

T1974PHY17

LE TOURNESOL, SOURCE DE PROTÉINES : INFLUENCE DE DIVERS FACTEURS ÉCOLOGIQUES ET CULTURAUX SUR LA PRODUCTION ET LA QUALITÉ PROTÉIQUE DES GRAINES

J. DECAU, P. LENCREROT, J. R. MARTY, J. PUECH et B. PUJOL
(France)

La production de protéines d'origine végétale de l'Agriculture Ouest-Européenne est fortement déficitaire par rapport aux besoins. Ainsi la France, à elle seule, a besoin de plus d'un million de tonnes de protéines pour compléter les céréales destinées à l'alimentation animale (F a u c o n n e a u et M o s s é, 1972) ; une faible partie seulement de ces besoins est comblée par la production française de tourteaux riches en protéines issus de la trituration de graines oléagineuses. Le tournesol (40.000 ha) fournit une part non négligeable de cette production mais celle-ci demeure nettement inférieure à la seule consommation et au besoin de tourteaux issus de cette culture (C.N.T.A., 1973).

Il nous a donc paru important d'étudier le tournesol, non sous l'angle exclusif de la production d'huile, qui constitue pourtant, à l'heure actuelle, du point de vue économique, la ressource essentielle mais sous l'angle de la production de protéines.

Différentes expérimentations culturales ont été réalisées depuis 4 ans sur cette culture à la Station d'Agronomie de Toulouse pour en étudier la production sous diverses conditions de climat, de préparation du sol, d'alimentation en eau et en azote.

Les essais ont été conduits dans un vaste dispositif expérimental de longue durée ou dans des essais annexes, en sol argilo-limoneux profond et sous le conditions d'années de culture différant les une des autres par leurs caractères hélio-thermiques (tableau 1) mais voisines par leur commun déficit hydrique estival, déficit qui est une des caractéristiques essentielles du climat du Sud-Ouest de la France.

Les dispositifs expérimentaux ont donc permis d'étudier, comme le montre le tableau 1, l'influence de conditions hélio-thermiques naturelles ou celle de conditions artificiellement modifiées (ainsi en 1973 a été abordée l'influence d'une réduction de l'intensité d'insolation) ; de

même a pu être expérimentée l'influence de l'irrigation, par la comparaison de cultures non irriguées et de cultures recevant des apports d'eau qui assurent l'évapotranspiration maximale de la plante.

Tableau 1

Facteurs et conditions de production du tournesol

Année de culture	Conditions hélio-thermiques	Cultures non irriguées		Cultures irriguées	
		labour d'automne précédent sorgho fumure azotée 100 kg N/ha	autres conditions	labour d'automne précédent sorgho fumure azotée 180 kg N/ha	autres conditions
1970	7,9 (1)	T ₀	→ T ₀ ' (3)	→ T ₀ '	→ T ₀ ''' (3)
	19,4 (2)				
1971	7,0	T ₁ T _{1bis}	→ T ₁ ' (4)	→ T ₁ '	
	18,3				
1972	7,3	T ₂	→ T ₂ '	→ T ₂ '	→ T ₂ ''' (4)
	17,6				
1973	8,3			→ T ₃ '	→ T ₃ ''' (5)
	20,0				

(1) — ensoleillement journalier moyen (heures) durant la culture

(2) — température journalière moyenne (°C) durant la culture

(3) — labour de printemps

(4) — apport d'un supplément de fertilisation azotée (+ 150 kg N/ha au stade BF 3)

(5) — réduction de 40% de l'intensité de la lumière incidente

Le phase d'implantation de cette culture se révélant importante, ceci nous a conduit à étudier aussi l'influence du type de labour : labour d'automne qui permet d'obtenir un lit de semence et une couche arable à structure fine et favorable au développement des racines, ou labour de printemps qui laisse le sol motteux. Enfin, un autre essai annexe a permis d'étudier l'effet d'une surfertilisation azotée (apport de 150 kg d'N/ha au semis complété ou non par l'apport de 150 kg d'N/ha au stade BF 3).

Nous allons considérer tout d'abord l'influence de cet ensemble de conditions et de techniques sur les 2 facteurs qui déterminent le rendement protéique de la culture : le rendement en grain et le taux de protéines de la graine.

Nous rechercherons ensuite l'influence des variations de taux de protéines observées sur la teneur en lysine de ces protéines, d'une part, sur la teneur en huile de la graine, d'autre part.

Nous comparerons enfin les productions de protéines et de lysine du tournesol à celles d'autres cultures et plus particulièrement à celles de maïs cultivés dans des conditions analogues.

climatiques et culturales, nous a conduit à observer entre L et P la relation $L = 0,024 P + 0,20$ voisine de celle observée par les auteurs précités.

On déduit de la fonction précédente, la relation $\frac{L}{P} = \frac{0,024 P + 0,20}{P}$ entre la teneur en lysine des protéines et le taux de protéines de la graine, relation qui traduit ainsi notamment la dilution de la lysine dans les protéines quand la graine s'enrichit en ces dernières. Ce phénomène a déjà fait l'objet de nombreuses observations chez le tournesol (Baudet, Leclercq, Mossé, 1971; Coïc, Tendille, Lessaint, 1972) notamment aussi chez la maïs par exemple (Decau, Pujol, 1969; Decau, Pollacsek, 1970).

Notons seulement qu'il en découle une distorsion possible des variations des productions de lysine/ha par rapport aux productions de protéines R_p correspondantes selon le mode d'influence des conditions climatiques et culturales sur le rendement protéique.

Si ces conditions modifient le rendement protéique par le biais d'une variation du taux de protéines de la graine il s'ensuivra une variation de la production de lysine/ha atténuée par rapport à celle de R_p (L/P et R_p variant en sens inverse en fonction de P); au contraire, si les conditions climatiques et culturales agissent sur le rendement en protéines par le seul biais du rendement en grain, les variations des productions/ha de protéines et de lysine seront proportionnelles. L'expérience montre (figure 2) que les deux situations peuvent être rencontrées.

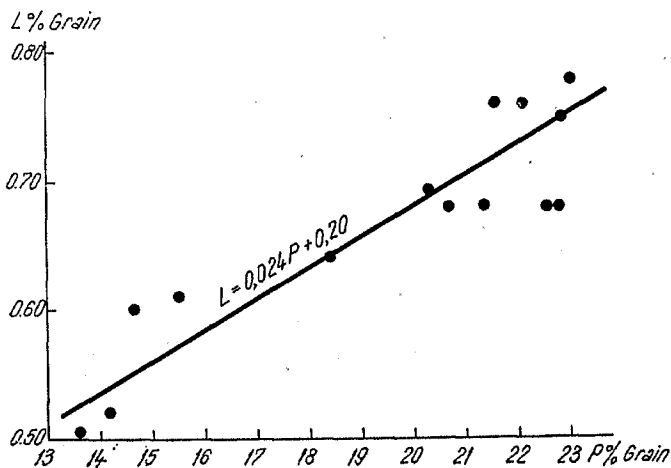


Fig. 2 — Relation entre les taux de lysine et de protéines dans le grain du tournesol.

III — RELATION ENTRE LES TENEURS EN PROTÉINES ET EN HUILE DE LA GRAINE

De nombreuses observations culturales ont mis en évidence les variations opposées des taux de protéines P et d'huile H dans la graine (R o l l i e r, 1970, 1971). Ces faits présentent une importance toute particulière puisque la teneur en huile détermine la valeur marchande du produit.

L'étude de l'influence de chacun des paramètres qui déterminent la production du tournesol nous conduit à des conclusions plus nuancées :

Nous voyons ainsi tout d'abord (figure 3) que le taux de protéines peut varier entre d'amples limites sans variations importantes de la teneur en huile (droites D_1 et D_2 de la figure).

Le taux de protéines varie ainsi de plus de 5 points sans que varie amplement la teneur en huile (droite D_1 en particulier) ; ces variations peuvent résulter d'actions très diverses : influence héliothermique (T_0, T_1, T_2), influence du type de labour (T_0, T_0'), effet d'une surfertilisation azotée ou d'une réduction importante de l'insolation et de la photosynthèse ($T_{2b}' - T_2''$), tous facteurs qui concourent donc à modifier d'une manière relativement indépendante, dans les conditions expérimentales rencontrées, la protéosynthèse et la photosynthèse.

Notons également que sont seuls groupés au voisinage de D_2 d'ordonnée $H = 41,7\%$ les traitements non irrigués ; près de D_1 , d'ordonnée $H = 44,8\%$ se groupent principalement les récoltes issues d'expérimentations en culture irriguée. Nous voyons ainsi l'effet général de l'irrigation sur la teneur en huile du tournesol. Mais les données de la figure 3 permettent aussi d'observer que l'application de cette technique affecte aussi le taux de protéine. L'analyse comparée de grains issus des parcelles non irriguées et des parcelles irriguées correspondantes met en évidence des relations de la forme $H = aP + b$ où le coefficient de pente a demeure

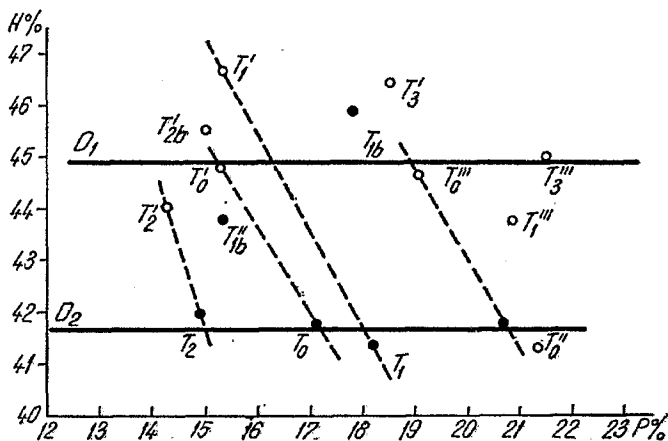


Fig. 3 — Relation entre les teneurs en huile et en protéines dans le grain du tournesol.

compris entre —3,44 et —1,67. Ces valeurs montrent que les variations du taux d'huile dues à l'irrigation l'emportent dans tous les cas sur la variation de sens inverse de la teneur en protéines. Ceci peut être en partie lié au bon ajustement des fumures azotées aux besoins de la plante selon les conditions hydriques (apport de 100 kg N/ha en culture non irriguée, de 150 kg/ha en culture irriguée).

Quoiqu'il en soit, les résultats montrent donc une relative indépendance entre les teneurs en huile et en protéines. Il convient aujourd'hui de mieux préciser l'action des facteurs qui améliorent la composition protéique de la graine sans pénaliser la production d'huile de la plante.

IV — PRODUCTION PROTÉIQUE COMPARÉE DU TOURNESOL ET DE QUELQUES PLANTES DE GRANDE CULTURE — CAS DU MAÏS

Le dispositif expérimental de la Station d'Agronomie permet de comparer la production protéique du tournesol à celle de différentes autres plantes de grande culture.

La comparaison du tournesol avec d'autres oléagineux (soja, colza) met en lumière la position moins favorable du tournesol à cet égard (tableau 2) vis-à-vis du soja notamment, mais ce dernier, bien mieux adapté à la production protéique, fournit des quantités d'huile nettement inférieures (4 à 7 q/ha contre 9 à 20 q/ha chez le tournesol).

Tableau 2

Productions comparées de protéines et de lysine de trois oléagineux (Tournesol, Soja, Colza)

	Protéines (q/ha) (1)	Lysine (kg/ha) (1)
Tournesol	3,2— 7,0	12,8— 24,9
Soja	9,2—15,9	60,7—102,6
Colza	3,9— 6,6	— 44,9

(1) — en conditions culturales agricoles normales (traitements T et T' du tableau 1)

La production protéique du tournesol peut aussi être utilement comparée à celle du maïs, culture d'été qui occupe une place importante dans l'assolement du Sud-Ouest de la France. Placé dans des conditions analogues, notamment quant à l'alimentation hydrique, le maïs fournit un tonnage de protéines supérieur, mais de valeur biologique moins élevée d'où une production de lysine (kg/ha) voisine des deux cultures (tableau 3).

Comme le tournesol, le maïs présente le double phénomène de dilution de la lysine dans les protéines quand le taux de matières azotées du grain augmente et de dilution de ces dernières dans le grain sous

Tableau 3

**Production de protéines et de lysine de tournesols et de maïs cultivés
en conditions sèches (NI) ou irriguées (I)**

Conditions hydriques	Protéines (g/ha) (1)		Lysine (kg/ha) (1)	
	NI	I	NI	I
Tournesol	4,0	5,2	14,2	20,8
Maïs	5,4	6,4	16,7	21,1

(1) — moyenne de 3 années de cultures (traitements T et T')

l'effet de l'accroissement de production qu'entraîne l'irrigation (Decau, 1973).

CONCLUSIONS

Il apparaît donc que le tournesol, importante source d'huile, fournit des rendements relativement élevés en protéines de qualité moyenne. La production protéique, dépendante à la fois du rendement et du taux de protides du grain varie toutefois, par ces deux voies, entre d'amples limites sous l'influence de facteurs agronomiques, tels l'alimentation en eau ou en azote, et de conditions hélio-thermiques variées.

Par ailleurs, l'indépendance relative des variations des taux d'huile et de protéines laisse espérer une double amélioration possible simultanée de la production de cette culture.

BIBLIOGRAPHIE

1. Baudet, J., Leclercq, Ph., Mossé, J., 1971, *Sur la richesse en lysine des graines de tournesol en fonction de leur teneur en protéines*, C. R. Acad. Sci., 273, série D, 1112.
2. Coïc, Y., Tendille, G., Lesaint, C., 1972, *La nutrition azotée du tournesol (Helianthus annuus). Action sur le rendement et la composition biochimique de la graine*, C. R. Acad., Sci., Paris, 274, série D, 885.
3. Decau, J., Pujol, B., 1969, *Influence de l'alimentation hydrique et azotée sur la production et la qualité comparée des matières protéiques de grains de maïs portant ou non le gène opaque 2 (O₂)*, C. R. Acad., Sci., Paris, 268, 2343—2346.
4. Decau, J., Pollacsek, M., 1970, *Influence de la fumure azotée et de l'irrigation sur le rendement et la production de protéines de maïs grain portant ou non le gène O₂*, In Improving Plant Protein by Nuclear Technique, IAEA Symp., Vienna.
5. Decau, J., 1973, *Réactions de la plante à l'alimentation hydrique. Répercussions sur la composition de la plante et la qualité*, Plante-Sol-Climat et Irrigation, 56—60, C. R. INRA, Station d'Agronomie de Toulouse.
6. Fauconneau, G., Mossé, J., 1972, *Quelques aspects du problème „Protéines“*, I.N.R.A., 25ème anniversaire, Regards sur la France, Service de Presse éd., 271—288.
7. Rollier, M., 1970, *Essai de fertilisation azotée du tournesol*, Rapport C.E.T.I.O.M., 1—43.
8. Rollier, M., 1971, *Etude de la fertilisation du tournesol*, Inform. Techn. C.E.T.I.O.M., 24, 1—22.
9. C.N.T.A., 1973, Informations, 73.