

T1972PHY04

EFFETS DE L'IRRIGATION SUR LA PRODUCTION ET LA QUALITE DU TOURNESOL

J.-R. MARTY, J. PUECH, J. DECAU et Cl. MAERTENS (France)

La culture du tournesol, importante source d'huile et de protéines, connaît, grâce à l'apparition des variétés hybrides, un important essor.

De nombreux travaux ont été consacrés à cette culture (ROBELIN, 1964, 1967 - ROLLIER, 1970 - ECKARD et al., 1971, en France, notamment) ; ces études ont permis de préciser l'action et l'arrière-action de la sécheresse sur le comportement de la plante, certains effets des conditions d'alimentation en eau et de l'utilisation de l'énergie sur la production du tournesol.

Grâce aux conditions pédoclimatiques variables qu'offre un dispositif expérimental au champ, pérenne, nous avons voulu étudier plus particulièrement en condition de grande culture :

- 1 - les besoins en eau et les modalités d'alimentation hydrique.
- 2 - l'influence de l'irrigation sur la production de grains selon les conditions pédo-climatiques et culturales.
- 3 - les répercussions de ces techniques et notamment les effets de l'irrigation sur la qualité des grains récoltés, qualités envisagées à la fois sous l'angle de la production d'huile et de protéines.

I - BESOINS EN EAU ET MODALITES D'ALIMENTATION HYDRIQUE

A - Rythme de consommation d'eau du tournesol

Cette étude a été entreprise au champ par la méthode neutronique (MAERTENS et al., 1965) et sur évapotranspiromètres ($S = 3m^2$) à plan d'eau à niveau constant et profondeur réglable (ici 70 cm). Le tournesol utilisé a été l'hybride simple INRA 6501. Nous avons d'une part déterminé, en maintenant le sol au voisinage de la capacité au champ, l'évapotranspiration maximale (ETM) de la culture (essai A), d'autre part suivi la consommation d'eau (ETR) dans un essai (B) où le recombement des réserves hydriques était effectué quand 50 % de la réserve utile, dans la tranche de sol participant à la fourniture d'eau, était utilisée ; enfin, nous avons un témoin non irrigué (essai C). Les données d'évapotranspiration ont été comparées à l'évapotranspiration potentielle (ETP) mesurée sur fétuque élevée var. Manade. La figure 1 indique les résultats obtenus avec les essais A, B, C ; on remarque que l'évapotranspiration du tournesol est pendant une assez longue période supérieure à l'E.T.P. ; mais ces valeurs d'E.T.M. sont également supérieures à celles d'autres cultures d'été comme le sorgho ou le maïs (PUECH J., TRYBALA M., HERNANDEZ M., 1971).

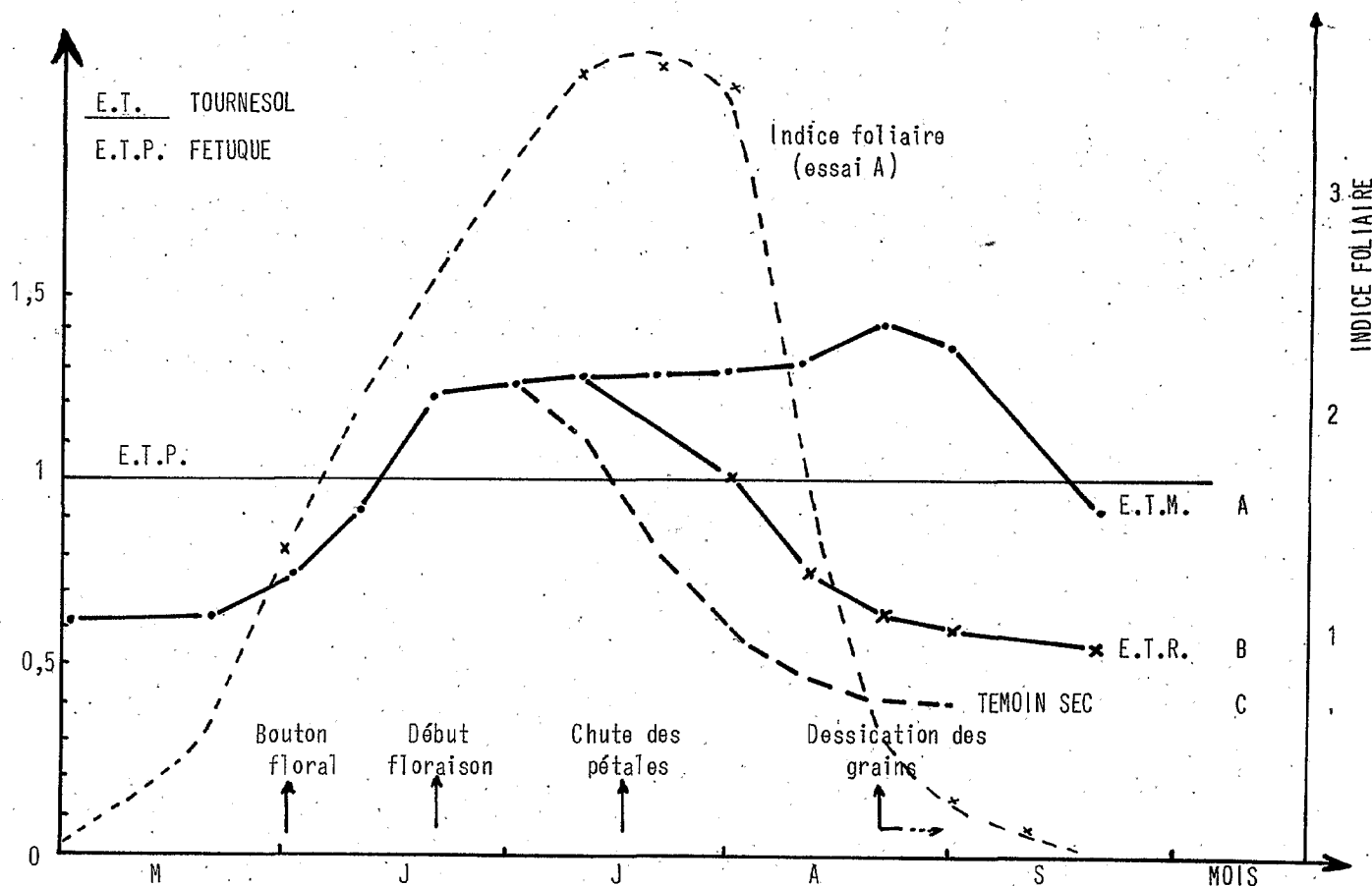


Fig. 1 - Rythmes de consommation du tournesol (essais A.B.C.) et phases végétatives du traitement E.T.M.

Le phénomène est particulièrement marqué pour l'essai A où le rapport $\frac{E.T.M.}{E.T.P.}$ reste supérieur à 1 entre le début de la floraison et le début de la dessiccation du grain. Durant cette période, l'indice foliaire passe par son maximum (environ 3,6), la floraison a lieu et la lipidogenèse commence dans les akènes. Le phénomène de sur-consommation d'eau déjà cité par divers auteurs (ROBELIN, 1964, 1967 - ROLLIER, 1971) ne semblerait pas lié, vu son importance, à des phénomènes dûs au milieu (climat, advection, disponibilité de l'eau) mais plutôt à des caractères physiologiques et métaboliques, avant et au cours de la lipidogenèse. Ces résultats posent donc le problème des modalités de consommation de l'eau du sol et celui de l'efficience de l'eau utilisée.

B - Efficience de l'eau consommée

Enfin, l'efficience de l'eau consommée, c'est-à-dire le nombre de kilogrammes de matière sèche produite par millimètre d'eau consommée, apparaît meilleure pour les traitements peu irrigués, ce qui pose la question de l'opportunité d'assurer les besoins en eau maxima du tournesol pendant toute sa durée de végétation (tableau 1). Mais d'autres contraintes existent, en particulier au niveau des précédents culturaux et des types de sol.

II - INFLUENCE DE L'IRRIGATION SUR LA PRODUCTION DU TOURNESOL - INCIDENCE DE QUELQUES CONDITIONS PEDOCLI-MATIQUES ET CULTURALES

A - Variations des consommations d'eau, selon les conditions climatiques

Durant 3 années climatiques différentes, nous avons mesuré les consommations d'eau d'un tour-

nessol (INRA 6501) en culture sèche ou irriguée après un même précédent cultural (tableau 2).

Malgré des valeurs globales de l'E.T.P. voisines pour les 3 années considérées, le déficit climatique au cours du cycle de croissance du tournesol a été différent.

Le tournesol a donc manifesté des besoins en eau variables, couverts par l'irrigation en culture irriguée, et l'alimentation hydrique se trouve différenciée selon les conditions climatiques et les apports d'eau.

Si le sol ne présente pas d'obstacle à la pénétration des racines, la possibilité d'utilisation des réserves en eau du sol par le tournesol s'avère importante en l'absence d'irrigation, comme le montrent les données du tableau 2.

B - Production du tournesol : influence de l'irrigation et des contraintes du milieu

Dans les conditions de la région toulousaine (sols, climat techniques culturales), le tournesol donne des rendements variables.

Les conditions climatiques, les variantes de sol, l'irrigation (tableau 3) sont autant de facteurs qui interfèrent pour engendrer des répercussions importantes sur la production de matière sèche et de grain, soit par l'intermédiaire de densités variables (à partir des densités de semis identiques), soit par des conditions d'implantation des cultures plus ou moins satisfaisantes, soit enfin par des besoins en eau totalement ou partiellement satisfaits.

Ces phénomènes se retrouvent quand on fait varier le précédent cultural ; ce dernier conditionne l'état du sol lors du semis et influe sur les conditions de développement et de nutrition de la plante, comme le montrent les résultats à la récolte regroupés dans le tableau 4.

L'irrigation, quelle que soit l'année, le sol ou le précédent, permet de meilleurs rendements en grains, mais surtout une production d'huile supérieure par rapport à la culture sèche ; elle permet, de plus, d'atténuer fortement l'effet de la variante sol. La satisfaction des besoins hydriques de la culture revêt une importance capitale puisque une faible diminution de la consommation en eau se traduit par des chutes parfois importantes de rendement : ainsi en 1970, où, après précédent sorgho, une différence de consommation totale de 50 mm (tableau 2) entre culture sèche et irriguée, différence située à la période critique, entraîne une diminution de rendements en grains de 10 à 15 q/ha (tableau 4).

Les variations de rendement observées (tableaux 3 et 4) confirment enfin que le tournesol est sensible aux conditions culturales, et l'irrigation ne peut assurer le potentiel de production que si les autres facteurs se situent au voisinage de l'optimum.

III - INFLUENCE DE L'IRRIGATION SUR LA PRODUCTION QUALITATIVE DU TOURNESOL

Soumis aux conditions pédo-climatiques et culturales variées des essais précédemment décrits (tableaux 3 et 4), le tournesol a produit des graines qui diffèrent parfois nettement par leur qualité. Celle-ci a été envisagée tout d'abord sous l'angle des teneurs en huile et en protéines ; ensuite, dans quelques cas, l'analyse a été complétée par une étude de la composition en acides gras et en acides aminés des lipides et des protides de la graine.

A - Teneur en huile et en protéines

Les données du tableau 5, qui regroupent les résultats, permettent de faire les observations suivantes :

- La teneur en huile, sensiblement indépendante du type de sol, du précédent cultural étudié et de l'année climatique est par contre étroitement liée aux conditions d'alimentation en eau de la plante ; en culture irriguée, la teneur en huile est systématiquement supérieure de 3 à 5 % à celle observée en culture sèche. Les écarts les plus grands, observés en 1971, coïncident avec les plus grandes différences de consommation d'eau entre culture sèche et irriguée (tableau 2).

La teneur en protéines, en revanche, apparaît comme plus sensible aux conditions pédoclimatiques et plus particulièrement au précédent cultural (tableau 5).

Toutefois, quelle que soit la situation, l'influence de l'irrigation se traduit par une diminution du taux de protéines de la graine, concomitante de l'accroissement de la teneur en huile. La relation entre les taux de ces constituants s'avère hautement significative.

Les teneurs en protéines apparaissent en définitive comme étroitement dépendantes à la fois des conditions d'alimentation en eau et des ressources du sol en azote (effet favorable du précédent ray-grass, trèfle violet par rapport au précédent sorgho).

B - Composition des amandes en acides gras et en acides aminés

L'analyse des huiles extraites de graines issues de plantes diversement alimentées en eau n'a pas fait apparaître, jusqu'ici, de différences significatives dues à l'irrigation (BERDUCOU et MORARD, communication personnelle).

En revanche, l'étude de la composition en acides aminés des protéines de l'amande montre quelques variations des teneurs en certains acides aminés, notamment en lysine.

Après le précédent ray-grass-trèfle violet considéré ci-dessous (tableau 6) nous voyons que la diminution du taux de matières azotées de la graine due à l'irrigation (27 % en moyenne) se trouve en partie compensée (+6 %) par un accroissement du taux d'acides aminés dans ces matières, par suite de la présence dans la graine d'une partie plus faible d'azote amidé. Un autre phénomène compensateur se manifeste : parmi les acides aminés obtenus après hydrolyse, la proportion de lysine, premier acide aminé indispensable limitant du tourteau de tournesol (BAUDET, LECLERCQ, MOSSE, 1971), est de près de 10 % supérieure à celle des graines obtenues en condition sèche.

Il s'ensuit que les teneurs en lysine des graines entières des tournesols étudiés sont peu différentes après culture sèche ou irriguée. Ces essais montrent que la graine obtenue en culture irriguée, plus riche en huile, fournira une quantité de protéines du tourteau plus faible mais ces protéines seront plus riches en lysine.

CONCLUSIONS

L'étude de l'alimentation en eau du tournesol, au champ, montre que ce végétal peut avoir des besoins très importants, supérieurs à l'évapotranspiration potentielle classiquement mesurée sur fétuque. Les résultats montrent que le tournesol a la faculté de puiser l'eau dans le sol et de le dessécher sur une grande profondeur mais que ceci entraîne des conséquences variables sur le rendement (existence d'une période critique, conséquences physiologiques sur la plante).

Il est apparu en grande culture que la production est fortement dépendante des conditions pédoclimatiques et des conditions de préparation du sol résultant de précédents culturaux différents. Cependant, l'irrigation, sous nos conditions de milieu (Sud-Ouest de la France) a amélioré les rendements en grains mais surtout la production d'huile, quelle que soit l'année, le sol ou le précédent.

L'irrigation accroît en effet la teneur en lipides tandis que diminue le taux de protéines et déplace ainsi l'équilibre protéo-glycolipidique des graines.

En définitive, l'ensemble des observations sommairement relatées ici pose dans le cas du tournesol un ensemble de problèmes relatifs aux relations eau-sol-plante-demande climatique et à leurs conséquences sur la production et la qualité de cette culture, problèmes qui feront l'objet d'études ultérieures.

Tableau 1 - Production du tournesol et efficience de l'eau consommée

Conditions d'alimentation hydrique	E.T.M.	E.T.R. (50 % de déficit maximum)	Témoin non irrigué
Peuplement réel à la récolte	75 000	91 000	74 000
<u>Production (q/ha)</u>			
Matière sèche totale (M.S. T.)	89,5	91,5	69,6
Grain à 0 % d'humidité	28	30	23,3
Huile	13,1	13,4	9,6
<u>Consommation d'eau (m/m)</u>	731	577	435
<u>Efficience (en kg M.S. par mm d'eau consommée)</u>			
Plante entière	12,2	15,9	16,0
Grain	3,8	5,2	5,4

Tableau 2 - Conditions d'alimentation en eau d'une culture de tournesol
(précédent cultural : sorgho)

Année	Consommation d'eau (mm)			Irrigations tournesol (mm)	Participation des réserves du sol (mm) en fin de culture	
	E.T.P. (1)	Tournesol			irrigué	non irrigué
		irrigué	non irrigué			
1969	632	510	485	220	30	236
1970	613	500	450	180	110	200
1971	621	585	435	240	70	165

(1) Evapotranspiration potentielle : référence fétuque Manade

Tableau 3 - Production du tournesol avec ou sans irrigation selon les années climatiques pour 2 variantes de sols après le même précédent cultural (sorgho)

Variante de sols	Limono-argileux			Argilo-limoneux		
	1969	1970	1971	1969	1970	1971
			<u>NON IRRIGUE</u>			
Peuplement (pieds/ha)	60 000	66 000	65 000	55 000	50 000	70 000
Matière sèche totale (q/ha) ..	72.7	75.0	71.4	58.4	72.1	75.5
Grain (q/ha)	27.4	30.0	25.3	24.7	38.9	21.4
Huile (q/ha)	(1)	12.4	10.5	(1)	16.8	8.5
			<u>I R R I G U E</u>			
Peuplement (pieds/ha)	90 000	79 000	95 000	75 000	72 000	100 000
Matière sèche totale (q/ha) ..	77.1	88.0	77.3	66.5	84.3	86.1
Grain (q/ha)	28.0	44.9	30.1	26.2	48.9	28.0
Huile (q/ha)	(1)	20.8	14.1	(1)	22.3	12.5

(1) En 1969, les dosages d'huile n'ont pas été systématiquement effectués sur toutes les parcelles expérimentales.

Tableau 4 - Production du tournesol avec ou sans irrigation selon le précédent cultural (sorgho ou ray-grass - trèfle violet) et pour 2 variantes de sols (1970)

Variante de sols	Limono-argileux		Argilo-limoneux	
	Ray-grass Trèfle violet	Sorgho	Ray-grass Trèfle violet	Sorgho
			<u>NON IRRIGUE</u>	
Peuplement (pieds/ha)	67 000	66 000	71 000	50 000
Matière sèche totale (q/ha) ...	65,6	75,0	53,7	72,1
Grain (q/ha)	28,2	30,0	26,1	38,9
Huile (q/ha)	11,7	12,4	11,0	16,8
			<u>I R R I G U E</u>	
Peuplement (pieds/ha)	69 000	79 000	71 000	72 000
Matière sèche totale (q/ha) ...	87,8	88,0	77,1	84,3
Grain (q/ha)	35,1	44,9	34,6	48,9
Huile (q/ha)	15,5	20,8	15,6	22,3

Tableau 5 - Teneur en huile et en matières azotées (ou protéines) des graines de tournesol
soumis à différentes conditions pédoclimatiques et culturales

Variante de sols	Limono-argileux			Argilo-limoneux		
	1970		1971	1970		1971
Année						
Précédent cultural	Sorgho	Ray-grass Trèfle violet	Sorgho	Sorgho	Ray-grass Trèfle violet	Sorgho
			NON IRRIGUÉE			
Huile %	41,3	41,5	41,4	42,2	42,2	39,5
Matières azotées %	16,3	20,4	18,2	17,9	21,0	19,7
			IRRIGUÉE			
Huile %	44,3	44,2	46,7	45,2	45,1	44,5
Matières azotées %	15,6	17,8	15,3	15,1	18,8	16,1

Tableau 6 - Teneur en matières azotées, acides aminés et lysine de graine de tournesol
en culture irriguée ou non irriguée
(précédent cultural : ray-grass, trèfle violet)

Traitement	culture non irriguée			culture irriguée		
	1	2	Indice moyen de référence	3	4	Indice moyen
Protéines (N x 6,25) % de matière sèche (amandes délipidées) ...	65,8	67,7	100	51,8	58,3	82,4
Acides aminés % de protéines	90,1	88,4	100	94,0	94,9	105,8
Lysine % acides aminés .	3,52	3,67	100	3,89	3,89	108,2

BIBLIOGRAPHIE

ECKARDT F.E., HEIM G., METHY M., SAUGIER M., SAUVEZON R., 1971 - Fonctionnement d'un écosystème au niveau de la production primaire. Mesures effectuées dans une culture d'*Helianthus annuus* - Oecol. Plant 6 (51-100).

BAUDET J., LECLERCQ Ph., MOSSE J., 1971 - Sur la richesse en lysine des graines de tournesol en fonction de leur teneur en protéines. C. R. acad. Sci. Paris, 273 - 1112 - 1115.

MAERTENS C., MORIZET J., STUDER R., 1965 - Modalités d'utilisation en Agronomie d'un humidimètre à ralentissement de neutrons - Ann. Agron. 16 (5-23).

PUECH J., TRYBALA M., HERNANDEZ M., 1971 - Evapotranspiration du tournesol (travaux non publiés - Station d'Agronomie - TOULOUSE).

ROBELIN M., 1964 - C.R. des travaux - Station d'Agronomie de CLERMONT-FERRAND

ROBELIN M., 1967 - Action et arrière action de la sécheresse sur la croissance et la production du tournesol - Ann. Agron. 18 (6) 579-599.

ROLLIER M., GUILHAUMAUD Y., 1970 - Action concertée " Protéines du tournesol " - 68 p. - contrat 67-007-49 - CETIOM.

ROLLIER M., 1971 - Etude des besoins en eau du tournesol - CETIOM, note 47 - 9 p.