

POLLINISATION ET FORMATION DES GRAINES CHEZ LE TOURNESOL (*Helianthus annuus* L.)

E. BARBIER * et M. ABID

SOMMAIRE

Dans les conditions naturelles du plateau de Merchouch, le tournesol est très largement butiné par les abeilles (*Apis mellifica*) et à un degré beaucoup plus faible par les bourdons (*Bombus* sp.).

Les études portant sur le rôle des insectes sur la formation des graines montrent que :

a. — en autopolinisation les individus d'une même « variété » présentent une fertilité très variable, allant de 0,64 à 63,74 grammes par décimètre carré de capitule (moyenne 15,28).

Les graines pleines sont en général très grosses et sont surtout rassemblées en couronne sur la partie extérieure du disque ; cette répartition conduit à faire quelques remarques au sujet de leur formation.

b. — en pollinisation croisée consécutive au butinage des insectes et plus particulièrement des abeilles, la fertilité atteint la valeur moyenne de 48,97 grammes de graines par décimètre carré de capitule, soit une production de 320 pour cent par rapport aux capitules en autopolinisation.

En conséquence, l'abeille doit être considérée non plus comme un auxiliaire par le cultivateur, mais comme un véritable facteur de la production au même titre que la plante, le sol, etc.

La culture du Tournesol présente pour le Maroc un intérêt particulier qui a été évoqué par P. BRYSSINE (1953), puis par SURREGUE (1964). La plante, en effet, possède un puissant système racinaire, une certaine tolérance à la présence du sel dans le sol et une grande rapidité de végétation, conditions qui font que le Tournesol peut être cultivé dans de nombreuses régions du Maroc.

* Station de Recherches Apicoles.

Al Awamia, 21, pp. 63-83, octobre, 1966.

Par ailleurs, la production d'huiles végétales, autres que celle d'huile d'olive, est au Maroc très inférieure à la consommation. BODIS (1964), cite à cet égard les chiffres suivants :

Année :	1960	1961	1962	1963
Consommation en tonnes	44 172	51 480	51 289	63 727
Production locale en tonnes	947	1 030	1 314	4 996
dont huile de coton	(303)	(809)	(507)	(1910)
» d'arachide	(644)	(221)	(727)	(3086)
déficit couvert par les importations	42 625	50 450	49 975	58 731

Ce déficit sans cesse grandissant a provoqué un intérêt nouveau pour les plantes oléagineuses, parmi celles-ci le tournesol, dont la culture avait atteint, en 1951, 15 000 ha environ, est actuellement la plante qui présente le plus de chance pour permettre au Maroc de se libérer, au moins en partie, des importations d'huiles ou de graines oléagineuses.

Dans cette perspective, il a été prévu, dans le Plan Triennal de 1963, de réserver à la culture du tournesol des surfaces de plus en plus importantes qui devaient atteindre 80 à 100 000 ha en 1966.

Toutefois, cette culture ne pourra maintenir son importance dans l'économie agricole, qu'à la condition que sa rentabilité soit certaine. Aussi, les Stations spécialisées de l'I.N.R.A. ont-elles la charge de contrôler les cultures de multiplication de variétés très productives et à forte teneur en huile, importées de Hongrie, Roumanie et Russie et destinées aux emblavures pour les huileries ; parallèlement, elles recherchent des variétés améliorées spécialement adaptées aux conditions marocaines et définissent les besoins en matières fertilisantes de cette plante.

Mais le tournesol étant une plante très visitée par les insectes et particulièrement par l'abeille, la Station de Recherches Apicoles a entrepris, de son côté, une série de relevés pour déterminer le rôle que peut avoir l'abeille dans la formation des graines.

Les résultats obtenus, au cours des essais réalisés sur le plateau de Merchouch, sont très significatifs mais avant de les étudier il convient d'examiner la plante et la biologie de ses fleurs.

I. La plante

Le tournesol *Helianthus annuus* L. appartient à la famille des Composées, sous-famille des Tubuliflores.

Originaire de l'Amérique, probablement du Mexique d'après FOURNIER (1961), c'est une plante puissante à feuilles alternes, dont il existe de nombreuses « variétés » qui se différencient par la taille, la grosseur et la forme des graines et du capitule. Mais ces variétés sont beaucoup plus des populations que des sélections génétiquement définies ; aussi, dans les cultures, certains plants présentent-ils des particularités qui les font s'écarter sensiblement du reste de la population

L'inflorescence du tournesol est constituée par un capitule comprenant un très grand nombre de fleurs dont l'épanouissement s'échelonne pendant 10 à 12 jours, environ au rythme de 4 à 5 rangées concentriques par jour.

Le premier rang extérieur est constitué par des fleurs stériles dont la corolle en tube cylindrique, dans sa partie inférieure, possède un seul pétale très développé de couleur jaune vif.

Le reste du disque est formé par des fleurs fertiles, hermaphrodites, très nombreuses ; dans les plantes en observation, leur nombre varie de 900 à 3 200 selon la grosseur du capitule. La corolle, tubulaire, présente, à la base, un renflement circulaire creux ; elle est surmontée par une collerette à 5 lobes triangulaires courts, de couleur jaune terne.

II. Biologie florale

Les fleurs stériles épanouissent leur pétale unique depuis l'ouverture du capitule jusqu'au flétrissement des dernières fleurs fertiles.

Les fleurs fertiles ont une floraison beaucoup plus courte qui passe par quatre stades successifs.

1. Stade bouton

Après l'ouverture du capitule et des premières fleurs, la formation des boutons continue pendant un certain temps, mais les derniers formés avortent souvent avant de s'épanouir.

D'abord vert, le bouton floral atteint progressivement la couleur jaune ; à ce moment-là, l'ovaire est encore de taille réduite et le

tube de la corolle, toujours fermé, contient les étamines qui sont déjà mûres, avec des pollens parfaitement formés. Ces étamines soudées entre elles sont portées chacune par un filet court et puissant qui mesure 1,8 mm de longueur sur 0,5 mm de largeur et dont l'épiderme est constitué par des cellules courtes très fortement gonflées.

2. *Stade fleur mâle*

A ce stade, la corolle s'est allongée et la collerette est ouverte ; elle laisse le passage à l'ensemble des organes sexuels mâles qui émergent de 6 mm. Ces organes sont représentés par les 5 étamines toujours soudées, et à la base du tube staminal ainsi formé s'engage l'extrémité du stigmate.

Les filets des étamines sont alors très allongés ; ils mesurent 5,5 mm, leur diamètre s'est réduit à 0,37 mm et les cellules épidermiques se sont considérablement allongées tout en ayant perdu leur forme primitive.

Le passage du stade bouton jaune au stade fleur mâle se produit au cours de la nuit, et depuis le matin jusqu'au soir, aucun stade intermédiaire ne peut être décelé sur le capitule. Cette explosion florale nocturne est très brutale, elle se produit entre 23 h et 6 h successivement sur 4 à 5 rangs de fleurs concentriques.

Dès les premières heures de la matinée, l'extrémité des étamines est ouverte et laisse sortir le pollen, celui-ci étant poussé à l'extérieur par l'allongement du style. Le stygmate est constitué par deux lobes étroits, serrés l'un contre l'autre, dont la face extérieure est tapissée par des poils nombreux formant une véritable brosse qui, au fur et à mesure de l'allongement du style, va extraire les pollens des sacs polliniques et les pousser à l'extérieur du tube staminal où ils sont récoltés par les abeilles.

Dans l'après-midi et la soirée, l'extrémité du pistil dépasse de 1 mm environ le niveau supérieur des étamines. Sur la face extérieure du stigmate, les pollens sont très nombreux et sont également récoltés par les abeilles.

Au cours de la nuit suivante, le stigmate continue son allongement et aux premières heures du 2^e jour, il dépasse de 2,5 mm les étamines.

A ce stade, les pollens, dans leur grande majorité, ont été entraînés à l'extérieur du tube staminal et si les insectes sont absents, ces pollens tombent en grand nombre. Toutefois, le capitule étant penché, les pollens se répandent sur les grands pétales des fleurs

stériles, sur les feuilles et sur le sol sans qu'il puisse en résulter une pollinisation très efficace.

Le pollen de tournesol a été décrit par MAURIZIO et LOUVEAUX (1965), il mesure $27 \times 29 \mu$; il porte 3 pores germinatifs et son exine épaisse est couverte de nombreuses épines mesurant $4,5 \mu$ de longueur.

3. *Stade fleur femelle*

Dans la matinée du 2^e jour, les lobes du stigmate s'ouvrent rapidement à partir de 9 h et sont complètement écartés l'un de l'autre à partir de 11 h.

Les étamines quant à elles, toujours soudées, amorcent un mouvement de retrait consécutif au raccourcissement des filets, qui se courbent dans leur partie inférieure et viennent tapisser le renflement de la base de la corolle, puis se flétrissent.

Dans le cas où les fleurs ne sont pas visitées par les insectes, la surface réceptrice des lobes du stigmate ne porte pas de pollens visibles alors que ceux-ci sont très abondants sur les côtés où ils sont retenus par les poils.

Par contre, lorsque les fleurs sont butinées par les abeilles, celles-ci, grâce à la fourrure présente sous leur corps, ont apporté de très nombreux pollens, provenant des fleurs au stade mâle du même capitule ou de capitules voisins, assurant ainsi une pollinisation croisée intense.

4. *Flétrissement*

Dans le cas où la fleur a été pollinisée, le retrait des étamines qui a commencé durant la matinée du 2^e jour, est complet en fin d'après-midi; mais déjà vers 12 heures, on constate que le stigmate, dont les lobes sont entièrement écartés, commence lui aussi à amorcer un mouvement de repli.

Le style se flétrit peu à peu par la partie supérieure et se raccourcit, entraînant le stigmate qui, en fin de journée, dépasse, seul, de la corolle. Au matin du 3^e jour, le retrait du style est tel qu'il a fait entrer le stigmate dans la corolle d'où ne dépasse plus que son extrémité; puis la corolle se dessèche et en même temps l'ovaire poursuit son développement surtout en grosseur.

Le tableau suivant résume l'évolution de la fleur de tournesol normalement pollinisée :

Biologie florale chez le Tournesol pollinisé

Stade	ovaire	corolle	niveau atteint au-dessus de la corolle par		longueur totale
	m/m	m/m	étamines	Stigmate	m/m
Bouton vert	3,0	7,0			10,0
» jaune	6,0	7,5			13,5
Stade mâle jeune	8,5	8,5	5,0		22,0
» » avancé	9,0	8,5	1,5	6,1 (fermé)	20,0
Stade femelle	9,5	7,5	0	3,0 (étalement)	25,1
fleur flétrie	10,0	7,0	0	0	17,0

Mais GLUKOV cité par LECOMTE (1962), constate qu'en l'absence de pollinisation, l'évolution est beaucoup plus lente, le stade femelle pouvant durer une quinzaine de jours. La même observation a pu être faite au cours de nos relevés et nous avons constaté le même phénomène sur la lavande et sur le lavandin chez qui, en l'absence de pollinisation, le flétrissement de la corolle ne survenait qu'après 10 à 13 jours (BARBIER 1963).

Ces remarques démontrent l'étroite relation qui existe entre la biologie florale et la pollinisation assurée par les insectes.

III. Insectes pollinisateurs du Tournesol

RADOEV (1954) et KUSHNIR (1958), constatent que l'abeille représente presque 100 % des insectes pollinisateurs du tournesol. Nos observations montrent que, sur le plateau de Merchouch comme dans l'Est Européen ou en France, les abeilles et les bourdons (*Bombus sp.*) sont les seuls insectes qui assurent la pollinisation.

Les densités relevées à Merchouch sont en moyenne :

- Abeilles 125 individus pour 100 capitules
- Bourdons 10 » » » »

soit à l'hectare environ 37 500 abeilles.

Une telle densité d'abeilles est très inférieure à celle citée par LECOMTE (1962 et 1963) : cet auteur dénombrait en France 85 000 et 100 000 abeilles/hectare, mais elle est très supérieure à celle de 6 000 abeilles/hectare considérée par GLUKOV, en Russie, comme suffisante pour assurer une bonne pollinisation.

Les abeilles récoltent dans les fleurs du pollen et du nectar ; chaque fleur peut fournir 0,6 mg de pollen frais : soit 1,8 g pour un capitule de 3 000 fleurs. Ce pollen est de bonne qualité, aussi est-il très activement récolté par les abeilles qui assurent en même temps la pollinisation.

Dans les pays où le tournesol couvre de vastes surfaces (Russie, Roumanie, Hongrie), les abeilles récoltent aussi un miel assez abondant ; mais au cours de nos essais, les ruches qui avaient à leur disposition la floraison des 150 ha ont pu développer leur couvain, mais n'ont pu récolter de miel, chacune n'ayant pu accumuler que quelques centaines de grammes. Cette faible production nectarifère est en rapport avec l'extrême sécheresse de l'air et celle du sol qui caractérisent le climat du plateau de Merchouch pendant l'été.

IV. Description des essais

Pour nos essais, la Centrale de Gestion et d'Exploitation Agricole (C.G.E.A.) avait mis à notre disposition une parcelle de 150 ha située à Merchouch* et destinée à la multiplication de la variété « 1957 » importée de Bulgarie. Cette culture était placée sous le contrôle de la Station de l'Amélioration des Plantes de l'I.N.R.A.

Sur cette parcelle, nous nous proposons d'isoler un certain nombre de capitules sous une cage constituée par des panneaux grillagés, montés avant l'apparition des premières fleurs et démontés après le flétrissement de la dernière fleur selon la technique habituelle.

Au moment de l'installation des essais, le champ dans son ensemble, ainsi que la parcelle située sous la cage, ont été traités contre les punaises (*Carpocoris fuscipinus* Boh), insectes susceptibles de causer d'importants dégâts. Ce traitement permettait en même temps la destruction de tout pollinisateur éventuel qui se serait trouvé enfermé sous la cage.

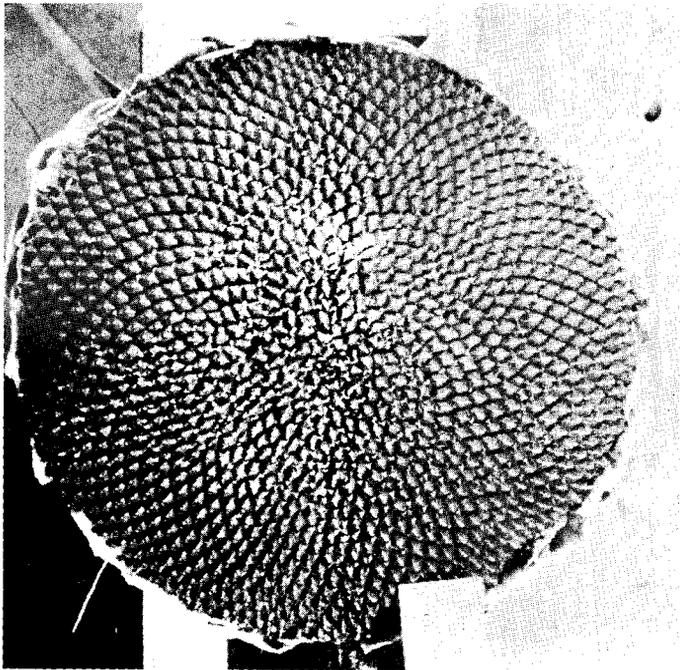
Dans le but d'assurer la pollinisation des capitules voisins de la cage, quatre ruches ont été apportées à proximité immédiate quelques jours après le montage.

Cette technique permet de mettre en évidence, avec certitude, le rôle des insectes pollinisateurs dans la pollinisation des plantes,

* Nous remercions vivement Monsieur BETAYE, Inspecteur de la C.G.E.A. pour toutes les facilités qu'il nous a apportées dans la réalisation de nos observations.

mais surtout elle est la seule qui permette d'étudier les réactions de la plante au mode de pollinisation qui lui est imposé (Biologie florale, formation des graines, accumulation des huiles dans celles-ci, etc.).

Au moment de la floraison, il a été remarqué que sous la cage, les fleurs individuelles gardaient leur pollen pendant longtemps et que celui-ci se retrouvait en grande abondance sur les pétales des fleurs stériles de la couronne qui forment saillie en bordure du capitule, ainsi que sur les feuilles. Les capitules présentent, après une surface centrale occupée par les boutons verts et jaunes, quatre à cinq rangs de fleurs au stade mâle, et de nombreux rangs de fleurs au stade femelle, avec le stigmate très ouvert (voir photo ci-après).



Capitule pollinisé par les abeilles

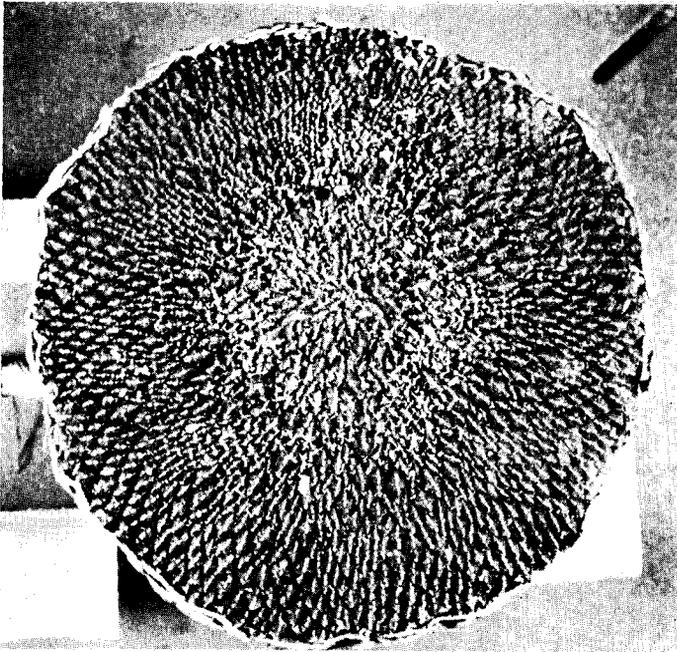
Par contre, à l'extérieur de la cage, sur les capitules régulièrement visités par les abeilles, les quatre à cinq rangs de fleurs au stade mâle ne portent que très peu de pollen, celui-ci étant constamment prélevé par les abeilles. Les fleurs au stade femelle n'occupent guère que quatre à cinq rangs, celles des rangs plus externes étant déjà au stade fané c'est-à-dire que leur stigmate est rentré dans la corolle.

La cage est démontée lorsque toutes les fleurs sont fanées ; les capitules sont récoltés à maturité, leur diamètre est mesuré et ils reçoivent une étiquette de couleur portant un numéro d'ordre.

Pendant la période de maturation, les tournesols sont souvent attaqués par les moineaux qui provoquent des dégâts parfois très élevés (40-50 et même 80 %). Pour les éviter, des gardiens assuraient la protection des capitules du champ et plus particulièrement dans la partie où étaient effectués nos essais.

La récolte des capitules non pollinisés étant faite, il est recherché dans le voisinage immédiat de la cage, des capitules qui, normalement pollinisés, possèdent un diamètre aussi voisin que possible de ceux des capitules de la cage. Ils reçoivent un numéro d'ordre correspondant, sur une étiquette de couleur différente afin d'éviter les erreurs.

La première remarque qui s'impose est la différence d'aspect de ces deux groupes de capitules. Sur ceux pollinisés, les graines présentent une grande régularité de grosseur et de répartition, alors que sur ceux non pollinisés les graines sont très irrégulières. Quelques-unes sont bien formées et apparemment très grosses, alors qu'à côté, il existe de nombreuses graines plus petites avortées (voir photo ci-après).



Capitule sous cage non pollinisé

V. Examen des capitules

Sur chaque capitule les opérations suivantes sont effectuées :

- 1 Mesure précise du diamètre
2. Egrainage complet
3. Dénombrement des graines vides et des graines pleines. Ce comptage a été effectué sur un total de 120 capitules et 172 308 graines dont 84 900 graines avortées et 87 400 graines pleines.

Une graine est considérée pleine, quelle que soit sa taille, lorsque l'amande est développée. De telles graines sont normalement gonflées ; elles sont résistantes à la pression du doigt et rendent un son caractéristique au choc sur une surface dure.

Ces relevés permettent de déterminer :

- a. la surface du capitule (en considérant cette surface comme étant plane)
- b. la proportion en nombre et en poids, des graines avortées et des graines pleines
- c. le poids moyen de ces deux types de graines
- d. le nombre et le poids des graines pleines à l'unité de surface.

L'examen de ces valeurs indique que chez les capitules non pollinisés, il existe une grande variabilité de toutes les valeurs déterminées, et démontre d'une façon très significative combien est important le rôle de la pollinisation par les abeilles.

A. Surface des capitules

Pour les deux lots de capitules, les surfaces obtenues par le calcul, sont très voisines.

TABLEAU 1

	surface totale en cm ²	surface moyenne en cm ²
Capitules pollinisés	11 627,58	193,79
» non »	10 835,10	180,58

La différence est due au fait que les mesures effectuées au laboratoire, sont plus précises que celles effectuées en plein champ.

De toute façon, les comparaisons ultérieures seront faites pour les valeurs ramenées à la même unité de surface, lorsque cela est nécessaire.

Les moyennes portées sur les différents tableaux, sont obtenues à partir des productions globales par rapport aux surfaces totales des capitules des deux lots de capitules, et les extrêmes sont prises dans les productions individuelles.

B. Nombre des graines par capicule

Le nombre de graines présentes, au total, sur des capitules ramenés à la même surface de 193,79 cm² (Surface moyenne d'un capicule pollinisé), est presque le même dans les deux cas ; on compte en moyenne :

- 1 495 graines par capicule pollinisé
- 1 476 » » » non pollinisé

En conséquence la floraison ne semble pas être influencée par la pollinisation.

C. Proportion des graines pleines

Cette proportion calculée sur le nombre et le poids des graines pleines par rapport aux graines totales, varie considérablement sur les capitules non pollinisés et beaucoup moins sur les capitules pollinisés comme le montre le tableau suivant :

TABLEAU 2
Proportion des graines pleines

	% en nombre		% en poids	
	moyenne	extrêmes	moyenne	extrêmes
Capitules pollinisés	79,02	7,99 à 96,61	97,42	18,44 à 99,43
» non »	19,98	0,78 à 81,45	62,93	4,80 à 97,49

Les moyennes relevées pour la proportion du nombre de graines pleines par rapport au nombre de graines totales, sont voisines des chiffres publiés par RUDNER (1941) et exprimés sous forme de pourcentages de nouaison. Ces rapports démontrent combien la pollinisation du tournesol est tributaire de la visite des abeilles, comme l'ont

observé J.B. FREE et J. SIMPSON (1964), ainsi que V. KAMENNO-BRODSKAYA (1963) qui constate que le pourcentage de graines vides augmente à mesure que l'on s'éloigne de la ruche.

D. Poids moyen des graines

Les poids moyens des graines considérées dans leur ensemble, c'est-à-dire graines vides et graines pleines, pour chaque lot de 60 capitules, s'établissent ainsi :

- 28,75 mg pour les graines des capitules non pollinisés
- 64,15 mg pour les graines des capitules pollinisés

Dans leur proportion, ces résultats correspondent à ceux citées par KUSHNIR (1958).

Mais il est intéressant d'examiner comparativement les poids moyens des graines avortées et des graines pleines pour les deux lots de capitules.

TABLEAU 3
Poids moyens des graines
(en milligrammes)

	% en graines avortées		graines pleines	
	moyenne	extrêmes	moyenne	extrêmes
Capitules pollinisés	7,87	2,76 à 28,55	79,02	41,06 à 124,86
» non »	13,31	3,72 à 29,34	90,55	26,66 à 130,67

Dans ces conditions, on constate que pour les capitules non pollinisés, le poids moyen des graines avortées, comme celui des graines pleines, est supérieur à celui des mêmes graines provenant des capitules pollinisés. Cette différence est l'inverse de celle relevée plus haut sur l'ensemble des graines ; elle est due au fait que chez les capitules non pollinisés, la proportion des graines pleines est beaucoup moins importante (TABLEAU 2) et chacune des graines, avortée ou pleine, utilisant au mieux les matières nutritives mises à sa disposition par la plante, développe intensément les tissus formés (enveloppes ou cotylédons). Au cours de l'égrenage des capitules, il est apparu que la formation des graines est très fortement influencée par le mode de pollinisation (TABL. 2) :

— Chez les capitules pollinisés, les graines pleines occupent avec une très grande régularité, la presque totalité du disque dont seul le centre porte des graines avortées, le plus souvent très petites d'ailleurs ;

— Chez les capitules protégés de la visite des insectes, les graines pleines sont très irrégulièrement réparties sur le disque, mais ces graines constituent toujours en bordure des fleurs stériles à pétale unique, une couronne qui intéresse, en général, 2 à 5 ou 6 des premiers rangs de graines. Cette couronne est plus ou moins irrégulière, mais cette irrégularité est absolument sans relation avec la position des fleurs élémentaires sur le capitule et, en aucune façon, on ne peut invoquer la pollinisation d'une fleur par le pollen de celles qui sont placées au-dessus d'elle. Il s'agit en fait d'une autopolinisation.

Le tournesol ne serait donc pas uniquement allogame, mais si les fleurs de la couronne extérieure du capitule peuvent si bien s'autopolliniser, pourquoi les plus centrales restent-elles stériles ?

Pour tenter de répondre à cette question, nous devons rappeler que NITCH (1956), a montré que le développement des graines et des fruits, nécessite la mise en œuvre d'une auxine qui est libérée, à partir de l'embryon, après sa fécondation mais aussi, à partir du tube germinatif du ou des pollens germés sur le stigmate.

Par ailleurs, de nombreux travaux sur certaines hormones et gibberellines, ont apporté la preuve que l'apport de ces produits peut augmenter la mise à fruits de nombreuses plantes parthénocarpiques et jouer un rôle identique à l'auxine.

Il est donc possible de supposer que chez le tournesol, l'auxine est présente dans le capitule, en quantité suffisante au début de la floraison pour assurer la nouaison de la graine malgré le faible nombre de grains de pollen qui atteignent le stigmate en autopolinisation ; par la suite, la réserve d'auxine, ou sa formation dans les fleurs tardives étant insuffisantes, la graine avorterait, car la quantité d'auxine apportée par le pollen serait elle-même insuffisante pour assurer la nouaison. Mais quelques plantes plus aptes à la production d'auxine pourraient assurer le développement de la presque totalité des graines, même en autopolinisation (Voir la page ci-après).

Par contre, dans le cas où les capitules sont visités par les abeilles, le mode de pollinisation est tout à fait différent. Celles-ci, butinant de fleur en fleur et de capitule en capitule, assurent la pollinisation croisée ; mais il faut considérer encore, que les visites incessantes pro-

voquent sur chaque stigmate l'apport et la germination de très nombreux pollens. Ceux-ci libèrent une quantité totale d'auxine qui pourrait être suffisante pour assurer la nouaison, même après épuisement des réserves d'auxine contenues dans le capitule.

E. Production de graines pleines à l'unité de surface de capitule

Pour comparer les productions des graines pleines par capitule, il est nécessaire de rapporter ces productions à une unité de surface, l'unité choisie ici est le décimètre carré et les productions sont exprimées en grammes de graines pleines.

TABLEAU 4
Production de graines pleines
(en grammes par dm^2 de capitule)

	moyenne	extrêmes	
Capitules pollinisés	48,23	5,14	64,40
» non »	13,79	0,64	63,74

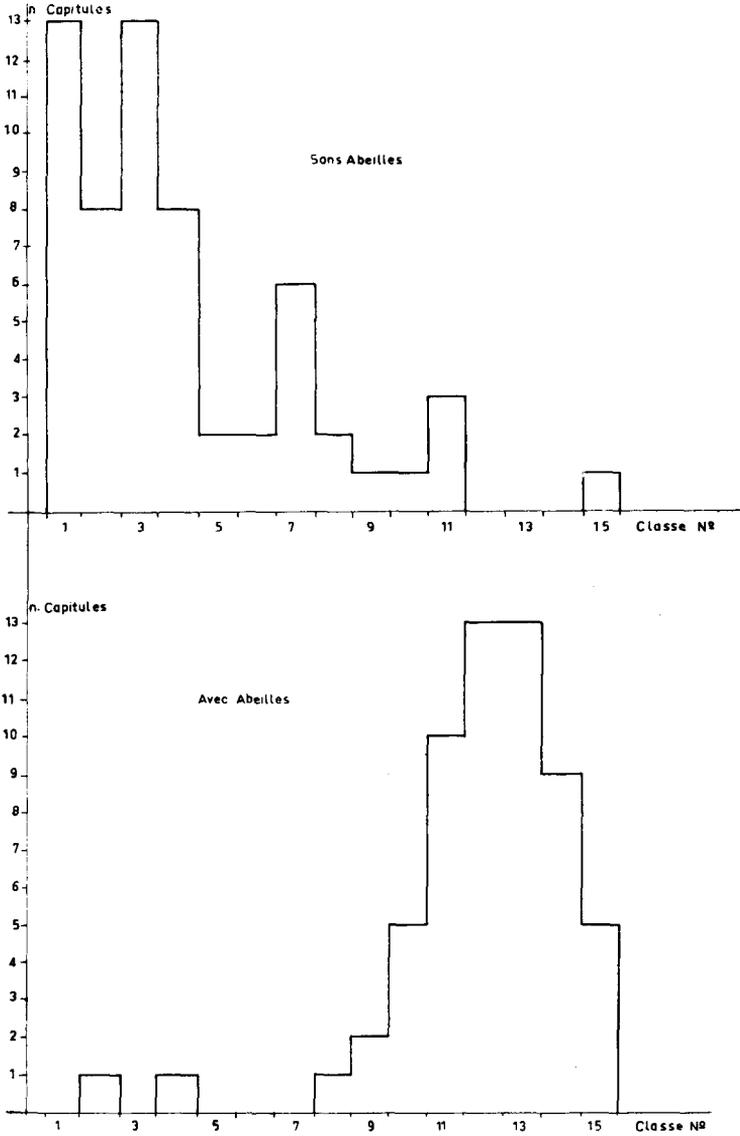
Comme pour les divers points examinés plus haut, une différence considérable peut être relevée entre les productions moyennes des deux lots, mais nous retrouvons aussi, d'importantes variations dans les productions extrêmes. Le calcul statistique appliqué à ces productions de graines, va permettre de ramener à leur juste valeur les variations constatées, mais aussi de mieux apprécier l'importance du facteur pollinisation dans la culture du tournesol.

Représentation graphique :

Dans le graphique N° 1 les productions individuelles exprimées en grammes par décimètre carré sont portées en ordonnée dans 15 classes qui, à partir de la production minimum, progressent de 4,24 en 4,24 grammes. En abscisse les numéros des classes correspondent aux moyennes suivantes :

1	2,76 g/dm ²	9	36,68 g/dm ²
2	7,00	10	40,92
3	11,24	11	45,16
4	15,48	12	49,40
5	19,72	13	53,64
6	23,96	14	57,88
7	28,20	15	62,12
8	32,44		

GRAPHIQUE I
Fréquence des productions de graines par décimètre carré de capitule chez le tournesol



L'examen de ce graphique permet de faire les remarques suivantes :

a. chez les capitules non pollinisés par les abeilles, la production à l'unité de surface est très variable et en général faible, elle reste

comprise entre 2,76 et 32,44 grammes au dm^2 (valeurs moyennes des classes).

Il convient toutefois de signaler que 5 capitules possèdent une production nettement plus élevée qui atteint celle des capitules pollinisés.

N°	Production	Diamètre du capitule
55	35,11 g/dm^2	180 mm
27	41,11	155
1	43,02	130
2	44,09	75
5	46,55	120
30	63,74	130

Le cas de ces capitules mérite une certaine attention, car il est exclu qu'ils aient pu être pollinisés par un insecte, lequel n'aurait pas limité son butinage à ces seuls capitules pendant toute la période de floraison.

Par ailleurs, les plantes en question ne diffèrent en rien des autres, et aucune particularité n'a pu être relevée sur les capitules. Aussi, peut-on supposer que ces plantes possèdent la faculté de s'auto-polliniser grâce à une très forte production d'auxine. Dans ce cas, il serait intéressant de rechercher si ce caractère est lié à un gène. Peut-être pourrait-on, à partir de ces graines, sélectionner une variété pouvant atteindre de hauts rendements même en l'absence des insectes pollinisateurs ?

b. chez les capitules pollinisés par contre, les productions sont nettement plus groupées et se situent dans les valeurs élevées comprises entre 36,68 et 62,12 g/dm^2 (Valeurs moyennes des classes).

Seuls, font exception les 4 capitules suivants, sans qu'aucune explication puisse être fournie, l'état général des plantes n'attirant pas l'attention et les capitules étant parfaitement développés.

N°	Production	Diamètre du capitule
54	5,14 g/dm^2	135 mm
37	17,46	165
48	33,70	200
46	35,02	240

Quel que soit l'intérêt que présentent les capitules exceptionnels de ces deux groupes, il est évident que pour la très grande majorité des plantes (plus de 92 %), le butinage des abeilles qui assure une intense pollinisation croisée, favorise d'une façon particulièrement nette la formation des graines.

Analyse de variance

Cette analyse appliquée aux productions individuelles des capitules pollinisés et des capitules protégés des insectes, donne les valeurs suivantes :

	sans abeilles	avec abeilles
Nombre de mesures	60	60
Moyenne des productions individuelles en g/dm ²	15,28	48,97
Variance	179,14	96,32
Erreur type	5,46	1,26
Valeur de F.		244,78

Les valeurs de F indiquées par les tables sont $F_{0,05} = 3,92$ et $F_{0,01} = 6,86$. La différence est donc hautement significative.

Le rapport des moyennes des productions individuelles indique que les capitules bénéficiant d'une pollinisation croisée, ont une production de graines normale égale à 320 pour cent de la production des capitules où seule l'autopollinisation a pu provoquer la formation des graines.

Cette différence est considérable ; et compte tenu de la raréfaction des pollinisateurs naturels, et même de leur disparition qui semble parfois comme inéluctable dans les régions de culture, l'abeille apparaît de plus en plus comme devant être considérée un facteur de la production agricole au même titre que la plante, le sol, le climat, etc. Aussi, vu son importance, il semble utile de lui accorder un intérêt tout particulier pour le maintien de la productivité des cultures, surtout à une époque où le spectre de la faim fait son apparition.

Conclusion

Le dépouillement des productions individuelles permet de constater que la variété 1957 de Bulgarie utilisée au cours des essais, présente une certaine variabilité.

a. en pollinisation croisée, deux capitules possèdent une stérilité marquée ;

b. en l'absence de tout pollinisateur une autofertilité plus ou moins forte existe, indiquant que le tournesol n'est pas strictement allogame. Sur quelques capitules et très nettement sur cinq, la production de graines est telle qu'il serait possible d'envisager la sélection d'une variété autofertile.

Mais, pour la très grande majorité des individus, le butinage des insectes et plus particulièrement celui des abeilles, intervient d'une façon spectaculaire dans la formation des graines. Aussi, dans les conditions actuelles, et pour obtenir le maximum de production, la culture du tournesol devrait toujours être associée à la présence des abeilles. Si celles-ci sont absentes ou si les surfaces en tournesol sont importantes, il est recommandé d'apporter au voisinage immédiat des cultures ou mieux dans la culture elle-même, des ruches à raison de 2 ruches de force moyenne par hectare et suivre ainsi l'exemple des producteurs roumains, qui, chaque année, selon HANGANU (1963), transportent un nombre considérable de ruches vers les cultures de tournesol.

ملخص

إن مقدار المواد الدهنية الموجودة في حبوب عباد الشمس والناتج عن تلقيحها بواسطة النحل وعن الحبوب التي تلقح من نفسها، يظهر أن تراكب النحل يخلق زيادة محسوسة في كمية الزيت الذي يضاف إلى عامل التكوين لإنتاج الحبوب ويظهر أن إنتاج المواد الدهنية لحبوب عباد الشمس الملقحة مرتفع بمقدار محسوس بالنسبة للحبوب الغير ملقحة. والعلاقة المتوسطة لإنتاج المواد الدهنية المحصل عليها هنا بواسطة الحساب تقدر بـ 314 في المائة ولكن مع الأخذ في الاعتبار بعض الخصوصيات ويمكن لهذه العلاقة أن تصل بالتدريج إلى 356 في المائة.

RESUMÉ

Le dosage des matières grasses, effectué sur des graines de tournesol provenant de capitules pollinisés par les abeilles et de capitules maintenus en autopolinisation, montre que le butinage des abeilles provoque une augmentation sensible de la teneur en huile des graines.

Cette différence de teneur en huile qui s'ajoute à l'action du butinage sur la production des graines, fait que la production de matières grasses des capitules butinés est très sensiblement supérieure à celle des capitules non butinés. Le rapport moyen des productions de matières grasses obtenu ici par le calcul est de l'ordre de 314 pour cent, mais compte tenu de certaines particularités, ce rapport peut être évalué approximativement à 356 pour cent.

RESUMEN

La determinación del contenido de grasa de las semillas de girasol procedentes de capítulos polinizados por abejas y de capítulos mantenidas en autopolinización muestra que la acción de las abejas aumenta apreciablemente la dosis del aceite en las semillas.

Esta diferencia de la dosis de aceite, la cual se añade al efecto de la acción de las abejas sobre la producción de semillas, hace que la producción de grasa de los capítulos visitados por las abejas es muy superior a la de los capítulos no visitados. La proporción media calculada entre las producciones obtenidas en esta experiencia era de cerca 314 por ciento, pero, tomando en consideración ciertas particularidades, ella se puede evaluar a aproximadamente 356 por ciento.

SUMMARY

The determination of the fat content of sunflower seed from capitula pollinized by bees and capitula limited to selfing shows that the honey-gathering of the bees produces a notable increase of the oil content of the seed.

This difference in oil content, which is to be added to the effect of the bees on seed production, causes the fatty substance production of the capitula visited by bees to be very notably superior to that of not visited ones. Under the experimental conditions the average ratio of one production to the other ranged about 314 per cent, but, allowing for some particular circumstances, this ratio may be evaluated at approximately 356 per cent.

BIBLIOGRAPHIES

- BARBIER, E. — 1962. Quelques facteurs de la productivité quantitative et qualitative des essences chez les Lavandes (*Lavandula Tourn.*). — Ann. Abeille, **5** (4), pp. 265-379.
- BODIS, F. — 1964. Sur le développement des cultures des graines oléagineuses au Maroc. — Note S.E.P.O. (Société d'Exploitation des Produits Oléagineux), février.
- BRYSSINE, P. — 1953. Le Tournesol — *Helianthus annuus L.* (Famille des composées). — Extrait de la « Terre Marocaine », N° 279, février.
- FOURNIER, P. — 1946. Les quatre flores de la France. — Edit. Lechevalier, 1946.
- FREE, J.B. et J. SIMPSON — 1964. The pollination requirements of sunflowers (*Helianthus annuus L.*). — Emp. J. Expt. Agric., G.B., 1964, t. 32, N° 128, pp. 340-342.
- HANGANU, A. — 1963. Résultats de l'action menée par l'Association des éleveurs d'abeilles de la République Populaire Roumaine concernant l'intensification de la pollinisation par les abeilles des cultures de tournesol. — Textes complets des conférences du XIX Congrès d'Apimondia à Prague, 1963, pp. 233-235.
- KAMENNOBRODSKAYA, V. — 1963. Influence of bee pollination on the quality of the sunflower seed. — Pchelovodstvo **40** (7), 21 only, in Russian.
- KUSHNIR, L.G. — 1958. The biological effectiveness of sunflower pollination by various methods. — Dokl. TSKHA **36**, 81-88, in Russian.
- LECOMTE, J. — 1962. Observations sur la pollinisation du Tournesol (*Helianthus annuus L.*). — Ann. Abeille, **5** (1), pp. 69-73.
- LECOMTE, J. — 1963. Problèmes posés par la pollinisation des plantes cultivées. — Bul. Tech. Infor. des Ingén. des Serv. Agri., N° 178, mars.

- MAURIZIO, A. et J. LOUVEAUX — 1965. Pollens des plantes mellifères d'Europe IV. — Pollen et Spores, Vol. V, N° 2, nov., pp. 213-232.
- RADOEV, L. — 1954. Study on the role of the honeybee and wild insects in sunflower pollination. — Spis. nauch.-izsled. Inst. Min. Zemed. (4), pp. 3-16, in Bulgarian.
- RUDNEV, V.Z. — 1941. The effect of pollination by bees on yield of Sunflower seeds. Soc. Zern. Hoz., N° 2, pp. 134-40, in Russian.
- SURRUGUE, P. — 1964. Le Tournesol (*Helianthus annuus* L., Composées). — Culture au Maroc, I.N.R.A. Rabat, mars, 13 p.