La fructification et le remplissage des graines apparaissent donc ici assez peu dépendants de la phase végétative, mais surtout tributaires du fonctionnement de la plante au cours de la phase reproductrice. Nous avons d'ailleurs obtenu des productions de graines comparables avec des appareils végétatifs très différents (traitement C et E par exemple, tableau 1). Si la vigueur est un caractère favorable (Kesteloot *et al.*, 1978), elle n'est pas déterminante dans ces conditions. Ceci est bien illustré par l'absence de liaisons indirectes entre l'eau consommée et le rendement par le biais de la M.S.T., l'essentiel de la liaison passant par les composantes principales. Cette interprétation s'applique naturellement au cas présent de facteur eau limitant surtout en phase reproductrice, et ne peut évidemment pas être extrapolée à des plantes déroulant leur cycle entier dans de bonnes conditions. Rappelons aussi que dans cette expérience la nutrition minérale était largement assurée dans tous les cas, ce qui n'est pas nécessairement vrai au champ en conditions sèches (développement racinaire . . .). Un autre caractère net est le peu de liaison rencontré entre le rendement et le nombre total d'akènes: plus que la fécondation, la nouaison des jeunes akènes semble ici déterminante àl'égard du rendement.

En définitive, cette expérience nous amène à conclure que les deux composantes directes du rendement, c'est-à-dire le nombre d'akènes pleins et leur poids, ainsi d'ailleurs que la teneur en huile, sont en conditions sèches, sous la dépendance principale de la nouaison des jeunes akènes et de l'assimilation intervenant au cours de la phase reproductrice; celle-ci dépend surtout de la survie et de l'activité de la surface foliaire, et nous rejoignons bien ainsi les conclusions d'autres auteurs (Rodrigues Pereira, 1978; Rawson *et al.*, 1980). Sans doute faudrait il tâcher de mieux préciser à l'avenir ces relations entre assimilation en phase reproductrice et rendement.

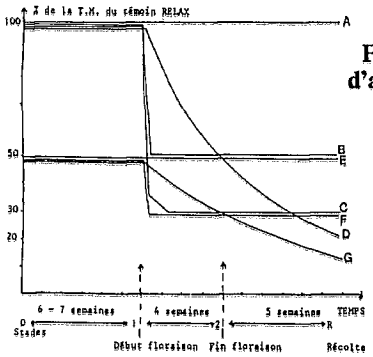

Figure 1. Diagramme d'alimentation hydrique durant le cycle de développement.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

GREEN, V.E. 1980. Correlation and path-coefficient analysis of the components of yield in sunflower cultivar, H. *Annuus* L. *IX International Sunflower Conference*, Torremolinos (Malaga) Spain June 1980.

KEMPTHORNE, O. 1973 — An introduction to genetic statistics. *Iowa State University* — 2eme edition 545 pages, chap. 14-6 to 14-13, p.283 — 307.

KESTELOOT, L.A., LECLERQ, P. and SERIEYS, M. 1978. Recherches contribuant à la détermination des éléments permettant la différenciation entre hybrides à haut et bas rendements dans le Tournesol (*Hélianthus Annuus* L.) *8th International Sunflower Conference* — Minnéapolis — 343 — 347.

MARTY, J-R., PUECH, J. MAERTENS, C. BLANCHET, R. 1975. Etude expérimentale de la réponse de quelques grandes cultures à l'irrigation — *Compte rendu Acadamie Agriculture de France* 61, (10) 560 — 575.

MURIEL, J-L., DOWNES, R.N. 1974. Effects of period of moisture stress during various phases of growth of sunflower in the green-house. *6th International Sunflower Conference*, 127 — 132.

PIRJOL-SAVULESCU, L., MILICIA, C.I., VRANCEANU, V. 1972. Etude de la résistance à la sècheresse pendant différentes phases de végétation chez le Tournesol. *5ème Conférence Internationale sur le Tournesol*, p. 36 — 45.

RAWSON, H.M., CONSTABLE, G.A., HOWE, G.N. 1980. Carbon production of sunflower cultivars in field and controlled environments — II — Leaf Growth. *Australian Journal of Plant Physiology*, 1980, (7), 575 — 586.

ROBELIN, M. 1967. Action et arrière-action de la sècheresse sur la croissance et la production du Tournesol. *Annales Agronomiques*, 18, 579 — 599.

RODRIGUES PEREIRA, A.S. 1978. Effects of leaf removal on yield components in sunflower. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 26 (1978), 133 — 144.

SIPOS, G.H., PALTINEANU, R. 1975. Consumul de apa si regimul de irrigare la principalele culturi agricole. *Productia Vegetala, Cereale si plante technice* 5, 319.

THORNE, G. 1971. Physiological factors limiting the yield of arable crops in Potential Crop production. *Wareing and Coopored Ed.* 143 — 150.

VREBALOV, T. 1972. The role of leaves in the process of kernel yield and oil content formation in sunflower. *5th International Sunflower Conference*, 57 — 62.

WRIGHT, S. 1934. The method of path-coefficients. *Annals of Mathematical Statistics* 5, p. 161 — 215.

T1982AGR05

THE BEHAVIOUR OF SOME SUNFLOWER GENOTYPES (*HELIANTHUS ANNUUS*) UNDER VARIOUS FLOODING REGIMES.

CONSEQUENCES DE TRAITEMENTS D'ENNOYAGE SUR LE COMPORTEMENT DE DIFFERENTS GENOTYPES DE TOURNESOL(*HELIANTHUS ANNUUS* L.)

H. SÉRIEYS
Station d'Amélioration des Plantes de L'INRA, 34060 Montpellier Cedex (France).

ABSTRACT

Two experiments were carried out to determine the response of various sunflower genotypes (hybrid and inbred lines) to temporary flooding after sowing. In one experiment we applied a 48 hour flooding regime, during pre-emergence, on 12 hybrids and 12 inbreds, and measured 3 agronomic characters at the beginning of the growing cycle. In a second experiment 8 sunflower hybrids were subjected to two flooding treatments (preemergence flooding and post emergence flooding) and a control treatment. Nine agronomic characters were evaluated during the growing period. The results showed: (1) flooding generally depressed plant development; (2) hybrids were less affected by flooding than inbred lines particularly in relation to dry matter production; (3) varietal differences and the interaction of variety x treatment with respect to characters such as; percent emergence delays in emergence etc. Several hybrids were found to produce high yields under the flooding regimes imposed.

RÉSUMÉ

Deux essais ont été mis en oeuvre pour estimer la variabilité des réponses de divers matériels de tournesol (hybrids, lignées) à une anoxie par excès de'eau en début de cycle. Dans un premier essai on a appliqué un ennoyage temporaire de 48 heures sur 12 hybrides et 12 lignées de tournesol. On a mesuré leurs réponses à 3 critères agronomiques en début de cycle. Dans un autre essai, 8 hybrids de tournesol ont été soumis à deux régimes anoxiants appliqués l'un avant, l'autre après la levée et à un régime non pénalisant (témoin). Tout au long du cycle végétatif les réponses de 9 paramètres agronomiques ont été évaluées. Les résultats de ces expériences montrent: (1) un effet dépressif général de l'anoxie sur le développement des plantes; (2) une supériorite hybride qui se manifeste par une moindre sensibilité aux conditions pénalisantes notamment au niveau de la quantité de matière séche élaborée; (3) des effets variétaux et des interactions (variété x traitement) au niveau de différents caractères (taux de levée, délai de levée etc. . . .) Plusieurs hybrides associent un rendement élevé à une faible réponse aux traitements d'ennoyage.

INTRODUCTION

L'aptitude du tournesol à supporter un ennoyage temporaire en début de cycle est élément de fiabilité de cette culture dans les zones à printemps humide. Ces conditions pénalisantes ont des conséquences sur la productivité lorsqu'elles interviennent durant la période d'installation de la culture c'est-à-dire durant la phase de germination-levée et dans les premières étapes du développement végétatif de la plante.

Pendant la phase germination-levée, les conséquences de l'ennoyage seront fonction principalement de la **qualité de la semence** (variation phénotypique) et de **son génotype** (variation génotypique). La qualité de la semence est fortement influencée par les conditions de milieu au moment de sa formation (Chaussat, 1975; Come, *et al.*, 1977) et de sa conservation (Touzard, 1975).

Après la levée et sur du matériel bien implanté les incidences de l'ennoyage seront, à priori, plus directement liées à la valeur de génotype de la semence qu'à son conditionnement antérieur.

Dans cette étude nous nous proposons d'examiner la diversité des comportements d'un ensemble de génotypes (effets variétaux) soumis à des contraintes hydriques appliquées soit entre le semis et la levée soit après la levée.Nous étudierons les effets généraux relatifs aux traitements sur différents caractères estimés tout au long du cycle végétatif; les réponses corrélatives de ces caractères et les réactions liées à la nature de matériel génétique: hybride ou lignée.

MÉTHODOLOGIE

Les semences utilisées ont été récoltées puis conservées dans les mêmes conditions (1 an de conservation à la température de + 4°C). Trois modalités d'ennoyage ont été réalisées:

Ao = ennoyage de 48 heures en pré-levée intervenant 12 heures après le repiquage en pleine terre **d'akènes germés.** (radicules de 0.5 cm).

A1 = ennoyage de 72 heures en **pré-levée** appliqué 3 jours après semis **d'akènes non germés.**

A2 = ennoyage de 120 heures réalisé **après** la levée sur les systèmes racinaires de plantules au stade première paire de feuilles étalées.

T = témoin sans ennoyage.

Dans l'essai n° 1, les traitements Ao et T ont été appliqués sur 34 génotypes de tournesol (12 hybrides et 22 lignées) avec 5 répétitions de 8 akènes germés par variété. Les germes ont été enfouis dans la terre à 3 cm de profondeur à l'intérieur de bacs à drainage contrôlé de 1m^2 de surface.

Dans l'essai n°, 8 hybrides expérimentaux de tournesol ont été soumis aux 3 régimes hydriques A1, A2 et T avec 4 répétitions de 14 plantes par variété. Les akènes ont été semés en pleine terre à 3 cm de profondeur dans des cases de 32m^2 à drainage contrôlé avec un peuplement de 78,000 pieds/ha. Au course de l'essai 1, trois caractères ont été observés:

T.L., taux de levée en % = (nombre de plantules levées/nombre de graines semées) x 100

D.L., délai moyen de levée (en jours) = (A1T1 + A2T2 + . . . + An Tn)/N où A1, A2, An représentent le nombre de plantules levées lors des 1er, 2ème, n^{ième} dénombrements. T1, T2 . . . Tn étant les tempsécoulés depuis le semis et le dénombrement et N le nombre total de plantules levées.

M.S., = quantité de matière sèche élaborée durant les 3 semaines suivant le semis (en grammes par parcelle).

Au cours de l'essai 2, outre les caractères T.L. et D.L. ont été observés:

D.F. = nombre de jours de semis à la floraison
T = taille 42 jours après les semis (en cm)
R = rendement en grains secs (en grammes par parcelle)
H_2O = humidité du grain en %, (récoltes effectuées le même jour pour tous les traitements).
P = poids de 1000 akènes (en grammes)
G/C = nombre de grains par capitule
Hu = teneur en huile des grains secs en %

RÉSULTATS

Effets à court terme des traitements d'ennoyage (essai 1 et essai 2).

Dans le tableau 1 sont indiqués les résultats de l'essai 1. On constate que l'ennoyage en prélevée: traitement (Ao) induit des effets dépressifs significatifs sur:

— **le taux de levée**: reduction de 8% sur l'ensemble du matériel
— **le délai moyen de levée:** augmentation de 38%
— **la quantité de matière sèche formée:** réduction de 40%

Tableau 1. (Essai 1) Comparaison de taux de levée (T.L. délais de levée (D.L.) et quantités de matière sèche (M.S.) de lignées et hybrides de Tournesol en conditions d'ennoyage.

Caractères	traitements	Ao (Ennoyage)	T (témoin)	i = (Ao/T)
Taux de levée (T.L.)	Lignees	81.59	91.36	0.89*(1)
	Hybrides	96.46	99.17	0.97
	Lignees + hybrides	86.84	94.12	0.92
	Hybrides/lignees	1.18**	1.09*	
Delai Moyen de levee (D.L.)	Lignees	15.67	11.32	1.38**
	Hybrides	13.18	9.55	1.38**
	Lignees + hybrides	14.79	10.70	1.38**
	Hybrides/lignees	0.84**	0.84**	
Matiere seche (M.S.)	Lignees	0.63	1.12	0.56**
	Hybrides	1.21	1.91	0.63**
	Lignees + hybrides	0.84	1.40	0.60**
	Hybrides/lignees	1.92**	1.71**	

(1) Probabilité des écarts (test t de Student) entre Ao et T ou entre hybrides et lignées; * = probabilité $\leqslant$ 0.05, ** = probabilité $\leqslant$ 0.01.

Dans l'essai n° 2 (tableau 3), l'ennoyage appliqué durant un temps supérieur et à un stade végétatif probablement plus avancé (A1) a entrainé des pénalisations plus importantes: réduction du taux moyen de levée de 67% et accroissement de 87% du délai moyen de levée. Le tableau 2 rapporte les correlations réalisées entre les divers caractères de l'essai 1. On remarque que les caractères TL, DL et MS sont significatevment liés. Des liaisons logiques apparaissent notamment entre le délai moyen de levée et la quantité de matière sèche élaborée dans un même laps de temps. Les corrélations négatives étroites entre taux de levée et délai moyen de levée permettent de penser **qu'une vitesse de levée élevée** (vigueur au départ) **est un élément favorable en conditions pénalisantes.**

Tableau 2. (essai 1) Etude des relations entre taux de levée (TL), délai de levée (DL) et quantité de matière sèche élaborée (M.S.)

		T.L., Témoin	D.L., Ao	DL, Témoin	M.S., Ao	M.S., Témoin
T.L.,	Ao	+0.734**	-0.816**	-0.719**	+0.652**	+0.534**
TL,	T		-0.695**	-0.875**	+0.540**	+0.573**
DL,	Ao			+0.788**	-0.774**	-0.604**
DL,	T				-0.745**	-0.799**
M.S.,	Ao					+0.926**

** significatif au seuil de probabilité de 1%

Tableau 3. (Essai 2) Réponses de 9 caractères à un ennoyage temporaire chez 8 hybrides de tournesol

	T.L.		D.L.		D.F.			T		
	T	A1/T	T	A1/T	T	A1/T	A2/T	T	A1/T	A2/T
1	98	0.18	9.63	2.02	69.31	1.35	0.98	38.75	0.35	0.58
2	93	0.04	10.14	1.64	74.19	1.22	1.03	30.73	0.43	0.56
3	98	0.04	9.63	2.06	71.81	1.40	1.06	32.61	0.36	0.62
4	97	0.13	9.20	2.00	75.37	1.25	1.00	36.36	0.39	0.68
5	99	0.44	9.45	1.90	75.15	1.21	1.04	37.19	0.48	0.66
6	94	0.41	9.70	1.75	76.23	1.20	1.10	34.69	0.54	0.63
7	79	0.30	10.73	1.66	72.50	1.23	1.07	30.00	0.54	0.66
8	97	0.30	9.31	2,01	75.62	1.19	0.99	35.32	0.39	0.66
	93	0.33**[1]	9.72	1.87**	73.77	1.07**	1.01	34.47	0.43**	0.63**

Tableau 3. Suite

	R		H_2O		P		G/C		Hu	
	T	A2/T	T	A2/T	T	A2/T	T	A2/T	T	A2/T
1	349.8	1.36	7.01	0.89	6.,88	0.93	452	0.80	49.09	0.92
2	294.8	1.49	14.89	0.65	42.75	0.90	577	0.75	52.15	0.99
3	370.5	1.93	9.60	0.68	40.94	0.87	751	0.59	48.04	0.96
4	298.0	1.21	13.97	0.63	52.21	0.90	473	0.91	54.16	0.96
5	399.5	1.31	14.03	0.91	56.43	0.88	620	0.82	53.65	0.97
6	360.5	1.38	14.71	0.91	54.28	0.87	554	0.99	54.43	0.95
7	293.8	1.44	6.98	0.97	43.96	0.83	590	0.87	50.75	0.96
8	305.5	1.18	12.21	0.71	51.26	0.88	496	1.02	53.19	0.96
	334.0	0.72**	11.46	0.78**	50.71	0.88**	564	0.83**	51.93	0.96**

1 Comparaison par test F. des écarts entre les traitements A1 et T ou A2 et T
** = probabilité < 0,01
TL : taux de levée
DL : délai moyen de levée
DF : durée semis — floraison
T : taille 42 jours après le semis
R : rendement
H_2O : humidité àla récolte
P : poids de 1000 grains
G/C : nombre de grains par capitule
Hu : teneur en huile

Dans l'essai 2 nous n'avons pas retrouvé ces mêmes relations (non significatives ici) hormis une liaison négative entre délai moyen de levée du témoin et délai moyen de levée de (AI) ($r = -0.42$ $p < 0.05$) alors que cette corrélation était positive entre T et Ao pour le même caractère. Dans cet essai, les génotypes dont la vitesse de levée est la plus rapid en conditions normales sont les plus retardés en situation d'ennoyage prolongé en pré-levée; mais cet "effet retard" n'a pas eu d'incidence significative sur le taux final de levée. Ceci contribue à montrer que la réponse à l'ennoyage dépend de la

durée et du stade végétatif auquel le traitement est appliqué. (inversions possibles).

Effets à long terme des traitements d'ennoyage (essai 2 tableau 3).

Le traitement A1 a eu les conséquences les plus néfastes, puisque réduisant fortement le peuplement il n'a pas permis l'interprétation statistique des caractères de fin de cycle. On peut noter toutefois qu'il a eu pour effet de réduire fortement le rendement et la teneur en huile, par contre l'humidité de grain à la récolte et le poids de 1000 grains ont été augmentés, ces dernières réactions s'expliquant naturellement par la faible compétition interplante dans ce traitement.

Le traitement A2 (ennoyage post-levée) a eu pour effets d'écourter la phase floraison-maturité (humidité du grain à la récolte inférieure de 22%), de réduire la teneur en huile de 4%, le poids de 1000 grains de 12%, le nombre de grains par capitule de 17% et le rendement de 28% par rapport au témoin.

Réponses liées à la nature de matériel génétique:

a) **effet hybride:** Les résultats de l'essai 1 (tableau 1) montrent que comparés aux lignées, les hybrides présentent une supériorité significative pour les caractères mesurés en début de cycle: T.L., D.L. et M.S.. Cet avantage hybride s'accroît en situation pénalisante notamment pour le taux de levée (T.L.) où il passe de 9% dans le traitement T, à 18% dans le traitement Ao, et pour la quantité de matière sèche élaborée (M.S.) qui passe de 71% dans T, à 92% dans Ao. Par contre,pour le délai moyen de levée, l'avantage hybride est constant quel que soit le traitement (T) ou (Ao).

b) **effet variétal:** Les analyses de variance qui ont été réalisées sur les 12 hybrides expérimentaux de l'essai 1 et les 8 hybrides de l'essai 2 révèlent des effets variétaux au niveau des différents caractères ainsi que des interactions de type (variété x traitement) pour les caractères T.L, D.L, T, G/C. Pour ces caractères on peut définir des variétés à faible réaction (rapport des traitements ennoyage/témoin voisin de 1) par opposition aux variétés à forte réponse aux traitements anoxiants. Par exemple les réponses les plus faibles à un ennoyage en pré-levée (A1) (voir tableau 3) au niveau des caractères á interaction précédents se manifestent chez les hybrides n° 5, 6 et 7. A l'opposé l'hybride n° 3 est celui qui réagit le plus fortement. Notons que les hybrides n°5 et 6 associent un rendement élevé à cette moindre sensibilité. Il parait judicieux de séparer les réponses liées aux deux modalités d'ennoyage A1 et A2 qui vraisemblablement obéissent à des mécanismes distincts.

CONCLUSIONS

Les conditions d'ennoyage en pré-levée sont celles qui adviennent le plus fréquemment en conditions naturelles et auxquelles let tournesol est le plus sensible. Les réponses à ce type d'ennoyage varient considérablement en fonction de sa durée et du stade végétatif auquel est appliqué le stress. Il semble que la sensibilité d'un même génotype puisse évoluer au cours des phases de germination et de levée et il serait nécessaire d'en préciser l'évolution par des études plus fines. Il n'en reste pas moins qu'au niveau d'une pénalisation appliquée sur des grains au même stade de développement (radicule pointant) la vigueur de matériel soit un critère avantageux à rechercher. Ainsi la vitesse de levée d'un génotype en conditions non pénalisantes parait être un bon predicteur de la vigueur au départ et d'une moindre sensibilité aux excès d'eau.

L'examen visuel des systèmes racinaires montre qu'un traitement d'ennoyage de 48 heures sur des graines germées est suffisant pour provoquer de graves nécroses apicales du pivot et perturber la distribution rhizosphérique. La plantule réagit en effet à cette nécrose par l'émission depuis le collet d'un important réseau de racines secondaires par suite d'un déséquilibre de la balance hormonale consécutif au stress. (Wample, Reid, 1978). De ce point de vue, il serait intéressant d'étudier les aptitudes variétales de résistance à la nécrose du pivot, de néoformation racinaire, ou l'activité alcool deshydrogenase. (Torres, Diedenho Fen, 1981).

Cette approche globale des réponses à l'ennoyage en début de cycle à partir d'un échantillon limité de génotypes a permis de révéler une importante diversité de comportements. L'examen de l'amplitude des réactions variétales à ces tests précoces doit permettre d'orienter le choix de sélectionneur vers les génotypes à sensibilité réduite. Il est probable que cette diversité ne préfigure qu'une fraction des potentialités existant dans le genre *Hélianthus*.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CHAUSSAT, R., LE DEUNF, Y. 1975. La germination des semences — *Gauthiers Villars ed.* 219 — 232.

COME, D., SIMOND-COTE, E., ROLLIER, M. 1977. Etude de la germination des semences de tournesol — *Informations techniques CETIOM.* 54, 3 — 28.

TOUZARD, J. 1975. La germination des semences — *Gauthiers Villars ed.* 157 — 170.

TORRES, A.M., DIEDENHOFEN, U. 1981. Sunflower alcohol dehydrogenase genotypes: germination rates and responses to flooding. *Environmental and experimental botany* 21 (1), 35 — 44.

WAMPLE, R.E., REID, D.M. 1978. Control of adventitious root production and hypocotyl hypertrophy of sunflower (H. annuus) in response to flooding. *Physiologia plantarum* 44 (4), 351 — 358.

T1982AGR06

TOLERANCE OF SUNFLOWER HYBRIDS TO COMPETITION AMONG PLANTS.

A.V. VRANCEANU, F.M. STOENESCU, MARIA TERBEA
The Research Institute for Cereals and Industrial Crops, 8264 Fundulea, Romania.

ABSTRACT

The capacity of sunflower genotypes to yield in a community was analyzed by testing their reaction to high and low population densities. Several genotypes were found to have good yielding capacity both when cultivated at high population densities and in the absence of competition from neighbours. The main morpho-physiological characters which contribute to the selection of sunflower hybrids with large phenotypic flexibility are discussed.

Complete paper not received at time of printing.