

ETUDE DE LA VARIABILITE DE LA SURFACE FOLIAIRE
PAR PLANTE CHEZ LE COLZA D'HIVER
VARIETE JET NEUF

A. POUZET et G. SAUZET

CETIOM 174, Avenue Victor Hugo - 75116 PARIS

Avec la collaboration
de A. LEMAITRE et A. LEMAITRE-BEYSSAC

I - INTRODUCTION

La surface foliaire par plante est un critère particulièrement pertinent pour expliquer les variations de croissance d'un végétal en liaison avec les conditions climatiques ou avec l'application de traitements agricoles (fertilisation azotée). La mesure précise de ce critère est toutefois délicate dans la mesure où elle est destructrice et fait appel à un appareillage de laboratoire (planimètre). C'est pourquoi, des méthodes plus simples ont été recherchées et trouvées pour des plantes comme le tournesol (RAWSON, H.M., CONSTABLE, G.A., 1980) et le soja (BAILEY, W.G., STEWART, R.B., 1982) parmi d'autres. La mesure des dimensions extrêmes d'une feuille et celle de sa surface sont mises en corrélation, et on observe une bonne valeur prédictive à partir de l'enregistrement de la longueur et de la largeur d'une feuille. L'objectif de ce travail est donc de rechercher si une telle simplification est possible dans le cas du colza d'hiver, compte tenu de la forme particulièrement irrégulière des feuilles de colza et de l'existence d'au moins deux types de feuilles, que l'on peut caractériser comme "type chou" ou "type lancéolé".

II - MATERIEL ET METHODES

Deux niveaux d'étude ont été retenus :

- au niveau de la feuille : recherche d'une relation simple entre la surface d'une feuille et ses dimensions extrêmes (largeur et longueur). //.

- au niveau de la plante : compte tenu des relations allométriques qui peuvent exister entre organes de la même plante, recherche des relations entre la surface foliaire par plante et le nombre de feuilles combiné à la surface d'une feuille caractéristique de la plante.

2.1. La première étude a été réalisée en prélevant 5 plantes au stade C2 et 5 plantes au stade E, au hasard, dans un champ de colza du département de la Meuse (Est de la France) au printemps 1982. Pour chaque plante toutes les feuilles ont été mesurées (largeur maximum et longueur entre l'extrémité de la feuille et sa base) et leur contour dessiné sur du papier millimétré.

Deux difficultés sont alors apparues :

- la mesure de la longueur d'une feuille est difficilement fiable : on observe un "effet-observateur" dans la mesure où des fragments de feuille sont isolés le long du pétiole (un exemple est présenté par la figure 1). Ceci nous a amenés à chercher une relation entre la surface de la feuille et sa largeur, en abandonnant le critère "longueur".

- lorsqu'on cherche à plaquer une feuille de colza contre une surface plane, on est obligé de pratiquer des recouvrements, c'est-à-dire de superposer en certains endroits deux, voire trois épaisseurs de feuille. Ces recouvrements ne sont pas négligeables (tableau n°1) et nous avons donc décidé de les prendre en compte dans la mesure de la surface foliaire.

2.2. La seconde étude a été réalisée sur les 10 pieds utilisés pour la phase précédente et sur 25 pieds de colza prélevés sur un essai combinant dates et densités de semis dans la Meuse (Est de la France) à la reprise de végétation et pendant la floraison. Pour toutes ces plantes, on a mesuré la largeur de chaque feuille dont la taille est supérieure à 2 centimètres. La participation des feuilles de taille inférieure à la photosynthèse est probablement faible et de toute façon insuffisante pour contribuer à la croissance d'autres organes de la plante.

III - RESULTATS

3.1. Relation entre la surface d'une feuille et sa largeur maximum

Le tableau n°2 résume les résultats obtenus pour les feuilles d'une même plante. On constate qu'il existe

./.

une relation étroite entre la surface d'une feuille et le carré de sa largeur.

De plus, au sein d'une même période de prélèvement, l'examen des intervalles de confiance au seuil $\alpha = 5\%$ nous autorise à regrouper les feuilles des 5 plantes.

On obtient alors les résultats suivants :

- au stade C2, feuilles de type chou (52 feuilles)

$$SF = (1,41 \pm 0,08) * l^2 + 0,8 \quad r = 0,982 \quad (1)$$

- au stade E, feuilles de type chou (29 feuilles)

$$SF = (1,15 \pm 0,16) * l^2 + 4,9 \quad r = 0,940 \quad (2)$$

- au stade E, feuilles de type lancéolé (38 feuilles)

$$SF = (1,52 \pm 0,19) * l^2 + 6,6 \quad r = 0,939 \quad (3)$$

Enfin, compte tenu de la faible différence observée entre les droites représentatives des relations (1) et (2) (figure n°2), on peut réunir l'ensemble des feuilles de type chou aux stades C2 et E.

On obtient alors pour 81 feuilles :

$$SF = (1,22 \pm 0,07) * l^2 + 2,9 \quad r = 0,969$$

3.2. Variabilité de la surface foliaire par pied

L'examen de la figure n°3 montre qu'il existe une relation entre la surface foliaire par pied et le nombre de feuilles par pied. La liaison est quasi-linéaire si on élève le nombre de feuilles par pied au carré.

On remarque, de plus, que lorsque deux pieds de colza ont le même nombre de feuilles, des différences de surface foliaire peuvent être observées, et on note qu'elles varient dans le même sens que les surfaces des feuilles les plus basses (tableau n°3).

Nous avons donc essayé de décrire la surface foliaire par pied à partir de ces deux critères : carré du nombre de feuilles par pied et surface de la feuille la plus basse.

La régression multiple qui en découle est de la forme :

$$SF/p \text{ (cm}^2\text{)} = S1 * 1,21 + 2,77 (n-1)^2 - 8 \quad (4)$$

$$r = 0,75 \text{ (58 ddl)}$$

L'introduction de la surface de la feuille la plus basse fait appel à l'hypothèse d'allométrie des feuilles, ou de relation quantitative entre la taille d'une feuille et la taille de la feuille suivante.

./.

Sur les 10 pieds prélevés dans la Meuse, nous avons recherché une constante dans le rapport des surfaces de deux feuilles consécutives (figure n°3).
 Compte tenu de l'existence de deux types de plantes, un type où la feuille la plus basse est aussi la plus grande et un type où la feuille la plus basse n'est pas la plus grande, nous proposons l'utilisation de deux coefficients : k_1 lorsque la plus vieille de deux feuilles consécutives n'est pas la plus grande et k_2 lorsque la plus vieille de deux feuilles consécutives est la plus grande.

Connaissant alors la surface de la feuille la plus basse (S_1), le rang de la feuille la plus grande en comptant de bas en haut (r) et le nombre de feuilles de taille supérieure à 2 cm (n), on peut calculer la surface foliaire de la plante (S) :

$$S = S_1 \left(1 + \sum_{i=1}^{r-1} k_1^i + k_1^{r-1} \sum_{j=1}^{n-r} k_2^j \right) \quad (5)$$

Pour 27 couples de feuilles, on détermine la valeur de $k_1 = 1,25$ et pour 82 couples de feuilles, on obtient $k_2 = 0,75$.

IV - DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Les deux méthodes d'estimation des surfaces foliaires proposées par plante ont été appliquées aux 60 plantes prélevées dans la Meuse.
 La comparaison des estimations avec les valeurs observées par la méthode des couples appariés (SNEDECOR, W., COCHRAN, G.W., Méthodes Statistiques, 6è éd., 1971, A.C.T.A.) permet de conclure qu'il est suffisant de tenir compte de la surface de la dernière feuille et du nombre de feuilles de taille supérieure à 2 cm pour obtenir une bonne estimation de la surface foliaire par plante (tableau n°4).
 Des restrictions doivent cependant être apportées à l'emploi de cette méthode d'estimation de la surface foliaire :

- l'estimation de la surface foliaire d'une plante donnée est probablement sujette à caution par l'emploi de la méthode proposée ; celle-ci trouve son domaine d'application pour la comparaison de moyennes de surface foliaire entre deux ou plusieurs situations données.

./.

- la méthode proposée n'est valable que dans le contexte où elle a été établie : au printemps, sur des parcelles de colza de l'Est de la France. Il conviendra d'en vérifier la validité pour d'autres périodes de la culture et pour d'autres lieux.

BIBLIOGRAPHIE

- BAILEY, W.G., STEWART, R.B., 1982
A method for assessing leaf area
con. 5, Pl. Sci. 62, 211-214.
- RAWSON, H.M., CONSTABLE, G.A., 1980
Carbon production of Sunflower cultivars in field and controlled environments
Aust. J. Plant Physiol., 7, 555-573.
- SNEDECOR, W., COCHRAN, G.W., 1971
Méthodes Statistiques, 6è éd., A.C.T.A.

Fig. 1 E-empile de feuille au limbe découpé et avec recouvrements

Les traits ou 2 ou 3 épaisseurs de feuille sont superposés



Fig. 3 Relation entre la surface d'une feuille (SF) et la surface de la feuille suivante (SF+1)

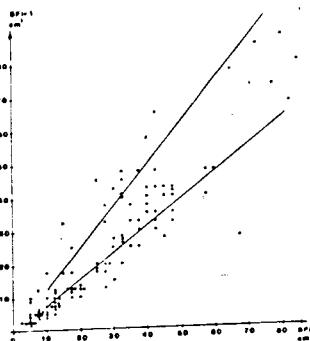
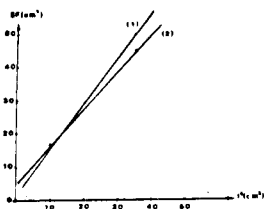


Fig. 2 Relation entre la surface d'une feuille (SF) et le carré de sa largeur (l²)



TABLAU N° 1 : CARACTERISTIQUES DES PIEDS PRELEVES DANS LA MEUSE

STADE AU PRELEVEMENT	NOMBRE DE PLANTS	NOMBRE DE FEUILLES "TYPE CROU"	NOMBRE DE FEUILLES "TYPE LANCIOLE"	SURFACE FOI./p. SANS RECOUVR. (cm ²)	SURFACE FOI./p. AVEC RECOUVR. (cm ²)
C 2	1	14	0	305,83	362,13
	2	10	0	92,33	96,44
	3	9	0	199,75	211,89
	4	13	0	310,70	310,21
	5	6	0	45,63	47,64
E	1	6	6	312,25	335,75
	2	9	11	850,75	926
	3	5	6	253,01	256,60
	4	5	8	299,75	311,50
	5	4	7	286,75	295,68

TABLAU N° 2 : RESUME DE L'ETUDE FEUILLE A FEUILLE SUR 10 PIEDS PRELEVES DANS LA MEUSE

A - STADE C.2. $SP = a \cdot l^2 + b$ $SP =$ SURFACE TOTALE AVEC RECOUVREMENTS (cm²)
 $l^2 =$ CARRÉ DE LA LONGUEUR DE LA FEUILLE

PLANTE	NOMBRE DE FEUILLES	VALEUR DE a & INTERVALLE DE CONFIANCE	VALEUR DE b	COEFFICIENT DE CORRELATION
1	14	1,38 ± 0,12	2,3	0,990
2	10	1,27 ± 0,38	- 0,2	0,940
3	9	1,37 ± 0,36	2,3	0,960
4	13	1,34 ± 0,15	2,3	0,985
5	6	1,06 ± 0,68	1,5	0,908

B - STADE E. FEUILLES TYPE CROU

PLANTE	NOMBRE DE FEUILLES	VALEUR DE a & INTERVALLE DE CONFIANCE	VALEUR DE b	COEFFICIENT DE CORRELATION
1	6	0,74 ± 0,49	12,5	0,905
2	9	1,16 ± 0,46	6,9	0,912
3	5	1,10 ± 1,49	3,8	0,825
4	5	1,76 ± 0,89	- 6,6	0,964
5	4	1,29 ± 1,75	- 2,1	0,914

C - STADE E. FEUILLES TYPE LANCIOLE

PLANTE	NOMBRE DE FEUILLES	VALEUR DE a & INTERVALLE DE CONFIANCE	VALEUR DE b	COEFFICIENT DE CORRELATION
1	6	2,79 ± 0,58	- 3,6	0,909
2	11	1,40 ± 0,39	9,0	0,937
3	6	1,59 ± 0,50	4,6	0,975
4	8	1,70 ± 0,45	4,0	0,967
5	7	1,53 ± 0,59	7,5	0,949

TABLAU N° 3 : VARIATIONS DE DIMENSIONS CARACTÉRISTIQUES DES PIEDS AVEC LE VIEUX NOMBRE DE FEUILLES.

ORIGINE	STADE	NOMBRE DE FEUILLES/p	SURFACE FOI./p (cm ²)	SURFACE FEUILLE LA + BASIF (cm ²)
MEUSE	C 2	13	340	58
	E	13	312	32
	E	11	296	33
	E	11	257	16

TABEAU N° 4 : COMPARAISON DES DEUX METHODES D'ESTIMATION DE LA SURFACE FOLIAIRE PAR PLANTE.

	ESTIMÉE = f (n, S1) (Equation 4)	ESTIMÉE = f (n, S1, r) (Equation 5)
D	- 0,11	29,2
T	0,009	2,05
R	0,95	0,87

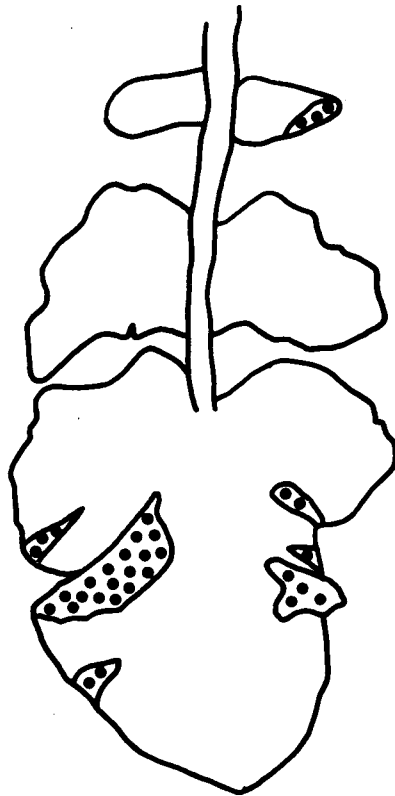
D : Différence entre la surface moyenne réelle par plante et la surface estimée (cm²) pour 60 plantes.

T :

R : Coefficient de la corrélation entre la surface foliaire réelle et la surface foliaire estimée pour 60 plantes.

Fig . 1 Exemple de feuille au limbe decoupe et avec recouvrements

••••• Endroits ou 2 ou 3 épaisseurs de feuille
sont superposées



**Fig . 2 Relation entre la surface d'une feuille (SF)
et le carre de sa largeur (l²)**

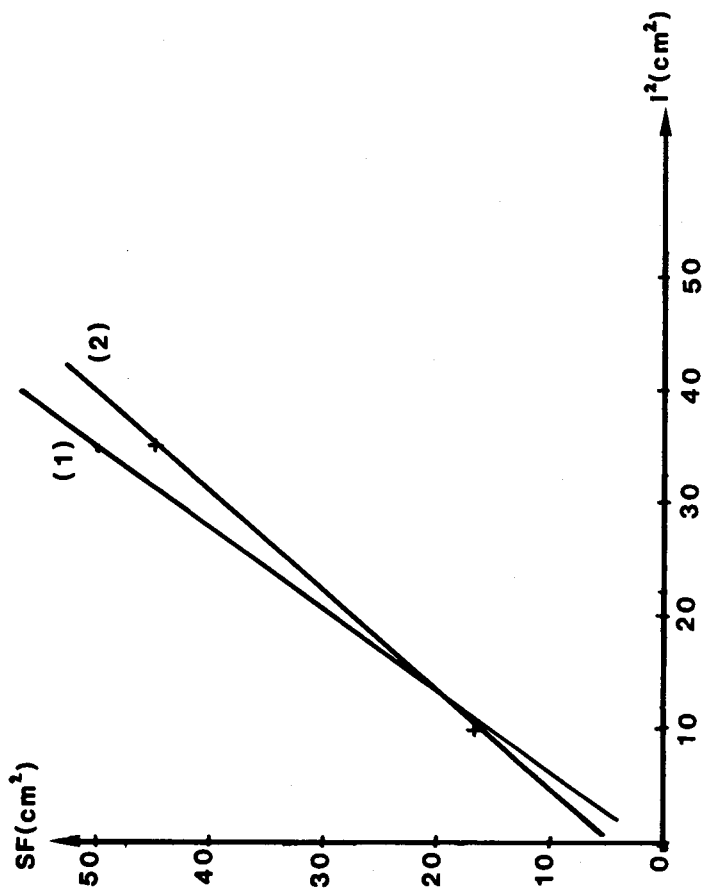


Fig . 3 Relation entre la surface d'une feuille (SFi) et la surface de la feuille suivante (SFi+1)

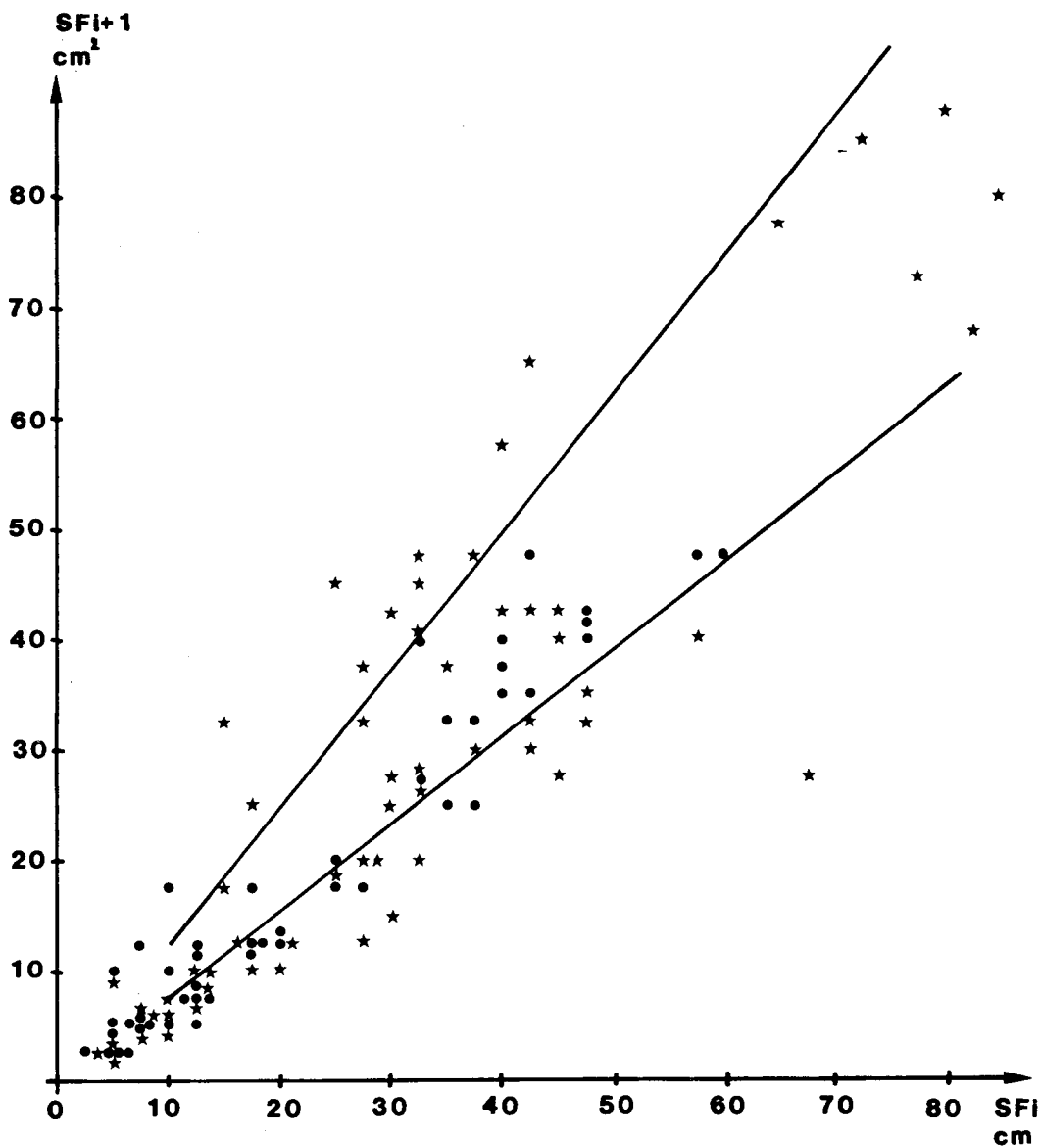


TABLEAU N° 1 : CARACTERISTIQUES DES PIEDS PRELEVES DANS LA MEUSE

STADE AU PRELEVEMENT	NOMERO DE PLANTE	NOMBRE DE FEUILLES "TYPE CHOU"	NOMBRE DE FEUILLES "TYPE L'ANCOLE"	SURFACE FOI./P. SANS RECOUVR. (cm ²)	SURFACE FOI./P. AVEC RECOUVR. (cm ²)
C 2	1	14	0	305,83	362,13
	2	10	0	92,33	96,44
	3	9	0	199,75	211,88
	4	13	0	310,72	340,24
	5	6	0	45,63	47,64
E	1	6	6	312,25	335,25
	2	9	11	852,75	926
	3	5	6	253,91	256,60
	4	5	8	299,75	311,50
	5	4	7	286,75	295,68

TABLEAU N° 2 : RESULTATS DE L'ETUDE FEUILLE A FEUILLE SUR 10 PIEDS PRELEVES DANS LA NEUSE

A - STADE C.2. SF - a 1² + b SF - SURFACE TOTALE AVEC RECOURVEMENTS (cm²)
 1² : CARRÉ DE LA LARGEUR DE LA FEUILLE

PLANTE	NOMBRE DE FEUILLES	VALEUR DE a ± INTERVALLE DE CONFIANCE	VALEUR DE b ,	COEFFICIENT DE CORRELATION
1	14	1,38 ±	2,3	0,990
2	10	1,27 ±	- 0,2	0,940
3	9	1,37 ±	2,3	0,960
4	13	1,34 ±	2,3	0,985
5	6	1,06 ±	1,5	0,998

B - STADE E. FEUILLES TYPE CHOU

PLANTE	NOMBRE DE FEUILLES	VALEUR DE a ± INTERVALLE DE CONFIANCE	VALEUR DE b	COEFFICIENT DE CORRELATION
1	6	0,74 ±	12,5	0,905
2	2	1,16 ±	6,9	0,912
3	5	1,10 ±	3,8	0,835
4	5	1,76 ±	- 6,6	0,964
5	4	1,29 ±	- 2,1	0,914

C - STADE E. FEUILLES TYPE LANCEOLE

PLANTE	NOMBRE DE FEUILLES	VALEUR DE a ± INTERVALLE DE CONFIANCE	VALEUR DE b	COEFFICIENT DE CORRELATION
1	6	2,70 ±	- 3,6	0,989
2	11	1,40 ±	5,0	0,837
3	6	1,59 ±	4,6	0,975
4	6	1,70 ±	1,0	0,967
5	7	1,53 ±	1,5	0,949

TABEAU N° 3 : VARIATIONS DE SURFACES FOLIAIRES POUR DES
PIEDS AYANT LE MEME NOMBRE DE FEUILLES.

ORIGINE	STADE	NOMBRE DE FEUILLES/P	SURFACE FD/p (cm ²)	SURFACE FEUILLE LA + BASSE (cm ²)
MEUSE	C 2	13	340	58
	E	13	312	32
	E	11	296	33
	E	11	257	16

TABEAU N° 4 : COMPARAISON DES DEUX METHODES D'ESTIMATION DE LA SURFACE FOLIAIRE PAR PLANTE.

	ESTIMEE = f (n, S1) (Equation 4)	ESTIMEE = f (n, S1, r) (Equation 5)
D	- 0,11	29,2
T	0,009	2,05
R	0,95	0,87

D : Différence entre la surface moyenne réelle par plante et la surface estimée (cm²) pour 60 plantes.

T :

R : Coefficient de la corrélation entre la surface foliaire réelle et la surface foliaire estimée pour 60 plantes.

SESSION C - SESSION C - SITZUNG C

GENETIQUE ET SELECTION
GENETICS AND BREEDING
GENETIK UND ZÜCHTUNG

Présidents - Chairmen - Vorsitzenden :

A. CAUDERON / R.K. DOWNEY / J. KRZYMANSKI / G. ROBBELEN
J. MORICE

Vice-Présidents - Co-Chairmen - Zweite Vorsitzenden :

R.K. DOWNEY / A. CAUDERON / P.R. KUMAR / J. MORICE
G. ROBBELEN