

ESSAI DE DETERMINATION SUR PIED DE LA SURFACE
FOLIAIRE DU NIEBE,
Vigna unguiculata (L.) Walp.

• Comité technique de Botanique
et Biologie végétale

Septembre 1974

• Laboratoire de Physiologie
végétale de Clermont-Ferrand

E. DAGBA

• Centre ORSTOM de Cotonou

ASOMANING et LOCKARD (1963) montrent que, pour le cacao, le logarithme de la surface de la feuille est une fonction linéaire de sa longueur. WENDT et ses collaborateurs (1967) préconisent également, pour la détermination de la surface foliaire de Prosopis glandulosa, le logarithme de la longueur de la feuille.

Pour le niébé, les méthodes utilisées couramment dans l'évaluation de l'aire de la feuille sont souvent destructives : NJOKU (1959), EZEDINMA (1967), DJEHOMON (1970). WIENK (1963) a cependant tenté une détermination sur pied en établissant une corrélation positive entre la surface de la foliole centrale et celle de la feuille entière : coefficient de corrélation $r = 0,97$ et $0,96$ respectivement pour les variétés Ex-Lafia-A et Ex-Bukuru-A. Mais, à priori, ceci est une fausse corrélation, les deux variables considérées n'étant pas indépendantes : la foliole centrale fait partie de la feuille. Aussi, avons-nous préféré établir la corrélation entre l'aire de la foliole centrale et celle des folioles latérales puis en déduire la surface de la feuille entière. En outre, nous avons essayé d'évaluer l'aire de la foliole à partir de ses dimensions, longueur et largeur.

MATERIEL ET METHODES

L'expérimentation s'est déroulée en champ à Sékou (6° 37' de latitude N, 2° 14' de longitude E et 72 m d'altitude), ville du Dahomey (Afrique Occidentale). Elle a pour but de rechercher la relation d'une part entre la surface et les dimensions d'une foliole et d'autre part entre les surfaces des trois folioles.

1. Mesure de la surface et des dimensions d'une foliole.

La parcelle est constituée de 2 rangées de 6 poquets espacés de 1 m sur la ligne et de 2 m entre les lignes. Elle correspond, pour un cultivar, à une époque de prélè-

.../...

vement. Il y a 8 cultivars et 6 époques de mesure. Semées à plat* le 24 janvier 1969, les plantes ont été arrosées (4 mm d'eau par jour) jusqu'au 6 juin ; du 7 juin au 24 juillet, il a plu constamment et l'arrosage a été interrompu.

1°) Cultivars. Les 8 cultivars étudiés sont :

- | | |
|------------------|-----------------|
| (1) Viyèyè | (5) Nanwouikoun |
| (2) Sèwoué | (6) Adjohozin |
| (3) Gbogbodokoun | (7) Bakoun |
| (4) Atchawoué | (8) Wankoun |

2°) Epoques de prélèvement (ou de mesure).

Un mois après le semis a lieu le premier prélèvement : un pied représentatif de la parcelle est arraché ; ensuite les prélèvements sont espacés de 15 jours. On conserve le contour des folioles du pied prélevé par la méthode du papier ozalide révélé à l'ammoniaque : à l'obscurité, on prend du papier ozalide qui est découpé et fixé à une planche ; on y dispose les folioles que l'on recouvre d'une lame de verre ; l'ensemble est placé à la lumière ; dès que le papier ozalide est impressionné, les folioles sont enlevées et le papier disposé dans une enceinte saturée de vapeurs d'ammoniaque qui révèlent l'emplacement occupé par les folioles. On mesure alors sur le papier la longueur, la largeur et la surface des folioles ; la surface est évaluée au moyen d'un planimètre.

Lors de la disposition des folioles sur papier ozalide à l'obscurité, on regroupe sur une planche les folioles centrales (encore appelées terminales ou symétriques) qui sont dans le prolongement de l'axe du pétiole de la feuille et sur une autre planche les folioles latérales (encore appelées dissymétriques).

2. Mesure des surfaces des trois folioles de la même feuille.

Toujours dans le même essai et trois mois après le

.../...

*semis à plat : semis sur sol plat, par opposition à semis sur billon ou sur butte.

semis, un pied du cultivar sèwoué est prélevé. La face supérieure de la feuille est posée sur le papier ozalide et nous avons, lorsque l'observateur debout à la base du pétiole regarde la foliole centrale, désigné par l_1 la surface de la foliole latérale droite et l_2 celle de la foliole latérale gauche. Nous avons en outre désigné par C, la surface de la foliole centrale et par t la surface totale des folioles latérales. 76 feuilles ont été ainsi étudiées.

3. Calculs statistiques.

Les calculs statistiques ont été réalisés par la section de biométrie des Services Scientifiques Centraux de l'O.R.S.T.O.M. à Bondy.

RESULTATS

Ces résultats concernent d'une part la relation entre la surface de la foliole centrale et celles des folioles latérales, d'autre part la relation entre les dimensions des folioles et leur surface.

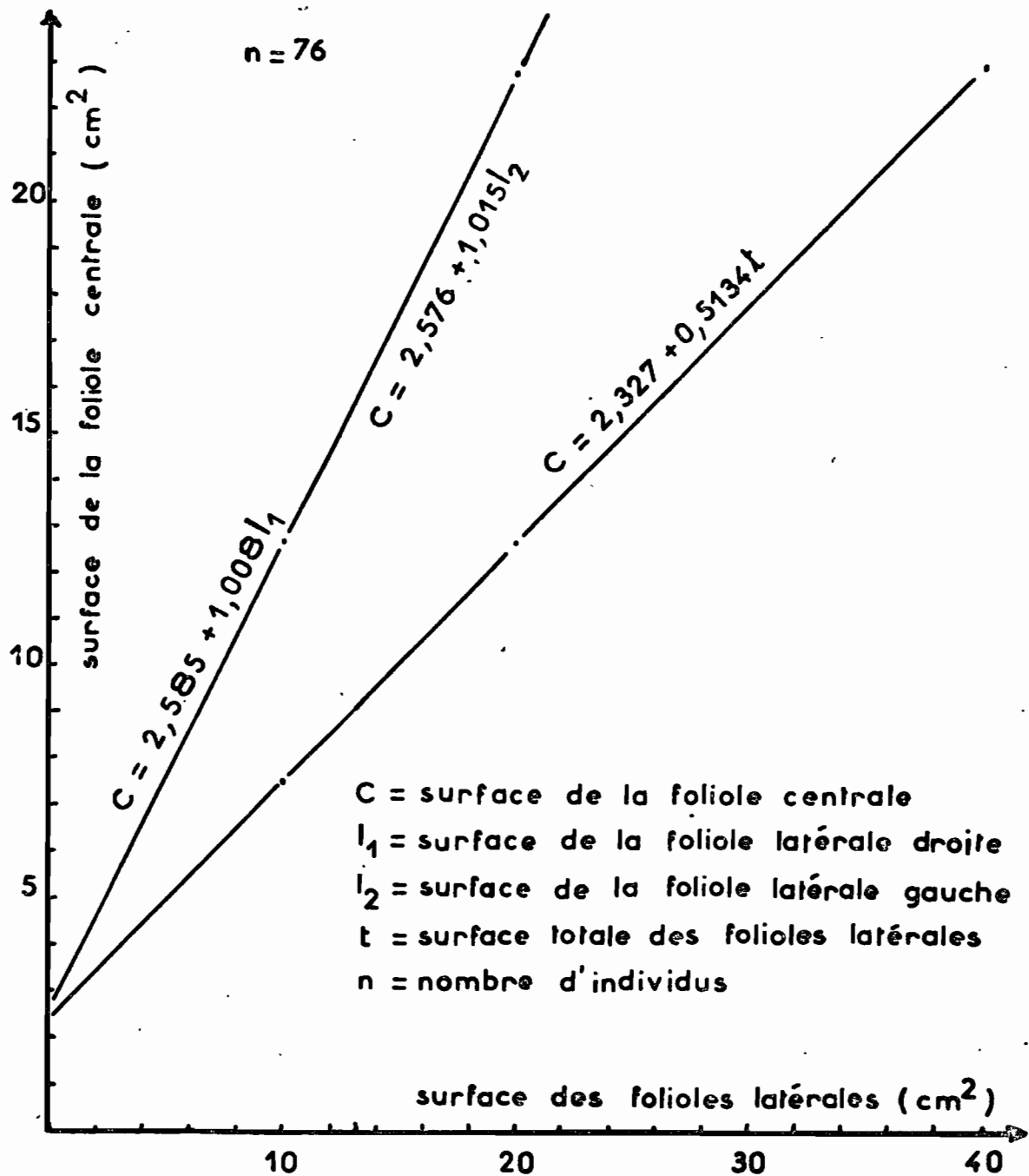
1. Relation entre la surface de la foliole centrale et celles des folioles latérales.

Nous donnerons successivement les moyennes, les coefficients de corrélation et enfin les équations des droites de regression.

1°) Moyennes et variances.

	: Moyenne (cm ²)	: variance
: Surface de la foliole centrale : (C)	: 19,33	: 46,1144
: Surface de la foliole latérale 1 : (l_1)	: 16,61	: 41,4620
: Surface de la foliole latérale 2 : (l_2)	: 16,51	: 40,0388

RELATION ENTRE LA SURFACE DE LA
 FOLIOLE CENTRALE ET CELLE DES FOLIOLES
 LATÉRALES DE LA FEUILLE DE VIGNA UNGUI-
CULATA (L) WALP, VARIÉTÉ SÈWOUÉ



La surface moyenne de la foliole centrale est légèrement supérieure à celle de chacune des deux folioles latérales ; les surfaces moyennes des deux folioles latérales sont sensiblement égales entre elles.

2°) Coefficients de corrélation.

- coefficient de corrélation entre C et l_1 : $R_{Cl_1} = 0,956^{**}$
- coefficient de corrélation entre C et l_2 : $R_{Cl_2} = 0,946^{**}$
- coefficient de corrélation entre l_1 et l_2 : $R_{l_1l_2} = 0,920^{**}$
- coefficient de corrélation entre C et t : $R_{Ct} = 0,946^{**}$

Les coefficients de corrélation entre les surfaces foliaires sont tous hautement significatifs.

3°) Equations des droites de régression.

- centrale/latérale 1 : $C = 2,585 + 1,008 l_1$
ou $C = 2,58 + 1,01 l_1$
- centrale/latérale 2 : $C = 2,576 + 1,015 l_2$
ou $C = 2,58 + 1,01 l_2$
- centrale/total des latérales : $C = 2,327 + 0,5134 t$
ou $C = 2,33 + 0,51 t$

Pour le cultivar Sèwoué, il existe ainsi une corrélation entre les surfaces des folioles. Les deux folioles latérales sont d'égale surface : sur le graphique, les deux droites qui traduisent les équations de C en fonction de l_1 et l_2 sont confondues. Les équations des droites de régression mentionnées ci-dessus permettent de calculer, à partir de la surface d'une foliole, notamment de la foliole centrale, les surfaces des deux autres folioles et par suite, celle de la feuille entière. Mais comment évaluer la surface d'une foliole ?

2. Relation entre les dimensions des folioles et leur surface.

1°) Données statistiques (tableaux 1 à 8)

a) Lois de distribution.

Les lois de distribution de la longueur (= L), de la largeur (= l), et de la surface (= s) ont été exami-

nées. Malgré quelques légères déformations par rapport à la normale, on peut admettre qu'elles sont gaussiennes.

b) Formes de liaison.

Les graphiques en fonction de L et l sont légèrement courbes : la liaison n'est pas linéaire. En coordonnées logarithmiques, les nuages de points deviennent rectilinéaires : on a une relation d'allométrie. Ce sont donc les logarithmes des variables ($Z = L_n s$, $X = L_n L$, $Y = L_n l$) qui seront utilisés. Leurs lois de distribution ont été examinées : elles sont légèrement dissymétriques. Les tests de signification ont été réalisés malgré tout compte tenu de l'intensité de liaison forte ($r^2 = 0,95$ et $R^2 = 0,99$ environ) et du fait que les déformations par rapport à la loi de Gauss (pour Z) sont sensiblement les mêmes.

c) Utilisation de un ou deux prédicteurs.

Pour les folioles centrales des cultivars 1, 2, 3 et également pour les folioles latérales des cultivars 1 et 2, l'estimation de la surface a été tentée à partir de L seul, de l seul puis de L et de l utilisés conjointement. Les conclusions sont les suivantes :

- en général, l est meilleur prédicteur que L (r^2 plus élevé, c.v.* plus faible).

- l'utilisation conjointe de L et l est meilleure que l'utilisation de l seul :

- . on passe de $r^2 = 0,95$ environ à $R^2 = 0,99$ environ.
- . le c.v. passe de 5 % environ (4 à 6 %) à 2 % environ (1 à 3 %).

Cela nous a amené à utiliser ensemble L et l pour estimer la surface. Il convient de noter que des c.v. aussi faibles que 2 % (ou des R^2 aussi élevés que 0,99) conduisent, lors des tests d'homogénéité, à des différences significatives pour des coefficients de régression qui sont parfois numériquement peu différents :

.../...

*c.v. : coefficient de variation.

lorsque aucune différence significative n'est détectée, l'homogénéité est certaine statistiquement.

d) Homogénéité des différents coefficients de régression (tableau 2)

- pour les folioles centrales.

• (b_x, b_y) est homogène pour les six époques de chaque cultivar sauf pour le cultivar 5.

• b_0 n'est jamais homogène pour les six époques de chaque cultivar (sauf pour le cultivar 5).

• Les cultivars sont homogènes ou hétérogènes selon l'époque pour (b_x, b_y) . L'homogénéité des b_0 des différents cultivars n'a alors pas été testée pour chaque époque.

Pour chaque cultivar, les folioles centrales semblent, au cours du temps, croître sans modification de forme. D'un cultivar à l'autre, des différences de croissance apparaissent.

- pour les folioles latérales.

• (b_x, b_y) est toujours différent pour les six époques de chaque cultivar.

• b_0 n'est alors pas testé.

• Les hétérogénéités sont faibles entre cultivars lorsqu'elles sont considérées époque par époque.

Pour chaque cultivar, les folioles latérales semblent, au cours du temps, croître avec modification de forme. D'un cultivar à l'autre, des différences de croissance se manifestent également.

2°) Résumé.

Ces données statistiques nous conduisent à des formules d'estimation de la surface des folioles par cultivar et par époque de mesure (tableaux 3 et 4). Ces formules (= une équation par époque et par cultivar) constituent le modèle local qui est le système le plus précis.

Dans un but pratique, nous avons essayé de réduire le nombre de ces formules en étudiant trois modèles moyens du point de vue de la variabilité des écarts (ex-

primés en pourcent du modèle local à partir de la moyenne des carrés des écarts) et du point de vue du centrage des estimations par comparaison de l'écart moyen à zéro (tableaux 5 et 6). Ces modèles sont :

- . le modèle moyen par époque = une équation par époque.
- . le modèle moyen par cultivar = une équation par cultivar.
- . le modèle moyen général = une équation pour toutes les époques et pour tous les cultivars.

Les formules des équations des trois modèles moyens sont données dans les tableaux 7 et 8. Le choix du modèle dépend de la précision qu'exige l'étude envisagée. Il convient de préciser que le modèle moyen par époque est, des trois modèles moyens, le plus satisfaisant, car le plus précis après le modèle local.

DISCUSSION

L'évaluation de la surface de la feuille se réalise en deux temps : le calcul de la surface de la foliole centrale à partir d'une équation préalablement établie et utilisant sa longueur et sa largeur ; ensuite le calcul de la surface des deux folioles latérales à partir d'une formule préalablement établie et qui unit linéairement la surface de la foliole centrale à celle des deux folioles latérales. La somme des surfaces de la foliole centrale et des folioles latérales correspond à la surface de la feuille. Il doit être possible de passer directement des dimensions de la foliole centrale à la surface de la feuille entière. Les formules logarithmiques de la relation d'allométrie persisteront-elles alors ou aurons-nous des formules d'un autre type comme celles que vient de présenter NDAWULA-SENYIMBA (1972) et où la surface de la feuille entière est, chez certaines légumineuses fourragères, une fonction du produit de la longueur par la largeur de la foliole centrale ?

Un problème de méthodologie se pose dans l'expression des aires foliaires qui utilisent chez les uns, une formule linéaire simple, chez les autres une formule où intervient le produit de la longueur par la largeur et enfin chez d'autres une formule logarithmique.

Nous avons établi pour un cultivar prélevé trois mois après le semis, une relation entre la surface de la foliole centrale et la surface des folioles latérales. Mais nous ne savons rien du comportement de cette relation en fonction des époques de mesure d'une part et de la variété d'autre part. Aurions-nous là aussi une équation par époque et par cultivar ? Seule l'expérimentation peut permettre d'apporter une réponse.

CONCLUSION

Cette étude montre que la détermination de la surface d'une feuille de niébé peut se réduire à la mensuration des dimensions de la seule foliole centrale. Les formules établies permettent de calculer la surface de la foliole centrale à partir de ses dimensions, puis la surface des deux folioles latérales à partir de celle de la foliole centrale. Il faut souligner, dans l'estimation de la surface foliaire, une influence des facteurs variété et époque de mesure, facteurs peu signalés par les premiers chercheurs.

Ces recherches méritent d'être poursuivies. Elles nécessiteraient de plus d'être élargies en établissant un mode simple et rapide de détermination de la surface foliaire d'un pied entier à partir de la surface de feuilles convenablement choisies.

BIBLIOGRAPHIE

- ASHLEY D.A., DOSS B.D. and BENNET O.L. - 1963 - A method of determining leaf area in cotton. Agron. J., 55, 584-585.
- ASOMANING E.J.A. and LOCKARD R.G. - 1963 - Note on estimation of leaf areas of cocoa from leaf length data. Canadian Journal of Plant Science, 43, 243-245.
- EZEDINMA F.D.C. - 1967 - Seasonal variations in the growth of cowpea (Vigna unguiculata (L.) Walp) seedlings in the humid tropical environment of Southern Nigeria. J.W. Afr. Sci. Ass., 12, 45-49.
- FREEMAN G.H. and BORAS B.D. - 1956 - A method for the rapid determination 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 measurement. Ann. Bot. Lond., 24, 491-499.
- LYON C.J. - 1958 - A factor method for the area of tomato leaves. Plant Physiol., 23, 234-635.
- MILTHORPE F.L. (ed.) - 1956 - The growth of leaves. 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, n° 3, 192-196.
- NJOKU E. - 1959 - An analysis of plant growth in some West African species. I - Growth in full daylight. J. W. Afr. Sci. Ass., 5, 37-56.
- OJEHOMON O.O. - 1970 - A comparison of the vegetative growth, development and seed yield of three varieties of cowpea, Vigna unguiculata (L.) Walp. J. Agric. Sci., Camb., 74, 363-374.
- OWEN P.C. - 1968 - A measuring scale for areas of cereal leaves. Expl. Agric., 4, 275-278.
- WENDT C.W., HAAS R.H. and 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.

Tableau 1 - Nombre de folioles étudiées par graphique (Essai B 1969.1)

F.C. = Foliole centrale

F.L. = foliole latérale.

		Epoque					
		1	2	3	4	5	6
Var. 1	F.C.	12	13	37	47	48	49
	F.L.	26	28	82	99	96	94
Var. 2	F.C.	20	33	103	20	25	30
	F.L.	40	79	217	32	51	98
Var. 3	F.C.	6	24	21	79	196	203
	F.L.	10	55	39	149	401	410
Var. 4	F.C.	5	3	12	37	53	144
	F.L.	9	10	20	71	102	270
Var. 5	F.C.	4	61	28	89	98	207
	F.L.	6	118	51	194	196	420
Var. 6	F.C.	4	12	39	60	83	99
	F.L.	6	24	81	129	174	177
Var. 7	F.C.	5	9	19	40	51	153
	F.L.	12	21	37	88	99	310
Var. 8	F.C.	5	15	33	51	71	-
	F.L.	10	25	70	90	152	-

Tableau 2 - Résumé des tests d'homogénéité.

I - Pour les six époques d'une variété.

F.C. = foliole centrale F.L. = foliole latérale.

Variété	1	2	3	4	5	6	7	8
(b_x, b_y)	NS	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS
F. C.								
b_o	**	**	**	**	(1) /	**	**	**
(b_x, b_y)	**	**	**	*	**	**	**	**
F. L.								
b_o	/	/	/	/	/	/	/	/

II - Pour les huit variétés à l'intérieur d'une époque.

Epoques	1	2	3	4	5	6
(b_x, b_y)	NS	*	NS	NS	**	**
F. C.						
b_o	NS	/	**	**	/	/
(b_x, b_y)	**	**	*	*	**	**
F. L.						
b_o	/	/	/	/	/	/

(1) / signifie test non réalisé du fait de l'hétérogénéité de (b_x, b_y)

Tableau 3 - Equations donnant la surface de la foliole centrale en fonction de L et l dans le cas du modèle local.

L = longueur de la foliole l = largeur de la foliole.

Epoque / Variété	1°	2°	3°	4°	5°	6°
1	$S = 0,6631 L^{0,8814} l^{1,1573}$	$S = 0,5558 L^{0,8814} l^{1,1573}$	$S = 0,6939 L^{0,8814} l^{1,1573}$	$S = 0,6449 L^{0,8814} l^{1,1573}$	$S = 0,7308 L^{0,8814} l^{1,1573}$	$S = 0,6347 L^{0,8814} l^{1,1573}$
2	$S = 0,6666 L^{0,9821} l^{1,0637}$	$S = 0,5456 L^{0,9821} l^{1,0637}$	$S = 0,5819 L^{0,9821} l^{1,0637}$	$S = 0,6140 L^{0,9821} l^{1,0637}$	$S = 0,7433 L^{0,9821} l^{1,0637}$	$S = 0,6652 L^{0,9821} l^{1,0637}$
3	$S = 0,6545 L^{0,9016} l^{1,0786}$	$S = 0,7111 L^{0,9016} l^{1,0786}$	$S = 0,6929 L^{0,9016} l^{1,0786}$	$S = 0,7019 L^{0,9016} l^{1,0786}$	$S = 0,7215 L^{0,9016} l^{1,0786}$	$S = 0,7144 L^{0,9016} l^{1,0786}$
4	$S = 0,9537 L^{0,8826} l^{1,1392}$	non estimable à partir des données.	$S = 0,6601 L^{0,8826} l^{1,1392}$	$S = 0,6822 L^{0,8826} l^{1,1392}$	$S = 0,6911 L^{0,8826} l^{1,1392}$	$S = 0,6439 L^{0,8826} l^{1,1392}$
5	non estimable à partir des données.	$S = 0,6383 L^{0,8086} l^{1,2549}$	$S = 0,5527 L^{1,1094} l^{0,9847}$	$S = 0,7490 L^{0,8383} l^{1,1227}$	$S = 0,6788 L^{1,0958} l^{0,9070}$	$S = 0,6617 L^{1,0106} l^{0,9844}$
6	$S = 0,5695 L^{0,9013} l^{1,1395}$	$S = 0,8670 L^{0,9013} l^{1,1395}$	$S = 0,6333 L^{0,9013} l^{1,1395}$	$S = 0,6139 L^{0,9013} l^{1,1395}$	$S = 0,6962 L^{0,9013} l^{1,1395}$	$S = 0,5513 L^{0,9013} l^{1,1395}$
7	$S = 1,2177 L^{1,0364} l^{0,9813}$	$S = 0,6780 L^{1,0364} l^{0,9813}$	$S = 0,5725 L^{1,0364} l^{0,9813}$	$S = 0,6826 L^{1,0364} l^{0,9813}$	$S = 0,6045 L^{1,0364} l^{0,9813}$	$S = 0,5826 L^{1,0364} l^{0,9813}$
8	$S = 0,5967 L^{0,9122} l^{1,0834}$	$S = 0,7530 L^{0,9122} l^{1,0834}$	$S = 0,7002 L^{0,9122} l^{1,0834}$	$S = 0,7808 L^{0,9122} l^{1,0834}$	$S = 0,6228 L^{0,9122} l^{1,0834}$	pas de données

nota : $S = 0,6631 L^{0,8814} l^{1,1573}$

$\log S = -0,4108 + 0,8814 \log L + 1,1573 \log l$

Tableau 4 - Equations donnant la surface de la foliole latérale en fonction de L et l dans le cas du modèle local.

L = longueur de la foliole

l = largeur de la foliole.

Epoque	1°	2°	3°	4°	5°	6°
1	$S = 0,9094 L^{0,8632} l^{1,0158}$	$S = 0,7241 L^{0,8060} l^{1,2295}$	$S = 0,7501 L^{1,0026} l^{1,0044}$	$S = 0,7168 L^{0,8514} l^{1,1869}$	$S = 0,7463 L^{0,9442} l^{1,0655}$	$S = 0,7807 L^{0,7370} l^{1,2793}$
2	$S = 0,7682 L^{0,8766} l^{1,1221}$	$S = 0,8753 L^{0,8042} l^{1,1060}$	$S = 0,7007 L^{1,0692} l^{0,9466}$	$S = 0,6225 L^{1,0811} l^{1,0298}$	$S = 0,6845 L^{1,2171} l^{0,7274}$	$S = 0,7568 L^{0,9982} l^{0,9575}$
3	$S = 0,4651 L^{1,3405} l^{0,8079}$	$S = 0,8282 L^{0,6654} l^{1,3022}$	$S = 0,6811 L^{1,1913} l^{0,7762}$	$S = 0,7709 L^{0,8889} l^{1,1045}$	$S = 0,7362 L^{0,9635} l^{1,0610}$	$S = 0,7249 L^{0,9291} l^{1,0869}$
4	$S = 0,8980 L^{0,8913} l^{0,9667}$	$S = 1,3057 L^{0,3293} l^{1,4493}$	$S = 0,8423 L^{0,7481} l^{1,2613}$	$S = 0,7175 L^{0,9815} l^{1,0078}$	$S = 0,7955 L^{0,8789} l^{1,0937}$	$S = 0,7019 L^{0,9539} l^{1,0768}$
5	$S = 0,4802 L^{1,2334} l^{0,9504}$	$S = 0,7209 L^{0,9217} l^{1,1098}$	$S = 0,7125 L^{0,9050} l^{1,1218}$	$S = 0,7483 L^{0,9460} l^{1,0429}$	$S = 0,7449 L^{1,0845} l^{0,9225}$	$S = 0,6830 L^{1,0191} l^{1,0231}$
6	$S = 0,9727 L^{0,9226} l^{0,8722}$	$S = 0,8877 L^{0,9045} l^{0,9743}$	$S = 0,7525 L^{0,9499} l^{1,0632}$	$S = 0,7646 L^{0,8363} l^{1,1839}$	$S = 0,7145 L^{0,9801} l^{1,0455}$	$S = 0,6340 L^{1,0211} l^{1,0527}$
7	$S = 1,0420 L^{0,6329} l^{1,2185}$	$S = 0,8752 L^{0,7225} l^{1,2379}$	$S = 0,6967 L^{1,0532} l^{0,9665}$	$S = 0,7515 L^{0,8790} l^{1,1293}$	$S = 0,7532 L^{0,9288} l^{1,0791}$	$S = 0,6480 L^{0,9933} l^{1,0596}$
8	$S = 0,9152 L^{0,6224} l^{1,2397}$	$S = 0,9152 L^{0,7224} l^{1,2077}$	$S = 0,7176 L^{0,9390} l^{1,0882}$	$S = 0,8385 L^{0,7526} l^{1,2323}$	$S = 0,7398 L^{0,9775} l^{1,0011}$	pas de données

Tableau 5 - Etude des modèles moyens pour la foliole centrale.

		Modèle moyen par variété		Modèle moyen par époque		Modèle moyen général	
		Moy. des carrés: des écarts % du modèle local.	nb. e. r. significatifs	Moy. des carrés: des écarts % du modèle local.	nb. e. r. significatifs	Moy. des carrés: des écarts % du modèle local.	nb. e. r. significatifs
V1		208,50	2	197,50	3	202,67	3
V2		211,50	6	162,33	4	192,33	6
V3		139,20	3	111,60	1	136,20	4
V4		246,00	1	257,80	2	248,00	1
V5		117,40	1	124,00	3	139,40	2
V6		206,17	2	139,00	1	196,67	2
V7		252,17	3	181,50	2	206,33	2
V8		140,25	-	148,50	-	177,00	-
E1		243,00	1	210,20	-	222,00	1
E2		211,00	2	139,00	1	177,57	3
E3		326,00	6	258,38	5	303,88	6
E4		127,50	3	135,25	3	139,50	3
E5		125,50	3	126,63	3	121,63	2
E6		145,71	3	136,71	4	177,29	5
globalement	n = 43		18	n = 43	16	n = 43	20
			(soit 42 %)		(soit 37 %)		(soit 47 %)
	\bar{x} = 194,0465		dont	\bar{x} = 166,1163		\bar{x} = 188,6977	
	s = 149,2518		14 +	s = 114,5455	10 +	s = 136,2413	14 +
			4 -		6 -		6 -
	Intervalle de		Intervalle de		Intervalle de		
	confiance :		confiance :		confiance :		
	148,5251		131,1802		147,1445		
	239,5679		201,0523		230,2509		

Tableau 6 - Etude des modèles moyens pour les folioles latérales.

	Modèle moyen par variété		Modèle moyen par époque		Modèle moyen général	
	Moy. des carrés: des écarts % du modèle local.	nb. e. r. significatifs	Moy. des carrés: des écarts % du modèle local.	nb. e. r. significatifs	Moy. des carrés: des écarts % du modèle local.	nb. e. r. significatifs
V1	132,50	2	130,67	2	146,50	2
V2	108,67	2	103,83	1	108,17	1
V3	153,50	4	129,17	1	137,83	4
V4	146,33	2	134,00	2	174,50	2
V5	178,33	2	164,33	4	165,00	2
V6	179,67	3	124,83	2	177,67	3
V7	158,00	3	150,50	1	176,83	1
V8	114,60	1	140,80	4	113,00	1
E1	201,25	2	140,50	1	201,88	1
E2	149,00	5	127,38	4	155,63	3
E3	151,75	5	153,00	4	136,00	5
E4	116,38	1	124,50	4	122,88	1
E5	137,38	3	141,63	2	151,75	4
E6	124,14	3	118,86	2	134,14	2
globalement	n = 47	19 (soit 40 %)	n = 47	17 (soit 36 %)	n = 47	16 (soit 34 %)
	$\bar{x} = 147,1277$	dont	$\bar{x} = 134,6383$	dont	$\bar{x} = 150,7234$	dont
	s = 67,2644	7 + 12 -	s = 124,4005	10 + 7 -	s = 77,6118	6 + 10 -
	Intervalle de confiance :		Intervalle de confiance :		Intervalle de confiance :	
	127,5046		98,3469		128,0817	
	166,7507		170,9296		173,3651	

Tableau 7 - Equations donnant la surface de la foliole centrale dans le cas des modèles moyens.

MODELE MOYEN PAR EPOQUE

: Epoque:	Equation
: 1	: $S = 0,704 L^{1,033} l^{0,907}$ ou $\log S = -0,152 + 1,033 \log L + 0,907 \log l$
: 2	: $S = 0,656 L^{0,942} l^{1,086}$ ou $\log S = -0,183 + 0,942 \log L + 1,086 \log l$
: 3	: $S = 0,641 L^{0,935} l^{1,099}$ ou $\log S = -0,193 + 0,935 \log L + 1,099 \log l$
: 4	: $S = 0,714 L^{0,889} l^{1,087}$ ou $\log S = -0,147 + 0,714 \log L + 1,087 \log l$
: 5	: $S = 0,708 L^{0,834} l^{1,143}$ ou $\log S = -0,150 + 0,834 \log L + 1,143 \log l$
: 6	: $S = 0,639 L^{0,979} l^{1,027}$ ou $\log S = -0,194 + 0,979 \log L + 1,027 \log l$

MODELE MOYEN PAR VARIETE

: variété:	Equation
: 1	: $S = 0,686 L^{0,889} l^{1,103}$ ou $\log S = -0,164 + 0,889 \log L + 1,103 \log l$
: 2	: $S = 0,650 L^{0,994} l^{0,996}$ ou $\log S = -0,187 + 0,994 \log L + 0,996 \log l$
: 3	: $S = 0,701 L^{0,892} l^{1,096}$ ou $\log S = -0,154 + 0,892 \log L + 1,096 \log l$
: 4	: $S = 0,641 L^{0,946} l^{1,080}$ ou $\log S = -0,193 + 0,946 \log L + 1,080 \log l$
: 5	: $S = 0,673 L^{0,938} l^{1,070}$ ou $\log S = -0,172 + 0,938 \log L + 1,070 \log l$
: 6	: $S = 0,598 L^{1,011} l^{1,034}$ ou $\log S = -0,224 + 1,011 \log L + 1,034 \log l$
: 7	: $S = 0,597 L^{1,141} l^{0,863}$ ou $\log S = -0,224 + 1,141 \log L + 0,863 \log l$
: 8	: $S = 0,750 L^{0,860} l^{1,106}$ ou $\log S = -0,125 + 0,860 \log L + 1,106 \log l$

MODELE MOYEN GENERAL

Equation
: $S = 0,662 L^{0,952} l^{1,052}$ ou $\log S = -0,179 + 0,952 \log L + 1,052 \log l$

Tableau 8 - Equations donnant la surface des folioles latérales dans le cas des modèles moyens.

MODELE MOYEN PAR EPOQUE

: Epoque :	Equation	
: 1 :	$S = 0,757 L^{0,941} l^{1,034}$	ou $\log S = -0,121 + 0,941 \log L + 1,034 \log l$
: 2 :	$S = 0,820 L^{0,812} l^{1,150}$	ou $\log S = -0,086 + 0,812 \log L + 1,150 \log l$
: 3 :	$S = 0,721 L^{1,018} l^{0,993}$	ou $\log S = -0,142 + 1,018 \log L + 0,993 \log l$
: 4 :	$S = 0,754 L^{0,885} l^{1,122}$	ou $\log S = -0,123 + 0,885 \log L + 1,122 \log l$
: 5 :	$S = 0,777 L^{0,882} l^{1,121}$	ou $\log S = -0,110 + 0,882 \log L + 1,121 \log l$
: 6 :	$S = 0,712 L^{0,945} l^{1,077}$	ou $\log S = -0,147 + 0,945 \log L + 1,077 \log l$

MODELE MOYEN PAR VARIETE

: variété :	Equation	
: 1 :	$S = 0,783 L^{0,854} l^{1,137}$	ou $\log S = -0,106 + 0,854 \log L + 1,137 \log l$
: 2 :	$S = 0,715 L^{1,035} l^{0,967}$	ou $\log S = -0,146 + 1,035 \log L + 0,967 \log l$
: 3 :	$S = 0,730 L^{0,893} l^{1,139}$	ou $\log S = -0,137 + 0,893 \log L + 1,139 \log l$
: 4 :	$S = 0,724 L^{0,945} l^{1,064}$	ou $\log S = -0,140 + 0,945 \log L + 1,064 \log l$
: 5 :	$S = 0,730 L^{0,941} l^{1,082}$	ou $\log S = -0,136 + 0,941 \log L + 1,082 \log l$
: 6 :	$S = 0,722 L^{0,930} l^{1,097}$	ou $\log S = -0,142 + 0,930 \log L + 1,097 \log l$
: 7 :	$S = 0,724 L^{0,940} l^{1,070}$	ou $\log S = -0,140 + 0,940 \log L + 1,070 \log l$
: 8 :	$S = 0,789 L^{0,855} l^{1,130}$	ou $\log S = -0,103 + 0,855 \log L + 1,130 \log l$

MODELE MOYEN GENERAL

Equation	
$S = 0,742 L^{0,927} l^{1,083}$	ou $\log S = -0,130 + 0,927 \log L + 1,083 \log l$