

SELECTION POUR LA TOLERANCE A LA SECHERESSE SUR UN CRITERE DE TYPE PHYSIOLOGIQUE: REPOSE SUR LE COMPORTEMENT AGRONOMIQUE DE GENOTYPES DE TOURNESOL

H.SERIEYS, P.HEBEL, P.VINCOURT

Institut National de la Recherche Agronomique Station d'Amélioration des Plantes 34130 MAUGUIO - FRANCE

SUMMARY:

Progenies were obtained by divergent selection for high or low transpiration from a cross between *H. Argophyllus* and the sunflower, and crossed to female sunflower lines. These hybrids were compared to other genetic resources in dry and irrigated conditions. The relative water content seemed to be a good environmental criterion to appreciate the water stress, but is not able to account for genotypic differences for resistance to dry conditions. The genetic material derived from *H. Argophyllus* seemed to have a better water efficiency in irrigated conditions, rather than a better yielding ability in non-irrigated conditions. The "Gizze" gene pool, derived from North-African accessions, seemed the most interesting in dry as well in irrigated conditions.

I. INTRODUCTION:

Une population F2 a été formée à partir d'un croisement entre le Tournesol et l'espèce sauvage *H. Argophyllus* (SERIEYS H., 1988), et une sélection divergente a été appliquée pour une vitesse, faible ou forte, de perte d'eau de feuilles jeunes-adultes au moment de la floraison. La comparaison de cycles successifs de sélection massive a montré que cette caractéristique était héritable, et non directement liée à la précocité de floraison ou à la vigueur. Il importait de déterminer si ce comportement hydrique se traduisait par une tolérance - ou une sensibilité - à la sécheresse au champ.

II. MATERIEL ET METHODE:

II.1. Matériel végétal:

Le tableau 1 donne la liste des génotypes étudiés. Y figurent:

* Des hybrides entre une lignée mâle stérile de Tournesol (HA89 ou 85A6) d'une part, et une famille non fixée issue de la sélection pour une vitesse faible (T-) ou forte (T+) de perte d'eau. Les parents femelles étaient également croisés à des restaurateurs de type classique, afin de comparer les géniteurs T+ au matériel classique d'une part, les géniteurs T- au matériel classique d'autre part.

* Des hybrides entre Tournesol et des populations améliorées en conditions sèches et provenant de zones géographiques soumises à des déficits en eau importants ou à de fortes températures: populations *Argophyllus* * Tournesol (autre pool génique que celui décrit précédemment) et "Gizze". Pour cette dernière, il s'agit en fait d'une synthétique regroupant diverses origines Nord-Africaines, parmi lesquelles une population égyptienne. Ce matériel, au stade jeune, avait montré une aptitude à extraire l'eau d'un substrat la retenant. (ALISSA, comm. pers.).

* Outre les témoins cultivés FRANKASOL, MIRASOL, et IBH 166, figure un hybride simple (125 * 83HR4) ayant dans des essais agronomiques précis montré son bon comportement en zone sèche (Gers, campagne 1985 et 1986). Le parent mâle de cet hybride conférerait par ailleurs une tolérance à *Macrophomina* grâce à une survie de la tige lors de la phase de maturation des akènes.

* Enfin, deux pools interspécifiques impliquant les espèces H. Anomalus et H. Niveus canescens ont été testés en croisement avec la lignée femelle HA89. BLANCHET et al. (1980 et comm. pers.) avaient montré pour ces espèces d'origine désertique une efficacité de l'eau élevée.

II.2. Dispositif expérimental:

Le dispositif comportait trois blocs ne recevant aucun apport d'eau durant tout le cycle végétatif, et trois blocs recevant un apport hebdomadaire de 30 mm du 15 Mai au 15 Août. Le canon d'irrigation se déplaçant latéralement aux blocs, et compte tenu du vent, chacun des blocs correspond en fait à une modalité différente d'apport d'eau. L'essai a été implanté dans la région de Montpellier, dans une parcelle pourvue d'une assez bonne réserve utile.

La parcelle élémentaire est constituée de 4 lignes: les deux lignes centrales représentent le génotype testé, les lignes de bordure étant semées avec un hybride trois voies productif (63*10 * 85SR3). L'objectif de ce mode d'implantation est de détecter, par la mesure du rendement des lignes de bordure, l'effet de compétition exercé par le génotype central. C'est un moyen détourné d'examiner le rôle de la compétition dans l'alimentation en eau de la plante. On peut montrer qu'en supposant l'absence d'interaction entre effets "producteurs" et effets "partenaires" (SPECKEL et al., 1987), il est possible de comparer entre eux les génotypes pour leurs effets "producteurs" - c'est à dire l'aptitude à la productivité en absence de compétition intra ou inter cultivar - et pour leurs effets "partenaires" - c'est à dire la stimulation ou plus fréquemment l'agression qu'ils exercent sur leurs voisins.

II.3. Variables mesurées:

On distinguera:

* des indicateurs de type physiologique: teneur relative en eau des feuilles peu avant la floraison (TRE), pourcentage de feuilles sèches trois semaines après la floraison (RAP_SEC). La teneur relative en eau a été mesurée de la façon suivante: une feuille jeune-adulte a été prélevée sur 5 plantes de chacune des deux lignes centrales, pesée, puis mise à saturation hydrique pendant 12 heures. Après une nouvelle pesée, le poids de matière sèche a été mesuré.

* les critères agronomiques classiques: Date de floraison (SEM_FLO), hauteur de la plante (HAUTEUR), nombre total de feuilles (NB_TOT), rendement en grains (RDT), humidité à la récolte (HUMI_PARC), et teneur en huile (HUILE).

* les variables permettant de décrire les effets producteurs et partenaires (RDT_PRO, RDT_BORD)

III. RESULTATS ET DISCUSSION:

III.1. Déroulement de la campagne:

L'été a été anormalement pluvieux à Montpellier durant la campagne 1987. (30 mm en Juillet, 38 mm en Août). Aussi le traitement "sec" a certainement été moins marqué que d'autres années. De fait, la productivité moyenne fut assez élevée: de 33 qx/ha à 42 qx/ha selon les blocs.

III.2. Effets moyens de la variation d'apport d'eau:

(voir analyses de variance tableau 2 et moyennes tableau 3)

Les six blocs ont été regroupés en 4 modalités de traitement, en fonction de leur proximité au canon d'irrigation. Les effets "traitement" sont significatifs (1%) pour l'ensemble des variables mesurées, mais n'interagissent avec le génotype que pour certaines d'entre elles. La teneur relative en eau aussi bien que le pourcentage de feuilles sèches rendent compte assez fidèlement des variations de productivité entre niveaux d'apport d'eau. De même, la corrélation environnementale (intra - bloc) entre pourcentage de feuilles sèches et rendement est significative (-0.37^{**}). Le niveau de compétition moyen entre les génotypes testés et le génotype de bordure varie en fonction de l'eau disponible: la corrélation entre effets producteurs (RDT_PRO) et partenaire (RDT_BORD) est de -0.79 .

III.3. Effets moyens des génotypes et interactions génotypes * traitements: (figures 2 et 3)

* Teneur relative en eau et productivité:

La teneur relative en eau, variable génétiquement de façon significative semble interagir avec le traitement. Cependant cette interaction est surtout le fait de la variété IBH 166 qui maintient en condition sèche une TRE relativement élevée: 93 % de la TRE en condition irriguée, contre 84 % pour la moyenne des génotypes. D'autre part, les corrélations phénotypiques pour la valeur moyenne comme pour les écarts d'interaction, entre la TRE et le rendement sont faibles: respectivement 0.32 et 0.27. Bien qu'elle soit un bon indicateur environnemental de l'état de stress hydrique, (cf § III.2), la teneur relative en eau apparaît insuffisante pour expliquer les différences de comportement entre génotypes. Ceux-ci sont vraisemblablement capables d'adopter, pour un même statut hydrique, des stratégies différentes qui assurent ou non la productivité. Remarquons d'autre part que, comparés à des hybrides fabriqués avec le même parent femelle, les hybrides impliquant les génotypes T- ne semblent pas avoir une TRE plus élevée. Les génotypes les plus intéressants pour ce critère serait IBH 166, 125 * 83HR4, et certains hybrides impliquant "Gizze" et les pools "ARG*ANN".

* Pourcentage de feuilles sèches et productivité:

On ne note pas d'interactions significatives entre génotypes et traitements pour le pourcentage de feuilles sèches, alors que le résultat contraire avait été observé dans des essais précédents. Il semble qu'en fait, malgré les précautions prises pour la notation de ce critère, il soit lié, dans cette expérience, à la précocité de floraison: le stade "trois semaines après la floraison" n'a pas la même signification selon le mode de maturation des génotypes. Quoiqu'il en soit, on peut difficilement envisager d'utiliser ce critère en sélection.

* Productivité moyenne:

Tous traitements confondus, les génotypes les plus productifs sont les hybrides impliquant la population "Gizze", ainsi que plusieurs hybrides T-. Il faut cependant noter que pour la plupart d'entre eux, la teneur en huile est insuffisante. D'autre part, c'est en condition irriguée que les hybrides T- les plus productifs font la différence: ainsi, tout se passe comme si la sélection pour une faible vitesse de perte d'eau s'était traduite, dans certains cas, par une meilleure aptitude à valoriser l'irrigation. Cette hypothèse doit cependant être nuancée par le fait que les hybrides T- 5 et 6, qui bénéficient le plus de l'irrigation, sont également les plus tardifs à floraison. Ce résultat conforte les observations réalisées par FERERES et al. (1986).

L'hybride 125 * 83HR4 confirme sa bonne valeur, avec une teneur en huile proche de MIRASOL.

* Effets producteurs et partenaires:

Si l'on décompose le rendement parcellaire en composantes "producteur" et "partenaire", on observe que l'interaction génotype * traitement n'est significative que pour l'effet partenaire. Autrement dit, c'est dans la façon dont les plantes interagissent au sein d'un peuplement davantage que dans leurs aptitudes individuelles que s'expriment l'adaptation à la sécheresse et/ou à l'irrigation.

III. CONCLUSIONS:

Les conditions climatiques de l'année conduisent à la prudence dans l'interprétation des résultats. La variabilité génétique examinée dans le cadre de cet essai permet d'envisager plusieurs scénarios:

1. Cas des génotypes T+ et T-:

Capables d'assurer une bonne productivité sans exiger de maintenir la teneur relative en eau de l'appareil photosynthétique à un niveau élevé, certains génotypes T- exerceraient par leur système racinaire ou par leur taille une compétition sévère sur les plantes voisines. Il serait donc nécessaire de vérifier leur comportement en grande parcelle. Au contraire les génotypes T+ tenteraient de maintenir la TRE à un niveau élevé et gaspilleraient l'eau. On observe cependant une grande variabilité de comportement au sein des deux types de matériel observés en combinaison hybride, et il ne semble pas que la sélection pour un critère de type physiologique ait joué un rôle déterminant.

2. Cas de la population "GizzeH":

Ce génotype semble intéressant en particulier en combinaison avec la femelle 63*10 puisqu'il assure, en condition sèche comme en condition irriguée, une productivité élevée sans tellement affecter ses voisins. Fleurissant un jour après MIRASOL, l'hybride 63*10 * GizzeH semble murir lentement puisque l'humidité à la récolte est de 5 points supérieure à celle du même témoin. Ses besoins instantanés seraient ainsi réduits. Cette population contient des gènes de restauration de fertilité mâle - comme de maintien de la stérilité mâle, et peut donc être utilisée de différentes façons pour créer des géniteurs.

3. Cas de l'hybride 125 * 83HR4:

D'une productivité supérieure à celle de MIRASOL en sec comme en irrigué, cet hybride est surtout caractérisé par la stabilité de sa teneur en huile lorsque l'alimentation hydrique varie. Ce génotype serait capable d'ajuster son métabolisme à tous les niveaux d'apport d'eau. En conditions sèches, cette exigence le conduirait à être assez agressif.

SOURCE DE VARIATION	ddl	TRE	RAP_SEC	RAP_HAUT	NBFVERTES
VARIETE	28	17.02**	67.47**	81.09**	27.96**
TRAITEMENT	3	1356 **	736.76*	1890 **	44.13**
BLOC/TRAIT	2	95.95**	37.12*	40.83**	4.57*
VARIETE*TRAITEMENT	84	7.79*	8.06	11.89*	0.83
ERREUR	49	4.45	6.90	6.42	1.07

SOURCE DE VARIATION	ddl	SEMI_FLO	NB_FEU	HAUTEUR
VARIETE	28	28.56**	30.15**	953.44**
TRAITEMENT	3	9.35**	0.84	3506.2**
BLOC/TRAIT	2	1.46	0.76	748.41**
VARIETE*TRAITEMENT	84	0.81	0.72	52.25
ERREUR	49	0.93	0.88	47.70

SOURCE DE VARIATION	ddl	RDT_PARC	RDT_GAUC	RDT_PRO	HUMI_PARC
VARIETE	28	177.87**	39.70**	239.50**	24.66**
TRAITEMENT	3	595.05**	1712.3**	513.01**	25.84**
BLOC/TRAIT	2	21.15*	22.54	20.33	23.05*
VARIETE*TRAITEMENT	84	24.81*	39.50**	28.01	7.78
ERREUR	49	14.18	16.06	20.79	5.94

Tableau 1: Analyse de variance pour les différents caractères mesurés (Carré moyen des écarts et test de Fisher).

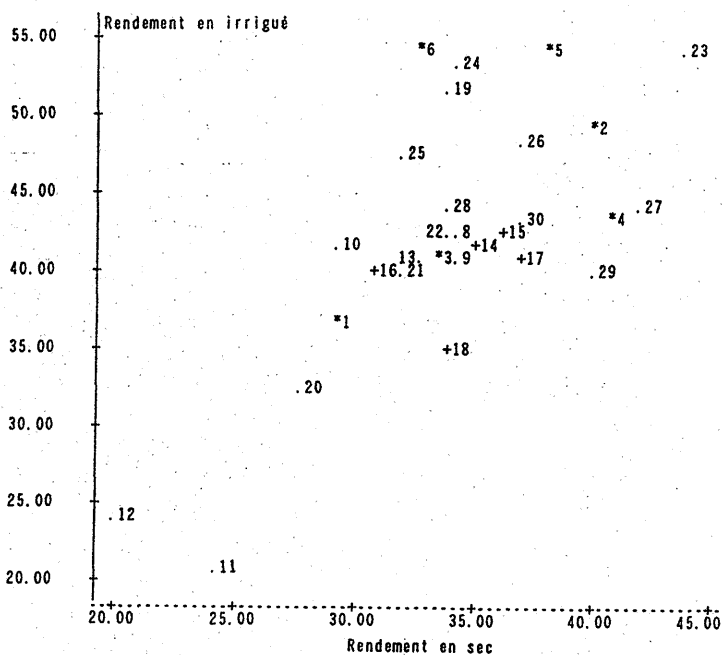


Figure 1: Rendement des lignes centrales (non corrigé des effets de bordures) en sec et en irrigué. Rendement des bordures en irrigué.

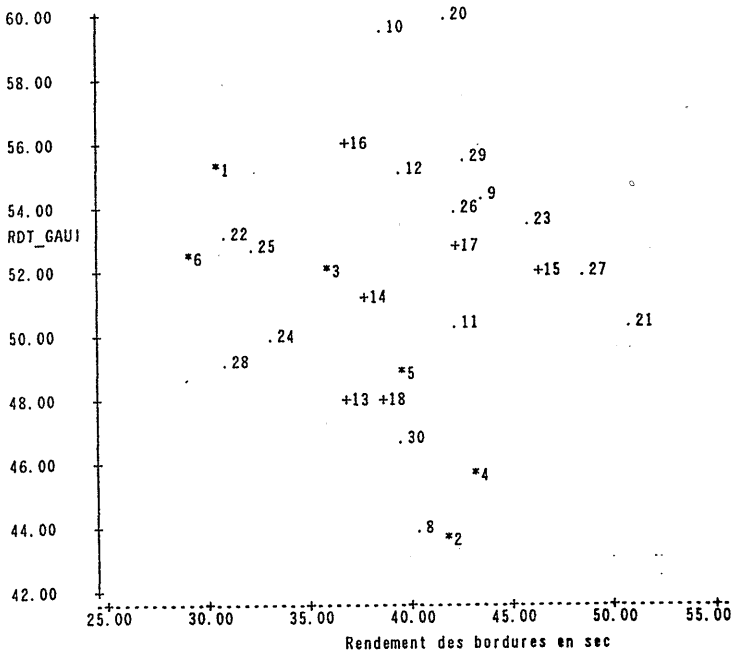


Figure 2: Visualisation des effets de compétition à partir des productivités des bordures en conditions sèches et irriguées:

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

- BLANCHET R., GELFI N. 1980: Caractères xérophytiques de quelques espèces d'Helianthus susceptibles d'être utilisées pour améliorer l'adaptation aux conditions sèches du Tournesol cultivé (Helianthus annuus). C.R. Acad. Sci. ,290,279-282
- FERERES E., GIMENEZ C., FERNANDEZ J.M., 1986: Genetic variability in Sunflower cultivars under drought. I. Yield relationships. Austr. J. Agric. Res. ,37,573-582
- MORIZET J., CRUIZIAT P., CHATENOU D., PICOT P., LECLERCQ P., 1984: Essai d'amélioration de la résistance à la sécheresse du Tournesol (Helianthus annuus) par croisement interspécifique avec une espèce sauvage (Helianthus Argophyllus). Reflexion sur les méthodes utilisées et les résultats obtenus. Agronomie, 4(6),577-585
- SERIEYS H., 1988 :Recherche de critères de sélection pour la résistance à la secheresse chez H. Argophyllus . Conséquences d'une sélection pour la réduction de la perméabilité foliaire.A paraître dans *Les Colloques de l'INRA*, Agrométéorologie des oléagineux. INRA Ed.
- SPECKEL D., VINCOURT P., AZAIS J.M., KOBILINSKY A., 1980: Etude de la compétition interparcellaire chez le Tournesol. Biom. Praxim. ,27,21-43

TABLEAU 1a