

DESCRIPTION D'UNE METHODE SIMPLE ET RAPIDE POUR L'ESTIMATION DE LA SURFACE FOLIAIRE PAR PLANTE CHEZ LE TOURNESOL.

A. Pouzet et F. Ruqat

CETIOM 174 AVENUE VICTOR HUGO 75116 PARIS FRANCE

RESUME

En 1982, l'observation de la distribution de la surface individuelle des feuilles de plantes de tournesol, variétés MIRASOL et PRIMASOL à trois stades (avant floraison, pendant floraison et après floraison) a permis de proposer une estimation de la surface foliaire par plante (S) à partir de deux critères : le nombre de feuilles (n) et la surface de la plus grande feuille (s). La relation est : $S = 0.5 * s * n$. La validité de cette relation a été testée pour d'autres variétés en 1984. Elle semble généralisable dans une large gamme de situations. Le principal écart entre les résultats du modèle et la réalité intervient pendant la chute des feuilles, et ce biais peut alors être corrigé en prenant en compte la surface de la feuille la plus basse et le nombre de feuilles déjà tombées.

INTRODUCTION

La surface foliaire est un paramètre que les physiologistes considèrent comme très important pour rendre compte de la croissance d'une plante. Dans le cas du tournesol, de nombreux travaux (notamment MERRIEN A. et al. 1981), montrent qu'il existe une relation entre la surface foliaire active à la fin de la floraison et le rendement, et aussi entre la durée de vie de la surface foliaire et le rendement.

Dans bon nombre d'expérimentations destinées à mieux comprendre l'influence des techniques culturales (par exemple densité de semis, irrigation) sur l'élaboration du rendement du tournesol, ou pour les diagnostics agronomiques réalisés en parcelles agricoles, la mesure de la surface foliaire par plante est donc une étape nécessaire pour l'interprétation des résultats obtenus, mais c'est aussi une opération très routineuse en temps et en investissement. C'est pourquoi, reprenant l'approche déjà proposée par G. PIQUEMAL et J. C. MOURET (1982), nous avons cherché à mettre au point une méthode simple d'estimation de la surface foliaire active par plante.

MATERIEL ET METHODES.

Notre démarche a consisté d'abord à étudier la distribution des surfaces foliaires de toutes les feuilles d'une plante. Pour cela, à la suite de G. PIQUEMAL et J. C. MOURET (1982), nous avons considéré que la surface d'un limbe, S, était correctement estimée par le produit de sa longueur (L) par sa largeur (l), corrigé par un coefficient égal à 0.7 : $S = 0.7 * L * l$.

En 1982, nous avons remarqué que, pour la variété Mirasol, et pour plusieurs plantes mesurées plusieurs fois pendant la campagne, l'enveloppe des points représentant sur un graphique les surfaces de chaque feuille selon leur ordre d'apparition, décrit un triangle plus ou moins tronqué selon le stade de la plante (Figure 1).

Cette observation, faite également pour la variété Primasol, semblant valable pour l'ensemble des variétés actuellement cultivées en France, nous avons donc tenté de construire un modèle simple permettant une estimation plante à plante de la surface foliaire, et nous l'avons testé sur cinq variétés d'un essai comparatif implanté dans l'Eure et Loir (près de Paris). Pour chaque variété,

et sur les quatre répétitions du dispositif, on a mesuré à onze dates toutes les feuilles de 6, 4, ou 3 plantes. Ces plantes étaient repérées, et ce sont toujours les mêmes qui ont été utilisées pendant cette campagne 1984.

RESULTATS.

La figure 2 donne une représentation graphique du modèle général retenu, qui fait appel à trois hypothèses de construction :

- la suite des surfaces de chaque feuille constitue une progression arithmétique de raison positive en partant de la feuille la plus basse à la feuille la plus grande, et de raison négative de la feuille la plus grande à la feuille la plus haute sur la tige.
- la surface des plus petites feuilles de la base est identique à celle des plus petites feuilles du sommet,
- la senescence affecte les feuilles dans leur ordre d'apparition (de bas en haut).

Si l'on pose n_1 : nombre de feuilles vertes, n_2 : nombre de feuilles jaunies ou tombées, s_1 : surface du limbe de la plus grande feuille verte, s_2 : surface de la feuille verte la plus basse et s_3 : surface de la plus petite feuille, la surface foliaire active de la plante entière (S) est alors égale à l'aire du pentagone OADFF, c'est à dire à l'aire du triangle ORF diminuée de celle du triangle ARG et augmentée de celle du rectangle DEFG. En reprenant les conventions proposées ci-dessus, on peut écrire :

$$S = (n_1 + n_2) * (s_1 - s_3) / 2 - n_2 * (s_2 - s_3) / 2 + n_1 * s_3$$

Lorsque toutes les feuilles sont actives et que s_3 est petit devant s_1 , on a la formule simplifiée proposée dans le résumé.

Une première analyse des résultats de 1984 a montré que s_3 pouvait être considéré comme constant d'une date à l'autre et d'une variété à l'autre et égal à 30 centimètres carrés.

Le test du modèle général proposé a été réalisé en comparant les valeurs ainsi estimées aux valeurs réelles mesurées selon la méthode des échantillons appariés (SNEDECOR, G. W. et W. G. COCHRAN 1971).

Les résultats sont présentés au tableau 1. On constate que, même si à certaines dates il existe un biais systématique entre la surface calculée et la surface réelle, globalement le modèle proposé permet une estimation correcte de la surface foliaire active par plante, quelle que soit la variété considérée. Par "estimation correcte," nous traduisons simplement que l'évolution de la surface foliaire décrite par le modèle est tout à fait identique à celle que donnent les valeurs réelles, et que le classement des variétés selon ce critère est le même avec les deux estimations.

DISCUSSION.

Les biais systématiques observés peuvent s'expliquer de façon différente selon la date de mesure :

- en début de végétation, la suite des surfaces foliaires ne constitue pas une progression arithmétique, comme le suppose le modèle, puisqu'on est en présence de feuilles opposées dont les surfaces sont identiques. Le modèle entraîne donc une surestimation de la surface réelle par plante.

- au moment du maximum de surface foliaire, plusieurs feuilles encadrant celle que l'on repère comme étant la plus grande ont des surfaces voisines, et le modèle sousestime la surface réelle par plante.

- en fin de cycle, quelques distorsions peuvent apparaître lorsqu'une sénescence précoce affecte les feuilles du sommet de la tige avant celles du milieu, ce qui a été observé en 1984 surtout avec les variétés précoces, Primasol et V17.

CONCLUSIONS.

La méthode proposée permet donc une estimation de la surface foliaire active par plante pour le tournesol. Selon les dates d'observation, des modèles plus complexes et plus précis permettraient sans doute d'éliminer ces biais, par exemple en tenant compte du nombre de feuilles opposées en début de cycle, ou en utilisant un polynôme de degré supérieur pour mieux représenter la progression des surfaces d'une feuille à l'autre pendant la floraison, ou encore en introduisant la sénescence précoce des étages foliaires supérieurs pendant le remplissage des grains.

Pour notre propos, qui était de mettre au point une méthode rapide d'estimation de la surface foliaire permettant la comparaison et le classement de situations agronomiques variées, le modèle proposé est acceptable : lorsqu'ils existent, les biais sont finalement faibles (une différence de 300 cm² par plante correspond à une différence d'indice foliaire inférieure à 0.2 pour 60.000 plantes par hectare) et ne remettent pas en cause le classement des traitements ni la validité de la description de l'évolution de la surface foliaire active. De plus, si l'on compare le temps passé pour mesurer toutes les feuilles d'une plante à celui qui est nécessaire pour compter les feuilles présentes et en mesurer 2 (la feuille verte la plus grande et la feuille verte la plus basse,) on estime qu'il est de 5 à 6 fois supérieur. L'économie permise par le modèle proposé est donc bien un de ses atouts.

BIBLIOGRAPHIE.

- MERRIEN A., BLANCHET R., GELFI N. 1981
Relationships between water supply, leaf area development and survival, and production in Sunflower (*H. annuus* L.).
Agronomie, 1, 10, 917-922
- PIQUEMAL G., MOURET J.C., 1982
Quelques considérations sur la distribution des surfaces foliaires du tournesol (*Helianthus annuus*)
HELIA, 5, 27-33
- SNEDECOR, G.W., COCHRAN, W.G., 1971
Méthodes statistiques.
ACTA ed. Sixième édition. 649 pp.

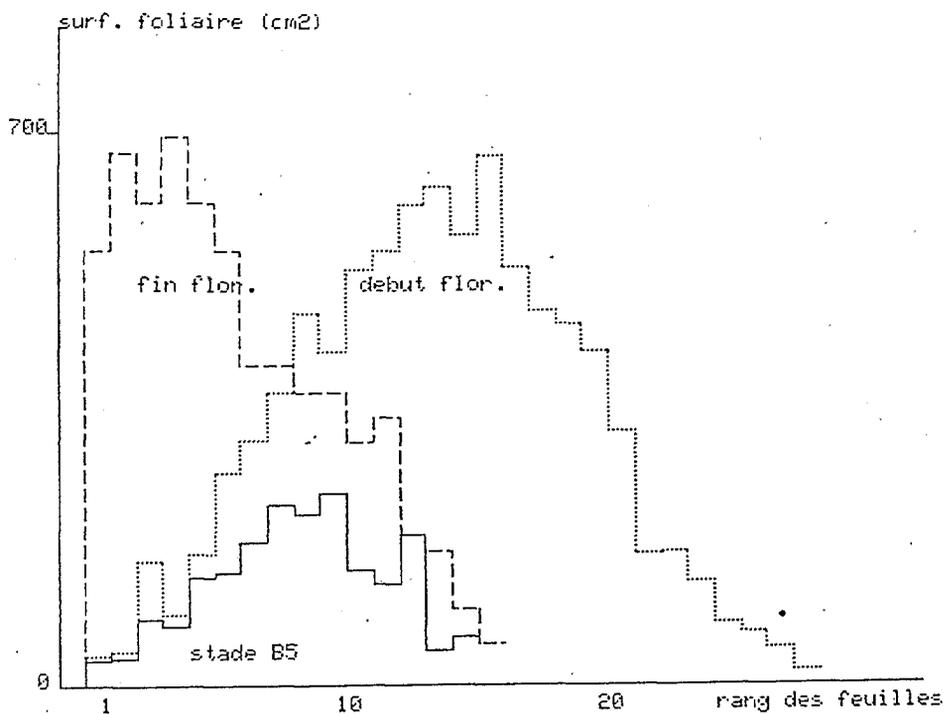


FIGURE 1 : REPARTITION DES SURFACES FOLIAIRES A TROIS STADES POUR LA MEME PLANTE (DROME 1982)

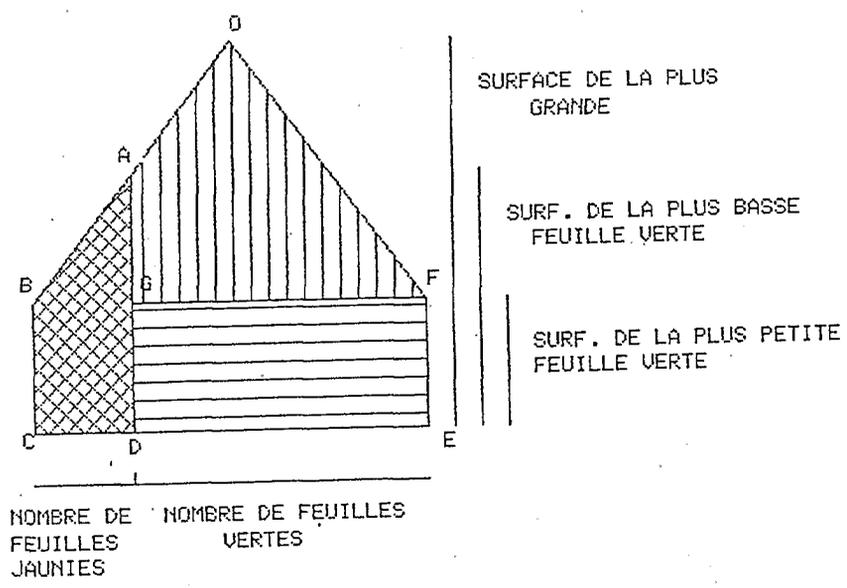


FIGURE 2 : REPRESENTATION SCHEMATIQUE DU MODELE

TABLEAU 1 : COMPARAISON DES SURFACES FOLIAIRES CALCULEES ET MESUREES.

VARIETE	DATE D' OBS.	SURFACE/PLANTE-CM2		NOMBRE DE PLANTES	VALEUR DU T CALC.	COEFF. CORR CALC.*MESUREE
		CALCULEE	MESUREE			
MIRASOL	08 JUIN	509	433	24	7.09 **	.92
	15 JUIN	1444	1329	24	5.12 **	.94
	22 JUIN	2389	2372	16	.56	.90
	02 JUIL.	3134	3271	12	3.45 **	.98
	11 JUIL.	3124	3340	16	4.97 **	.97
	20 JUIL.	3490	3788	16	6.34 **	.98
	27 JUIL.	3214	3398	16	2.90 *	.94
	08 AOUT	3255	3094	16	2.12	.94
	16 AOUT	3150	3038	16	1.30	.93
	20 AOUT	2918	2921	16	.02	.90
29 AOUT	2432	2332	16	1.12	.88	
ENSEMBLE		2489	2500	188	.54	.97
PRIMASOL	08 JUIN	585	484	23	13.13 **	.89
	15 JUIN	1540	1414	24	6.61 **	.92
	22 JUIN	2290	2301	16	.35	.93
	02 JUIL.	3459	3545	12	1.72	.94
	11 JUIL.	3152	3430	16	5.18 **	.93
	20 JUIL.	3244	3563	12	3.35 **	.69
	27 JUIL.	2994	3127	16	1.81	.80
	08 AOUT	2692	2546	16	2.12	.81
	16 AOUT	2747	2553	16	2.67 *	.79
	20 AOUT	2513	2523	16	.18	.83
29 AOUT	1782	1735	16	1.50	.93	
ENSEMBLE		2304	2305	183	.07	.97
TOPFLOR	08 JUIN	475	401	24	12.43 **	.94
	15 JUIN	1340	1226	24	6.78 **	.97
	22 JUIN	2230	2207	16	.91	.97
	02 JUIL.	3309	3321	12	.37	.98
	11 JUIL.	3090	3313	16	3.54 **	.95
	20 JUIL.	3615	3813	15	2.29 *	.90
	27 JUIL.	3319	3451	16	1.29	.85
	08 AOUT	3176	3153	16	.22	.86
	16 AOUT	3125	3089	16	.42	.90
	20 AOUT	2893	3029	16	1.99	.91
29 AOUT	2497	2558	16	.79	.82	
ENSEMBLE		2475	2508	187	1.58	.97

VARIETE	DATE D' NRS.	SURFACE/PLANTE-CM2		NOMBRE DE PLANTES	VALEUR DU T CALC.	COEFF. CORR CALC.*MESUREE
		CALCULEE	MESUREE			
VAR.18	08 JUIN	513	432	24	12.54 **	.96
	15 JUIN	1394	1275	24	8.39 **	.97
	22 JUIN	2366	2241	16	4.42 **	.96
	02 JUIL.	3222	3122	12	1.85	.96
	11 JUIL.	2837	2969	16	2.10	.94
	20 JUIL.	3075	3116	16	.48	.93
	27 JUIL.	2593	2689	16	1.32	.93
	08 AOUT	2398	2411	16	.15	.91
	16 AOUT	2374	2363	16	.19	.96
	20 AOUT	2180	2271	16	1.35	.94
	29 AOUT	1882	1837	16	.72	.95
	ENSEMBLE		2126	2111	188	.89
VAR.17	08 JUIN	518	444	24	9.42 **	.96
	15 JUIN	1513	1350	24	9.10 **	.95
	22 JUIN	2619	2529	16	2.05	.93
	02 JUIL.	3557	3478	12	1.40	.88
	11 JUIL.	3033	3298	16	3.74 **	.86
	20 JUIL.	2916	3234	16	4.28 **	.92
	27 JUIL.	2454	2685	16	2.38 *	.89
	08 AOUT	2421	2428	16	.50	.66
	16 AOUT	2382	2413	16	.25	.72
	20 AOUT	1995	2272	16	3.52 **	.91
	29 AOUT	1450	1307	15	1.36	.86
ENSEMBLE		2130	2172	187	1.62	.95
TTES VARIETES		2274	2282	901	.81	.97