

## AMELIORATION GENETIQUE DU TOURNESOL AU MAROC PERSPECTIVES D'AVENIR

M. BOUJGHAGH \*

### I. - Introduction

Le tournesol se classe parmi les trois principales plantes oléagineuses mondiales. Sa culture s'est considérablement développée dans de nombreux pays depuis une vingtaine d'année. Au Maroc, il se trouve encore dans des conditions assez marginales ce qui entrave son développement. En effet, son rendement moyen, on l'a vu, est extrêmement bas ; ceci est dû certes, pour une bonne part, aux aléas climatiques et aux techniques culturales employées (M. BOUJGHAGH. 1986) ; mais il n'en reste pas moins vrai que le potentiel de production du « matériel génétique » utilisé est très limité et qu'un travail d'amélioration, par introduction et hybridation, doit pouvoir le rendre apte à donner des rendements nettement bien supérieurs. C'est ce que nous allons tenter d'examiner, dans ce qui suit, en considérant plus spécialement l'amélioration variétale sans aborder les problèmes relatifs aux techniques culturales.

### II - Problèmes de Productivité des Variétés Cultivées

La grande culture marocaine dispose de deux variétés populations ; ORO-9, création INRA pour les zones semi-arides, et RECORD d'origine roumaine pour les zones humides. Mais leur productivité est limitée entre autres par les principaux problèmes d'ordre génétique suivants :

- Ces variétés, très anciennes, ont manifesté à maintes reprises des signes de dégénérescences dus à la sélection très sévère et réstremite engendrant la « dérive génique » et une perte d'allèles intéressants non négligeable dans ces populations ;

- La variété RECORD, réintroduite pour sa reconstitution présente encore une grande hétérogénéité relativement à ORO-9 qui montre actuellement un certain degré d'homogénéité ;

- L'hétérogénéité apparait également, d'une manière beaucoup plus accentuée ; lorsque l'agriculteur utilise ses propres semences ou du « commun bon à semer » mis à sa disposition.

Ceci entraîne une irrégularité extrême de croissance, de vigueur de précocité de floraison et de maturité dans la culture. Ainsi la présence dans une même parcelle de plantes mûres et de plantes encore vertes, pousse l'agriculteur à retarder la récolte

jusqu'à la complète maturité exposant sa culture à une attaque très sévère des moineaux...

### III - Les voies d'amélioration génétique adoptées.

Après avoir vu quelques problèmes qui se sont posés au matériel génétique cultivé, il nous reste à présent à choisir une technique, une ou des voies d'amélioration, pour arriver à les résoudre.

Nous avons en fait trois grandes voies d'amélioration ; nous pouvons soit tenter une amélioration du matériel local ou importé, soit essayer de créer des variétés à base génétique large, ou tenter de créer des hybrides simples. Cette dernière ne nous retiendra pas très longtemps, tout au moins en visant le court et le moyen terme.

#### 1 - Amélioration du matériel existant :

Comme nous l'avons déjà signalé, la variété RECORD est une variété population très hétérogène au point de vue hauteur des plantes (1 à 3,5 m), précocité 20 à 30 jours entre la maturité des premiers et derniers capitules), diamètre des capitules (15 à 40 cm), angle capitule-tige (0 à 40°), forme des capitules teneur en matière grasse (42 à 57 % par rapport à la matière sèche)... etc. Ce matériel végétal constitue un matériel génétique de base de premier choix. Il nous faudra tout simplement l'adapter aux différentes zones pédo-climatiques de notre pays en tirant plusieurs lignées et familles présentant les caractéristiques désirées. Ces lignées et familles seront utilisées pour la recombinaison soit dans un croisement diallèle soit par fécondation en masse avec un mélange de pollen. Autrement dit en utilisant l'un ou l'autre des systèmes d'amélioration de populations les plus communément utilisés (système de sélection de familles de demi-frères (half-sibs) système de sélection de familles de plein-frères (full-sibs), sélection de S1 ou S2, sélection récurrente... etc). Comme autre moyen de sélection et d'adaptation adopté parallèlement pour améliorer ce matériel végétal ; consiste à combiner à la fois la sélection naturelle et « artificielle ». En effet si nous poussons cette population à végéter pendant des étés de plus en plus chauds et de plus en plus secs, seules les plantes qui fleurissent assez tôt auraient le temps de mûrir leurs graines. On retiendra les « plus beaux pieds », selon la méthode du « stockage du reste de semences », pour les semis de l'année suivante. Il y aurait donc adaptation progressive au climat sous l'effet d'une sélection continue, à la fois naturelle et artificielle. Des écotypes, variétés locales en équilibre avec le milieu naturel et les techniques de culture seraient ainsi créés.

## 2 - *Création de variétés à base génétique large :*

Des millions d'hectares sont consacrés annuellement, dans les pays en voie de développement, à la culture de variétés populations à fécondation libre ; variétés synthétiques, composites, top-cross, hybrides complexes, hybrides variétaux... etc, car ces variétés sont considérées comme étant bien adaptées à ces vastes régions où les techniques agricoles sont encore de règle. En effet ces variétés, à formule ou à base génétique large, présentent une forte variabilité génétique qui leur confère une meilleure plasticité écologique et une large gamme d'adaptation. Elles présentent, en outre plusieurs avantages :

- Le maintien et la production de semences de telles variétés sont relativement simples ;

- Les objectifs tracés pour la production de semences peuvent être rapidement atteints ; deux cycles de multiplication seulement sont nécessaires entre la constitution de matériel de départ ( breeder seed ) et celle de la semence commerciale certifiée ;

- Le coût de la production de semences est relativement faible ;

- Leurs semences peuvent passer, sous certaines réserves, d'un agriculteur à l'autre ce qui contribue à l'extension des superficies emblavées par effet multiplicatif ;

- Les variétés nouvelles peuvent facilement remplacer les anciennes, soit comme nouvelles variétés, soit comme versions améliorées des variétés existantes ;

- L'échange de matériel génétique ( germoplasme ) entre institutions s'effectue plus facilement avec ces variétés qu'avec du matériel à formule secrète qui exige des droits de propriétés ( lignées pures ).

Ces avantages nous ont incité à entamer, en 1984, un programme d'amélioration, selon les systèmes d'amélioration cités précédemment, en vue de créer des variétés populations améliorées présentant une meilleure adaptation aux différentes zones pédoclimatiques marocaines. Nous ne nous étendrons pas sur les méthodes et les résultats préliminaires de ce programme, qui seraient en dehors du sujet traité ici, mais nous allons revenir, quand même dans ce qui suit, sur l'idéotype que l'on tentera de réaliser. Quant aux résultats et méthodes, ils feront l'objet d'une publication ultérieure.

### 3 - *Création de variétés hybrides à base génétique étroite :*

C'est grâce à la découverte d'une stérilité-mâle génique d'abord puis surtout, à celle d'une stérilité-mâle cytoplasmique que les sélectionneurs ont pu s'engager vers une exploitation approfondie de la vigueur pour la création de variétés hybrides ; simples, doubles ou à trois voies. Actuellement ces variétés dominent la grande culture à l'échelon mondial-prédominance au niveau des pays développés-entraînant le déclin des variétés population. Il est donc de notre devoir d'entreprendre des recherches visant à éviter, à moyen ou à long terme, l'importation de semences hybrides.

Pour créer un hybride simple de tournesol, par le biais de la stérilité-mâle cytoplasmique, il faut faire intervenir trois lignées géniteurs d'origines ou de constitutions différentes :

- Une lignée A, mâle-stérile, qui est le parent femelle de l'hybride. Cette lignée donne naissance à des individus anormaux incapables de donner du pollen fertile.

- Une lignée B, isogénique de A, c'est à dire de constitution génétique identique à cette dernière, à la seule différence qu'elle est capable de donner du pollen fertile à cause de son cytoplasme fertile F. Le croisement A x B assure le maintien et la reproduction de A avec son caractère mâle-stérile. B est le maintien de la stérilité.

- Une lignée Rf « restauratrice de fertilité » qui est le parent mâle de l'hybride. Le pollen fertile de cette lignée possède l'information génétique, gènes Rf, indispensable pour restaurer la fertilité pollinique dans la descendance de l'hybride à commercialiser. Cette lignée est sélectionnée, au préalable, par des tests permettant de mettre en évidence son aptitude à donner naissance à un hybride à potentialité élevée.

Le maintien et la reproduction du parent femelle, mâle-stérile, exigent un croisement supplémentaire par rapport à ce qui se passe pour la création courante des hybrides de maïs par castration. Cependant, cet inconvénient est très largement compensé par l'avantage d'échapper aux contraintes techniques et économiques d'une castration de quelque nature qu'elle soit.

Pour créer un hybride de tournesol on met donc en jeu trois lignées pures. De ce fait nous attirons l'attention sur les faits suivants, concernant leurs multiplications :

- Préparation du sol : le lit de semence doit être bien préparé pour recevoir ces lignées affaiblies par les autofécondations. En effet, les semences de ces lignées, n'ayant pas une constitution vigoureuse, doivent être semées dans les conditions les plus favorables à leur germination (LE CONTE 1975 cité par M. BONO 1981) ;

- Irrigation : pour la même raison, leur multiplication en irrigué s'avère indispensable ;

- Protection contre les moineaux : sans gardiennage aucune production de semences (déjà faible) de ces lignées ne peut être envisagée. On peut même affirmer, dans l'état actuel des choses, sans se tromper, qu'il serait très coûteux de produire des hybrides de tournesol au Maroc s'il n'y aurait pas au préalable une lutte sévère et généralisée contre le fléau moineau.

Ainsi en tenant compte de ces inconvénients, qui risquent d'être des facteurs limitants pour ce type de variétés, l'orientation d'un programme d'amélioration génétique, entamé par la Direction de la Recherche agronomique en 1971, vers des lignées beaucoup plus fécondes (qui supportent des autofécondations) sera une préoccupation de première nécessité.

#### **IV - l'Idéotype de Tournesol : Objectifs de la Sélection.**

Pour mener à bien un programme de sélection il faut prendre en compte l'ensemble des facteurs de productivité, de sécurité des rendements, de qualité des produits et des caractéristiques agronomiques et physiologiques. L'ensemble de ces éléments aboutit à un idéotype que l'on tentera de réaliser.

La notion d'idéotype pour une plante comme le tournesol ne peut pas être universelle. Elle doit tenir compte des problèmes d'adaptation aux conditions particulières du milieu. Par milieu il faut entendre au sens large ; sol, le climat, l'environnement parasitaire, les contraintes agronomiques et techniques. Ainsi, on se propose de présenter ici suivant le programme d'amélioration adopté, les différents éléments d'un idéotype de tournesol qu'il faut prendre en considération.

##### *1 - Cas de la création des variétés populations :*

Un caractère de toute bonne variété est son uniformité. Cependant une variété population à fécondation libre est rarement aussi uniforme qu'un hybride simple. Mais si la variété est constituée par la recombinaison de 8 à 10 familles, sélectionnées à partir d'une population structurée en familles distinctes, peut

être suffisamment uniforme phénotypiquement si l'on prend soin de sélectionner des familles qui soient similaires du point de vue hauteur des plantes, mûrité... etc.

L'uniformité phénotypique d'une variété population permet d'une part de limiter rigoureusement les opérations dans les phases ultérieures de multiplication de semences, et d'autre part, une meilleure acceptation par les agriculteurs...

En visant ces objectifs les pieds à sélectionner seront pour nous des plants ayant les caractères suivants :

\* Une hauteur optimale de 1 à 1,80m. Les plantes plus hautes ont une maturité tardive et sont plus exposées aux vents et à la verse.

\* Non ramifiés. Les ramifications sont à l'origine de la multi-inflorescence, lié à l'hétérogénéité de maturité et à la faible formation des graines.

\* Précoces. En effet, il est nécessaire de créer des variétés suffisamment précoces pour qu'elles aient le moins possible à souffrir du manque d'eau estival et suffisamment résistantes à la sécheresse et aux coups de chergui, qui interviennent la plupart des cas avant la maturité, pour que celle-ci se fasse normalement.

\* Résistants aux maladies. L'insécurité des rendements du tournesol pourrait être, en grande partie, dûe aux maladies qui peuvent y causer des dégâts importants (en visant le long terme, le cas d'une intensification de la culture). Les plus graves sont le Sclérotinia, le Botrytis, le Mildiou, la Rouille... etc.

\* Un capitule plat d'un diamètre supérieur à 25 cm. Le diamètre et la forme des capitules déterminent le rendement. La forme plate permet d'avoir une maturité et un séchage uniformes et facilite le battage.

\* Un capitule incliné qui fait un angle de 45 à 90 degrés avec la tige qui doit être droite légèrement courbée à l'insertion du capitule.

\* Une garniture et une formation des akènes qui doivent être uniformes de la bordure au centre du capitule.

\* Les akènes ayant une forme ovale et allongée. Cette forme est la mieux adaptée au procédé de décorticage à la trituration.

\* Un poids de mille graines dépassant 80 g.

\* Un pourcentage d'amandes élevé au dépens de celui de la coque.

\* Une teneur en huile élevée, supérieure à 50% par rapport à la matière sèche.

## 2 - Cas de la création des variétés hybrides :

Parmi les caractéristiques demandées aux hybrides ; homogénéité, rendement en grains élevé, taille courte, teneur en huile et pourcentage d'amande élevés on admet :

- que l'homogénéité s'obtiendrait automatiquement par autofécondation continues des lignées parentales (l'autofécondation conduit à l'homozygotie).

- que le rendement en graines des hybrides ne pourrait pas être prédit à partir du rendement des lignées parentales. D'où l'intérêt de faire une étude préliminaire et approfondie sur les aptitudes à la combinaison.

- que la taille courte des lignées parentales augmenterait la résistance à la verse chez l'hybride. En effet, une étude faite sur 263 lignées en autofécondation (rapport INRA France 1964) a montré que :

\* à taille constante, le pourcentage de verse n'est pas lié statistiquement avec la précocité de floraison.

\* à précocité constante, le pourcentage de verse augmente avec la taille.

La même étude a montré sur 135 hybrides que la taille des hybrides (Th) est fortement liée à la taille moyenne des 2 lignées parentales (Tp). L'équation de régression obtenue était la suivante :  $Th = 0,97 Tp + 46$  (cm).

- que le pourcentage d'amande élevé chez les lignées parentales entraînerait une augmentation du même caractère chez l'hybride. Une étude analogue à la première a montré que le pourcentage d'amande chez l'hybride (Ah) est significativement lié au pourcentage moyen des deux parents (Ap). L'équation de la droite de régression obtenue ;  $Ah = 0,49 Ap + 39$ , montre bien que les hybrides dépassent d'autant moins la moyenne parentale que cette moyenne est plus élevée.

Quoique affaiblis par les autofécondations, les caractères cités précédemment seront également pris en considération dans ce programme de sélection, depuis la recherche des géniteurs jusqu'à leur association dans un seul hybride.

Les lignées ramifiées ne seront pas éliminées dans ce programme, bien que ce caractère est indésirable en grande culture. En effet plusieurs études ont montré que c'est un caractère récessif qui dépend de 4 gènes (HOCKETT et KNOWLE 1970) et que le croisement de deux lignées ramifiées donne le plus souvent un hybride non ramifié. De plus ces lignées utilisées comme mâle présentent l'avantage d'une production de pollen continue et échelonnée dans le temps.

Pour compléter cet angle de notre idéotype de tournesol, on doit tenir compte de la corrélation négative existante entre la teneur en huile et la teneur en protéines. Il s'agit donc là d'avoir les meilleures teneurs en protéines dans lignées et variétés riches en huile et ayant une composition équilibrée en acide oléique (30 A 40%) et linoléique (60 à 70%). L'huile de tournesol ne pose aucun problème sur le plan nutritionnel, elle est au contraire très intéressante pour sa teneur élevée en acide linoléique, acide gras indispensable. On sait cependant qu'il existe une variabilité génétique potentielle assez importante du rapport des teneurs en acide oléique et linoléique entre les lignées et variétés. Les autres caractéristiques qualitatives concernent les tourteaux qui doivent être riches en protéines et ayant une teneur élevée en lysine (5,7) pour 16g. de protéines totales). En effet le tourteau de tournesol est généralement riche en cellulose brute 8 à 20 % selon que la graine a été plus au moins débarrassée de ses coques, plus au moins riche en protéine variant pour la même raison entre 38 et 52% mais présente une déficience marquée en lysine.

C'est donc en fonction de cet ensemble de caractères que doivent s'élaborer nos programmes de sélection, depuis la recherche de géniteurs jusqu'aux systèmes mis en œuvre pour les associer dans un seul génotype.

Enfin la possibilité de réaliser deux générations par an sous les conditions marocaines ; culture de printemps (février - Mars à juillet - août) et culture en dérobée, culture d'été (juillet - août à octobre - novembre), permettra d'accélérer ces programmes de sélection.



## V - Conclusion

La sécheresse et les moineaux doivent cesser d'être un alibi pour justifier les rendements médiocres obtenus chez le tournesol. Ils doivent être considérés, au contraire, comme un défi à surmonter.

Vu le déficit chronique en matière des huiles, c'est une productivité élevée qu'il faut viser au Maroc, chez cette culture, avec toute la maîtrise qu'elle comporte. Si l'on tient au seul aspect variétal, la création et l'utilisation des variétés à base génétique large adaptées à chaque situation pédo-climatique, paraissent, sous les conditions marocaines, la solution la plus à prendre en considération. Ces variétés doivent être suffisamment précoces pour qu'elle aient le moins possible à souffrir du manque d'eau estival et suffisamment résistantes à la sécheresse et aux coups de chergui qui interviennent, la plupart des cas, avant la maturité pour que celle-ci se fasse normalement. Il faudra également qu'elles aient, entre autres, une uniformité phénotypique et un potentiel de production et une teneur en huile élevés.

Par contre la multiplication des variétés hybrides à base génétique étroite, qui ont pu sous d'autres conditions être considérées comme efficaces, apparaît, à l'analyse d'un intérêt économique, très limitée au Maroc. Ceci exige l'orientation de ce type de programme vers des lignées beaucoup plus fécondes.

Enfin la possibilité de réaliser deux générations par an, sous les conditions marocaines, permettra d'accélérer ces programmes de sélection.

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLARD R.W, 1960. Principles of plant Breeding-Wiley New York and London.
- ALLARD R.W, 1961. Relationship between genetic diversity and consistency of performance in different environments. *Crop Sci*, 1 : 127-133.
- ARNOUX M., 1978. Morphological and physiological bases for the breeding of sunflower ideotypes. Sunflower network FAO activity report (1978), 51-53.
- BONO M., 1981 Multiplication des semences vivrières tropicales. pub. Agence Coop. Cult. tech. Press. univ. France.
- BOUJGHAGH M., 1986. La principale culture oléagineuse au Maroc, le tournesol. Problèmes posés et solutions proposées. En cours de publication.
- BOUJGHAGH M., Rapports annuels de la Station Centrale des Plantes Oléagineuses campagne ; 1982-83, 1983-84 et 1984-85. Min. Agr. Ref. Agre. INRA RABAT.
- COMSTOCK R.E., ROBINSON H.F., et HARVEY P.H.. 1949. A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. *Agron. Jour.* 41, : 360-367.
- CORNU A., 1965. L'amélioration du maïs au Maroc. *Cah. Rech. Agron. Rabat* 21 : 3-104.
- FICK C.N., 1978. Breeding and genetics. *Sunf. Sci. and Tech. Fd. J.E. CARTER*, 279-338.
- HOCKETT E.A., et KNOWLES P.F., Inheritance of branching in sunflowers, *Helianthus annuus* L. *Crop. Sci.* 10 : 432-436.
- LAGARDE F., et LEVAL D., 1984. Limite géographique du tournesol dans la région centre-ouest *Bull. CETION* n : 85-86 3-4.

- LECIERC P., 1969. Une stérilité-mâle cytoplasmique chez le tournesol. *Ann. Am. Plant.* 19 (2) : 99-106.  
Les cultures oléagineuses annuelles. Bilan et perspectives d'avenir. Min. Agr. Réf. Agr. DPV. Rabat 1971.
- MILLER Y.F., FICK, G.N., 1978. Adaptation of reciprocal full-sit selection in sunflower breeding using gibberellic acid induced male sterility, *Crop. Sci.* 18 : 161-162.
- MIRRIEN A., BLANCHET R., GELFI N., 1981 Relation chips between water supply, leaf area development and survival, and production in sunflower (*H. annuus* L.). *Agronomie*, 1, (10) : 917-922.
- MORICE J., CHONE E., 1979. Les oléagineux : colza et tournesol. B.T.T. 338-339. M2 - OIEAG-O2 : 223-234.
- PUTT E.D., 1966. Heterosis, combining ability and predicted synthetics from a diallel cross in sunflower (*H. annuus* L.). *Can. J. Plant Sci.* 46 : 59-67.
- ROHRMOSER K., 1975. Sélection des Oléagineux au Maroc. Publié par off. Allemand. Coop. (G T Z) S. A. R. L.
- GIMMONDS N.W., 1979. Principles of crop improvement. Longman, London and New York.
- SPRAGUE G.F., 1952. Early testing and recurrent selection. Heterosis, pp. 406-417 Towa State College Press.
- SPRAGUE G.F., et BRIMHAIL B., 1950. relative effectiveness of two systems of selection for oil content of the corn kernel. *Agron. Jour.* 42 : 83-88.
- SPRAGUE G.F., MILLER P.A., et BRIMHALL B., 1952. Additional studies on the effectiveness of two systems of selection for oil content of the corn kernel. *Agron. Jour.* 44 : 329-331.
- Zones écologiques pour la culture du tournesol en sec au Maroc. Min. Agr. Ref. Agr. DMV. Rabat 1973.
- Station Centrale des Plantes Oléagineuses. Sélection et Expérimentations des Plantes Oléagineuses au Maroc. Rapports annuels 1969-1981. Min. Agr. Ref. Agr. DRA-Rabat.
- Station d'amélioration des Plantes de Clermont-Ferrand. Rapport d'activité pour la période 1964-1967. Min. Agr. INRA. France.