*, Owen (1968) sur les céréales, de Parcevaux *et al.* (1970) sur plusieurs plantes, Ndawula-Senyimba (1972) sur les légumineuses fourragères, Schneider (1978) sur le tournesol, Potdar *et al.* (1980) sur le haricot, Padalia *et al.* (1980) sur l'arachide, Robbins (1987) sur le concombre, Rhodjen *et al.* (1988) sur des pois tropicaux. Sur le bananier, on peut citer Summerville (1944), Champion (1963), Turner (1972), Bonhomme *et al.* (1976), Rajeeva *et al.* (1984), Balkrishman (1986) et Potdar *et al.* (1991).

Pour cette plante, les coefficients de la droite de regression varient d'un auteur à l'autre. Si  $y =$  surface et  $x = L \times l$ , on trouve par exemple  $y = 0,83x$  chez Summerville et Turner,  $y = 0,80x$  chez Champion,  $y = 0,75x$  chez Balkrishman et  $y = 0,7629x + 0,0266$  chez Potdar *et al.* Il est possible que la différence observée soit liée à la variété, à l'âge de la plante et aux conditions du milieu. C'est pour cela que nous nous proposons ici d'établir l'équation de la droite de regression permettant d'évaluer la surface foliaire du bananier, var. Gros Michel, cultivé au Congo.

L'intérêt d'une telle évaluation est de déterminer approximativement la surface des feuilles au fur et à mesure de leur étalement. Car on rencontre des bananiers qui ne fleurissent jamais ; et il serait intéressant de savoir s'il existe un seuil de surface foliaire (soit pour une feuille, soit pour toutes les feuilles émises jusqu'à un moment donné) au-dessous duquel toute floraison est impossible et au-dessus duquel la floraison devient possible.

## MATERIEL ET METHODES

Les échantillons ont été prélevés sur des bananiers indépendants de la plante-mère, (les plus jeunes se développent à partir d' "oeilletons" isolés de la souche-mère), cultivés au Centre ORSTOM de Pointe Noire (11°54'E -

4°49'S), situé à proximité de la mer sur sol sableux pauvre ou à Bilala (12°04'E - 4°31'S), situé à environ 60 km de Pointe-Noire, dans une région agricole fertile appelée le Mayombe. Ces deux sites, caractérisés par une différence de fertilité du sol, nous ont permis d'avoir un assez large éventail de dimensions de feuilles, les plus petites étant prélevées sur sols pauvres et les plus grandes, sur sols riches. A Bilala, nous ne travaillons pas sur une station expérimentale mais simplement sur quelques champs de paysans, dans la mesure où le propriétaire accepte que nous prélevions les feuilles du bananier après qu'il l'ait abattu pour récolter le régime situé au sommet de la plante. 197 feuilles ont été étudiées. On mesure au millimètre près la longueur (L) le long de la nervure centrale et la largeur maximale (l) perpendiculairement à la nervure centrale. Les valeurs extrêmes sont :  $13,0 \text{ cm} \leq L \leq 313,0 \text{ cm}$  et  $4,6 \text{ cm} \leq l \leq 86,4 \text{ cm}$ . Compte tenu de la largeur de la feuille, une vingtaine de rondelles de limbe de 9,4 cm - 8,2 cm ou 2,4 cm de diamètre est prélevée par feuille dans la partie médiane des deux moitiés longitudinales du limbe, le long de la nervure centrale. Ces rondelles sont pesées ainsi que le reste du limbe, ce qui permet de déterminer la surface foliaire (y). On a alors  $y$  et  $x = L \times l$ . Les valeurs extrêmes sont  $23 \text{ cm}^2 \leq y \leq 21.306 \text{ cm}^2$  et  $60 \text{ cm}^2 \leq x \leq 27.043 \text{ cm}^2$ . Ainsi y, calculée à partir du poids du limbe, désigne la surface du limbe (nervure centrale non comprise) tandis que x désigne la surface du rectangle qui encadre et circonscrit la feuille (limbe + nervure).

L'analyse de variance et les graphiques de nuages de points à partir de la série statistique double ont été effectués au Macintosh sur logiciel superANOVA.

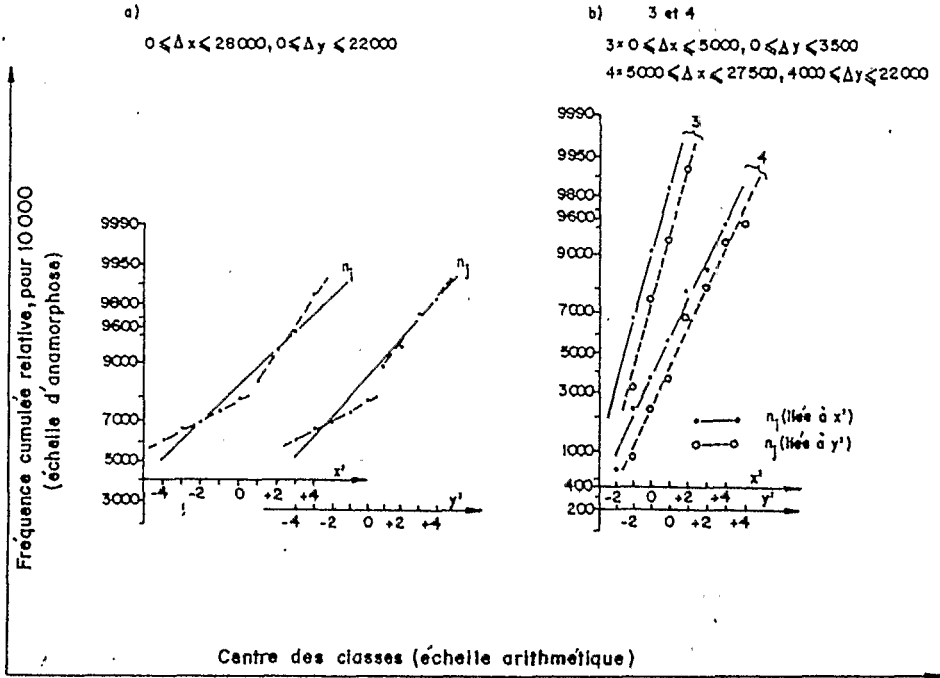
## RESULTATS

Nous aborderons l'interprétation statistique et morpho-physiologique des données.

### 1. Interprétation statistique.

L'établissement de la droite de Henry (fig. 1), du graphe des résidus (Neter *et al.*, 1974) en fonction de y (fig. 2), du test d'ajustement de Pearson et du test de Bartlett (homogénéité des variances) nous ont conduit à considérer cinq séries dans l'échantillon initial.

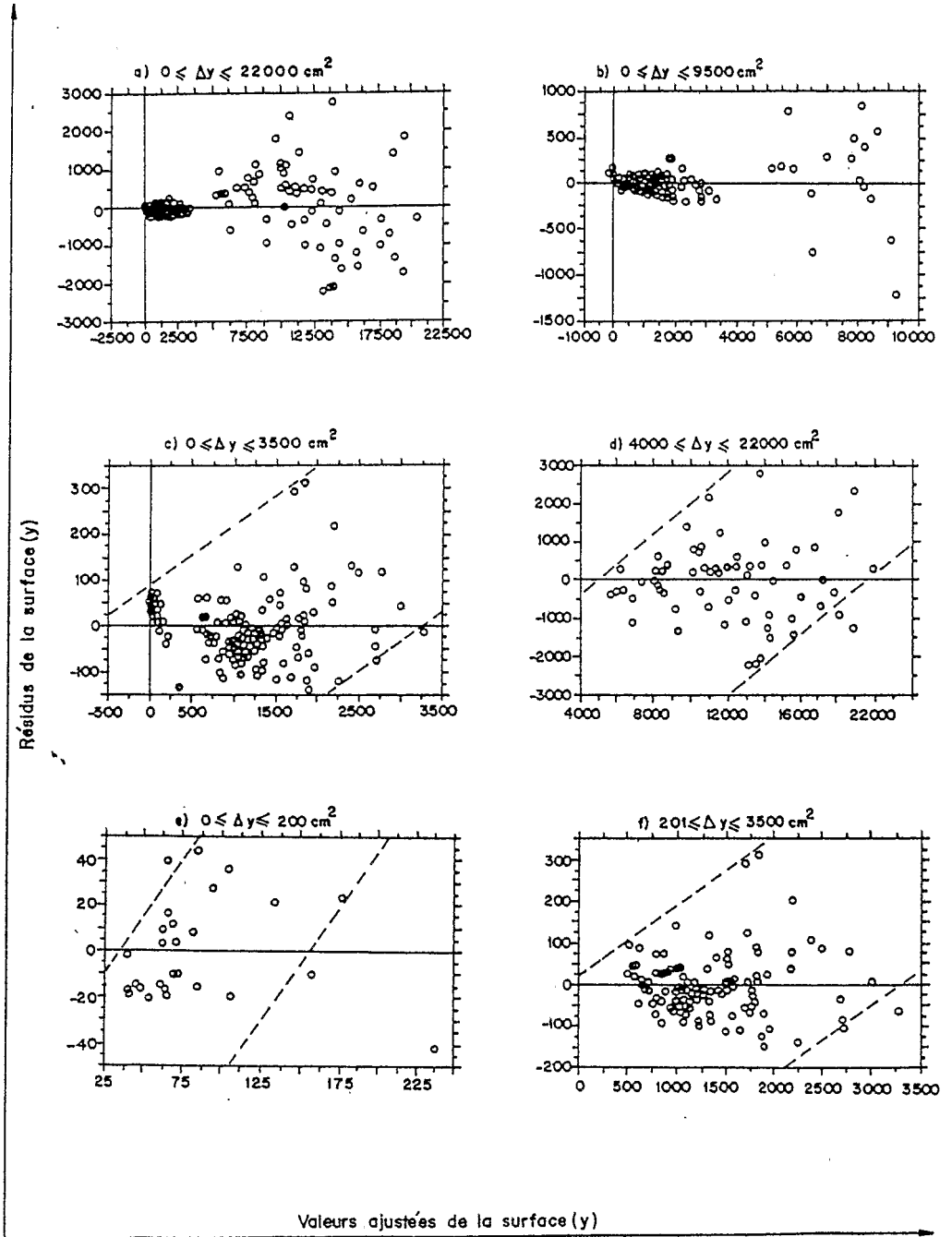
Figure 1 : Tracés d'anamorphose des distributions marginales  $n_i$  (liée à  $x'$ ) et  $n_j$  (liée à  $y'$ )



Première série : l'échantillon entier ( $0 \leq \Delta x \leq 28.000$ ;  $0 \leq \Delta y \leq 22.000$ ). Le test d'ajustement ( $2,3 = \chi^2_{\text{obs}} < \chi^2_{0,95} = 16,9$ ) montre que le tracé d'anamorphose est une droite (fig. 1a, en trait continu) ; le test de Bartlett ( $16,3 = \chi^2_{\text{obs}} < \chi^2_{0,95} = 16,9$ ), avec un  $\chi^2_{\text{obs}}$  proche du seuil, nous amène à examiner le graphe des résidus qui se présente sous forme de cône pour  $0 \leq y \leq 9.000$  (fig. 2a) et non sous l'aspect d'une bande de même largeur : il y a hétérogénéité des variances.

Deuxième série ( $0 \leq \Delta x \leq 12.500$ ;  $0 \leq \Delta y \leq 9.500$ ). Le test d'ajustement ( $3,04 = \chi^2_{\text{obs}} < \chi^2_{0,95} = 11,07$ ) justifie l'existence d'une droite de Henry (fig. 1a, en trait discontinu). Le test de Bartlett ( $9,622 = \chi^2_{\text{obs}} > \chi^2_{0,95} = 9,488$ ) et le nuage des résidus en forme de cône (fig. 2b) dénotent d'une hétérogénéité des variances.

Figure 2 : Graphe des résidus en fonction de y ajustée



Troisième série ( $0 \leq \Delta x \leq 5.000$ ;  $0 \leq \Delta y \leq 3.500$ ) et quatrième série ( $5.000 \leq \Delta x \leq 27.500$ ;  $4.000 \leq \Delta y \leq 22.000$ ). Les points du tracé d'anamorphose s'alignent suivant des droites de Henry (Fig. 1b) avec un test de Pearson satisfaisant ( $1,57 = \chi^2_{\text{obs}} < \chi^2_{0,95} = 9,49$ ). Le test de Barlett ( $8,10 = \chi^2_{\text{obs}} < \chi^2_{0,95} = 9,49$ ) et l'étalement du graphe des résidus sur une bande d'égale largeur (fig. 2c. et 2d) s'accordent sur l'homogénéité des variances. Les distributions marginales sont normales, les variances homogènes et le test F significatif (probabilité de 0,0001). Les droites correspondant à ces deux séries ont pour équations :

$$y = -70,243 + 0,745x$$

$$y = 994,115 + 0,701x$$

Mais la première équation s'annule pour  $x = 94 \text{ cm}^2$ . Or, les valeurs minimales observées de  $x$  et de  $y$  sont respectivement  $60$  et  $23 \text{ cm}^2$ . Nous avons alors scindé en deux la troisième série en mettant d'un côté le groupuscule de nuage de points situé le plus à gauche sur la fig. 2c. Il en résulte deux sous séries, la première (3.1) caractérisée par l'intervalle  $60 \leq \Delta x \leq 540$ ;  $23 \leq \Delta y \leq 200$  (fig. 2e) et la seconde (3.2) caractérisée par l'intervalle  $825 \leq \Delta x \leq 4445$ ;  $201 \leq \Delta y \leq 3235$  (fig. 2f). Le tableau suivant résume les caractéristiques des trois sous-échantillons précités (3.1, 3.2, et 4) :

Tableau 1 : Tests F, t et d sur les séries 3.1, 3.2 et 4.

Série	F		r		b		d			
	observé	p	observé	t	t	p	observé	d <sub>l</sub>	d <sub>u</sub>	n
3.1	107,6**	0,0001	0,90	10,39**	10,38**	0,0001	1,372	1,32	1,47	27
3.2	6115,2**	0,0001	0,99	74,68**	78,20**	0,0001	1,865	1,65	1,69	104
4	810,1**	0,0001	0,96	28,51**	28,46**	0,0001	1,822	1,57	1,63	66

F = test F

r = coefficient de corrélation

d = coefficient de Durbin-Watson

t = test t

b = pente de la droite de régression

d<sub>l</sub> = borne inférieure au niveau 5%

p = probabilité

n = nombre d'observations

d<sub>u</sub> = borne supérieure au niveau 5%

Le t relatif à r est calculé avec la relation :  $t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \times \sqrt{n-2}$

Les trois droites de régression (fig. 3c, 3d, 3b) correspondantes ont pour équations :

$$y = 14,260 + 0,415x \quad (1)$$

avec :  $a = 14,260 \pm 16,4615$

$b = 0,415 \pm 0,0815$

pour  $13,0 \text{ cm} \leq L \leq 39,0 \text{ cm}$

et

$4,6 \text{ cm} \leq l \leq 13,8 \text{ cm}$

Relation entre la surface et les dimensions du limbe foliaire chez le bananier

$$\hat{y} = -126,166 + 0,770x \quad (2)$$

avec :  $a = -126,116 \pm 41,149$        $b = 0,770 \pm 0,020$   
 pour  $40,0 \text{ cm} \leq L \leq 115,0 \text{ cm}$     et     $13,9 \text{ cm} \leq l \leq 39,0 \text{ cm}$

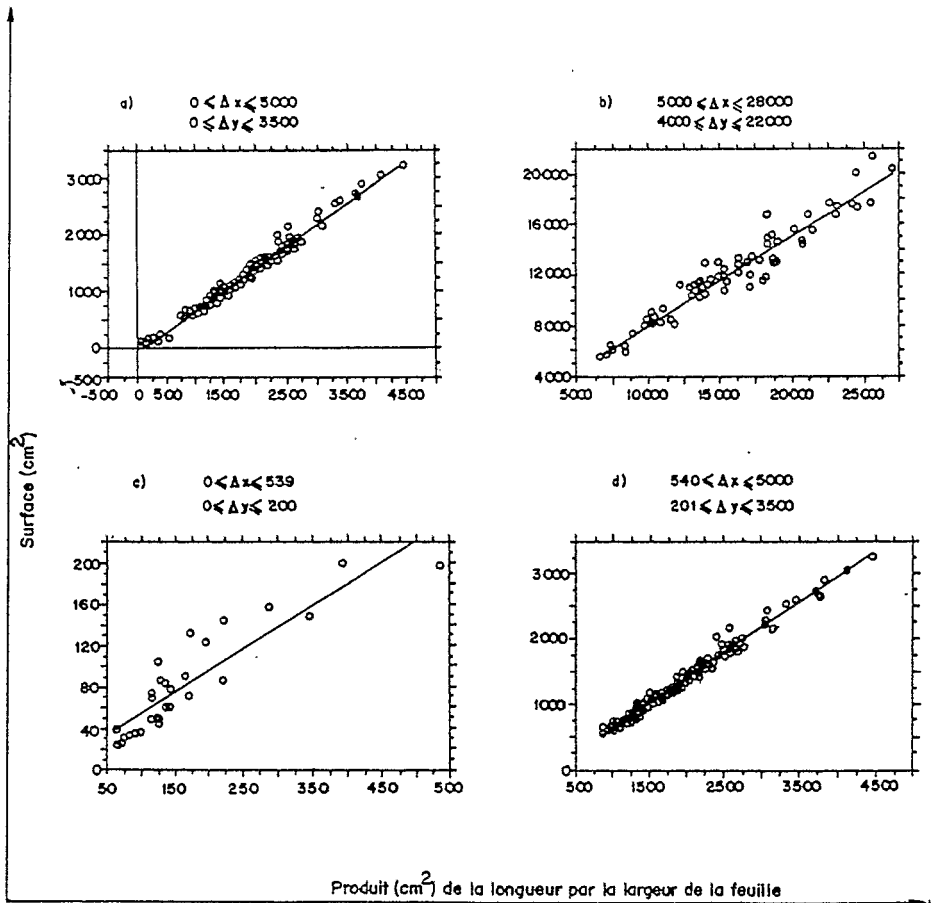
$$\hat{y} = 994,115 + 0,701x \quad (3)$$

avec :  $a = 994,115 \pm 820,501$        $b = 0,701 \pm 0,050$   
 pour  $116,0 \text{ cm} \leq L \leq 313,0 \text{ cm}$     et     $40,0 \text{ cm} \leq l \leq 86,4 \text{ cm}$

Il convient de noter que les ruptures de pente entre deux droites voisines ont pour bornes inférieure et supérieure, dans la série de nos données:

- pour (1) - (2) :  $x = 538 - 825$        $y = 200 - 538$
- pour (2) - (3) :  $x = 4446 - 6715$      $y = 3235 - 5381$

Figure 3 : Droites de régression de la surface (y) sur le produit (x) de la longueur par la largeur de la feuille.



## 2. Interprétation morpho-physiologique.

On peut se demander à quoi correspondent ces deux points (ou zones) de rupture de pente.

### 2.1 zone de rupture entre (2) et (3)

Le 15 novembre 1988, nous avons installé un essai sur bananier en culture sans sol, de 4 concentrations (1/16, 1/8, 1/4 et 3/8 Hoagland) avec 5 répétitions. La récolte des derniers plants a eu lieu le 23 avril 1991 soit deux ans et demi après le semis, par suite d'attaques parasitaires. Toutes les plantes cultivées sur les deux concentrations les plus fortes ont produit des régimes de poids moyens : 9 kg (3/8 Hoagland) et 4 kg (1/4 Hoagland). Aucune plante cultivée sur 1/16 Hoagland n'a fleuri et ne montre, après coupe longitudinale, aucune inflorescence. Parmi celles développées sur 1/8 Hoagland, deux ont produit un régime (2,7 kg et 0,8 kg), deux autres, une inflorescence apparemment inhibée (l'une à l'aisselle de la feuille bractéale, l'autre à l'intérieur du stipe à 50 cm au-dessus du collet), la dernière (Bloc I du tabl. II), après coupe longitudinale, ne présente aucune inflorescence. Les longueurs et largeurs des feuilles les plus grandes, développées au cours de la vie de la plante sont consignées dans le tableau II. On constate que les données correspondent, pour 1/16 Hoagland et l'unique plante (Bloc 1) de 1/8 Hoagland restée sans inflorescence, à l'équation (2) ; pour 1/4 et 3/8 Hoagland où toutes les plantes ont produit un régime, à l'équation (3) ; et pour les 4 plantes qui ont une inflorescence sur 1/8 Hoagland, à l'équation (2) quant à leur largeur (1), à l'équation (3) quant à leur longueur (L) et à la zone de rupture de pente entre (2) et (3) quant à leur produit  $x = L \times l$ . Il s'ensuit que la concentration 1/8 Hoagland joue un rôle de charnière entre les plantes qui ont fleuri et celles qui n'ont pas fleuri et qu'elle se place dans la zone de rupture de pente (2) - (3). Cette zone de rupture correspond donc à l'initiation florale ou au début du développement de la partie reproductive, l'énergie nécessaire à ce changement d'état entraînant une modification de la pente de la droite (3) par rapport à celle plus élevée de la droite (2).

### 2.2 Zone de rupture entre (1) et (2).

La pente de la droite (2) est plus élevée que celle des droites (1) et (3). C'est la vitesse de croisière qui ne peut intervenir que si la plante dispose de toutes ses potentialités. La zone de rupture (1) - (2) correspondrait alors au passage de l'enfance à la jeunesse ou à l'adolescent, à la période où la plante se libère de la dominance apicale du pied-mère ou (si c'est un oeilleton qui est mis en terre) des difficultés d'adaptation au milieu environnant, sol notamment. En général, ce passage est marqué par une variation du rapport  $l/L$  plus élevé dans le cas de l'oeilleton placé en terre, plus faible dans le cas (feuilles lancéolées) du rejet dominé par le pied-mère, que celui correspondant à la phase de "jeunesse" ou "d'adolescence".



*Relation entre la surface et les dimensions du limbe foliaire chez le bananier*

Ces deux zones de rupture de pente correspondent donc à des étapes morpho-physiologiques précises de la vie de la plante.

*Tableau II. Les feuilles les plus grandes développées au cours du temps chez le bananier en culture sans sol.*

Paramètre	1/16 Hoagland			1/8 Hoagland			1/4 Hoagland			3/8 Hoagland		
	L	l	Lxl	L	l	Lxl	L	l	Lxl	L	l	Lxl
Bloc												
1	80,7	28,6	2.308	114,0	38,5	4.389	127,0	47,0	5.969	151,0	50,0	7.550
2	98,0	30,5	2.989	125,0	38,5	4.813	135,5	43,0	5.827	149,0	48,0	7.152
3	92,0	31,0	2.852	118,0	38,5	4.543	130,0	41,2	5.356	148,0	51,0	7.548
4	90,0	33,2	3.042	120,0	39,0	4.680	116,0	42,0	4.872	142,0	46,0	6.532
5	88,0	28,4	2.499	121,0	40,0	4.840	138,5	42,5	5.887	142,0	50,5	7.171
Equation	(2)			Entre (2) et (3)			(3)					
Intervalle	40,0 ≤ L ≤ 115,0 13,9 ≤ l ≤ 39,0			114 ≤ L ≤ 125,0 38,5 ≤ l ≤ 40,0			116,0 ≤ L ≤ 313,0 40,0 ≤ l ≤ 86,4					

L = Longueur (cm)      l = largeur (cm)

## DISCUSSION

L'existence de plus d'une droite de régression me paraît conforme au point de vue de Summerville (1944). En effet, cet auteur a montré qu'exprimer la surface foliaire par le produit longueur x largeur de la feuille entraînait des erreurs d'autant plus grandes que la feuille est plus petite. En outre, adopter une seule formule de regression suppose que les différentes feuilles émises au cours du temps peuvent se déduire l'une de l'autre par simple homothétie, c'est-à-dire que le rapport l/L serait constant tout au long de la vie de la plante. Or Dumas (1958), en portant en ordonnées la largeur (l) et en abscisse la longueur (L) a trouvé deux droites avec une rupture de pente ou une discontinuité dont les coordonnées dépendent de la variété étudiée (Gros Michel, Poyo, Petite Naine). Il a également mis en évidence, chez ces trois variétés, deux droites avec une rupture de pente ou une discontinuité en portant en ordonnées le rang de la feuille et en abscisses soit la longueur soit la largeur de la feuille. Il me paraît alors normal que l'équation de la surface foliaire en fonction des dimensions de la feuille dépende à la fois de la variété et du rang de la feuille c'est à dire de l'époque d'étalement de cette feuille. Ici, nous n'avons étudié qu'une seule variété ; mais Potdar *et al.* (1991),

travaillant sur deux cultivars, ont établi une équation par cultivar. Sur le niébé, nous avons mis en évidence (Dagba, 1974) une équation par cultivar et par époque de prélèvement pour 8 cultivars et 6 époques. La variation par époque est plus grande chez le niébé que chez le bananier.

La rupture de pente observée par Dumas (1958) correspond à l'apparition d'une feuille bien déterminée, la feuille-origine, caractérisée par "l'orthogonalité de la base du demi-limbe recouvert dans la préfoliation". L'apparition de cette feuille-origine marquerait le début de la phase adulte, c'est à dire l'émancipation du rejet (Dumas 1958, Champion 1963). On définit également une feuille dite de référence correspondant "au stade de transition entre la phase végétative et la phase florale et que l'on repère par rapport à la feuille origine et par rapport à la dernière feuille" (Ganry, 1977).

Les deux ruptures de pente déterminées par nos trois droites de regression correspondent donc à l'apparition de la feuille-origine et de la feuille de référence. Et on peut admettre que ces trois droites correspondent aux trois phases de développement définies par Lassoudière (1978) : la "phase végétative de jeunesse" contrôlée par le pied parent et où le "rapport L/l décroît, la "phase végétative indépendante" où le rapport L/l reste à peu près constant" et la "phase végétative apparente" où le "rapport L/l augmente régulièrement".

## CONCLUSION

Le produit de la longueur de la feuille par sa largeur permet, sans détruire la plante, de déterminer la surface foliaire, la feuille-origine et la feuille de référence. Cette étude mérite d'être poursuivie dans différentes zones climatiques afin de mieux comprendre l'influence de la variété et du milieu sur ces équations.

## BIBLIOGRAPHIE

- ASHLEY D.A., DOSS., B. D., BENNET O. L., 1963 - A method of determining leaf area in cotton. *Agron. J.*, **55**, 584-585.
- ASOMANING E. J. A., LOCKARD R. G., 1963 - Note on estimation of leaf areas of cocoa from leaf length data. *Canadian J. of Plant Sci.*, **43**, 243-245.
- BALKRISHNAN K., VEERANNAB L., KULASASEKARAN M., 1986 - Estimation of leaf area in banana from linear measurements. *Madras Agric. J.*, **73**, 717-719.
- BONHOMME R., GANRY J., 1976 - Mesure de l'indice foliaire du bananier par photographies hémisphériques faites "in situ". *Fruits*, vol. **31**, (7-8), 421-425.

*Relation entre la surface et les dimensions du limbe foliaire chez le bananier*

- CHAMPION J., 1963 - "*Le bananier*". Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, 233 p.
- DAGBA E., 1974 - Essai de détermination sur pied de la surface foliaire du niébé, *Vigna unguiculata* (L) Walp. Rapport ORSTOM mutigr., 19 p.
- DUMAS J., 1958 - Détermination d'une feuille-origine pour l'étude des bananiers cultivés. *Fruits*, 13, (5), 211-224.
- GANRY J., 1977 - Détermination "*in situ*" du stade de transition entre la phase végétative et la phase florale chez le bananier, utilisant le "coefficient de vitesse de croissance des feuilles". Essai d'interprétation de quelques processus de développement durant la période florale. *Fruits*, 32, (6), 373-386.
- FREEMAN G. H., BORAS B. D., 1956 - A method for the rapid détermination of leaf area in the field. *Rep. E. Malling Res. Sta.*, 1955, 104-107.
- KEMP C. D., 1960 - Methods of estimating the leaf area of grasses from linear measurements. *Ann. Bot. Lond.*, 24, 419-499.
- LASSOUDIÈRE A., 1978 - *Le bananier et sa culture en Côte d'Ivoire*. 1ère partie : connaissance de la plante, interaction avec le milieu écologique. Ed. CIRAD/IRFA, 104 p.
- LYON C. J. 1958, A factor method for the area of tomato leaves. *Plant Physiol.*, 23, 234-235.
- MILTHORPE F. L. (ed.), 1956 - *The growth of leaves*. Ed. Butterworth, London.
- NDAWULA-SENYIMBA M. S., 1972 - Estimation of leaf area of trifoliolate legumes using non-destructive linear measurements. *E. Afr. agric. Forest. J., Kenya*, 37, (3), 192-196.
- NETER J., WASSERMAN W., 1974 - Applied linear statistical Models. *Richard D. Irwin, Inc. Homewood*, III, 231-246.
- OWEN P. C., 1968 - A measuring scale for areas of cereal leaves. *Expl. Agric.*, 4, 275-278.
- PADALIA M.R., PATEL C.L., 1980 - Note on length - width method for estimating leaf area on groundnut. *Indian J. Agric. Sci.*, 50, 880-882.

- PARCEVAUX (DE) S., CATSKY J., 1970 - Méthodes et techniques de mesure des surfaces foliaires. In; *Techniques d'étude des facteurs physiques de la biosphère*. Ed. INRA., Paris, 493-499.
- POTDAR M. V., SONDSGE V. D., PAWAR K. R., GITE A. N., 1980 - Estimation of leaf area in green gram (*Phaseolus sp.*) varieties. *J. Maharashtra Agric. Univ.*, **5**, 169-170.
- POTDAR M. V., PAWAR K. R., 1991 - Non-destructive leaf area estimation in banana. *Scientia Horticulturae*, **45**, 251-254.
- RAJEEVAN P. K., UNNITHAN V. K. G., GEETHA C. K., 1984 - Estimation of leaf area in banana var. Neudran (*Musa* AAB group) using linear parameters. *Agric. Res. J. Kerala*, **22**, 220-202.
- RHODEN E. G., CROY L. I., 1988 - Relationship between leaf area and dry matter in southern peas. *Hort. Science*, **23**, 726 - 728.
- ROBBINS N. S., PHARR D. M., 1987 - Leaf area and production models for cucumber from linear measurements. *Hort. Science*, **22**, 1264-1266.
- SUMMERVILLE W. A. T., 1944 - Studies on nutrition as qualified by development in *Musa cavendishii* Lambert. *Queensland J. of Agric. Sci.*, **1**, 1-127.
- SCHNEITER A. A., 1978 - Non-destructive leaf area estimation in sunflower. *Agron J.*, **70**, 141-142.
- STICKLER F. C., WEARDEN S., PAULI A. W., 1961 - Leaf area determination in grain sorghum. *Agron. J.*, **53**, 187-189.
- TURNER D. W., 1972 - Banana plant growth. 2. Dry matter production, leaf area and growth analysis. *Australian J. of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* : **12**, 216-224.
- WENDT C. M., HAAS R. H., RUNKLES J. R., 1967 - Area measurement of mesquite (*Prosopis grandulosa*) leaves by using leaf length measurements. *Bot. Gaz.*, **128**, 22-24.
- WIENK J. F., 1963 - "Photoperiodic effects in *Vigna unguiculata* (L) Walp" *Meded. Landbhogesch*, **63**, (3) Wageningen, Nederland.
- YEBOAH S. O., LINDSAY J. T., GUMBS F. A., 1984 - Estimating leaf area of cowpea from lines, measurements. *Trop. Agric.*, **60** (1/2), 149-150.