

Recherches en vue d'améliorer le degré d'autogamie des cultivars de Tournesol (*Helianthus annuus* L.)

II. — Étude de quelques caractères facilitant l'accès du pollen aux papilles du stigmate

A. SEGALA, Martine SEGALA et G. PIQUEMAL

Station d'Amélioration des Plantes,
Centre de Recherches agronomiques de Montpellier, I.N.R.A.,
34060 Montpellier Cedex

Résumé

L'autocompatibilité pollinique explique 50 p. 100 de la variance du degré d'autogamie (SEGALA *et al.*, 1980). Le reste de la variation correspond à la probabilité pour un stigmate de recevoir spontanément du pollen produit à proximité. Cette probabilité pourrait varier selon les caractères du pollen, dont plusieurs sont étudiés ici et aussi selon certains modes de développement de la fleur que nous avons observés.

Aucune relation n'a pu être établie entre le degré d'autogamie et chacun des caractères pris isolément. Leur addition reste néanmoins à réaliser.

Introduction

Dans la première partie de cette étude qui a porté sur 39 lignées, 38 hybrides et 3 populations, nous avons défini un *degré d'autocompatibilité pollinique* et un *degré d'autogamie*.

Après avoir estimé la variabilité et l'héritabilité de ces deux caractères, nous avons montré leur nette relation de dépendance : la variation de l'autocompatibilité pollinique expliquerait environ 50 p. 100 de la variation du degré d'autogamie. D'autres facteurs d'une bonne autogamie restent à rechercher qui pourraient comprendre notamment un ensemble de caractères contribuant à accroître la probabilité d'accès d'un grain de pollen bien constitué sur la face supérieure réceptive d'un stigmate voisin du point où l'anthèse a eu lieu.

De tels caractères seraient, par exemple :

- la *quantité* de pollen de *bonne qualité* émis par une fleur,
- la *mobilité* de ce pollen : dimension des grains, agglutination réduite, etc...

Enfin des modes particuliers de développement des stigmates et des étamines existent peut-être, qui favoriseraient l'autogamie.

La productivité en pollen par fleur

Méthode

La productivité en pollen du Tournesol a été estimée par OBOLENSKY (1958) en broyant des fleurs dans de l'eau additionnée d'un produit tensioactif puis en montant sur lame 3 gouttes de cette suspension. Notre méthode plus précise a été inspirée de celle pratiquée par les chercheurs du Laboratoire de Palynologie du C.N.R.S. à Montpellier (*).

Les étamines provenant de 5 fleurs ont été dilacérées et broyées après un séjour dans l'alcool. Le broyat a été ensuite lavé sur un tamis à mailles de $50\ \mu$ ne laissant passer que les grains de pollen. Enfin le filtrat a été centrifugé à 2 000 tours/mn et pendant 5 minutes; puis le culot, d'un volume de 12 à 15 microlitres, a été repris et dispersé dans 1,5 ml de glycérine.

La suspension homogénéisée a été montée sous lamelle sur un hématimètre retenant un volume connu. Le microscope parcourant deux fois la longueur de la lamelle à mi distance des bords et de la ligne médiane, le volume exploré était de $2,30\ \text{mm}^3$. Le nombre de grains de pollen ainsi comptés nous servira d'indice de productivité en pollen. Il suffit de multiplier cet indice par le coefficient 26 pour avoir une indication du nombre de grains de pollen par anthère (**).

Résultats

a) *Évolution de la production de pollen au cours de la floraison*

Cette étude a été réalisée en serre durant le mois de mai afin de préciser le mode d'échantillonnage des étamines destinées à l'estimation de la productivité en pollen.

La production de pollen a été observée d'après 5 fleurs prélevées périodiquement sur 5 capitules des 3 cultivars, « Karlic », « Issanka » et « Avanguard ». Les prélèvements correspondant à 8 zones concentriques des capitules, nous avons analysé la variance des 120 données (8 zones \times 3 cultivars \times 5 répétitions) :

(*) C.N.R.S., Centre National de la Recherche Scientifique; Directeur de Laboratoire de Palynologie, Madame Dr. VAN CAMPO que nous remercions ici, ainsi que ses collaborateurs pour leurs précieux conseils.

(**) L'indice 26 a été établi d'après le volume de suspension exploré par le microscope ($2,30\ \text{mm}^3$) et le volume dans lequel a été dispersé le pollen de 25 étamines ($1\ 500\ \text{mm}^3$) : $\frac{1\ 500}{2,30 \times 25}$.

la part de variation qui revient aux zones du capitule est hautement significative ($F = 2,82$ pour $p = 0,01$).

La figure 1, illustre cette variation, constatée en serre, pour des cultivars de précocités différentes et qui n'ont pas fleuri dans la même période : les courbes sont de même allure.

Les fleurs de la partie centrale (zones 6 à 8) sont plus riches en pollen, mais elles sont en minorité. Les fleurs de la zone moyenne, 4, sont plus représentatives du capitule : elles fourniront les échantillons destinés à établir l'indice de productivité des lignées et des hybrides.

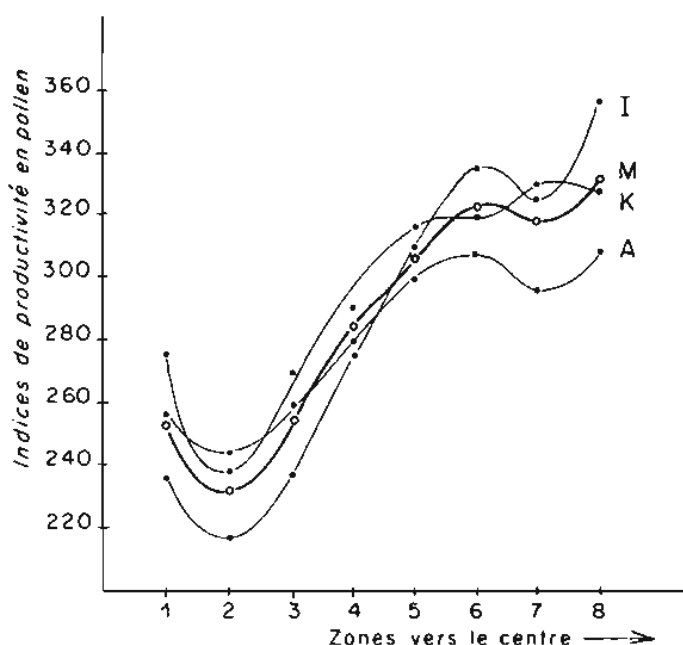


FIG. 1. — Variation des indices de productivité en pollen des fleurs en différentes zones du capitule, chez trois cultivars (I. = Issanka, K. = Karlich, A. = Avanguard, M. = moyenne).

b) Variation et héritabilité de la productivité en pollen

L'indice de productivité en pollen a été estimé, comme il vient d'être dit, pour chacune des lignées et chacun des hybrides cultivés en 1977 au domaine de Lavalette afin d'en observer les degrés d'autogamie et d'autocompatibilité (SEGALA *et al.*, 1980).

Les distributions des lignées et des hybrides sont présentées aux figures 2 et 3. Dans l'ensemble les hybrides sont plus productifs en pollen que les lignées; la différence entre les indices moyens est significative au seuil $p = 0,05$.

Les deux distributions semblent bimodales avec une variation assez large, tant pour les hybrides que pour les lignées (C.V. de 13 p. 100 et 19 p. 100 respectivement). Deux de ces dernières (nos 17 et 40) se distinguent par l'abondance de leur pollen, leur indice de 440 correspondant à 11 440 grains par anthère, contre 8 000 grains, en moyenne pour l'ensemble des génotypes.

Nous avons enregistré, pour les lignées seulement, un coefficient de corrélation faible, mais significatif, $r = + 0,324$ associant la productivité en pollen par fleur et la durée de végétation du semis à la floraison. Ceci pourrait résulter de conditions climatiques différentes durant la formation du pollen.

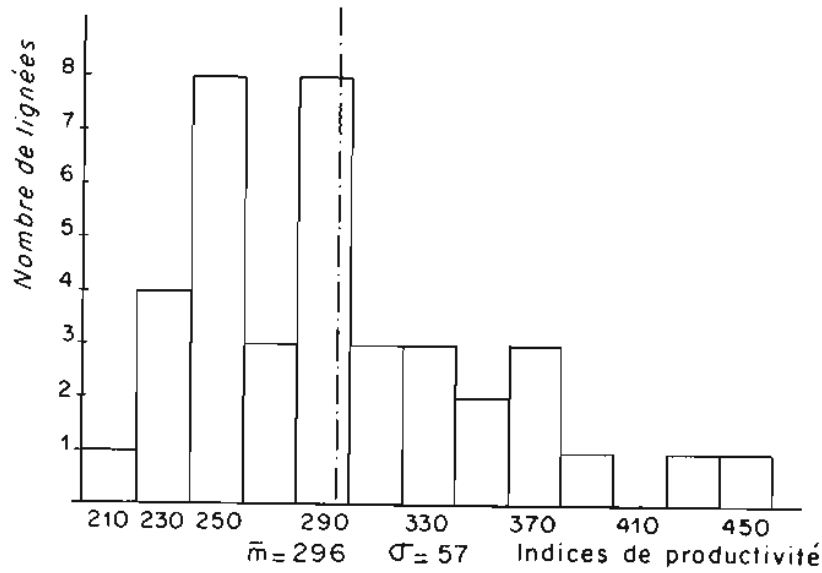


FIG. 2. — Distribution des indices de productivité en pollen de 39 lignées.

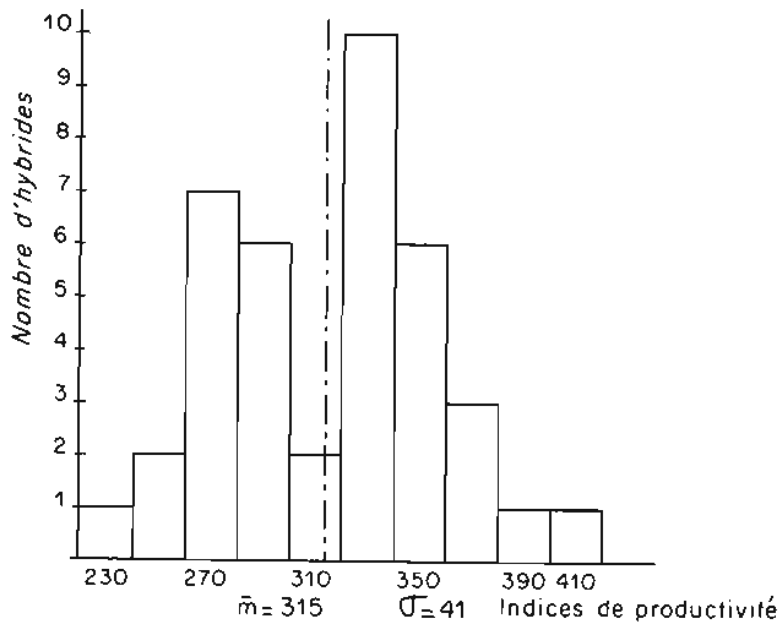


FIG. 3. — Distribution des indices de productivité en pollen de 38 hybrides et 3 populations.

L'héritabilité de la productivité en pollen d'après la régression des indices des hybrides sur la moyenne des lignées parentales a été estimée à :

$$b = 0,59, \text{ coefficient hautement significatif } (t = 3,57).$$

La productivité en pollen des hybrides dépend bien de celle de leurs parents, mais elle n'est pas supérieure à la productivité moyenne de ceux-ci : le caractère ne paraît pas bénéficier d'un effet d'hétérosis.

La qualité du pollen : pouvoir germinatif et test par coloration

Méthodes

Le pouvoir germinatif du pollen a été observé en ensemençant un milieu de germination coulé sur lames de verre placées dans des boîtes de Pétri avec 5 gouttes d'eau et conservées 24 h à l'obscurité et à 26 °C.

Il est très difficile chez les Compositae d'obtenir une nette élongation des tubes polliniques qui ont tendance, sur milieux artificiels, à éclater précocement. DEXHEIMER (1970) n'a pu résoudre ce problème avec des milieux pourtant très complexes. BREWBACKER et KWACK (1963) ont montré cependant que le calcium et le bore étaient indispensables. A la suite de plusieurs essais nous avons finalement adopté le milieu proposé par BOBECK et KOVACIK (1972) et composé de :

saccharose 35 p. 100;
gélose 2 p. 100;
ac. borique 0,01 p. 100;
chlorure Ca 0,01 p. 100.

Sur ce milieu, 50 p. 100 des tubes polliniques parviennent à une longueur supérieure au diamètre du grain de pollen, permettant d'estimer correctement un taux de germination.

L'observation de la germination du pollen sur un même capitule, de jour en jour, a montré une certaine fluctuation; par temps frais, le pollen contenu dans les anthères bien dégagées de la fleur peut demeurer immature. Nous avons donc prélevé les étamines juste avant l'anthèse et aussi le lendemain : des deux résultats ainsi obtenus nous avons retenu le plus élevé. Chaque donnée est la moyenne des comptages effectués sur 4 capitules au quatrième jour de sa floraison.

La vitalité du pollen serait la mieux appréciée par un test au nitrobleu tetrazolium qui met en évidence la respiration des grains de pollen (HAUSER et MORRISON, 1964). Ce test nécessite une longue préparation du réactif à renouveler chaque jour, c'est pourquoi nous avons préféré adopter un test par coloration au bleu d'aniline : les grains de pollen sont mis à séjourner à l'obscurité et pendant 24 h à 22 °C dans une goutte de bleu d'aniline (solution composée de phénol, d'acide lactique, de glycérine et d'une solution aqueuse à 1 p. 100 d'aniline, selon HAUSER et MORRISON, 1964).

Le bleu d'aniline colore la callose de l'intine (JOHANSEN, 1940, cité par les auteurs précédents) : c'est une indication de la bonne formation de la paroi.

Sur *Helianthus annuus* L., HAUSER et MORRISON ont montré qu'à des taux de coloration de 99 à 97 p. 100 par l'aniline, il correspondait des taux de 87 à 86 p. 100 par le nitrobleu tetrazolium : 10 à 15 p. 100 des grains colorés à l'aniline ne pourraient donc germer.

Selon ces auteurs, l'écart entre les deux tests est particulièrement accentué chez *Helianthus annuus* L. comparativement à ce qu'ils ont observé sur d'autres espèces.

Résultats

Toutes les lignées à l'étude ont un pollen qui prend bien la coloration au bleu d'aniline (89 p. 100 à 100 p. 100 des grains). Le pollen des hybrides se colore encore mieux (moyenne 97,5 p. 100). Le test à l'aniline n'a donc permis aucune différenciation dans notre matériel. Nous espérons en faire un indicateur simple et précis de la qualité du pollen, or les coefficients de corrélation liant les résultats de ce test aux taux de germination du pollen sont très petits et non significatifs ($r = + 0,06$ pour les hybrides et $r = + 0,29$ pour les lignées).

Le pouvoir germinatif du pollen des hybrides a été en moyenne de 26,5 p. 100. Il est supérieur à celui des lignées dont la moyenne a été de 19,8 p. 100 (différence significative au seuil $p = 0,05$).

Les coefficients de variation correspondants sont de 55 p. 100 et 56 p. 100 : la variation est très large, mais cela tient tout autant à la qualité du test qu'aux différences génotypiques.

Nous avons noté cependant une relation significative entre les taux de germination des hybrides et la moyenne des lignées parentales : $b = 0,40$.

Degré d'agglutination et mobilité du pollen

A la floraison, des masses de pollen émises par les étamines peuvent en tombant d'une hauteur de 10 cm, par exemple, donner des amas plus petits mais constitués de plus d'une cinquantaine de grains agglutinés. Observés au binoculaire ceux-ci forment des chaînons liés à leur tour en plusieurs points (fig. 4). Il n'était pas possible de définir un degré d'agglutination d'après la distribution du nombre de grains par amas. La cause de l'agglutination est à rechercher dans la structure de l'exine et surtout dans les substances qui la recouvrent en une masse jaunâtre que les palynologistes désignent parfois sous le terme de *pollenkitt*. Cette substance caractérise les espèces entomophiles, et elle est généralement absente chez les espèces anémophiles. Cette matière en partie huileuse et chargée de caroténoïdes, outre sa fonction agglutinante, contribue à retarder la dessiccation du pollen et à attirer les insectes par sa couleur et son odeur (HESLOP-HARRISON, 1968).

Observés frais, les grains de pollen ont une forme ovale. Montés dans la glycérine, ils conservent cette forme et l'on peut voir les masses jaunes de *pollenkitt* à leur surface (fig. 4). Dans l'eau ou dans l'alcool les grains de pollen s'arrondissent et sont lavés de leur gangue. La densité optique de la solution jaune ainsi obtenue ne nous a pas semblé devoir être utilisée comme mesure de la quantité de *pollenkitt* à associer au degré d'agglutination. Il existe en effet des différences dans l'intensité de coloration du pollen allant du jaune foncé au blanc. Nous n'avons pu que classer notre matériel végétal d'après une simple notation visuelle, à la suite d'observations répétées sur tous les individus de chaque lignée ou hybride en cours de floraison. Une seule observation serait trop imprécise : l'hygrométrie, notamment, en modifiant la charge électrique, influe sur la séparation des amas de pollen (STANLEY et LINSKENS, 1974).

Le classement que nous avons adopté a été le suivant :

Classe I (forte agglutination) : le pollen jaillit des anthères en une pâte qui adhère à la face inférieure des lobes stigmatiques ou retombe en l'état sur les pétales des fleurs ligulées.

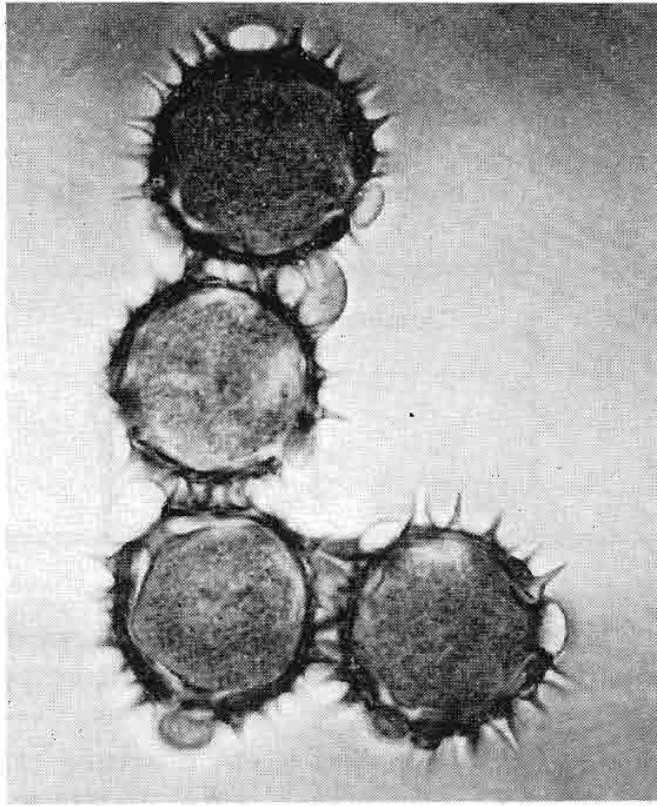


FIG. 4. — *Quelques grains de pollen enchaînés* (Photo A. SEGALA).

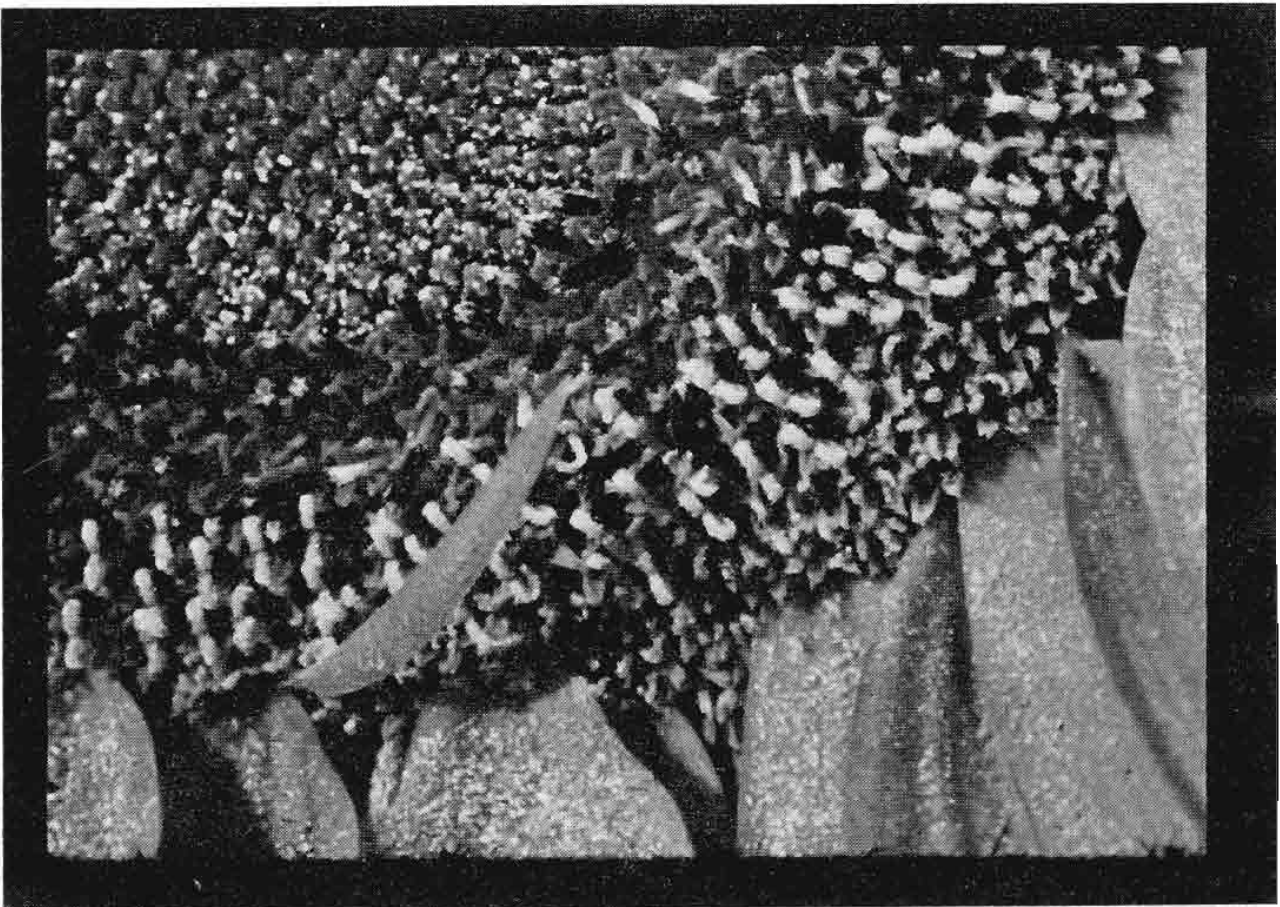


FIG. 5. — *Pollen peu agglutiné, finement dispersé sur les pétales* (Photo A. SEGALA).

Classe 2 (agglutination moyenne) : le pollen se présente en un grand nombre de paillettes.

Classe 3 (agglutination faible) : on ne rencontre que de petits amas de pollen dispersés sur toute la surface du capitule (fig. 5).

D'après ce classement, le matériel végétal était ainsi distribué :

Degré d'agglutination	Nombre de lignées	Nombre d'hybrides
Classe 1	7	11
Classe 2	27	28
Classe 3	5	0

Nous voyons que la classe 3 est peu garnie. Le degré d'agglutination varie très peu, mais quelques lignées et quelques hybrides ont un pollen nettement plus compact (classe 1).

L'ornementation des grains de pollen a été observée et nous nous sommes efforcés de mesurer la longueur des épines d'après 10 grains de taille moyenne. Ces longueurs étaient comprises entre 2 et 3 μ . Cependant une lignée (n° 12) a été remarquée par ses épines courtes (1,5 μ) avec des pointes émoussées : il se trouve que cette lignée avait été rangée dans la classe 3 (pollen peu agglutiné). Une lignée n° 9 a été remarquée aussi pour l'absence d'épine sur 1 à 2 p. 100 de ses grains de pollen.

A l'opposé une lignée (n° 19) avait des épines très longues de 3,5 à 4 μ : elle avait été classée parmi celles à pollen fortement agglutiné.

La taille des grains de pollen, estimée d'après 15 grains, était comprise entre 31 μ et 35 μ de diamètre; aucune différence significative n'a été mise en évidence. Selon NEAGU (1960) il y aurait cependant de légères différences d'une zone à l'autre d'un même capitule et aussi entre six des variétés examinées par cet auteur.

KOVACIK (1959) a aussi observé des différences entre les variétés, mais il n'a pu, chez les hybrides, établir une relation avec des lignées constituantes. Selon lui, les variétés précoces auraient des grains plus petits que les variétés tardives.

La mobilité du pollen a été évaluée d'après $\frac{B}{A} \times 100$, rapport de la fertilité des fleurs sur des capitules abrités des insectes et non pollinisés manuellement, à la fertilité des fleurs dont l'autofécondation a été assistée (SEGALA *et al.*, 1980).

Les valeurs moyennes de cet indice de mobilité ont été de 55 p. 100 pour les lignées et de 42 p. 100 pour les hybrides; les coefficients de variation étant de 46 p. 100 et 57 p. 100 respectivement.

L'indice de mobilité du pollen n'est pas totalement indépendant du degré d'autocompatibilité pollinique et n'a qu'une valeur indicative. Nous n'avons enregistré aucune corrélation significative entre cet indice et les caractères du pollen qui ont été étudiés : abondance, taux de germination et degré d'agglutination.

L'autogamie du capitule en relation avec les caractères du pollen

Nous avons montré précédemment (SEGALA *et al.*, 1980), que le degré d'auto-compatibilité expliquait environ 50 p. 100 de la variation du degré d'autogamie des lignées et des hybrides. Aux coefficients de régression simples (0,60 et 0,70 respectivement) il correspondait des coefficients de corrélation de 0,64 et 0,77, significatifs au seuil $p = 0,01$.

L'introduction d'autres variables (date de floraison, productivité en pollen, et pouvoir germinatif de celui-ci) afin d'établir des régressions multiples, n'a pas sensiblement modifié les coefficients de corrélation qui passent alors aux valeurs 0,74 et 0,79.

La date de floraison serait, après le degré d'autocompatibilité, le facteur le plus lié à l'autogamie. Selon PINTHUS (1959) le succès des autofécondations dépendrait de la température ambiante pendant la floraison et pour SCHUSTER (1970) aussi, l'influence de l'environnement serait au moins égale à celle des facteurs génétiques. C'est également l'opinion de VRANCEANU (1974).

Recherche de modes particuliers de développement des fleurs favorables à l'autogamie

La faible mobilité du pollen et la faible variabilité des caractères pouvant contribuer à l'accroître nous ont incité à rechercher des modes de développements de la fleur facilitant l'accès du pollen aux papilles des stigmates.

La biologie florale normale du Tournesol a été souvent décrite, notamment par PUTT (1940) et par BARBIER et ABID (1966). Le matin les sacs polliniques déversent leur pollen à l'intérieur du tube formé par les anthères. Dans sa croissance le style traverse la masse de pollen. Les faces dorsales velues des lobes stigmatiques accolés ramontent le tube des anthères. Le lendemain, 24 h après l'anthèse, le stigmate se déploie et les faces supérieures des deux lobes ne portent pas de pollen. Ceux-ci resteraient réceptifs durant 23 à 25 jours (USTINOVA, 1964) tandis que le pollen serait encore capable de germer en bonne proportion après une dizaine de jours selon MOVISYAN (1961) et USTINOVA (1964).

S'écartant de ces modalités normales, une lignée, « 6540/88 », a été signalée par SPIROVA (1966), ses lobes stigmatiques se déployaient bien avant d'avoir traversé la colonne des anthères et avant que les filets des étamines aient achevé leur élongation. Le pollen se déverse alors sur la face supérieure des lobes stigmatiques et ceci contribuerait à la grande autofertilité de la lignée en question. D'après SPIROVA, il s'agirait d'un caractère récessif, probablement polygénique obtenu après plusieurs générations d'autofécondation (fig. 6).

Le caractère décrit par SPIROVA a été rencontré sur quatre de nos lignées à l'étude (nos 6, 27, 36 et 37). Il ne s'exprime pas sur l'ensemble des fleurons du capitule mais sur 30 à 80 p. 100 de ceux-ci situés sur les deux premiers tiers marginaux du capitule. Il n'est pas possible d'affirmer que le caractère a bien contribué à l'obtention d'une bonne autogamie : l'une des lignées (n° 27) était en effet très autoincompatible, et une autre (n° 6) était assez peu autogame malgré une bonne autocompatibilité (mais 30 p. 100 seulement de ses fleurs étaient protogynes).

L'une des lignées (n° 19 = CA₄, parent femelle de l'hybride français « Relax ») présente la particularité d'avoir des étamines indépendantes; le stigmate se déploie librement parmi les anthères en cours de déhiscence. Toutes les fleurs d'un même capitule montrent ce caractère. Le degré d'autogamie de la lignée CA₄ est cependant faible (28 p. 100), ce que ne suffit pas à expliquer son degré d'autocompatibilité (48 p. 100) légèrement inférieur à la moyenne des lignées (56 p. 100).

Un troisième mode de développement floral a été observé sur les lignées n°s 11 et 38, chez lesquelles très fréquemment le style et le stigmate semblent bloqués dans leur croissance à travers le tube staminal, comme par un bouchon. Le style finalement s'arqueboute et fait saillie entre les filets des étamines. On peut douter que ce caractère soit favorable à l'autofécondation car les lignées n°s 11 et 38 ne sont pas très autogames (22 et 30 p. 100) malgré des degrés d'autocompatibilité de 85 et 43 p. 100 respectivement. L'obstacle opposé à la sortie du stigmate par les voies normales pourrait être l'indice de quelque défectuosité au niveau des anthères (fig. 6).

Finalement, le mécanisme décrit par SPIROVA nous semble le plus intéressant. Il conviendra de l'associer par croisement à un haut degré d'autogamie.

Conclusions

L'espèce *Helianthus annuus* L. est actuellement allogame et il a été souvent démontré que l'installation de ruches dans les cultures entraînait quelques gains de rendements. Aussi certains chercheurs s'efforcent-ils d'accroître l'attractivité des lignées et cultivars de Tournesol pour les insectes pollinisateurs. Cette voie n'est pas incompatible avec celle que nous avons suivie et qui vise à l'obtention d'hybrides dont la fertilité serait peu dépendante des échanges de pollen entre les plantes. Cet échange de pollen de toute façon est à rechercher pour la production des semences hybrides et c'est là que se présentent les problèmes de relations préférentielles entre les abeilles et les génotypes en présence. Il n'en est pas de même en grande culture, où un bon degré d'autogamie paraît avantageux.

L'autogamie des lignées et des hybrides de Tournesol est très variable. Nous avons montré que 50 p. 100 de cette variation devait s'expliquer par la variation du degré d'autocompatibilité, lui même hérité des lignées parentales chez les hybrides.

Les divers caractères du pollen, autres que la compatibilité pollinique, n'ont pas pu être associés clairement à un bon degré d'autogamie; mais l'addition de petits effets non significatifs pourrait contribuer à une meilleure autogamie.

La productivité en pollen, dont nous avons reconnu l'héritabilité, est très variable. C'est un caractère à ne pas négliger lorsque l'on a en vue la production de semences; il intervient cependant peu dans la réalisation d'une bonne autogamie.

La qualité du pollen ne joue que si l'on a affaire à une lignée anormalement défectueuse; ce qui ne s'est pas présenté dans notre matériel.

Quant à la mobilité du pollen, et à sa faible agglutination, il y a peu à espérer: l'obtention d'un pollen réellement pulvérulent semble encore très utopique.

Il reste à découvrir quelques mécanismes de l'anthèse et du développement du style favorisant l'autofécondation. Certains de ces mécanismes dès à présent paraissent intéressants. Leur efficacité sera à prouver après qu'ils auront été associés à de bons degrés d'autocompatibilité.

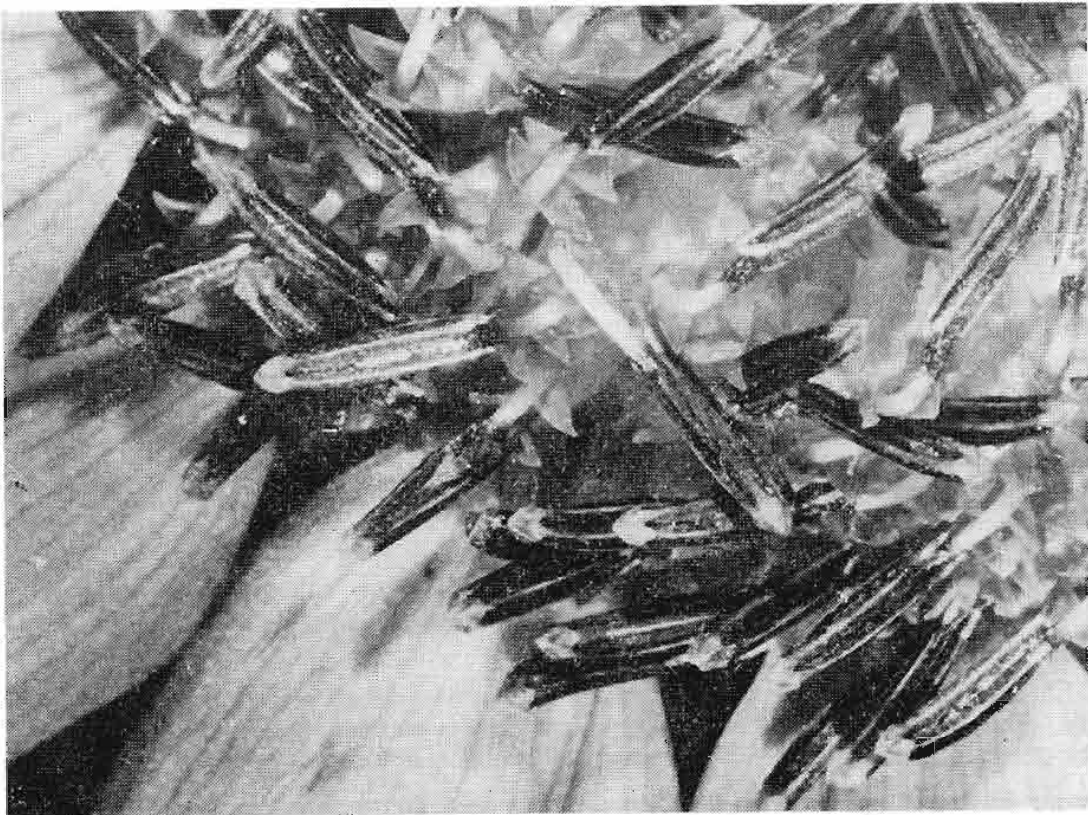
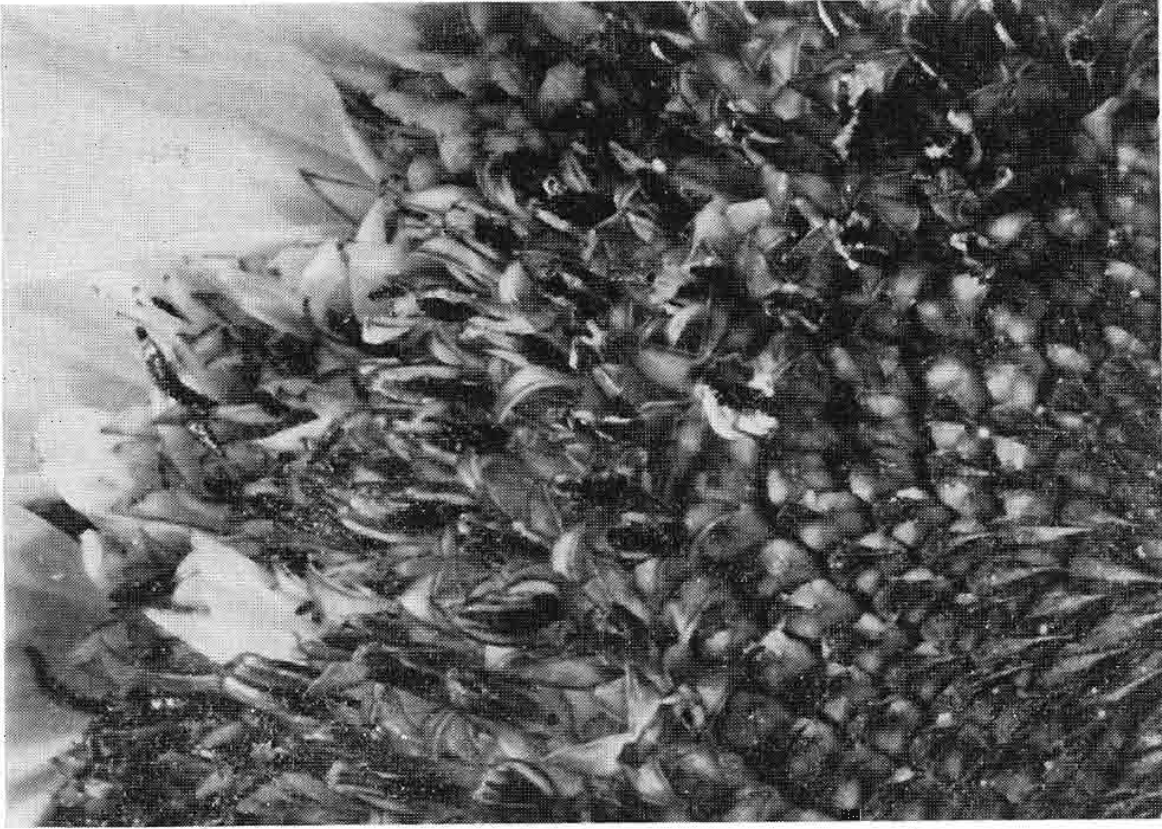


FIG. 6. — Développements floraux particuliers: 1) à gauche, colonne des anthères bouchée et styles courbés; 2) à droite dépliement précoce des stigmates chargés de pollen sur la face supérieure (Photo LABRY).

Il est encourageant de constater, à défaut d'en bien connaître les facteurs que l'autogamie est un caractère assez héritable ($b = 0,66$, dans notre cas). La création d'hybrides réellement autogames paraît possible.

Reçu pour publication en octobre 1979.

Summary

*Research for improving natural selfing in sunflower cultivars
(Helianthus annuus L.)*

II. — *Some characters allowing the pollen to reach easily the stigma papillae*

In the first part of this study we defined a degree of pollinic self compatibility and a degree of self pollination. We shew that the first one could explain 50 p. 100 of the variance of the second one. Other factors of a high degree of self pollination are to be found *i.e.* a whole of characters increasing the probability for a pollen grain reaching the upper side of the stigma. Some such characters are reviewed.

1. — *Pollen abundance*

The pollen productivity index is the number of pollen grains counted under the microscope after extraction in liquid medium from crushed anthers and centrifugation (multiplying this index by 26 gives the number of pollen grains in one anther).

In a first experiment in a greenhouse we recorded the pollen productivity during the flowering period for three cultivars (fig. 1). We decided to choose the fourth day of flowering to collect 5 florets as a sample of each head.

The variations of pollen productivity are shown in fig. 2 and 3. The hybrids have on average a significantly higher pollen productivity.

The heritability is: $b = 0,59$ (H.S.).

2. — *Pollen germinating ability*

Having tried several media we adopted that proposed by BOBECK and KOVACIK (1972) Glass coated with the medium then sown with pollen was placed during 24 h in damp air at 26 °C.

Pollen germinating ability of hybrids (27 p. 100), is significantly higher than that of the lines (20 p. 100).

The heritability is $b = 0,40$ (S.).

The quality of the pollen was judged also after blue aniline coloration. However the results of those tests do not agree with the pollen germinating abilities; the correlation coefficients are not significant: $r_H = + 0,66$ and $r_L = + 0,29$, for the hybrids and the inbred lines, respectively.

3. — *Agglutination and pollen mobility*

The liberated pollen divides into fractions always formed of linked grains due to the structure of the exine and chiefly to the yellow waxy matter named "pollenkitt" (KNOLL), (fig. 4). The degree of agglutination had to be value visually and is defined as one of the three classes:

Class 1: (strong agglutination), pollen forming two pasty masses under the stigma lobes.

Class 2: (moderate agglutination), pollen flakes.

Class 3: (light agglutination), pollen dispersed into many small heaps in all parts of the head.

70 p. 100 of the lines and the hybrids fall into the median class. We could not associate the degree of agglutination with the optical density of pollen alcoholic extracts as a pollenkit abundance valuation.

The pollen spine length varies from 2 μ to 3 μ ; but one line (n^o 13), classed among the light agglutinated ones, had spines 1,5 μ long. In contrast, the line n^o 19 had spines 3,5 to 4 μ long: it had been classed among the strongly agglutinated lines.

The variation of pollen grain sizes was very small.

The pollen mobility, $\frac{B}{A} \times 100$ is significantly less for the hybrids, ($\bar{m} = 41,8$ p. 100), than for the inbred lines ($\bar{m} = 55$ p. 100). The pollen mobility index does not agree with the classification for agglutination degree.

To determine the participations of the logical components of self fertility we calculated the multiple regressions among the lines and among the hybrids. In both cases the most important variable was the pollinic self compatibility, with coefficients already given.

The correlation coefficients are slight changed ($r_H = 0,74$ and $r_L = 0,79$) adding other variables.

The degree of self fertility of sunflower appears as a character having a good heritability but not particularly related to any component other than the self compatibility.

4. — *Particular flowering mechanisms*

To palliate poor pollen mobility, some special floral developments might facilitate the access of pollen on the upper side of the stigma. Three such mechanisms were discovered:

Type 1 = (like described SPIROVA, 1966), the stigma spreads out its lobes during its growth into the filament tube; 4 of the lines had this character which is probably polygenic.

Type 2 = one line had free filaments.

Type 3 = in one line, 30 p. 100 of the florets had the style stopped during its growth and obliged to break out of the filament tube.

These mechanism have to be associated with the other factors of self fertility in order to prove their efficiency.

Références bibliographiques

- BARBIER E., ABID N., 1966. Pollinisation et formation des graines chez le Tournesol. *Al Awamia*, **21**, 63-83.
- BOBECK J., KOVACIK A., 1972. Pollen germination in Sunflower. *Helianthus annuus* L. *in vitro* (tch.-an.) *Sbor. U.V.T.I. Genet-Slecht.*, **8**, (4), 243-250.
- BREWBAKER J. L., KWACK B. H., 1963. The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. *Amer. J. of Bota*, **50** (9), 859-865.
- DEXHEIMER J., 1970. Recherches cytophysiologiques sur les grains de pollen. *Rev. cytol. Biol. vég.*, **33**, 169-234.
- HAUSER E., J. P., MORRISON J. H., 1964. The cytochemical reduction of nitro blue tetrazolium as an index of pollen viability. *Amer. J. Bot.*, **51**, (7), 748-752.
- HESLOP-HARRISON J., 1968. Tapetal origin of pollen coat substances in liliun. *New. Phytol.*, **57**, 779-786.
- JOHANSEN D. A., 1940. *Plant microtechnique*. Mac Grow, New York, 523 p.
- KOVACIK A., 1959. The influence of the intervaretal hybridization the length and width of stoma and the diameter of pollen grains with F₁ and F₂ sunflower. *Pol'nohospadarstvo*, **6**, (5), 661-630.
- MOVISYAN S. N., 1961. Changes in the embryo sac of Sunflower resulting from pollinisation of the stigma with aging pollen. *News acad. Sci. Armen. SSR*, **14**, (6), 29-37.
- NEAGU M., 1960. Contributii la studiul biologiei infloritului la Florea soaralui. *Lucrar sti. Inst. agron. Timisoara*, **3**, 5-18.

- OBOLENSKY G., 1958. Production of pollen in different lines of Sunflowers and its relation to production of crossed seed. *Qual-plant matter. Veg.*, **5**, 64-84.
- PINTHUS M. J., 1959. Seed set of self-fertilized Sunflower heads. *Agron. J.*, **51**, p. 626.
- PUTT E. D., 1940. Observation on morphological characters and flowering processes of the sunflower. *Scient. Agric.*, **21** (4), 167-179.
- SCHUSTER W., 1970. Die Fertilität nach erz wungener Selbstung bei Sonnenblumen. *Angew. Bota.*, **44**, 87-102.
- SEGALA A., SEGALA M., PIQUEMAL G., 1980. Recherches en vue d'améliorer le degré d'antogamie des cultivars de Tournesol (*Helianthus annuus* L.) I. L'antogamie et l'antocompatibilité polliniques. *Ann. Amélior. Plantes*, **30**, (2), 151-159.
- SPIROVA M., 1966. Étude de la pollinisation et de la fertilisation chez quelques lignées de Tournesol (en bulgare). *Rasteniev' dni-Nauk* (Sofia), **3** (2), 3-10.
- STANLEY R. G., LINKENS H. F., 1974. *Pollen: Biology, biochemistry, management*. Springer-Verlag, Berlin, 307 p.
- USTINOVA E. I., 1964. Variabilité du génotype femelle chez le Tournesol (en russe). *Bjull. mos. Obsc. Ispyt. Prirod. Otdel Biol.*, 69 (4), III-III7.
- VRANCEANU A. V., 1964. *Florea-soarelui*. Editura Academiei Republicii Socialiste România.